

CONTENT

FRANCESCA SCALISI (EDITORIAL)	<i>Connettere persone, luoghi e cose</i> Connecting people, places and things	2
MONTERRAT BOSCH GONZÁLEZ, TIZIANA CAMPISI	<i>Collegamenti per un'identità culturale comune nel bacino del Mediterraneo</i> Links for a common cultural identity in the Mediterranean Basin	12
GUIDO CIMADOMO, RENZO LECARDANE MARÍA ISABEL ALBA DORADO	<i>Territori trasversali. Centri minori rurali e industriali in Sicilia e Spagna</i> Transversal territories. Rural and industrial small towns in Sicily and Spain	24
MASSIMO PERRICCIOLI, ROBERTO RUGGIERO MICHAEL SALKA	<i>Ecologia e tecnologie digitali. L'architettura alla piccola scala come luogo di connessioni</i> Ecology and digital technologies. Small-scale architecture as a place of connections	36
MARCO TRISCIUOGGIO	<i>Diy-City e internet of things. Un'ipotesi di ricerca intorno alla progettazione urbana interattiva</i> Diy-City and internet of things. A research hypothesis around interactive urban design	46
GIUSEPPE CANESTRINO	<i>Dialettica analogico-digitale nel progetto di architettura. Per rinnovate ipotesi di metodo</i> Analogue-digital dialectics in architectural design. Towards renewed hypotheses of method	56
GIUSEPPE DI BENEDETTO	<i>Nuove frontiere museografiche. Immaterialità e multimedialità del museo narrativo</i> New museographic frontiers. Immateriality and multimediality of the narrative museum	68
BIANCA ANDALORO	<i>Il corpo fisico dell'architettura interattiva. Approcci scenario-based e generativo</i> The body of interactive architecture. Scenario-based and generative approaches	76
RICCARDO POLLO, MATTEO GIOVANARDI MATTEO FRANE	<i>Smart construction object. Strumenti per riprogrammare la città</i> Smart construction object. Tools for reprogramming the city	84
FRANCESCA SCALISI, CESARE SPOSITO	<i>Strategie e approcci 'green'. Un contributo dall'off-site e dall'upcycling dei container marittimi dismessi</i> 'Green' strategies and approaches. A contribution from the off-site and upcycling of discarded shipping containers	92
MARINA RIGILLO, SERGIO RUSSO ERMOLLI GIULIANO GALLUCCIO	<i>Processi digitali di conformità normativa. La rigenerazione urbana della ex-Corradini a Napoli</i> Digital rule-based compliance processes. The urban regeneration of ex-Corradini, Naples (IT)	120
RAFFAELLA RIVA, CLAUDIO GNESSI	<i>Strutturare connessioni per la cura del paesaggio. Il caso dell'Ecomuseo Casilino a Roma</i> Structuring connections for landscape care. The case of Casilino Ecomuseum in Rome	132
MASSIMILIANO LO TURCO ELISABETTA CATERINA GIOVANNINI, ANDREA TOMALINI	<i>Fisico, digitale, virtuale, immateriale. Esperienze di ricerca in ambito museale</i> Physical, digital, virtual, intangible. Research experiences in Museums	140
LAURA ANSELMi, MARITA CANINA, CARMEN BRUNO DAVIDE MINIGHIN	<i>Nuovi approcci del design per scenari tecnologici del domani. Connessioni tra presente e futuro</i> New design approaches for future technological scenarios. Connections between present and future	150
DAVIDE PACIOTTI, ALESSANDRO DI STEFANO	<i>Design generativo e prodotto industriale. Connettere la dimensione fisica/digitale del progetto</i> Generative design and industrial product. Connecting physical/digital dimensions of the project	158
MATTEO O. INGARAMO, MILA STEPANOVIC	<i>Quando le luci si spengono. Prospettive future per la progettazione della casa intelligente</i> When lights turn off. Future perspectives to design smart homes	168
SABRINA LUCIBELLO, LORENA TREBBI CHIARA DEL GESSO	<i>Interfacce materiche. Il biologico incontra il digitale</i> Material interfaces. Biological meets digital	180
ELEONORA LUPO	<i>Design e innovazione del Patrimonio culturale. Connessioni phygital per un Patrimonio di prossimità</i> Design and innovation for the Cultural Heritage. Phygital connections for a Heritage of proximity	186
FEDERICA DAL FALCO, SILVIA BONOMI	<i>Comunicare il museo tra analogico e digitale. Un'esperienza di progettazione multimediale interattiva</i> Communicating the museum between analogue and digital. Interactive multimedia design experience	200
CLAUDIO GERMAK, LORENZA ABBATE	<i>Disegnare robot. Verso una cultura etica del progetto estetico</i> Designing robots. Towards an ethical culture of the aesthetic product	210
LUCIA PIETRONI, JACOPO MASCITTI DANIELE GALLOPPO	<i>Arredi salva-vita in caso di sisma. Intelligenti, interconnessi e interagenti</i> Life-saving furniture during an earthquake. Intelligent, interconnected and interacting	218
RHETT RUSSO	<i>Creare legami digitali con i materiali di terra. Il T-Stool</i> Forming digital kinships with earthen materials. The T-Stool	230
SILVIA GASPAROTTO, ALESSANDRA BOSCO MARGO LENGUA, PIETRO BARUZZI	<i>MEET. Un percorso espositivo interattivo tra co-design e valorizzazione del territorio</i> MEET. An interactive exhibition itinerary between co-design and enhancement of the territory	242
CARLOTTA BELLUZZI MUS, ALESSIO CACCAMO RICCARDO FAZI, VINCENZO MASSELLI	<i>Socialità digitale e Covid-19. Service Design per l'analisi del coinvolgimento emotivo nella città digitale</i> Digital sociability in Covid-19 era. Service Design for the analysis of emotional involvement in the digital city	250
DANIELA ANNA CALABI, BEATRICE BORGHI CLORINDA SISSI GALASSO	<i>Educazione e memoria. Pedagogia del ricordo e design della comunicazione</i> Education and memory. Pedagogy of remembrance and communication design	262

10

International Journal of Architecture Art and Design

10 | 2021

CONNESSIONI – FISICHE, VIRTUALI, DIGITALI | LINKS – PHYSICAL, VIRTUAL, DIGITAL

CONNESSIONI
FISICHE, VIRTUALI, DIGITALI

LINKS
PHYSICAL, VIRTUAL, DIGITAL

10
2021

AGATHÓN

International Journal
of Architecture, Art and Design

ISSN print: 2464-9309 – ISSN online: 2532-683X

AGATHÓN è stata inclusa nella lista ANVUR delle riviste di classe A per l'area 08 e i settori 08C1, 08D1, 08E1 e 08E2 a partire dal volume 1 del 2017.

AGATHÓN has been included in the Italian ANVUR list of A Class journals for area 08 and sectors 08C1, 08D1, 08E1 and 08E2 starting from January 2017.

Scientific Directors

GIUSEPPE DE GIOVANNI, CESARE SPOSITO (University of Palermo, Italy)

Managing Director

MICAELA MARIA SPOSITO

International Scientific Committee

ALFONSO ACOCELLA (University of Ferrara, Italy), **JOSE BALLESTEROS** (Polytechnic University of Madrid, Spain), **ROBERTO BOLOGNA** (University of Firenze, Italy), **TAREK BRIK** (University of Tunis, Tunisia), **TOR BROSTRÖM** (Uppsala University, Sweden), **JOSEP BURCH I RIUS** (University of Girona, Spain), **ALICIA CASTILLO MENA** (Complutense University of Madrid, Spain), **JORGE CRUZ PINTO** (University of Lisbon, Portugal), **MARIA ANTONIETTA ESPOSITO** (University of Firenze, Italy), **EMILIO FAROLDI** (Polytechnic University of Milano, Italy), **GIOVANNI FATTA** (University of Palermo, Italy), **FRANCISCO JAVIER GALLEGU Roca** (University of Granada, Spain), **PIERFRANCO GALLIANI** (Polytechnic University of Milano, Italy), **JAVIER GARCÍA-GUTIÉRREZ MOSTEIRO** (Polytechnic University of Madrid, Spain), **MOTOMI KAWAKAMI** (Tama Art University, Japan), **WALTER KLASZ** (University of Art and Design Linz, Austria), **INHEE LEE** (Pusan National University, South Korea), **MARIO LOSASSO** ('Federico II' University of Napoli, Italy), **MARIA TERESA LUCARELLI** (Mediterranea University of Reggio Calabria, Italy), **RENATO TEOFILO GIUSEPPE MORGANTI** (University of L'Aquila, Italy), **OLIMPIA NIGLIO** (Hokkaido University, Japan), **MARCO ROSARIO NOBILE** (University of Palermo, Italy), **ROBERTO PIETROFORTE** (Worcester Polytechnic Institute, USA), **CARMINE PISCOPO** ('Federico II' University of Napoli, Italy), **PAOLO PORTOGHESI** ('Sapienza' University of Roma, Italy), **PATRIZIA RANZO** ('Luigi Vanvitelli' University of Napoli, Italy), **DOMINIQUE ROUILLARD** (National School of Architecture Paris Malaquais, France), **LUIGI SANSONE** (Art Reviewer, Milano, Italy), **ANDREA SCIASCIA** (University of Palermo, Italy), **FEDERICO SORIANO PELAEZ** (Polytechnic University of Madrid, Spain), **BENEDETTA SPADOLINI** (University of Genova, Italy), **CONRAD THAKE** (University of Malta), **FRANCESCO TOMASELLI** (University of Palermo, Italy), **MARIA CHIARA TORRICELLI** (University of Firenze, Italy)

Editor-in-Chief

FRANCESCA SCALISI (DEMETRA Ce.Ri.Med., Italy)

Editorial Board

MARIO BISSON (Polytechnic University of Milano, Italy), **TIZIANA CAMPISI** (University of Palermo, Italy), **CLICE DE TOLEDO SANJAR MAZZILLI** (University of São Paulo, Brazil), **GIUSEPPE DI BENEDETTO** (University of Palermo, Italy), **ANA ESTEBAN-MALUENDA** (Polytechnic University of Madrid, Spain), **RAFFAELLA FAGNONI** (IUAV, Italy), **ANTONELLA FALZETTI** ('Tor Vergata' University of Roma, Italy), **RUBÉN GARCÍA RUBIO** (Tulane University, USA), **MANUEL GAUSA** (University of Genova, Italy), **PILAR CRISTINA IZQUIERDO GRACIA** (Polytechnic University of Madrid, Spain), **PEDRO ANTÓNIO JANEIRO** (University of Lisbon, Portugal), **MASSIMO LAURIA** (Mediterranea University of Reggio Calabria, Italy), **INA MACAIONE** (University of Basilicata, Italy), **FRANCESCO MAGGIO** (University of Palermo, Italy), **ELODIE NOURRIGAT** (Ecole Nationale Supérieure d'Architecture Montpellier, France), **ELISABETTA PALUMBO** (RWTH Aachen University, Germany), **FRIDA PASHAKO** (Epoka University of Tirana, Albania), **JULIO CESAR PEREZ HERNANDEZ** (University of Notre Dame du Lac, USA), **PIER PAOLO PERRUCCIO** (Polytechnic University of Torino, Italy), **ROSA ROMANO** (University of Firenze, Italy), **MONICA ROSSI-SCHWARZENBECK** (Leipzig University of Applied Sciences, Germany), **DARIO RUSSO** (University of Palermo, Italy), **MARCO SOSA** (Zayed University, United Arab Emirates), **ZEILA TESORIERE** (University of Palermo, Italy), **ANTONELLA TROMBADORE** (World Renewable Energy Network, UK), **ANTONELLA VIOLANO** ('Luigi Vanvitelli' University of Campania, Italy), **GASPARE MASSIMO VENTIMIGLIA** (University of Palermo, Italy), **ALESSANDRA ZANELLI** (Polytechnic University of Milano, Italy)

Assistant Editor

SANTINA DI SALVO (DEMETRA Ce.Ri.Med.)

Graphic Designer

MICHELE BOSCARINO

Executive Graphic Designer

ANTONELLA CHIAZZA, PAOLA LA SCALA

Web Editor

PIETRO ARTALE

Il Journal è stampato con il contributo degli Autori che mantengono i diritti sull'opera originale senza restrizioni.

The Journal is published with fund of the Authors whom retain all rights to the original work without any restrictions.

AGATHÓN adotta il sistema di revisione del double-blind peer review con due Revisori che, in forma anonima, valutano l'articolo di uno o più Autori. I saggi nella sezione 'Focus' invece non sono soggetti al suddetto processo di revisione in quanto a firma di Autori invitati dal Direttore Scientifico nella qualità di esperti sul tema.

The AGATHÓN Journal adopts a double-blind peer review by two Referees under anonymous shape of the paper sent by one or more Authors. The essays on 'Focus' section are not subjected to double-blind peer review process because the Authors are invited by the Scientific Director as renowned experts in the subject.

AGATHÓN | International Journal of Architecture Art and Design

Issues for year: 2 | ISSN print: 2464-9309 | ISSN online: 2532-683X

Registrazione n. 12/2017 del 13/07/2017 presso la Cancelleria del Tribunale di Palermo

Registration number 12/2017 dated 13/07/2017, registered at the Palermo Court Registry

Editorial Office

c/o DEMETRA Ce.Ri.MED. | Via Alloro n. 3 | 90133 Palermo (ITA) | E-mail: redazione@agathon.it

Promoter

DEMETRA Ce.Ri.MED.

Centro Documentazione e Ricerca Euro-Mediterranea | Euro-Mediterranean Documentation and Research Center

Publisher

Palermo University Press | Via Serradifalco n. 78 | 90145 Palermo (ITA) | E-mail: info@newdigitalfrontiers.com

Finito di stampare nel Dicembre 2021 da

Printed in December 2021 by

FOTOGRAF s.r.l. | viale delle Alpi n. 59 | 90144 Palermo (ITA)

Connettere persone, luoghi e cose
Connecting people, places and things

Il numero 10 di AGATHÓN raccoglie saggi, studi, ricerche e progetti su Connessioni | Fisiche, Virtuali e Digitali per indagare sulla profonda transizione pervasiva e diffusa, che unisce dicotomie (analogico e digitale), esalta ossimori (intelligenza artificiale), ribalta assiomi (ubiquità), realizza paradossi (materialità dell'intangibile) coinvolgendo, indifferentemente, l'architettura, le scienze umane e sociali, l'antropologia, la sociologia, l'ecologia, la biologia, le scienze fisico-matematiche e le neuroscienze con impatti che – visibili già oggi, e accelerati in parte dalla condizione straordinaria di emergenza sanitaria mondiale – si renderanno ancor più evidenti a medio e lungo termine. Una trasformazione certamente 'digitale', che studiosi come Floridi (2020) e Galimberti (2020), ma anche Haraway (2018), Searle (2017) e Chomsky (2011), hanno posto su un piano innanzitutto ontologico ed epistemologico in quanto coinvolge l'essenza delle 'cose', il modo con cui le definiamo, il mondo che ci circonda e in particolare la nostra relazione con gli elementi che lo costituiscono.

La fisicità/materialità e la storicità delle forme si fa oggi realtà virtuale diluendosi nella corrente immateriale delle reti e dei flussi deterritorializzati: il digitale 'apre' connettendo (delocalizza) e in parallelo 'confina', perimetrando (self-sufficient city), ma soprattutto 'induce' a nuove configurazioni spaziali in un rapporto di continuo divenire tra genius loci e forma, funzione e flessibilità d'uso, tra l'uomo 'vitruviano', nelle sue proporzioni fisiche, e l'uomo 'inforg' che vive, lavora e si relaziona con la contemporaneità di luoghi simultaneamente fisici, virtuali e digitali. Uno spazio che, come entità ontologica – naturale, costruito, di ricucitura, aperto, perimetrato, di connessione, residuale, interstiziale, a scala macro o micro o nano e, indifferentemente, quello delle superfici, dei volumi, delle soglie, dei componenti tecnico-costruttivi/impiantistici e degli oggetti – in qualsiasi forma venga declinato (dal paesaggio al territorio, dalle infrastrutture alla città, dagli edifici agli oggetti, fino a sistemi, componenti e materiali) esplicita Connessioni: Fisiche nella singola entità materica, analogica e tangibile; Virtuali nel configurare esperienze di realtà aumentata e immersiva; Digitali nell'interagire ed attuare nuovi processi ideativi e comunicativi e al tempo tecnici e di controllo e monitoraggio del progetto alle varie scale, veicolando forme e immagini, funzioni e prestazioni in una nuova dimensione di condivisione di 'bit'.

Connettere saperi e diffondere conoscenza è uno dei temi affrontati dal volume. Esistono alcune aree geografiche, come quella del Mar Mediterraneo, nelle quali popoli, culture, arti e mestieri presentano, seppur con le proprie specificità, una matrice culturale comune facilmente rintracciabile in molte città (tipo Barcellona, Palermo e Skikda) e che richiedono una riflessione su quanto siano forti, ancora oggi, le relazioni tra i diversi modi di vivere e simili le peculiarità di alcune tipologie architettoniche (ad esempio i mercati), utile a svelarci, laddove sopravvissute alla demolizione, un palinsesto di stratificazioni, trasformazioni, contaminazioni e testimonianze di saperi ed epoche diverse. Al fine di preservare e tramandare ai posteri questo Patrimonio comune e di creare nuovi strumenti di scambio culturale e promuovere attività incentrate sulla conoscenza, è stato avviato il progetto europeo Erasmus+ Smart Rehabilitation 3.0 – che vede coinvolti come partner capofila l'Associazione Rehabimed e quattro Università (Italia, Cipro, Lituania e Spagna). Il progetto, che ha natura multidisciplinare e transdisciplinare, prevede la formazione di un comune profilo professionale in Esperto di Recupero Edilizio in grado di acquisire la necessaria conoscenza dei manufatti e la capacità tecnica per la redazione di progetti esecutivi che le specificità dei singoli casi richiedono in termini di qualità sia architettonica sia tecnologica; altri obiettivi sono la conoscenza delle attuali tecnologie utilizzate nel recupero edilizio e il loro aggiornamento in chiave di innovazione tecnologica e, perseguendo il principio della 'alfabetizzazione digitale', la realizzazione di un database ad accesso aperto con recenti buone pratiche già realizzate in ogni Paese Partner del progetto, tipologie di intervento, schede tecniche e prodotti innovativi per il recupero edilizio.

All'interno del dibattito sui cambiamenti climatici sono richiamate le responsabilità del settore delle costruzioni in un periodo storico in cui le interdipendenze e le interazioni tra le diverse crisi (ambientale, sanitaria, economica, sociale, ecc.) divengono fattori moltiplicatori di rischio determinando quella che Morin ha definito una 'polycrisi' dal carattere globale e strutturale con effetti sia sull'essere umano sia sul costruito. E se sul piano teorico la 'visione ecologica' sembra ormai matura per affrontare questa condizione emergenziale e consente di sperare in un futuro roseo grazie anche alle potenzialità che derivano dall'attuale transizione digitale e dalle sue tecnologie abilitanti, sul piano della pratica vanno considerate due criticità: la prima è che rimane alto e insostenibile l'impatto antropico sull'ambiente con importanti responsabilità per il settore edilizio; la seconda è che il potenziale delle politiche e delle risorse (umane e finanziarie) a disposizione non riesce a esprimersi pienamente, traducendosi in azioni prevalentemente sporadiche, poco efficaci e lente nell'attuazione. In questo contesto emergenziale, si sottopongono le potenzialità (e le relative barriere) dell'off-site e dell'upcycling ma anche la necessità che ogni intervento preveda una regia illuminata che abbia una visione sistemica e fondata su una prassi metodologica di tipo multi e interdisciplinare, ascalare e intersettoriale capace di integrare contemporaneamente saperi, professionalità, discipline e settori di produzione differenti (talvolta apparentemente poco affini) per razionalizzare e ottimizzare, combinando tecnologie tradizionali e innovative, da un lato, i diversi aspetti che entrano in gioco nell'intervento trasformativo e nelle sue dimensioni di processo, di progetto e di prodotto, dall'altro, i flussi di materia in entrata e in uscita perché siano equivalenti, ovvero affinché i rifiuti e i sottoprodotti di un settore possano essere reimpiegati integralmente in altri.

Nuove connessioni intangibili tra presente e passato possono poi essere strutturate per il recupero della 'memoria' attraverso la filosofia della 'spazializzazione' del ricordo e una metodologia formativa innovativa capace di amplificare la percezione atmosferica dei luoghi oltre la prima impressione. Poiché la memoria è ancorata ai luoghi, essa può essere assunta come lo strumento progettuale elettivo per comunicare le evoluzioni del costruito, insegnare il valore del ricordo e risemantizzare luoghi 'dimenticati', fornendo strumenti per interpretazioni estetiche e percettive delle diverse connessioni fisiche, virtuali e digitali. Nel caso studio che ha visto coinvolti gli studenti dell'Istituto di Istruzione Superiore G. Galilei-R. Luxemburg di Milano, attorno alla memoria materiale e immateriale della costruzione 'brutalista', sono state raccolte impressioni, emozioni ed eventi storici, tramite una serie di attività orientate all'educazione alla 'lettura' dei luoghi: il risultato più significativo ottenuto è il riconoscimento del valore della 'persistenza stabilizzante del luogo' come fonte di memorie vigili e attive che ha permesso di 'risemantizzare' l'Istituto come contenitore di un'identità dall'importante potenziale trasformativo in termini di inedite azioni e progettualità.

Connettere centri minori rurali ed ex-industriali con condizioni orografiche, culturali e patrimoniali differenti ma nei quali è tuttavia possibile trovare delle costanti di criticità e potenzialità è un altro tema indagato e pubblicato nel volume. Nello specifico, si stimolano riflessioni su territori marginali di ampie aree geografiche caratterizzate dal fenomeno dello spopolamento e dell'abbandono evidenziando come per invertire la tendenza il cambiamento di passo necessario non può essere più quello dettato da progetti isolati, in molti casi spinti dall'emergenza, ma da azioni continue capaci di programmare gli strumenti necessari per attivare nuove forme di governance dei processi decisionali e investire la comunità di un ruolo attivo e partecipativo. Per opporsi con forza alla 'geografia dell'abbandono', i casi studio della Trasversale sicula e della España Vacía suggeriscono nuove metodologie di azione per innescare pratiche e processi rigenerativi, rilanciare economie di prossimità, realizzare infrastrutture condivise, riscoprire i valori dell'agricoltura e della produzione industriale e valorizzare l'immenso Patrimonio materiale e culturale locale.

Campi di riflessione e ricerca sono anche gli approcci progettuali tra analogico e digitale, tra scienze umanistiche e informatiche, che definiscono metodologie e divengono strumento per configurare scenari futuri e migliorare l'efficacia dei processi decisionali, ma anche per elevare la qualità del progetto. Nello specifico viene proposto di integrare gli approcci progettuali del Design Thinking e del Design Future poiché il primo sviluppa soluzioni competitive per il mercato attuale di riferimento con metodi e strumenti che individuano soluzioni incentrate sull'uomo in un futuro 'prevedibile' e 'probabile', mentre il secondo si proietta in un arco temporale più ampio e, prendendo in esame tanto le tecnologie innovative quanto quelle emergenti, riesce a configurare scenari in futuri complessi, multipli e non lineari; tale integrazione è stata declinata per progettare scenari tecnologici futuri a medio termine nell'ambito domestico e a lungo termine in un contesto urbano. Migliorare l'efficacia dei processi decisionali in contesti caratterizzati da elevata incertezza informativa è anche la finalità della ricerca che trova applicazione nella rigenerazione urbana dell'ex area industriale Corradini di Napoli: attraverso l'integrazione di procedure BIM-based con i sistemi di Code e Model Checking come strumenti 'euristici' e l'attribuzione al 'dato' del valore di asset strategico, per definire nuove connessioni tra ambiente fisico, virtualità e digitalizzazione, si rende possibile la visualizzazione e la gestione informata di eventuali incompatibilità normative di oggetti o di unità ambientali digitalizzate, orientando ex ante scelte progettuali e tecnologiche nel rispetto di cogenti prescrizioni tecniche, sanitarie o legislative espresse come parametri quantitativi all'interno di sistemi di regole prestabiliti dall'utente/progettista.

Sulla dialettica tra analogico e digitale e sul preconconcetto che nel progetto di architettura essi prospettino orizzonti metodologici ed estetici spesso antitetici, si evidenzia come le due visioni possano instaurare connessioni molteplici e bidirezionali, ricercando in questa ibridazione un equilibrio tra la capacità di sintesi del progetto di architettura e gli orizzonti più tecnici della strumentazione digitale, che non vanno né inibiti né eccessivamente esaltati per non incorrere nel rischio tangibile, da un lato, di perdere il controllo su tutti gli aspetti del processo, dall'altro, che il progettista rimanga passivo nei confronti di un'evoluzione tecnologica la quale sembra relegare alle macchine il controllo tanto degli aspetti tecnico-operativi quanto di quelli ideativi e creativi. Criticità queste che non devono comunque frenare le potenzialità (in termini di miglioramento dell'efficienza ed evoluzione dell'innovazione) offerte dalle tecnologie digitali, ad esempio dal Design generativo, messe in luce attraverso applicazioni emblematiche che lo vedono come strumento di sperimentazione formale ed estetica, di funzionalizzazione di superfici, parti e componenti e di ottimizzazione strutturale, delle prestazioni e del materiale impiegato. In tal senso è emblematica la ricerca sul T-Stool che illustra la concettualizzazione di un processo ceramico nel quale il gemello digitale dello stampo consente di superare il limite delle tecniche tradizionali rispetto alla complessità geometrica e alle grandi dimensioni di oggetti cavi con spessori ridotti poiché l'"affine" diviene fonte di dati per valutare ex-ante le deformazioni dell'argilla durante le diverse fasi del processo realizzativo: con le tecnologie abilitanti il progettista può ampliare la sua visione del processo progettuale selezionando i dati di input e valutando criticamente i possibili e differenti risultati elaborati dall'algoritmo per la realizzabilità del progetto.

In un'era caratterizzata dalla 'dataficazione' il volume non poteva non accogliere contributi sulle tecnologie digitali quali strumenti per connettere, in una logica ascalare, l'uomo, l'ambiente e il costruito. I bigdata forniscono masse di informazioni, anche dinamiche e variamente dettagliate, correlate tra loro e a basso costo, che possono essere utilizzate in diversi modi, ad esempio per re-immaginare la vita urbana di cittadini, politici e imprese. Crescenti quantità di informazioni viaggiano nell'ambiente

che ci circonda, trasformando il paesaggio urbano in un immenso database da elaborare in una piattaforma comune di reti senza soluzione di continuità e di 'oggetti intelligenti' che ne costituiscono i terminali. In questo contesto, si manifesta l'auspicio che le nuove generazioni di prodotti tecnologici possano cambiare rotta e mirare ai 'bisogni civici' (piuttosto che a quelli consumistici) dei cittadini, i quali potranno finalmente assumere un ruolo attivo nel processo decisionale divenendo co-creatori delle piattaforme digitali. Perché ciò possa accadere, è necessario mettere a punto una 'macchina urbana', la DIY-City, che dovrà integrare strumenti ICT, pratiche di progettazione ed esperienze dei cittadini per dar vita a un progetto urbano interattivo (innovativo e partecipato) in grado di trasformare dati (volontariamente e involontariamente forniti dalla cittadinanza) in azioni tese a ri-disegnare gli spazi della città.

Il grado di maturazione dell'IoT e la facilità di accesso alla rete consente di immaginare una città dotata di un apparato sensibile in cui anche i componenti edilizi, e in particolare quelli per l'involucro, divengono nodi diffusi dell'infrastruttura digitale che interagiscono con gli utenti fornendo indicazioni in tempo reale sul loro funzionamento, sulla manutenzione e sui parametri ambientali, ma anche attivando un'ampia gamma di azioni che possono consentire, ad esempio, a componenti prefabbricati di involucro di tipo plug&play di interagire con sistemi di regolazione impiantistica, prefigurando scenari di gestione economica orientati a fornire un servizio più che a vendere un prodotto. Ma le informazioni virtuali possono anche divenire materia progettuale, intervenendo sui caratteri spaziali e formali del costruito, configurando architetture interattive capaci, da un lato, di confrontarsi con le sollecitazioni ricevute dall'esterno, dall'altro, di mutare in configurazioni morfologiche/spaziali che l'edificio può definire nell'interazione con i suoi utenti e con l'ambiente esterno. Considerare i dati virtuali nella progettazione può consentire una più consapevole comprensione dei fenomeni naturali e aumentare la complessità di un progetto ibrido tra fisico e digitale, ma può permettere anche di immaginare un cambio di paradigma nel processo di elaborazione del progetto contemporaneo, antepoendo la personalizzazione alla standardizzazione, la variabilità alla serialità, l'adattività alla staticità.

A fronte delle citate potenzialità, il digitale – con i relativi flussi di dati tra persone e cose – presenta rilevanti rischi in termini di cyber security, soprattutto in ambito domestico, dove è necessario preservare la privacy. Se in passato la casa intelligente era intesa come un sistema connesso per controllare l'ambiente e ottenere il comfort desiderato, oggi essa ha anche l'ambizione di aiutare gli utenti nelle loro attività ed esigenze quotidiane attraverso complessi prodotti-servizi-sistemi connessi in reti aperte. E sono proprio queste ultime che, consentendo l'accesso 'in' e 'da' remoto, determinano il rischio di un monitoraggio pervasivo dell'utente e dell'ambiente in cui si vive. Studi sull'assistenza vocale intelligente, evidenziano la capacità di questi dispositivi di persuadere gli utenti partendo dai dati che raccolgono durante la giornata: se ne deduce che questi dispositivi non sono solo artefatti tecnologici che mirano a supportare le attività quotidiane quanto piuttosto 'artefatti politici' che influenzano lo scenario e dai quali ci si può difendere solo acquisendo un'adeguata coscienza e consapevolezza della tecnologia impiegata e quindi un maggiore controllo dello strumento. Di contro, vi sono anche arredi intelligenti e connessi alla rete per i quali la dimensione della privacy non è rilevante: gli arredi 'antisismici' ad alta resistenza meccanica e con un'apposita sensoristica, per contesti pubblici quali scuole e uffici in territori ad alta pericolosità, forniscono una soluzione alternativa e intelligente per la salvaguardia e la localizzazione delle persone in caso di evento sismico con costi sensibilmente più bassi e tempi d'intervento più rapidi. Gli arredi così concepiti sono paragonabili, da un lato, a un'infrastruttura fortemente inclusiva, intelligente e distribuita all'interno dell'edificio, dall'altro, a un prodotto-servizio utile per il suo monitoraggio.

Ma è forse alla micro e nano scala che è possibile individuare importanti connessioni capaci di risolvere l'apparente dicotomia tra 'macchina' e 'organismo', tra tecnologia ed ecologia, superabile con una rinnovata 'conoscenza complessa' che mira a mettere in risalto le relazioni tra ambiti, discipline e realtà differenti, non solo per cogliere la complessità processuale dei fenomeni generativi naturali ma soprattutto per trasferire le logiche in processi che sappiano rapportarsi in modo sistemico e adattivo all'ambiente di riferimento. Le micro architetture, con la loro scala minuta, il carattere temporaneo, la natura prototipica e la mancanza di vincoli normativi cogenti, rappresentano un promettente campo in cui sperimentare soluzioni progettuali e connessioni tra elementi diversi del 'pensiero' e della costruzione, tra la dimensione tecnologica e quella ambientale in cui si realizzano nuove ecologie di spazi e nuove forme di habitat in sintonia con la natura. Al confine tra architettura e design, esse rappresentano un grande laboratorio di ricerca in cui è possibile rintracciare una sintesi compiuta tra strumenti e mezzi, tra processi e fini, tra artigianato e industria, un'esemplificazione perfetta del concetto di sistema, di cura del dettaglio, di reversibilità, di ciclo di vita dei materiali e di individuazione dei potenziali rifiuti prodotti, fattori tutti che diventano parte integrante dei processi generativi e connotano una nuova cultura del progetto in cui il processo è più rilevante del risultato finale. È il caso della Voxel Quarantine Cabin, un'architettura di dodici metriquadri, concepita e realizzata nel 2020 dai Valldaura Labs dell'IAAC durante il primo lockdown in Catalogna e utilizzata come alloggio per ospitare una persona in quarantena per 14 giorni. L'aspetto di maggiore innovatività risiede nel sistema di tracciabilità dei materiali adottato che fa della VQC l'archetipo di una filosofia fondata sulla simbiosi tra artificio e natura, tra cicli tecnologici che sottendono la costruzione e i cicli biologici propri dei contesti naturali: ogni elemento in legno è 'tracciato' e visualizzabile tramite un'applicazione che riporta mappe e infografiche di facile comprensione sulla provenienza dei componenti e sulla loro energia incorporata, a cui si aggiungono indicazioni sui cicli di manutenzione programmata dei componenti e sul loro possibile reimpiego alla fine del ciclo vita.

Anche alla scala 'materiale', le due dimensioni progettuali del digitale e del biologico possono combinarsi, intrecciarsi in una doppia elica e trovare 'connessioni' tramite sperimentazioni che abbrac-

ciano i campi della 'percezione', del 'significato', della 'informazione' e del 'linguaggio', attraverso un miglioramento della qualità della materia che solo in apparenza appare 'superficiale', sebbene è proprio nell'interfaccia che si concentrano informazioni, messaggi e interazioni strutturate a livello nano. È questo il caso della nanocellulosa microbica, un materiale biofabbricato derivato dal processo di fermentazione di una coltura simbiotica di batteri e lieviti; dotata di notevoli qualità tattili, visive e olfattive che costituiscono gli elementi 'sensibili' in grado di influenzare profondamente la sua percezione, la nanocellulosa può essere combinata con additivi (polveri metalliche, grafene o polipirrolo) per produrre nanocompositi altamente conduttivi ed elastici, dotati delle caratteristiche elettriche e meccaniche che non possono essere raggiunte dai singoli materiali, con possibili applicazioni come tessuto conduttivo (dispositivo) indossabile.

Rendere il Patrimonio culturale sempre più accessibile, fruibile e condiviso in modo diffuso, risponde alla sua intrinseca natura evolutiva e trasformativa nel tempo. Negli ultimi due decenni ha preso corpo una nuova 'frontiera museografica' riconoscibile nella definizione di 'museo strutturato' secondo il concetto 'dell'allestimento integrato' che lambisce i confini di varie discipline come il teatro, il cinema, l'arte visiva; il museo è diventato un 'dispositivo ibrido' con il carattere di struttura culturale complessa tra materiale e immateriale, rivolto ad ambiti tematici specialistici su ricerca, curatela, esposizione e gestione e a collezione, utente, personale e sede. Per ampliare il pubblico e innovare l'esperienza di fruizione si ricerca un nuovo equilibrio che strutturi connessioni tra tradizione e innovazione, tra dimensione materiale e immateriale, visita fisica e virtuale, apprendimento e diletto sui modelli dell'edutainment e dell'infotainment attraverso contenuti multimediali personalizzati per il visitatore e contestualizzati all'ambiente circostante, co-creazione di narrazioni aumentate e amplificate, modalità co-curatoriali partecipative/contributive e pratiche performative e di riuso creativo del Patrimonio culturale.

Particolare tipologia museale sono gli ecomusei che per loro natura strutturano connessioni poiché sono diffusi sul territorio e generalmente articolati con elementi che ne narrano aspetti identitari tra loro collegati da itinerari tematici; essi offrono metodi e strumenti per il riconoscimento delle identità locali di paesaggio (mappe di comunità, inventari partecipativi, camminate patrimoniali, sopralluoghi collettivi), la condivisione delle scelte e la co-progettazione (bilanci sociali e partecipativi, laboratori per il progetto di paesaggi utopici), la cura e la gestione del paesaggio a lungo termine (contratti di lago e di fiume) e la valorizzazione anche economica del paesaggio, tramite ad esempio marchi collettivi e processi di economia circolare, tutti strumenti non inediti ma utilizzati con un approccio originale fortemente incentrato sulle relazioni sociali.

Oltre ad azioni che mirano a superare l'impossibilità della maggior parte delle Istituzioni di esporre l'immenso Patrimonio tangibile – ad esempio rendere accessibili gli artefatti tramite copie digitali che sono parte di collezioni museali 'nascoste' – le ricerche e le pratiche più innovative sulla comunicazione museale sono improntate a 'mettere in scena' un'esperienza più che un oggetto e a una concezione di Patrimonio culturale quale 'organismo incrementabile phygital' nel quale convergono e interagiscono il mondo fisico-analogico e quello virtuale-digitale in uno spazio fluido di prossimità. Esso crea significative connessioni tra Patrimonio, fruitori e stakeholders vari, allestisce oggetti immateriali e reinventa spazi amplificando le risposte percettive dei fruitori attraverso inusuali stimoli sensoriali. Per favorire questo dialogo incrociato si impiegano dispositivi tecnologici che i progetti più virtuosi vogliono celati e non percepibili per superare le modalità comunicative tradizionali usando il tatto, la voce o un gesto e favorire una dimensione emotiva e senso-motoria nella quale il corpo diviene una parte attiva dell'esperienza fruitiva.

In conclusione, i saggi, le ricerche e i progetti pubblicati da AGATHÓN sulle Connessioni | Fisiche, Virtuali e Digitali, declinati attraverso le diverse discipline del progetto, evidenziano come la natura delle cose e delle relazioni che le connettono sia una delle grandi tematiche che ci troviamo ad affrontare, introducendo, altresì, innovati approcci e azioni per risolvere tanto 'storiche' quanto nuove complessità (sistemi anticipanti, futuri possibili, ecc.) e nuovi disagi (esclusione, digital divide, ecc.), avocando a sé quel 'vitalismo' reclamato dalle attuali sfide culturali, sociali ed economiche che improntano i contenuti di Agenda 2030 e i principi di sostenibilità, di innovazione e di equità sociale che li sottendono: di fatto, stiamo passando da una realtà fatta di cose a una caratterizzata da relazioni – connessioni – all'interno di una quotidianità fatta di 'immaterialità'. Seppur non esaustivi dei campi d'indagine, i contributi restituiscono un quadro che si propone di alimentare un confronto aperto, interdisciplinare e ascalare per affrontare, anche contemporaneamente e in sinergia, temi caratterizzati da un processo di ibridazione e contaminazione degli ambiti di relazione oggi prefigurabili e possibili – fra persone, fra persone e cose/luoghi e fra cose/luoghi – all'interno di un 'ecosistema' che risulta essere sempre più sintesi di queste tre modalità di interazione.

AGATHÓN issue number 10 is a collection of essays, studies, researches and projects on Links | Physical, Virtual and Digital to investigate the profound and widespread transition that combines dichotomies (analogue and digital), enhances oxymorons (artificial intelligence), overturns axioms (ubiquity), creates paradoxes (intangible materiality) by involving, without distinction, architecture, humanities and social science, anthropology, sociology, ecology, biology, physical-mathematical sciences and neuroscience whose impacts will become even more clear in the medium and long term. Although they are currently visible and accelerated in part by the global health emergency. A certainly 'digital' transformation, which scholars such as Floridi (2020), and Galimberti (2020), but also Haraway (2018), Searle (2017) and Chomsky (2011) have placed above all on an ontological and epistemolo-

gical level as it involves the essence of 'things', the way we define them, the world around us and in particular our relationship with the elements that constitute it.

Physic/material and history of forms today become virtual reality by mixing in the immaterial stream of networks and deterritorialized flows: the digital world 'opens' by connecting (delocalizing) and 'confines', enclosing (self-sufficient city), but above all, it 'induces' new spatial configurations in a constantly evolving relationship between genius loci and shape, function and flexibility of use, between the 'Vitruvian' Man, in his physical proportions, and the 'infor' man who lives, works and relates to the contemporaneity of simultaneously physical, virtual and digital places. A space that, as an ontological entity – natural, built, joint, open, secured, connected, residual, interstitial, on a macro, micro or nano scale and, no matter if we are talking about surfaces, volumes, thresholds, technical-construction/plant components and objects – in any form (from landscape to territory, from infrastructures to cities, from buildings to objects, up to systems, components and materials) clarifies Connections: Physical, in the single material, analogical and tangible object; Virtual in configuring experiences of augmented and immersive reality; Digital in interacting and implementing new creative and communicative processes, and technical at the same time, and to control and monitor the project at various scales, conveying forms and images, functions and performances in a new dimension of 'bit' sharing.

Connecting know-hows and disseminating knowledge is one of the subjects dealt with in the volume. There are some geographic areas, such as the Mediterranean sea area, where populations, cultures and arts and crafts present, even with their particular characteristics, a common cultural matrix easy to find in many cities (e.g. Barcelona, Palermo and Skikda). Today, they demand to think on the strong bond between the different lifestyles and the similar peculiarities of some architectural typologies (for example the markets), useful to show, where they survived to the demolitions, a pattern of stratifications, transformations, contaminations and testimonies of different know-hows and eras. In order to preserve and pass on to future generations this common Heritage and to create new cultural exchange tools and foster knowledge-based activities, the European project Erasmus+ Smart Rehabilitation 3.0 was implemented. It involved as lead partners the Rehabimed Association and four Universities (Italy, Cyprus, Lithuania, and Spain). The multidisciplinary and cross-disciplinary project provides for the creation of a common professional profile, the Building Recovery Expert, capable of learning about the artefacts and of acquiring the technical ability to draft executive projects that the specificities of individual cases require both for architectural and technological quality. Other objectives are the knowledge on current technologies used in building recovery and their update on technological innovation, following the principle of 'digital literacy', the creation of a free-access database with recent good practices already used in every Partner Country of the project, types of project, technical data sheets and innovative products for building recovery.

Within the debate on climate change, the responsibilities of the building industry are highlighted, in a historical era when the interdependencies and interactions between the various crises (environmental, health, economic, social, etc.) become risk multiplying factors, determining what Morin has recently called a 'polycrisis' with global and structural characteristics affecting both human beings and buildings. In theory, the 'ecological vision' now seems ready to face this emergency and allows us to hope for a better future thanks also to the potential coming from the current digital transition and its enabling technologies. But, in practice, we must consider two problems: the first one is the high and intolerable impact of man on the environment, on which the building sector has a large share of responsibility. The second one is the not fully expressed potential of (human and financial) policies and resources available, resulting in mainly sporadic, ineffective and slowly implemented actions. The potential (and its barriers) of off-site and upcycling is subjected to this emergency context, but also the necessity for each intervention that needs an enlightened direction having a systemic vision and based on a multi and interdisciplinary, ascalar and intersectoral methodological practice capable of simultaneously integrating knowledge, professionalism, disciplines and different production sectors (sometimes apparently not very similar) to rationalize and optimize, by combining traditional and innovative technologies. On the one hand, there are the different aspects that come into play in the transformative intervention and its process, project and product dimensions, and on the other, the material flows incoming and outgoing so that they are equivalent, or so that the waste and by-products of one sector can be fully reused in others.

New intangible connections between present and past can be structured to recover the 'memory' through the philosophy of the 'spatialization' of memory and an innovative training method capable of amplifying the atmospheric perception of places beyond the first impression. Since the memory is rooted in places, it can be used as a design tool to communicate the evolutions of the Building Heritage, to teach the value of the memory and to give a new semantic meaning to 'forgotten' places, supplying tools for aesthetic and perceptive interpretations of the various physical, virtual and digital connections. In the case study that involved the students of the Institute of Higher Education G. Galilei-R. Luxemburg in Milan, for the material and immaterial memory of the brutalist building, impressions, emotions and historical events were collected through a series of activities aimed at educating to the 'interpretation' of places the most significant result obtained was the recognition of the value of the 'stabilising persistence of the place' as a source of alert and active memories which made it possible to 'give a new semantic meaning' to the Institute as a container of an identity with an important transformative potential in terms of unprecedented actions and projects.

To connect smaller rural and ex-industrial centres with different orographic, cultural and patrimonial conditions but where it is possible to find critical and potential constants is another topic investigated

and published in the volume. In particular, thoughts were made on marginal territories of large areas characterized by the phenomena of depopulation and abandonment, highlighting that to reverse the trend the necessary change can no longer be dictated by isolated projects, in many cases driven by emergency, but by continuous actions capable of programming the tools necessary to activate new forms of governance of decision-making processes and giving to the community an active and participatory role. To strongly oppose the 'abandonment geography', the *Trasversale sicula* and *España Vacía* case studies show new methods of action to implement regeneration practices and processes, to relaunch local economies, to create shared infrastructures, to rediscover the values of agriculture and industrial production and to enhance the immense local material and Cultural Heritage.

Some other fields for research are also the design approaches between analogue and digital, humanities and computer sciences, which define methods and become a tool to configure future scenarios and improve the effectiveness of decision-making processes, but also to improve the quality of the project. In particular, it is proposed to integrate design approaches of Design Thinking and Design Future, since the former develops competitive solutions for the current reference market with methods and tools that identify human-centred solutions in the 'foreseeable' and 'probable' future, while the latter is for a wider time span, and by examining both innovative and emerging technologies, it can configure scenarios in complex, multiple and non-linear futures. This integration was created to design future technological scenarios, medium-term in the home and long-term in an urban context. Improving the effectiveness of decision-making processes in contexts characterized by highly uncertain information is also the purpose of the research. It can be found in the urban regeneration of the former Corradini industrial area of Naples: by integrating BIM-based procedures with Code systems and Model Checking as 'heuristic' tools and attributing the 'data' of the strategic asset value, to define new connections between the physical environment, virtuality and digitization, it is possible to see and manage any regulatory incompatibility of objects or digitized environmental units, guiding since the beginning design and technological choices in compliance with mandatory technical, health or legislative norms expressed as quantitative parameters within systems of rules established by the user/designer.

The dialectic between analogue and digital and the preconception that in the architectural project they often prospect antithetical methodological and aesthetic horizons, highlight how the two visions can establish multiple and bidirectional connections, seeking in this hybridization a balance between the synthesis capacity of the architecture project and the more technical horizons of digital tools, which should neither be inhibited nor excessively exalted in order to avoid the tangible risk, on the one hand, of losing control over all aspects of the process, and on the other, to have designers act passively on a technological evolution which seems to relegate to machines the control of the technical and operational aspects as well as the creative and artistic ones. These problems should not hinder the potential (improvement of the efficiency and innovation evolution) offered by digital technologies, for example from generative design, highlighted through emblematic applications, that see it as a tool of formal and aesthetic experimentation, of functionalization of surfaces, parts and components and of structural optimization, of performance and of the material used. In this sense, it is emblematic the research on T-Stool, showing the conceptualization of a ceramic process in which the digital twin of the mould allows to overcome the limitations of traditional techniques concerning the geometric complexity and large dimensions of hollow objects with reduced thickness since the 'similar' becomes a source of data to evaluate before the deformations of the clay during the different phases of the manufacturing process. With the enabling technologies, designers can expand their vision of the design process by selecting the input data and critically evaluating the possible and different results processed by the algorithm for the feasibility of the project.

In an era characterized by 'datafication', the volume had to include papers dealing with digital technologies as tools to connect, in an ascalar logic, man, environment and buildings. Big data provide flows of information, including dynamic, variously detailed, interrelated and low-cost information, which can be used in different ways, for example, to re-imagine the urban life of citizens, politicians and businesses. More and more quantities of information travel in the environment that surround us, transforming the urban landscape in a huge database to elaborate a seamless common platform of networks and 'smart objects' that are their devices. In this context, there is the hope that new generations of technological products can change and aim at the 'civic needs' (rather than consumeristic ones) of citizens. The latter will finally be able to take an active role in the decision-making process by becoming co-creators of digital platforms. To make this possible, it is necessary to develop an 'urban machine', the DIY-City. It will have to mix ICT tools, design practices and citizens' experiences to create an interactive (innovative and participatory) urban project capable of transforming data (voluntarily and involuntarily provided by citizens) into actions aimed at redesigning the spaces of the city.

The level of maturity of the IoT and the easily accessible network allow imagining a city equipped with a sensitive system in which even the building components – in particular, the envelope components – become widespread nodes of the digital infrastructure that interact with users by providing real-time information on their operation, maintenance and environmental parameters, but also by activating a wide range of actions that can allow, for example, off-site plug&play components to interact with plant regulation systems, prefiguring economic management scenarios aimed at providing a service rather than selling a product. But virtual information can also become design material, working on the spatial and formal characteristics of the buildings, configuring interactive architectures capable, on the one hand, to deal with external stresses, and on the other, to change into morphological/spatial configurations that the building can express in the interaction with its users and the external environment. Considering virtual data in the design process can allow to be more aware of natural phe-

nomena and to increase the complexity of a hybrid project between physical and digital, but also to imagine a paradigm shift in the elaboration process of the contemporary project, placing customization before standardization, variability before seriality, adaptive nature before static nature.

Considering the aforementioned potential, digital technology – with its data flows between people and things – has significant risks in terms of cyber security, especially at home, where privacy must be preserved. In the past, the smart house was considered a connected system to control the environment and obtain the desired comfort, but today it also has the ambition to help the users in their daily activities and needs through complex product-service-systems connected in open networks. The latter allow 'in' and 'from' remote access, determining the risk of an invasive monitoring of the user and of the environment where one lives. Some studies on the intelligent virtual assistant highlight the ability of these devices to persuade users based on the data they collect during the day. It follows that these devices are not just technological artefacts that aim to support daily activities, but rather political artefacts influencing the scenario and from which we can only be protected by acquiring an adequate awareness of the technology used and therefore a greater control of the tool. Moreover, there are also smart pieces of furniture connected to the network for which privacy is not relevant. 'Anti-seismic' pieces of furniture with high mechanical resistance and a special sensor, for public contexts such as schools and offices in high-risk territories, provide an alternative and smart solution for safeguarding and locating people in case of an earthquake with significantly lower costs and faster intervention times. Therefore, the pieces of furniture can be compared, on the one hand, to a highly inclusive, smart and diffused infrastructure within a building, and on the other, to a product-service useful to its monitoring.

Perhaps at the micro and nano scale, it is possible to identify important connections capable of resolving the apparent dichotomy between machine and organism, between technology and ecology, which can be overcome with a renewed complex knowledge that aims to highlight the connections between fields, disciplines and different realities, not only to grasp the procedural complexity of natural generative phenomena but above all to transfer their logics into processes capable of interacting systemically and adaptively with the reference environment. Micro-architectures – with their small scale, temporary characteristic, prototypical nature and lack of mandatory regulatory constraints – represent a promising field in which to experiment design solutions and connections between different elements of 'thought' and building, between the technological and environmental dimensions in which new ecologies of spaces and new forms of habitats are created in harmony with nature. Between architecture and design, they represent a big research workshop where it is possible to trace an accomplished synthesis between tools and means, processes and ends, craftsmanship and industry, a perfect example of the ideas of system, attention to detail, reversibility, life cycle of materials and identification of potential waste produced. These factors become an integral part of the generative processes and show a new design culture in which the process is more relevant than the result. It is the case for Voxel Quarantine Cabin, an architecture of twelve square meters, conceived and built-in 2020 by Valldaura Labs of IAAC during the first lockdown in Catalonia and used as an accommodation to house a person in quarantine for 14 days. The main innovation aspect is the material traceability system used, making VQC the archetype of a philosophy founded on the symbiosis between artificiality and nature, between technological cycles that underlie the construction and biological cycles of natural contexts. Each wood element is tracked and visible in an app that shows clear maps and infographics on the origin of the components and their incorporated energy, to which are added pieces of information on the scheduled maintenance cycles of the components and their possible reuse at their end-of-life cycle.

On the 'material' scale too, the design dimensions of digital and biologic worlds can combine, entwine and find 'connections' through experimentations dealing with the fields of 'perception', 'meaning', 'information', and 'language', through an improvement in the quality of the only apparently 'superficial' material, although information, messages and structured interactions are exactly concentrated in the interface at a nano level. It is the case for bacterial nanocellulose, a biofabricated material derived from the fermentation process of a symbiotic culture of bacteria and yeasts. It has remarkable tactile, visual and olfactory qualities that are 'sensitive' elements capable of profoundly influencing its perception. The nanocellulose can be combined with additives (metal powders, graphene or polypyrrole) to produce highly conductive and elastic nanocomposites, having electrical and mechanical characteristics that cannot be achieved by single materials, with possible applications as a wearable conductive (device) fabric.

Making the Cultural Heritage increasingly accessible, enjoyable and shared in a diffused way, answers to its intrinsic evolutive and transformative nature over time. Over the last two decades, a new 'museographic frontier' was created and was recognized in the definition of the 'structured museum' following the concept of 'integrated display', which touches various disciplines such as theatre, cinema, and visual art. The museum has become a 'hybrid device' being a complex cultural structure between material and immaterial, aimed at specialized thematic areas on research, curatorship, exhibition and management and on collection, user, staff and headquarters. To broaden the audience and innovate the experience of enjoyment, a new balance is researched. It should structure connections between tradition and innovation, between material and immaterial, physical and virtual visit, learning and enjoyment based on edutainment and infotainment models through customized multimedia contents specifically for the visitor and contextualized to the surrounding environment, co-creation of augmented and amplified narratives, participatory/contributory co-curatorial modalities and performative and creative reuse practices of the Cultural Heritage.

Ecomuseums are a particular kind of museum. They create connections because they are diffused on the territory and are generally structured with elements narrating their identity characteristics, linked through thematic itineraries. They provide for methods and tools to recognize local landscape identities (community maps, participatory inventories, heritage walks, collective inspections), to share choices and co-planning (social and participatory budgets, workshops for the design of utopian landscapes), the care and long-term landscape management (lake and river contracts) and the economic enhancement of the landscape, for example, through collective brands and circular economy processes. These tools are not unprecedented but were used with an original approach strongly focused on social relations.

Besides actions aiming at overcoming the inability of most institutions to exhibit the immense tangible Heritage – for instance, making artefacts accessible thanks to digital copies that are part of ‘hidden’ museum collections – the most innovative research and practices on museum communication aim to ‘stage’ an experience more than an object and to a Cultural Heritage intended as ‘phygital incrementable organism’ in which the physical-analogue and virtual-digital worlds converge and interact in a fluid space of proximity. It creates important connections between Heritage, users and stakeholders, sets up intangible objects and reinvents spaces by amplifying the perceptive responses of users through unusual sensory stimuli. To foster this cross-dialogue, the most virtuous projects use some technological devices kept hidden, not perceptible, to overcome traditional communication methods using touch, voice or a gesture and to favour an emotional and sensorimotor dimension in which the body becomes an active part of the user experience.

In conclusion, the essays, research and projects published in AGATHÓN on Links | Physical, Virtual and Digital in the different disciplines of the project, highlight how the nature of things and their connection is one of the great issues that we are currently facing. They also introduce innovative approaches and actions to solve both ‘historical’ and new problems (anticipating systems, possible futures, etc.) and new inconveniences (exclusion, digital divide, etc.), arrogating the ‘vitalism’ claimed by the current cultural, social and economic challenges that influence the contents of Agenda 2030 and the principles of sustainability, innovation and social justice issues that underlie them. In fact, we are shifting from a reality made of things to a reality made of relations – connections – within a daily life made of ‘immateriality’. The papers, although not exhaustive of the fields of investigation, show a picture aiming to fuel an open cross-disciplinary and ascalar confrontation, to simultaneously and synergically deal with the subjects characterized by a hybridization and contamination process of the areas of connection that today are prefigurative and possible – between people, between people and things/places and between things/places – inside of an ‘ecosystem’ that is increasingly a synthesis of these three interaction modes.

Arch. Ph.D. Francesca Scalisi
Editor-in-Chief

*Head of the Research Department
DEMETRA Ce.Ri.Med.*

Euro-Mediterranean Documentation and Research Center

CONNESSIONI

Fisiche

Virtuali

Digitali

LINKS

Physical

Virtual

Digital

COLLEGAMENTI PER UN'IDENTITÀ CULTURALE COMUNE NEL BACINO DEL MEDITERRANEO

LINKS FOR A COMMON CULTURAL IDENTITY IN THE MEDITERRANEAN BASIN

Montserrat Bosch González, Tiziana Campisi

ABSTRACT

Il Mar Mediterraneo può essere considerato il legame comune tra tutti i Paesi che lo circondano. Diversi popoli, culture, arti, mestieri, religioni e tradizioni lo hanno attraversato, forgiando una identità culturale condivisa e differenze che possono essere facilmente rintracciate in molte città e territori. La città mediterranea suggerisce unioni e dissonanze, suggellando il patto di alleanza che ha visto convivere pacificamente una società multi-etnica e multiculturale, creata anche a seguito di dominazioni imposte. Molte città affacciate sul Mar Mediterraneo come Barcellona, Palermo e Skikda obbligano ancora oggi a una riflessione su quanto appaia evidente la relazione tra i loro diversi modi di vivere. In questo saggio si vogliono esporre anche i risultati del Progetto Europeo Erasmus+, azione K2, dal titolo Smart Rehabilitation 3.0, che vede tra i suoi risultati degni di nota la creazione di un profilo professionale in Esperto di Recupero Edilizio, inteso quale figura mirata alla salvaguardia e alla valorizzazione delle città storiche del Mediterraneo.

The Mediterranean Sea can be considered the common link between all the Countries surrounding it. Different peoples, cultures, arts, crafts, religions and traditions have passed through it, forging both a shared cultural identity and also differences, which can be easily traced in a lot of cities and territories. The Mediterranean city suggests unions and dissonances, sealing the alliance pact that has seen peaceful coexistence, albeit after the imposed dominations of a multi-ethnic and multicultural society. Many cities overlooking the Mediterranean Sea, as Barcelona, Palermo and Skikda, still today impose a reflection about how is strong the evident relation between their different ways of living. We also want to associate the shared creation – through the European Erasmus+ project, K2 action, entitled Smart Rehabilitation 3.0 – of a common professional profile in Building Rehabilitation Expert, as a model of rehabilitation and safeguard for historic Mediterranean cities.

KEYWORDS

bacino del Mediterraneo, città mediterranea, identità culturale, patrimonio, esperto in recupero edilizio

Mediterranean basin, Mediterranean city, cultural identity, heritage, building rehabilitation expert

Montserrat Bosch González, Technical Architect, Graduated in Humanities, Master in Sustainability, Technology and Humanism and PhD, is an Associate Professor at the Department of Architectural Technology, Barcelona School of Building Construction (EPSEB), Universitat Politècnica de Catalunya (Spain). She is an expert in building rehabilitation, energy efficiency and low environmental impact technologies and materials applied to buildings. E-mail: montserrat.bosch@upc.edu

Tiziana Campisi, Engineer and PhD, is an Associate Professor of Technological Architecture at the Department of Architecture, University of Palermo (Italy). Her research activity focuses on building rehabilitation and architectural technologies, the study of building types and construction features of traditional architecture, with reference to compatible typological and technological rehabilitation. Mob. +39 328/00.89.776 | E-mail: tiziana.campisi@unipa.it

Il Mar Mediterraneo può davvero essere inteso come un comune *oîkos*, uno spazio di contatto e scambio tra il Nord e il Sud dei Paesi che lo circondano: esso è sempre stato un oggetto complesso per interconnessioni e stratificazioni culturali, sociali e costruttive, ma non solo. Lo storico tedesco e premio Nobel per la letteratura nel 1902 Theodor Mommsen, nella sua opera intitolata *Storia Romana*, ben descriveva questo assunto, argomentando come «[...] su tutte le sponde del Mare Mediterraneo, che, con un vasto insenamento entro le terre, forma il maggior golfo dell'Oceano, e che, dove ristretto da isole, da litorali e da promontori, dove disteso in pelago, divide ed unisce a un tempo tra loro le parti del vecchio mondo, nei secoli remoti fermarono la loro dimora varie genti, le quali a considerarle nel rispetto delle origini e degli idiomi appartenevano a stirpi diverse, ma che dal lato storico vogliono essere riguardate come un tutto» (Mommsen, 1857, p. 11).

Nonostante le molteplici differenze esistenti tra le culture che si affacciavano sul Mediterraneo, queste possono sì essere considerate quali distinte espressioni del vivere, ma al contempo anche quali esempi di comunità intimamente correlate fra loro, parti dunque di un passato condiviso. Il Mar Mediterraneo è riuscito concretamente a mettere in contatto popoli e civiltà diverse segnandone l'evoluzione nei secoli; la sua unicità non risiede solo nella dolcezza del clima o nella bellezza della vegetazione ma nel fatto di poter essere inteso nella sua accezione di vero e proprio 'mare tra le terre', attraverso il quale tradizioni, religioni e patrimonio di conoscenze hanno potuto e possono tutt'ora interagire e arricchirsi per un confronto reciproco. Un mare che si rivela da sempre quale 'frontiera aperta', nel senso più positivo del termine, delimitando un confine proiettato verso l'altro in favore di una contaminazione continua (Braudel, 1987).

Anche oggi si potrebbe discutere di un 'modello mediterraneo' di sviluppo, che deve fondarsi/rifondarsi sulla valorizzazione delle risorse reali e delle identità locali, riferendosi a una condizione interna di equilibrio e di sostenibilità tra territorio naturale e antropizzato; questa condizione non può che sostenersi sul presupposto di un'adeguata tutela e valorizzazione delle comunità locali, delle differenze e delle specificità culturali, attraverso la crescita consapevole delle relazioni intercomunitarie, del giusto rapporto fra maggioranze e minoranze, del rispetto per il Patrimonio culturale e per l'eredità di una storia millenaria, indirizzati al recupero delle tradizioni locali, rappresentando – questo stesso modello – un caposaldo del passato ma anche della contemporaneità del vivere e del sentire comune.

La ricchezza della civiltà mediterranea, determinata dagli scambi e dai reciproci rapporti di culture diverse, si è alimentata della sapiente costruzione di un equilibrio mantenuto e accresciuto nel tempo e, sebbene in alcuni periodi una civiltà sia stata favorita da maggior potere o sviluppo rispetto alle altre, ogni comunità di quel bacino ha sempre dimostrato di conoscere come concentrare, esportare e valorizzare le migliori aperture alle altre culture, al punto tale che gli scambi che hanno arricchito il Patrimo-

nio delle civiltà mediterranee rendono spesso impossibile identificare con precisione i luoghi di origine delle arti, delle tecniche costruttive o delle usanze come, ad esempio, il fertile conubio e la pacifica convivenza fra i popoli arabo e normanno in Sicilia. Il Mar Mediterraneo ha rappresentato, quindi, lo 'spazio comune' in cui si è sviluppato un variegato amalgama intellettuale in virtù del fatto che un fattore determinante di coesione e collegamento è risultato, senza soluzione di continuità, la innata capacità dei popoli che lo hanno attraversato di saper accogliere e migliorare le reciproche esperienze: la dimensione di scambio e confronto tra civiltà, economie e bagaglio di nozioni diverse ha così ben accompagnato e sostenuto la funzione del Mediterraneo come mare 'intercluso' e limite fisico mediatore che, per tali ragioni, in passato e ancora oggi, associa le persone; questa condizione è stata storicamente definita, e non a torto, l'essenza del 'valore mediterraneo'.

La cultura della diversità che unisce ci ha reso consapevoli che l'identità mediterranea può essere considerata il Patrimonio della sedimentazione di secoli di integrazione; ne sono esauritivo esempio il crogiolo di stili e lingue diverse: riferendoci alla realtà meridionale italiana, si vogliono segnalare le colonie fenicie della Sardegna e le città della Magna Grecia, i variegati toponimi arabi in Sicilia, il Gotico quale ricco catalogo di chiese e cattedrali, vera e propria costellazione di rimandi e connessioni con altre culture mediterranee. Per il contesto spagnolo e più in specifico di Barcellona, risulta evidente il passato romano nel toponimo *Barcino*, a indicare il nucleo originario della moderna Barcellona e che conserva ancora le tracce delle strade e degli acquedotti, o la radice etimologica del termine arabo *Barshilūna* dipendente dal Califfo di Cordoba, o anche della stessa *Rambla*, 'ramla', parola anch'essa di origine araba, che significa zona sabbiosa.

Non possiamo non sottolineare, in questa sede, come il contesto culturale europeo si sia formato anche grazie alle forti connessioni tra i due grandi Patrimoni ebraico-cristiano e greco-latino, che hanno contribuito alla creazione di una civiltà caratterizzata da una straordinaria ricchezza intellettuale e artistica, forgiante l'umanità occidentale: questa è la caratteristica che unisce l'Europa, connettendo paesaggi e realtà umane attraverso il cosiddetto *Mare Nostrum*, al punto tale che oggi come allora, la speranza/certezza collettiva dovrebbe essere quella di un Mediterraneo che rappresenti un vero e proprio Paese delle Culture, da perseguire rafforzando l'obiettivo di potenziare una 'comunità culturale' che possa riconoscersi e credere nell'incontro e nello scambio tra contesti lontani, condividendone conoscenze e opportunità.

In particolare, l'evoluzione dei rapporti tra la sponda Nord e Sud del Mediterraneo, e più precisamente tra Europa e il mondo arabo, può aiutare a comprendere efficacemente i continui e reciproci scambi che hanno plasmato la storia di queste due rive, annodandole in un legame profondo che può essere rintracciato nelle molte influenze e contaminazioni, che hanno plasmato la cultura europea attraverso il contatto con quella araba e islamica; queste due

sponde si sono influenzate a vicenda, inserendo nella propria cultura elementi tratti dal confronto con l'altra, sempre introdotti nel nuovo ambito in modo autonomo e adattati allo scenario locale; un incontro tra tradizioni diverse che, attraverso scambi multidirezionali, ha avviato un proficuo dialogo.

Secoli dopo, la Rivoluzione francese prima e la Rivoluzione industriale poi hanno consentito all'Europa di acquisire un enorme vantaggio tecnologico, economico e militare, determinando un'inversione degli equilibri di potere all'interno della regione mediterranea: si è così inesorabilmente decretata anche l'evidenza di quanto l'Europa non musulmana abbia iniziato a prevalere su quella musulmana e sull'intero mondo islamico, la prima dimostrandosi dimentica e alla difficile ricerca di sottrarre e annullare il lunghissimo periodo di strategico vantaggio culturale che aveva avuto la seconda, protrattosi senza radicali cambiamenti, e oggi decisa a riprendere nuovi contatti e fertili re-contaminazioni. Adesso, più che mai, è necessario che l'Europa riscopra queste sue radici mediterranee, considerando questo mare come una grande opportunità per stabilire un confronto positivo ed egualitario con tutte le diverse culture che lo popolano, un raffronto all'interno del quale ciascuna estrazione abbia pari importanza e dignità e in cui nessuna cerchi di prevalere, a ragione o torto, sulle altre (Daglio and Kousidi, 2021).

In questo contesto culturale, il presente saggio vuole porre l'attenzione su plurimi livelli di interscambio e di risultati ottenuti, tra cui anzitutto, la diffusione di conoscenze, la condivisione, il dibattito e infine la riflessione desunta dal confronto fra le città di Palermo e Barcellona (diverse, ma che possiedono per certi versi, una storia comune e anche un futuro incerto), con alcuni raffronti e incursioni che riguardano anche la città di Skikda, in Algeria; in aggiunta, si vogliono condividere alcune riflessioni sulla necessità di riappropriarsi della comunicazione diretta fra le culture, soprattutto a valle della pandemia, come ripristino di uno dei simboli specifici della mediterraneità (Figg. 1-3).

Ben oltre le tangibili connessioni fisiche, si vuole associare, infine, la creazione condivisa – attraverso il progetto europeo Erasmus+, dal titolo *Smart Rehabilitation 3.0*, che vede partner capofila l'Associazione Rehabimed e quattro Università (Italia, Cipro, Lituania e Spagna) – di un comune profilo professionale in E-sperto di *Recupero Edilizio*, capace di formare tecnici/professionisti in grado di recuperare la città storica del Mediterraneo, con la sua identità e la sua appartenenza a un Mediterraneo che continua a perseguire la sua azione di unione.

Il progetto *Smart Rehabilitation 3.0* si inquadra opportunamente nell'attuale contesto di una società in trasformazione per i cambiamenti climatici, gli squilibri demografici, le pressioni migratorie e, ultimamente, anche la pandemia da Covid-19. Se la Relazione di previsione strategica e di prospettiva della Commissione europea per l'anno 2020¹ propone la resilienza definendola come la capacità non solo di resistere e sopportare le sfide, ma anche di affrontare le transizioni in modo sostenibile, equo e democratico, indicandola quale nuova



Fig. 1 | Palermo: the historical city near the waterfront and its skyline (credit: F. Renda, 2021).

Fig. 2 | Barcelona: the Mediterranean bathing the old fishermen's quarter, the old port and the sunset skies from Montjuïc mountain (credit: M. Bosch, 2018).

bussola per le politiche dell'EU, il Programma Erasmus+ relativo ai sistemi di istruzione e formazione, sostenendo alcuni progetti finanziati, fra cui quello che si vuole descrivere, individua gli stessi quali parte essenziale della strategia educativa da perseguire a sostegno dell'inclusione e della diversità, della trasformazione digitale e del rispetto ambientale.

Antichi legami: la città mediterranea | La storia del mondo mediterraneo si identifica con la figura emblematica della città, che non è mai stata tradotta e mai potrà esserlo in un unico linguaggio rappresentativo, tanto da essere sempre apparsa multietnica, multinazionale e multi religiosa (Aymard, 2004). Per gli europei spesso risulta impossibile, infatti, pensare a una città senza che torni alla mente proprio quella mediterranea quale cifra distintiva, poiché questa immagine è fortemente impressa nella nostra memoria, ricca di storia e di geografia, di architettura e urbanistica: le città mediterranee si evolvono continuamente, senza perdere o forse anche ritrovando una connessione, una unità e una coerenza: certamente, un primo punto di profonda unione tra tutte le città mediterranee è il contatto con il mare, che le lambisce e che diventa contemporaneamente una linea di cielo e terra; dal mare i viaggiatori del passato potevano vedere e riconoscere, arrivando in città, il suo profilo con le geometrie di cupole e campanili, chiese e palazzi, vuoti e pieni, apprezzando i diversi colori del tipico tessuto urbano mediterraneo (Figg. 4, 5).

Le città del Mare Nostrum si conoscono tra loro e si frequentano da secoli; in tutto questo tempo hanno creato una 'cultura del mare', una miscelanea di usi e costumi che fanno di questa parte di mondo un vero tesoro da scoprire e valorizzare (Giovannini and Colistra, 2002): Marrakech ha un'architettura dalle forti somiglianze con Siviglia, a Lisbona ritroviamo un po' di Napoli, così come anche a Skikda scopriamo il vecchio quartiere napoletano, a Marsiglia qualcosa di analogo a Cagliari, a Palermo similitudini con tante città costiere spagnole, tra cui proprio Barcellona; città, tutte queste, che costituiscono la ricchezza del Mediterraneo, luogo di unione e

terreno condiviso per lo sviluppo dell'economia e della cultura.

Ci sono poi città costiere che tuttora esprimono pienamente il proprio carattere mediterraneo, altre in cui sopravvivono solo alcuni lasciti, tracce e la natura di città costiera (Amoroso, 2000), ma è pur vero che alcune città europee dell'entroterra e più settentrionali – come Parigi o la già citata Lisbona – raccontano anch'esse il loro carattere multietnico e quindi mediterraneo; basti pensare, ben oltre l'essenza fisica della città, fatta di materiali e tecniche costruttive, all'idea di comunità, di cultura e di relazioni che qualificano e costituiscono il comune denominatore e, forse, perfino la migliore essenza della città mediterranea (Mele, 2019).

Le città che si affacciano sul Mediterraneo hanno un trascorso che si legge attraverso il tessuto urbano e gli edifici che si sono conservati, a testimoniare stratificazioni e trasformazioni, al punto tale che spesso sono proprio quelle che possono vantare una lunga storia a divenire un elaborato palinsesto/retablo su cui si sovrappongono epoche diverse, nelle quali alcuni edifici sostituiscono quelli divenuti obsoleti o non ritenuti più utili, altre architetture si evolvono e sono soggette a recupero o modifiche rilevanti, necessarie per dare risposta a nuove esigenze estetiche, costruttive o funzionali. Questa logica trasformazione della città comporta, talvolta, la perdita dei suoi valori di Patrimonio, a maggior ragione quando nel tempo si sono verificati eventi storici che hanno portato mutamenti dell'aspetto degli edifici per ragioni culturali o identitarie, legate a cambiamenti di governo, di religione e anche dall'imposizione di mode estetiche: in questo caso, le facciate sono quelle che soffrono di più e, allo stesso tempo, quelle che meglio possono riflettere questi episodi, rendendole documenti costruttivi interessanti per l'analisi e la ricerca (Magnier and Morandi, 2013; Fig. 6).

La continuità nel tempo delle specificità della città mediterranea garantisce la conservazione della sua identità, e l'identità urbana è sempre stata un tema di grande attualità e dibattito rispetto alla perdita della memoria storica, alla trasformazione delle città e del territorio, con

conseguente omologazione e rinuncia alla cultura dei luoghi: unendo popoli e sapere costruttivo, la città mediterranea è riuscita a stabilire reti economiche, sociali e culturali, a tessere 'spazi di relazione' quasi sempre identificabili in luoghi e spazi pubblici quali strade, piazze, mercati, giardini, porti, luoghi di culto. L'identità della città si costruisce in particolare sull'unicità di questi elementi simbolici e pieni di vita della socialità (Blanc, 2020), per cui 'stare fisicamente insieme' in uno spazio pubblico ha costituito e costituisce un elemento importante nella formazione dell'identità sociale della città, ma 'trovarsi assieme in un ambiente pubblico' ha significato e significa, a maggior ragione, instaurare dei processi di confronto collettivo, costruendo una o più identità comuni.

Come è noto, l'identità è rafforzata allorché gli stessi spazi sono condivisi con un forte livello di riconoscimento emotivo verso lo stesso spazio che si frequenta, con il quale si instaurano rapporti di vita quotidiana, di appartenenza, di prossimità: quello spazio si trasforma così in luogo con un carattere preciso, una funzione, una dimensione che lo rende unico, supportato anche dal giudizio critico, che a quello stesso spazio pubblico attribuisce sia una qualità estetica che funzionale. Uno degli esempi più caratteristici di questo presupposto è il mercato: esso conserva la memoria dei luoghi, soprattutto quelli delle coste mediterranee, dove si commercia ancora all'aperto, esponendo le merci a terra o su strutture improvvisate come tavoli, panche in pietra, bancarelle coperte o scoperte, avvalendosi di automezzi o baracche temporanee, ecc. Possiamo ritrovare le due forme tipiche e classiche del mercato all'aperto (sūq) e del mercato coperto, approssimati sovente alla sede viaria fiancheggiata da esercizi commerciali che identificano subito la 'piazza di mercato' o la 'strada di mercato'.

Il bacino del Mediterraneo, quale polo strategico commerciale nell'antichità e nel Medioevo, mantiene ancora oggi la maggior parte dei precedenti luoghi storici di commercio, resi emblematici anche da strutture architettoniche: attualmente tutto ciò risulta facilmente leggibile proprio nella configurazione dei mercati della

Vucciria di Palermo, della Boqueria di Barcellona e negli esempi di Boucherie a Skikda. In molte città mediterranee ogni piazza del mercato, ogni spazio può essere considerato utile per il commercio, l'esposizione e la vendita, ma quando il progresso economico avanza, il mercato diventa permanente, gli spazi si racchiudono e diventano più belli e funzionali, anche con la realizzazione di pensiline metalliche, più o meno chiuse nel perimetro esterno scandito da pilastri e colonne, i posti di vendita dei negozi da collettivi si trasformano in 'singoli', intervallati e separati da corsie, corridoi e passerelle interne. Se liberi su tutti i lati, questi mercati erano spesso collocati al centro delle piazze, o se le tettoie erano addossate a edifici esistenti si sfruttavano i piani terra come deposito, favorendo la permeabilità tra spazio esterno e interno o viceversa, secondo il criterio di 'spazio aperto', tanto caro proprio alle città mediterranee (Fatta et alii, 2013).

A seconda del contesto di appartenenza, questa serie di mercati stabili ha subito diverse vicissitudini: la Barcellona del XIX secolo aveva costruito una solida rete di mercati coperti, la maggior parte dei quali costruiti a carpenteria metallica, quali quelli di El Born, Sant Antoni, L'Abaceria e la Boqueria, volendo citare i più famosi: riconvertiti e rinnovati, partendo da un concreto impegno della municipalità, sono diventati oggi nuovi luoghi di incontro e di stimolo per il commercio, sebbene talvolta con effetti contrari a quanto auspicato, come la gentrificazione del quartiere causata dal miglioramento delle attrezzature (Fig. 7).

Il mercato di Sant Antoni di Barcellona, edificio in stile Art Nouveau progettato nel 1882 dall'architetto Antoni Rovira i Trias e dall'ingegnere José M. Cornet i Mas, è uno degli edifici più iconici del quartiere Eixample di Barcellona. I lavori di recupero e rifunzionalizzazione integrale del mercato sono iniziati nel gennaio 2009, diretti dall'Institut Municipal de Mercats de Barcelona (IMMB) e progettati dallo studio di architettura Taller Ravetllat-Riba: la ristrutturazione ha fornito al mercato nuovi impianti, servizi e una nuova logistica e configurazione dell'area commerciale, che ha ampliato quella precedentemente disponibile. Gli obiettivi del progetto di recupero si possono sintetizzare nella completa riqualificazione funzionale dell'edificio esistente, mantenendone il carattere storico e monumentale con gli otto ingressi originari, la trasformazione delle quattro originarie corti interne in piazze pubbliche, la creazione di quattro livelli interrati per le moderne attrezzature commerciali: nel primo livello entro terra è stato realizzato un supermercato, mentre gli altri tre più depressi altimetricamente sono stati destinati a parcheggi e servizi.

Il progetto ha, inoltre, contemplato soluzioni costruttive che valorizzano alcuni resti archeologici (oggi visitabili), già messi in luce durante gli scavi della cinta muraria medievale, situata proprio nella parte più interrata del mercato; questo esempio ben testimonia come allo stato attuale i mercati alimentari di Bar-

cellona si configurino davvero quali nuove icone del turismo (Ravetllat and Ribas, 2018).

A Skikda, il mercato coperto del periodo francese, destinato essenzialmente al grano e alle derrate deperibili, conserva oggi tutto il suo aspetto di *sūq*, qualificandosi come una medina lungo le vie adiacenti e mantenendo in vita due modelli differenti in una convivenza adeguata agli usi e costumi della cittadinanza (Fig. 8). A Palermo, molti dei mercati in ferro e vetro costruiti tra l'Ottocento e i primi del Novecento (riproponendo modelli importati da altri Paesi europei e trapiantati nella città mediterranea siciliana che mal li sopportava, addirittura anche li rifiutava) ebbero breve vita e uno sfortunato destino; presto il mercato rionale, spontaneo e più vicino alle consolidate abitudini mediterranee, ritornò inesorabilmente a prevalere. I fallimenti generalizzati e i risultati insoddisfacenti di esperienze progettuali poco ricollegabili al contesto ambientale e sociale di appartenenza furono la prova evidente di come il ritorno alla tradizione non fosse legato tanto all'incapacità di un contesto sociale di accettare il cambiamento, quanto piuttosto alla complessità del legame tra condizioni economiche, igienico-ambientali e socio-culturali (Fig. 9).

Oggi come allora, si ritorna a progettare nei luoghi più vivi del capoluogo siciliano, e la recente ricerca dal titolo *La Città Multiculturale del Mercato di Ballarò*, elaborata dal Gruppo di Ricerca LabCity Architettura (DARCH-UniPa) diretto dal Prof. R. Lecardane negli ultimi due anni per la Mostra itinerante di Design Manifesta 12, tenutasi a Palermo nell'anno 2018 (anche in virtù di un accordo avviato nello stesso anno tra il Dipartimento di Architettura dell'Università e l'Istituto Autonomo Case Popolari di Palermo) parte dall'idea di sperimentazione progettuale in spazi pubblici selezionati del quartiere storico dell'Albergheria, coniugando la stessa dimensione di spazio pubblico con le esigenze dello storico mercato di Ballarò e dell'informale mercato del

baratto nei pressi della Chiesa di San Saverio. I progetti temporanei e permanenti di questa ricerca/azione ridisegnano una mappa di micro e macro spazi socialmente rilevanti, volti alla migliore rappresentazione del tessuto urbano che possa inglobare anche il mercato di Ballarò inteso quale vuoto dinamico.

Il progetto urbano intende riattivare gli spazi destinati sia agli abitanti locali che ai venditori del mercato, con la creazione di interventi immaginati in luoghi marginali e degradati, aprendo una serie di inaspettate sperimentazioni delle dimensioni multi scalari dello spazio pubblico. L'obiettivo è quello di individuare strategie attuabili per una trasformazione temporanea o permanente degli spazi di mercato potenzialmente rilevanti per le comunità che vi abitano o vi lavorano; partendo dalle opportunità di adattabilità, il progetto ha sperimentato il concetto di 'agopuntura urbana', concentrandosi su potenziali riconfigurazioni e forme adattive dello spazio del mercato storico e del mercato informale del baratto. La proposta di intervento sullo spazio pubblico, insieme a un nuovo progetto di mercato coperto in Piazza del Carmine, sviluppa così una sinergia interculturale con le Istituzioni locali, le associazioni di commercianti e gli abitanti, tra cui anche i migranti (Wulff Barreiro, Lecardane and La Scala, 2020).

Un altro aspetto degno di nota che non può non essere preso in considerazione come elemento comune della città mediterranea è il colore, inteso quale elemento impattante per l'immagine e l'identità della città. Sebbene Algeri sia stata chiamata la Ville Blanche, come altre città cosiddette 'bianche'², le città del Mediterraneo adottano anche altri colori (García Codoñer et alii, 1995): così l'architettura mediterranea è blu a Chaouen (Marocco), segnata dai verdi intensi ovvero blu e rossi a Burano (Italia), del color terra a Rousillon (Francia) o con differenti varietà di giallo in Toscana (Italia); il colore delle facciate può essere determinato dalle ca-



Fig. 3 | All the blues painting the Algerian city of Skikda (credit: M. Bosch and A. Fernández, 2015).

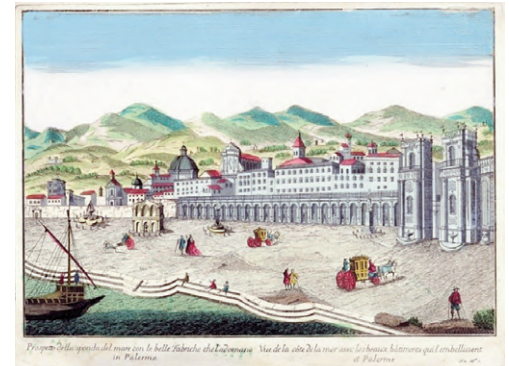


Fig. 4 | View of part of the ancient port of Barcelona, taken from the point of Barceloneta (source: de Laborde, 1806-1820).

Fig. 5 | View of the shore of the sea with the beautiful buildings that adorn it in Palermo, unknown author and engraver, 1775 (credit: private collection, C. Barbera Azzarello).

ratteristiche cromatiche dei materiali impiegati, quali il colore dell'argilla, dell'arenaria o del mattone, il colore di un intonaco o dello stucco.

È noto come in Italia gli studi sul colore sono iniziati negli anni '70 del XX secolo e che gli stessi costituivano un tentativo di preservare l'identità dei centri storici delle città, secondo le indicazioni proposte dall'UNESCO sulla tutela del Patrimonio Mondiale. Gli studi sul colore hanno promosso ricerche sulla creazione e sull'evoluzione della città, sulla storia degli edifici dalla loro nascita alle successive trasformazioni, sullo sviluppo della cultura dell'insediamento urbano e sul modo in cui tale cultura sia stata percepita e interpretata. Il progetto per la Sicilia di un Piano del Colore per i Centri Storici e Borghi Marinarci e Montani si è mosso, sin dalla sua nascita, nella direzione del recupero di quei luoghi che stabiliscono l'identità culturale dei loro abitanti: esempi sono il giallo della roccia calcarea per la Sicilia occidentale e, nelle aree orientali dell'isola, il rosso del mattone a Messina, il grigio della pietra lavica a Catania, il bianco del calcare compatto e del gesso nelle aree interne della Sicilia ma anche nel Siracusano, da aggiungere al caleidoscopio dei bi-cromatismi e policromie ottenibili dai diversi usi misti della pietra naturale e nella miriade di possibili intonaci proposti (Biblioteca Centrale della Regione Siciliana, 2003; Dall'Ara and Villani, 2020).

In alcuni casi i colori della città cambiano, rispondendo a un obbligo normativo o ad azioni autonome degli abitanti di intonacare le facciate, come ad esempio i bianchi con l'uso del latte di calce o della calce per misure igieniche, ovvero per ragioni assecondanti mode stilistiche legate a simbolismi religiosi o identitari. Nel caso di Skikda, la potente identità cromatica di Rue Didouche Mourad (con i suoi portici bianchi e la carpenteria lignea tinte di blu) denominata Algerian Bleu, è un esempio tipico di diversità e gerarchia cromatica: lo confermano la lettura dei documenti storici e la stratigrafia dei campioni estratti in loco e la loro caratterizzazione materico-costruttiva effettuata (Fernández and Bosch, 2016).

L'aspetto cromatico originario della città era maggiormente legato alla tradizione napoletana e marsigliese, con colori naturali ottenuti dalle sabbie locali e prospetti intonacati degli edifici con cromatismi atti a riconoscere i differenti tipi di botteghe (ad esempio le falegnamerie originariamente erano contrassegnate dai colori

verde, grigio o marrone). La rottura identitaria con la antica città francese, chiamata Philippeville, ai fini di imporre la consolidata iconografia cromatica di Skikda in bianco e blu, è stata entusiasticamente accettata dalla società algerina, che ha riconosciuto la Rue Didouche Mourad per il suo colore bianco; l'intervento di recupero rispettoso e volto ad arricchire il paesaggio urbano della città dovrà però cercare di restituire la lettura storica della città stessa, basando gli interventi cromatici sulla documentazione e memoria dei diversi periodi di crescita della città, attraverso un progetto compatibile e non impertinente (Bosch et alii, 2018; Graus and Thió, 2007; Figg. 10, 11).

Nuovi collegamenti culturali: il progetto Erasmus+ Smart Rehabilitation 3.0 per un comune profilo europeo di Esperto di Recupero Edilizio | Di fronte a questa prospettata

visione umanistica della storia e dei valori patrimoniali delle nostre città mediterranee, gli aspetti economici, la preoccupazione per gli impatti ambientali e l'emergenza climatica obbligano – per rilanciare l'economia del Vecchio Continente – le città europee al confronto con la stringente necessità di riabilitare milioni di edifici tra il 2020 e il 2030, di migliorare la qualità della vita e di raggiungere ottimali standard di efficienza energetica.

Certamente, il settore delle costruzioni costituisce un preponderante indotto economico, anche con la sua relativa offerta di posti di lavoro nel settore del recupero/restauro del Patrimonio costruito e sono numerose le ragioni che rafforzano questo presupposto, tra esse possiamo annoverare – a fronte della vetustà del Patrimonio abitativo mediterraneo – la necessaria implementazione dell'efficienza energetica, le mutate esigenze sociali di accessibilità e comfort, la salvaguardia del valore identitario del costruito tradizionale, il potenziamento dell'economia circolare e l'impatto determinato dal recupero del costruito storico sulla qualità della vita delle persone e sulla coesione sociale, tutti presupposti questi che hanno portato i più influenti leader politici europei e di livello mondiale a firmare mutui accordi e a promuovere misure per incoraggiare l'attività di recupero edilizio, valutata positivamente da tutti pur partendo da prospettive e obiettivi diversi.

Riferendoci all'Italia, l'edilizia gioca altresì un ruolo chiave nel Piano Nazionale di Ripresa e Re-

silienza³ inviato alla Commissione EU, che prevede investimenti pari a 191,5 miliardi di euro; il parco immobiliare pubblico e privato da recuperare rappresenta – infatti - più di un terzo dei consumi energetici del Paese e per questo la riqualificazione energetica di esso costituisce uno degli obiettivi più rilevanti per la riduzione delle emissioni; oltre a ciò gli interventi riguarderanno anche i piccoli centri (borghi) e le aree rurali per rilanciare la nascita di nuove funzioni turistiche/culturali e bilanciare i flussi turistici in modo sostenibile. Il PNRR stima che la spesa per investimenti in costruzioni e opere di edilizia civile rappresenta il 32,6% della spesa complessiva proveniente dalle risorse del Recovery and Resilience Fund, React EU⁴ e Fondo di Sviluppo e Coesione⁵. La spinta per il settore edile non verrà unicamente dai fondi stanziati ma anche dalla Riforma della Pubblica Amministrazione e di semplificazione della legislazione. Nonostante queste premesse, si rileva però come la maggior parte delle Università europee consideri ancora il recupero edilizio una disciplina marginale rispetto all'attività edilizia di nuova costruzione e non riesca a formare adeguatamente e sinergicamente a livello europeo i professionisti richiesti dal settore.

Se in passato l'attività di recupero è stata tradizionalmente orientata sugli aspetti strutturali e tecnologici, oggi il concetto globale di rigenerazione urbana dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite rappresenta uno dei principali obiettivi di sviluppo sostenibile, al fine di rendere le città inclusive, sicure, resilienti e sostenibili (UN, 2015a, 2018; Urban Agenda for the EU et alii, 2019): i Ministri dell'economia e del lavoro dell'EU lo scorso dicembre 2020 hanno siglato la Dichiarazione di Toledo (Ministerio de Trabajo y Economía Social, 2020) – incentrata sulla valorizzazione e crescita dell'economia sociale e solidale, sostenendo anche l'importanza della riabilitazione del Patrimonio edilizio esistente sotto differenti e poliedrici punti di azione – successiva ad altri accordi internazionali già sottoscritti, tra cui il Climate Summit COP21 del dicembre 2015 di Parigi (UN, 2015b) e la più recente attualizzazione della Direttiva Europea 2018/844 sull'efficienza energetica degli edifici (European Parliament and the Council, 2018).

Tutti questi accordi sull'economia e sui cambiamenti climatici – non ultimo il recente COP26 che si è tenuto da poco a Glasgow – hanno promosso un forte impegno politico e sociale e una

significativa accelerazione nel recupero dell'edificio esistente, ai fini di ridurre i consumi e nel raggiungimento di un sistema energetico sostenibile, competitivo, sicuro e de-carbonizzato del pianeta, suggerendo necessari ma indispensabili cambiamenti nel settore delle costruzioni. Uno fra tutti, il BIM o l'H-BIM quale modello standard di gestione integrata e di trasformazione digitale dei sistemi di informazione nella progettazione per l'architettura, l'ingegneria e le costruzioni, a dimostrazione evidente di quanto risulti cogente la necessità che i professionisti nel campo dell'edilizia e delle costruzioni siano in grado di utilizzare tecnologie aggiornate e altamente competitive anche per l'intervento sul Patrimonio edilizio esistente, che richiede piattaforme integrate di dati strutturati e multidisciplinari atti a creare la rappresentazione digitale di un edificio durante tutto il suo ciclo di vita.

La Commissione Europea ha lanciato anche l'iniziativa del New European Bauhaus (European Commission, 2021) e, attraverso l'apposito sito web dedicato, è ora possibile condividere idee per creare il nuovo paradigma di uno stile di vita più sostenibile e inclusivo: il New European Bauhaus rappresenta un progetto ambientale, economico e culturale che vuole sviluppare un quadro innovativo che sostenga, incoraggi e acceleri la transizione ecologica, combinando rigenerazione urbana, cultura, economia circolare, design e architettura per contribuire alla realizzazione del Green Deal e la Renovation Wave for Europe (Ness, 2021). «Voglio che Next Generation EU faccia partire un'ondata di ristrutturazioni in tutta Europa e renda l'Unione capofila dell'economia circolare. Ma non è solo un progetto ambientale o economico: dev'essere un nuovo progetto culturale europeo», ha dichiarato all'assemblea riunita della Commissione Europea il 18 gennaio 2021 la Presidente Ursula Von der Leyen.⁶

In questo contesto culturale s'inserisce Smart Rehabilitation 3.0, un progetto multidisciplinare e transdisciplinare di 30 mesi, cofinanziato dal Programma Erasmus+ dell'Unione Europea, nell'ambito dell'Azione Chiave 2 – Partenariato strategico per l'istruzione superiore, che vede la partecipazione di quattro Università (Universitat Politècnica de Catalunya (Spagna), Università di Palermo (Italia), Università di Cipro (Cipro), e Kauno Technologijos Universitetas (Lituania), con capofila l'Associazione Rehabimed di Barcellona, che da tempo promuove il recupero sostenibile e il rilancio socio-economico dei centri storici in area mediterranea, proiettando l'esperienza maturata sul campo anche in altri continenti.⁷

Il progetto mira a mitigare e colmare il divario tra offerta formativa e realtà sociale, attraverso la definizione di un nuovo profilo professionale di Esperto in Recupero Edilizio e la creazione di curricula di formazione omogenei e convalidati a livello europeo, utili alla formazione di questi esperti nel quadro dell'istruzione

superiore. L'obiettivo è quello di sviluppare un programma di formazione, per l'ingegneria e l'architettura dell'EU, che risponda all'esigenza di formare veri esperti nel sotto settore europeo del recupero, restauro e manutenzione programmata – interagendo con i proprietari degli edifici e i possibili stakeholder, quali imprese edili, amministrazioni comunali e regionali, Istituzioni di tutela e valorizzazione – in grado di comprenderne le esigenze di settore e di dimostrare capacità tecnica per la concreta redazione di progetti esecutivi che ogni caso in esame richiede, raggiungendo i più alti livelli di qualità, sia architettonica che tecnologica. Ulteriore obiettivo generale del progetto è quello di approfondire la conoscenza delle attuali tecnologie utilizzate nel recupero edilizio e di valutarle, nonché aggiornarle, in chiave di innovazione tecnologica, attraverso la collaborazione tra i Partner internazionali e rivedendo conseguentemente anche gli strumenti formativi esistenti e le qualifiche professionali.

Il 'concetto 3.0' diventa un nuovo paradigma nell'interazione conoscitiva-analitica-progettuale, rendendo l'interfaccia online più semplice e intuitiva per i professionisti, soluzione questa in grado di introdurre nell'attività di recupero applicazioni informatiche più intelligenti e di immediata fruizione, quali ad esempio migliori funzioni di ricerca, capaci di offrire agli utenti esattamente le informazioni puntuali e necessarie che stanno cercando, perseguendo il principio della 'alfabetizzazione digitale'. Il risultato innovativo più spendibile di questo progetto europeo è dunque quello di promuovere un Syllabus per il Recupero (IO1) utile alla formazione professionale dell'omonimo esperto, la creazione di una formazione online condivisa e 'open access', ottenuta attraverso quattro Massive Open Online Courses (MOOC, IO2) sul recupero e il restauro, basati su esperienze educative maturate di alta eccellenza. Il progetto dovrebbe, inoltre, implementare strumenti specifici per l'accesso a interventi tecnologici e innovativi di recupero, attraverso la consultazione di un cospicuo database di schede tecniche e prodotti innovativi per il recupero

edilizio (IO3) e la creazione di un database che raccoglie casi concreti ed esempi di progetti di recupero e restauro emblematici, già realizzati negli ultimi anni in ogni Paese Partner del progetto (IO4).⁸

I MOOC sono disponibili gratuitamente sul sito web del progetto e costituiscono un approccio facilmente accessibile e utile per aumentare le abilità tecniche, attraverso una esperienza di formazione a distanza che idealmente collega tutti gli studenti, PhD, professionisti e tecnici della EU in un unico sistema di formazione snello e flessibile. L'Università della Lituania creerà un corso online che fornisca un'analisi completa del recupero del Patrimonio edilizio in legno, armonizzando la sua salvaguardia con le moderne esigenze funzionali, tecnologiche e di sicurezza statica. L'Università della Catalogna realizzerà un corso online in grado di erogare tecniche di intervento utili per un 'auto-recupero accompagnato', mostrando modalità di recupero edilizio 'dal basso', basate sui bisogni e sulle disponibilità economiche della popolazione residente. L'Università di Cipro produrrà un corso online in grado di assicurare un'introduzione sulle caratteristiche peculiari e sulle strategie ambientali tipiche dell'architettura vernacolare, riscontrate sia a scala urbana che edilizia, attraverso lezioni sulla sostenibilità, sul degrado fisico e la mancanza di manutenzione, nonché sul quadro normativo internazionale in materia di architettura vernacolare. Infine, l'Università di Palermo si occuperà di collazionare un corso online incentrato sulle più diffuse tecniche e interventi di restauro/recupero per l'architettura tradizionale/monumentale, illustrando esempi virtuosi desunti dalla realtà italiana: la formazione elargita si baserà su un approccio tecnico-pratico, utile a risolvere i diversi problemi tecnici che possono sorgere nell'ambito del recupero/restauro del Patrimonio architettonico tradizionale, con un focus particolare sull'area mediterranea.

Il progetto, in tutti i suoi esiti intellettuali, si configura quindi come un'occasione fondamentale di collegamento e scambio tra Università,

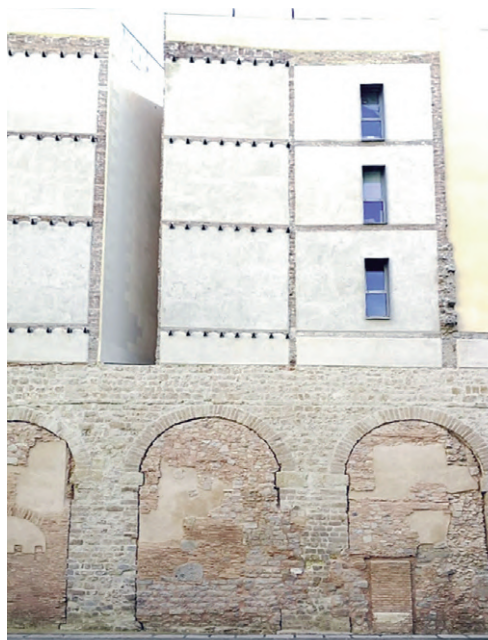


Fig. 6 | Remaining arches of Barcelona Roman aqueduct and all the scars over ancient walls showing different construction shapes; Cefalà Diana Palace along the Alloro street (Historic Centre of Palermo) and stratifications in the façade, a sign of the city that are being transformed (credits: M. Bosch, 2020; T. Campisi, 2000).

mondo del lavoro e stakeholder coinvolti, costituendo, soprattutto, nei due database disponibili sul sito e nei corsi online (MOOC), un'occasione essenziale per una comunicazione e scambio – anche se virtuali – facili e diretti di dati e di informazioni altamente professionalizzanti. Ai diversi professionisti della EU che devono partecipare al progetto di recupero/restauro deve essere richiesta, infatti, una formazione completa che garantisca un buon grado di interazione e un adeguato coordinamento nella realizzazione dell'opera, in accordo alla normativa vigente, alle linee guida e ai criteri in materia tecnica, ambientale, economica e alle specifiche culturali e di tutela richiesti a livello europeo. L'abilità principale dell'esperto in recupero edilizio si ravvisa, pertanto, in un approccio 'totalmente inclusivo' riguardo al Patrimonio edilizio tradizionale, che tenga conto della diversità architettonica, tecnologica e culturale dello stesso.

Durante i corsi di formazione a breve termine dello staff (di docenti, professionisti, esperti di settore coinvolti nel progetto) sull'innovazione tecnologica nel recupero/restauro dell'edilizia tradizionale, i Partner di progetto si scambieranno, in presenza e visitando cantieri e/o edifici recuperati, conoscenze ed esperienze, imparando gli uni dagli altri e dialogando su come sviluppare metodologie e strumenti formativi su temi specifici riguardanti l'innovazione tecnologica nel recupero degli edifici storici.

L'obiettivo di questi corsi di formazione sul campo è proprio quello di definire un modello comune da applicare ai programmi di formazione per Esperti nel Recupero Edilizio nei Paesi partner; allo stesso tempo, i Partner dei diversi Paesi verificheranno il proprio stato dell'arte sulla ricerca comparata, orientandola e focalizzandola sui temi emersi durante il confronto e dibattito. I partecipanti ai corsi sono selezionati in qualità di esperti in grado di fornire elementi utili al dibattito per lo sviluppo degli output intellettuali, potendo avvalersi dell'ampia attività di ricerca svolta tra gli esperti delle Università coinvolte.

Conclusioni | In una società iperconnessa attraverso reti e media, guardare indietro e scoprire i legami culturali, sociali e tecnologici che sono intercorsi nel bacino del Mediterraneo può risultare un esercizio di riflessione e valorizzazione del potere che ancora oggi ha la comunicazione e lo scambio; nel corso della storia, la navigazione e le azioni di conquista, gli scambi linguistici e commerciali, il forte valore iconografico e visivo della cartografia e delle incisioni prodotte da geografi e artisti hanno contribuito a creare il concetto di Mar Mediterraneo come crogiolo di conoscenze che si accompagnano, promuovono, completano e generano un ricco contesto di Cultura condivisa.

Attualmente, le reti informatiche, le tecnologie di comunicazione, la informazione/disinformazione, la privacy o la sua totale assenza, l'intelligenza artificiale o il tempo libero globalizzato sembrano confinarci, invece, nei nostri spazi di comfort e, sebbene si possa avere accesso a tutto, è necessario continuare a filtrare criticamente i contenuti, avendo voglia di elaborare e generare rinnovate e innovative forme di conoscenza e condivisione di saperi che colla-

borino alla creazione di un mondo sostenibile, a partire dai suoi tre aspetti-chiave ambientale, sociale ed economico (Naselli, 2003).

In questa ottica l'alleanza tra Università, la creazione di nuovi strumenti di scambio culturale, la promozione di attività incentrate sulla conoscenza, il rispetto e la cooperazione possono e devono essere obiettivi comuni; nel bacino del Mediterraneo, ancora oggi, sarà una sfida recuperare, dopo la pandemia globale, un rapporto diretto faccia a faccia, la comunicazione personale e la multiculturalità, che permetta di costruire all'Europa del futuro solide basi.

The Mediterranean Sea can truly be understood as a common οἶκος and a space for contact and exchange between the North and South of the Countries bordering it: it has always been a complex subject for cultural, social and construction interconnections/stratifications, but not only. The German historian and Nobel Prize for literature in 1902, Theodor Mommsen wrote in his work, titled Roman History, that on the shores of the Mediterranean Sea, since ancient times various peoples have settled and although they had ethnographic and linguistic differences, belonging to dissimilar lineages, historically – however – they also form a single complex (Mommsen, 1857, p. 11).

Despite the numerous dissimilarities existing between the cultures that overlooked the Mediterranean Sea, these can indeed be considered as distinct expressions of life but – at the same time – also intimately as examples of related communities, parts of a shared past. The Mediterranean Sea had concretely linked different peoples and civilizations, marking their evolution over the centuries, its uniqueness lies not only in the sweetness of the climate or in the beauty of the vegetation, but in the fact that it can be understood in its meaning of 'sea between the lands', through which traditions, religions and patrimony of knowledge can be able – in past and still today – to interact and to enrich themselves in a mutual comparison. A sea that has always revealed itself as an 'open frontier', in the most positive sense of the term, delimiting a projected border towards the other and favouring continuous contamination (Braudel, 1987).

Even today we could talk about a 'Mediterranean model' of development, which must be based/re-based on the enhancement of real resources and local identities, founded on an internal condition of balance of sustainability between human settlements and the environment, between natural and man-made territories. This condition can only be sustained on the premise of an adequate protection and improvement of local communities, cultural differences and specificities, through the conscious growth of inter-community relations, the right relationship between majorities and minorities, the respect for cultural Heritage and the legacy of a millenary history. All these topics will be aimed at the recovery of local traditions, representing a cornerstone of the past, but also of the contemporaneity of living and common feeling.

The richness of the Mediterranean civiliza-

tion is due to the exchanges and interactions that different cultures have been able to build, to maintain and rise over the time and, also during some periods of greater cultural development, each Country in that basin has shown that it knows how to concentrate, expatriate and demonstrate the best openings to the others cultures. The exchanges that have enriched the Heritage of Mediterranean civilizations often make it impossible to identify the precise places of origin of arts, construction techniques or traditions; we would cite in this occasion – as an example – the fertile union and peaceful coexistence between the Arab and Norman peoples in Sicily.

The Mediterranean Sea was the 'common area' in which a varied cultural amalgam developed, precisely because over the centuries the peoples that faced it have been able to welcome and improve their mutual skills. The dimension of exchange and comparison between different civilizations, economies and cultures underlines the function of the Mediterranean Sea as an intermediary, an 'interclosed' sea and a physical/mediator limit; really – in past and still today – it links people and this condition has been historically defined, not wrongly, the identity of the 'Mediterranean value'.

The culture of diversity that unites people has made us aware that Mediterranean identity is the Heritage of the sedimentation of centuries of integration. Mediterranean culture is made up of a melting pot of different styles and languages: mentioning the South Italian reality, we just think, as a sample, to the Phoenician colonies of Sardinia and the cities of Magna Graecia, the Arabic toponymal in Sicily, or the Gothic as a catalogue of churches and cathedrals, a veritable constellation of references and connections with other Mediterranean cultures. Referring to Barcelona, it is evident the Roman past in the Barcino toponymal, that still preserves the traces of the roads and aqueducts, or in the Arab etymological Barshilūna word, depending on the Caliphate of Cordoba, or also of the same word Rambla, deriving from the Arabic origin of 'ram-la', that means sandy area.

We cannot fail to underline, here, how the European cultural identity was formed by the connections between the two great Jewish-Christian and Greek-Latin Heritages, which contributed to the creation of a civilization characterized by an extraordinary intellectual and artistic richness, which forged the Western humanity: this is our history, which unites Europe, connecting landscapes and human realities, through the so-called Mare Nostrum. Then as today, the hope must be that of a Mediterranean Sea as Countries of Cultures, hunting the common goal of creating a 'cultural community' that can still pursue the encounter and the exchange between distant cultures, sharing knowledge and opportunities.

In particular, the evolution of relationships between the North and South shores of the Mediterranean Sea, more precisely between Europe and the Arab world, can help us to effectively understand the continuous and reciprocal exchanges shaping the history of these two Mediterranean shores, linking them in a deep bond, traceable in the many influences that oc-

curred and thanks to that the European culture was formed through contact with the Arab and Islamic ones.

Centuries later, first the French Revolution and then the Industrial Revolution, allowed Europe to acquire an enormous technological, economic and military advantage, causing an inversion of the balance of power within the Mediterranean region. It was thus inexorably decreed also the evidence of how much non-Muslim Europe has begun to prevail over the Muslim one and all the entire Islamic world, the first one proving itself to be forgetful and trying to ignore and cancel the very long period of strategic cultural advantage that the latter had, which lasted without radical changes, aimed up still now to resume new contacts and fertile re-contaminations. Now, more than ever, Europe must rediscover its Mediterranean roots, considering this sea as a great opportunity to establish a positive and egalitarian comparison with all the different cultures that cross it, a link in which each extraction has equal importance and dignity, never making that one tries to prevail, rightly or wrongly, over the others (Daglio and Kousidi, 2021).

In this paper we want to put the attention in other kinds of results: the exchange of knowledge, the sharing, the discussion, and finally the reflection about the different realities of cities as Palermo and Barcelona, sharing a common history and also an uncertain future, also comparing the reality of the Algerian city of Skikda. In addition, we want to share some thoughts about the need to re-appropriate a direct communication between cultures, especially after the pandemic period, as a way of restoring one of the specific symbols of the Mediterranean, the importance to regain the face-to-face intercommunication as a symbolism of Mediterranean cultures (Figg. 1-3).

Well beyond the tangible physical connections, we also want to associate the shared creation – through the European Erasmus+ project titled Smart Rehabilitation 3.0, which sees as Lead Partner the Rehabimed Association and the alliance of four Universities (Italy, Cyprus, Lithuania and Spain) – of a common professional profile in Building Rehabilitation Expert (BRE), who can train even today technicians capable of recovering the historic Mediterranean city, with its identity and its belonging to the Mediterranean sea that unites and connects.

The Smart Rehabilitation 3.0 project is appropriately framed in the current context of a society in transformation due to climate change, demographic imbalances, migratory pressures and, recently, also to the Covid-19 pandemic. If the European Commission's Strategic Foresight and Foresight Report for the year 2020¹ proposes resilience by defining it as the ability not only to resist and bear challenges but also to tackle the transitions in a sustainable, fair and democratic way – indicating the Erasmus+ Program relating to education and training systems as a new compass for EU policies – it is clear that some funded projects, including that we want to describe, become an essential part of the educational strategy to be pursued, supporting inclusion and diversity, digital transformation and respect for the environment.

Ancient links: The Mediterranean city | The history of the Mediterranean world is identified with the emblematic figure of the city, and it has never been translated into a single symbolic language, so that it has always appeared multi-ethnic, multinational, multi-religious (Aymard, 2004). For the Europeans often it's impossible to think of a city without returning to the emblematic figure of Mediterranean city as a parameter since the image of the Mediterranean city is strongly imprinted in our memory, richly dense of history and geography, architecture and urban planning: Mediterranean cities always evolve losing or rediscovering a connection, a unity or coherence in the past or the present. Certainly, a first point of deep union among all the Mediterranean cities is their contact with the sea, which laps their waterfront, which becomes a line of sky and earth, from which different travellers could see, arriving in the city, the skyline of the same, with the differences between domes and bell towers, churches and palaces, empty and full spaces, also appreciating the colours of the typical Mediterranean urban texture (Figg. 4, 5).

The cities of the Mare Nostrum have known and frequented each other for centuries, and in all this time they have created a 'culture of the sea', a mix of customs and traditions that make this part of the world a treasure to be discovered (Giovannini and Colistra, 2002). Marrakech has an architecture with similarities to Seville, in Lisbon we find a bit of Naples as in Skikda we discover the old Neapolitan quartier, in Marseille something similar to Cagliari, or we could compare Palermo with many Spanish coastal cities such as Barcelona, all cities that define the richness of the Mediterranean Sea, a place of union, approach for developing economy and culture.

Even today, some cities express their Mediterranean character, other ones in which only some legacies and traces survive, identifying – it is true – the coastal city (Amoroso, 2000), but even the most northern inland cities, such as Paris or the aforementioned Lisbon, express their multiethnic and therefore Mediterranean character; and if we think far beyond the physical essence of the city – made up of construction materials and techniques – the idea of community, culture and relationships is perhaps the best essence of the Mediterranean city (Mele, 2019).

All the cities, and more intensely those of the Mediterranean basin, have a past that can be read through their urban texture and the buildings that are preserved. Often, cities with a long history become a palimpsest on which different eras are superimposed, and some buildings replace those that have become obsolete while other ones evolve and, in some cases, are subjected to rehabilitations or major transformations, in order to give a response to new aesthetical or construction or functional needs. This logical transformation of the city sometimes means the loss of its Heritage values, even more so when there are historical events that lead to modify the appearance of buildings for cultural or identity reasons, most often related to changes of government, of religion and also by the imposition of aesthetic fashions. The façades of historic buildings are



Fig. 7 | The façade of Mercat de la Boqueria at the Rambles in Barcelona (source: thingstodoinbarcelona.com).

Fig. 8 | Example of Boucherie in Skikda (credit: M. Bosch, 2015).

Fig. 9 | Iron market placed in 1909 inside the Nuova Square in Palermo, then demolished (credit: private collection, Mino Family).

the ones that suffer the most and, at the same time, those that can best reflect these incidents, which makes them interesting documents for analysis and research (Magnier and Morandi, 2013; Fig. 6).

The continuity of the specific characteristics of the Mediterranean city guarantees the preservation of its identity; the theme of urban identity has always been a very topical result, when compared to the loss of historical memory, the transformation of cities and the territory, with consequent homologation and renunciation of the culture of places. The Mediterranean city unites peoples and technologies, establishes economic, social and cultural networks, it weaves 'spaces of relationship', almost always places and public spaces such as streets, squares, markets, gardens, ports, places of worship (to which today we would associate shopping centres, airports, stations, etc.); the identity of the city is built on the uniqueness of those places, living symbolic elements of sociality (Blanc, 2020). 'Being physically together' in a public space has constituted and constitutes an important element in the formation of social identity of the

city; 'being together in a public environment' has meant and means establishing some collective confrontation processes and that is building one or more collective identities.

As it is well known, identity is strengthened when the same spaces are shared with a strong level of emotional identification towards the same space that one frequents, with which relationships of everyday life, belonging, proximity are established: that space is then transformed into a place with a character, a function, a dimension that makes it unique, also supported by the aesthetic experience of the public space itself. One of the most characteristic examples of this assumption is the market: it preserves the memory of places, especially those of the Mediterranean coasts, and people still trade in open air, on earth or improvised structures like tables, stone benches, stands whether covered or not, from motor caravans or temporary booths etc. We can find the two typical and classical forms as the open place market (as a 'sūq') or the covered market, with also shop-lined street seeming a 'market street'.

The Mediterranean basin, as the centre of trade in the antiquity ages and the Middle Ages, still boasts most of the former historical layers of trading embodied in its architectural structures, as we can well see also in the Vucciria Market of Palermo, in the Boqueria Market of Barcelona and in the examples of Boucherie of Skikda. In many Mediterranean cities, in every market square, every space can be considered useful for trade, display and sale, but when the economic progress advances, the market becomes permanent and 'on its own', the spaces are enclosed and become more beautiful and functional, building metal canopies with inclined pitches, more or less closed in the external perimeter, divided by pillars and columns that now defined the entrances with their distance between centres, the fields of the 'individual' sales shops, the aisles, the corridors and internal walkways. If they are free on all sides, these markets were often located in the centre of the squares, or if the canopies were leaning against existing buildings, they exploited the ground floors for storage, favouring the permeation of the external space towards the interior or vice versa, according to the criteria of 'open space', so dear to Mediterranean cities (Fatta et alii, 2013).

This Heritage of stable markets has suffered, depending on the context, various vicissitudes. The Barcelona of the nineteenth century had constructed a solid network of covered markets, most of which were built using iron structures (El Born, Sant Antoni, L'Abaceria, and the Boqueria, citing the most famous). These markets have been reconverted and modernized, based on a commitment by the City Council, becoming new places for meeting and stimulating commerce, sometimes with effects contrary to what is desired, such as the gentrification of the neighbourhood due to the improvement of the equipment (Fig. 7).

The Barcelona's Sant Antoni market, an Art Nouveau style building, designed in 1882 by the architect Antoni Rovira i Trias and the engineer José M. Cornet i Mas, is one of the most iconic buildings in Barcelona's Eixample dis-

trict. The construction works – done to reform, rehabilitate and integrally modernize the market – began in January 2009, directed by the Institut Municipal de Mercats de Barcelona (IMMB) and designed by the Taller Ravetllat-Riba architects. The remodelling has provided the market with new installations, services and logistics and a new configuration of the commercial area, which has enlarged the previously available.

The objectives of the rehabilitation project were to perform a complete rehabilitation of the existing building, while maintaining its historic and monumental character, keeping the eight original entrances and transforming the four old courtyards into public squares and digging out four basement levels at the modernized commercial equipment: the first level is used for a supermarket, and the three lowest levels are dedicated to parking lot and services. The project further has considered the construction solutions which might allow integrating some already detected archeologic rests: The Middle Age city wall (located right down the market), offering it to the city for public visit. Certainly, food markets in Barcelona have in this way become new tourism icons (Ravetllat and Ribas, 2018).

In Skikda, the covered market of the French period, basically destined to grain and perishable foodstuffs, maintains all its sūq aroma while spreading through the adjacent streets like a medina, keeping the two models in a coexistence adapted to the uses and customs of the citizenry (Fig. 8). In Palermo, many of the iron and glass markets built between the nineteenth and early twentieth centuries, according to models imported from other European Countries and transplanted to the Sicilian Mediterranean city – that could not stand them also refusing them – had a little life and an unfortunate fate, and soon the street market, spontaneous and closer to the consolidated Mediterranean habits, it would return. The generalized failures and unsatisfactory results are evidence of how the permanence of tradition is not so much linked to the inability of a social context to accept change, but rather to the complexity of the link between economic, hygienic-environmental and socio-cultural conditions (Fig. 9).

Today as then, we return to design in the liveliest places of the Sicilian capital, and the recent research entitled *The Multicultural City of the Ballarò Market*, elaborated by the LabCity Architecture Research Group (DARCH-UniPa) – directed by Prof. R. Lecardane over the last two years for the Design Exhibition Manifesta 12 held in Palermo in the year 2018, and after an agreement started in the same year between the Department of Architecture of the University of Palermo and the Autonomous and Social Housing Institute of Palermo – starts to the concept of the experimentation in selected public spaces of the historical Albergheria neighbourhood, combining the same public space dimension with the needs of the historic Ballarò market and the informal Barter market near the Church of St. Francesco Saverio. The temporary and permanent projects of this research-action redesign a map of socially-relevant micro and macro spaces, aimed at the best representation of the urban pattern incorporating also the Ballarò market as an active void.

The urban project wants to reactivate the spaces aimed both for the local inhabitants and the market's sellers, with the creation of imaginary interventions in marginal and degraded places, opening up a series of experimental and unexpected re-discoveries of the multi-scalar dimensions of public space. The aim is that to identify feasible strategies for a temporary or permanent transformation of market spaces that are potentially relevant for the communities who inhabit or work within. Starting from the adaptability opportunities, the design research experimented with the 'urban acupuncture' concept, focusing on potential re-configurations and adaptive forms of the space of historical market and the informal Barter market; the proposed public space intervention, together with a new project of covered market at Carmine square, developing an intercultural synergy with local institutions, associations, marketers and inhabitants, including also migrants (Wulff Barreiro, Lecardane and La Scala, 2020).

Another noteworthy aspect that cannot fail to be taken into consideration as a common element of the Mediterranean city is the colour as impact factor of city image and identity. Although Algiers has been called the *Ville Blanche*, as is the case with other so-called 'white' cities², the cities of the Mediterranean also adopt other colours (García Codoñer et alii, 1995). Mediterranean architecture is also blue in Chaouen (Morocco), intense greens, blues and reds in Burano (Italy), earth-coloured in Rousillon (France), or yellow varieties in Tuscany (Italy). The colour of the façades can be determined by the characteristics of the building materials themselves (the colour of clay, sandstone or brick) or by a covering layer (the colour of paint, as in the case of the plasters or stucco for example).

In Italy, studies regarding the problem of colour began in the 1970s of XX century and they were part of that attempt to preserve the identity of the historic centres of Italian cities, according to the indications proposed by UNESCO on the protection of World Heritage. Studies about the colour of cities have promoted research about the creation and evolution of the city, about the history of buildings from their birth to their subsequent transformations, and also about the development of the culture of the city and how it was perceived and interpreted. The project for Sicily of a Colour Plan for Historic Centres and Seaside and Mountain Villages, therefore, moves in the direction of recovery of those places that project the cultural and aesthetic identity of their inhabitants: the yellow of the limestone for Western Sicily, and in the East island areas the red of the brick in Messina, the grey of the lava stone in Catania, the white of the compact limestone in some internal Sicilian areas and of the gypsum stone, just to name a few, to be added to the kaleidoscope of dichromatism and polychromy in the different mixed uses of natural stone and the myriad of proposed plasters (Biblioteca Centrale della Regione Siciliana, 2003; Dall'Ara and Villani, 2020).

In some cases, the colours of the city change, responding to a govern obligation or own decision of the inhabitants, to whitewash the façades as a hygienic measure, or attending stylistic fash-

ions related to religious or identity symbolisms. In the circumstance of Skikda, the potent chromatic identity in Rue Didouche Mourad, with the white arcades and the blue carpentry, called Algerian Bleu, is an example of overlapping layers of coatings. We have corroborated this with the reading of the historical documents and according to the extracted samples and the carried out characterization (Fernández and Bosch, 2016).

The original chromatic aspect of the city was more related to the Neapolitan and Marseille tradition, with natural colours obtained with local sands, the bottom of the buildings also incorporated distinctive colours related to the type of shops they had established (the carpentry originally was green, grey or brown). However, it is understandable that the decision to break with the French old city, called Philippeville, and to impose the well-established Skikda chromatic iconography in white and blue is deeply accepted by Algerian society, which recognizes the Rue Didouche Mourad for its white colour. If it is intended to carry out an enriching intervention in the urban landscape of the city, will be the time to try to provide a reading of the city's history based on chromatic interventions that, at the very least, document the different periods of growth in a subtle but determined and unapologetic way (Bosch et alii, 2018; Graus and Thió, 2007; Figg. 10, 11).

New cultural links: the Smart Rehabilitation 3.0 Erasmus+ project, a truly professional connection for a European common Expert in Rehabilitation |

In front of this humanistic vision about the history and patrimonial values of our Mediterranean cities, the economic affairs, the concern for environmental impacts and the emergency due to climate change put, European cities, in the need to rehabilitate millions of buildings between 2020 and 2030 to boost the economy, improve quality of life and achieve energy efficiency. Certainly, the construction sector constitutes a preponderant economic induced, even with its relative offer of jobs in the sector of rehabilitation/restoration of the traditional architecture and numerous reasons reinforce this assumption – among which we can include, in the face of antiquity of the Mediterranean housing heritage – the necessary implementation of energy efficiency, the changing social needs for accessibility and comfort, the safeguarding of the identity value of traditional buildings, the strengthening of the circular economy, the impact – finally – determined by the recovery of the buildings' history on the quality of life of people and social cohesion. All these assumptions have led the most influential European and world-class political leaders to sign mutual agreements and to promote measures to encourage building renovation, which is positively evaluated by all, even if starting from different perspectives and goals.

Referring to Italy, construction also plays a key role in the National Recovery and Resilience Plan³ sent to the EU Commission, which provides for investments of 191.5 billion euros; the public and private real estate stock – to be recovered – represents, in fact, more than a third of the Country's energy consumption, and for this reason, the energy requalification of it is

one of the most important objectives for the reduction of emissions. In addition to this, the interventions will also concern small towns (villages) and rural areas, to relaunch the birth of smart villages and new tourist/cultural functions, balancing tourist flows in a sustainable way. The National Recovery and Resilience Plan estimates that the expenses on investments in construction and civil construction works represent 32.6% of the total costs coming from the resources of the Recovery and Resilience Fund, React EU⁴ and Development and Cohesion Fund⁵. The boost for the construction sector will come not only from the funds allocated but also from the Reform of the Public Administration and the simplification of legislation. Despite these premises, however, it is noted that most European universities still consider building renovation a marginal discipline, compared to new construction activity and fail to adequately and synergistically train the professionals required by the sector at a European level.

In the past, the rehabilitation activity has traditionally been oriented on structural and technological aspects, today the global concept of urban regeneration of the United Nations 2030 Agenda represents one of the main objectives of sustainable development, in order to make cities inclusive, safe, resilient and sustainable (UN, 2015a, 2018; Urban Agenda for the EU et alii, 2019). The last December 2020 the EU Ministers of Economy and Labor signed the Toledo Declaration (Ministerio de Trabajo y Economía Social, 2020), focused on the enhancement and growth of the social and solidarity economy, also supporting the importance of the rehabilitation of the existing building heritage under different and multifaceted action points, following other international agreements already signed, including the COP21 Climate Summit of December 2015 in Paris (UN, 2015b) and the most recent update of the European Directive 2018/844 on the energy efficiency of buildings (European Parliament and Council, 2018).

All these agreements on the economy and climate change – not least the recent COP26 which was recently held in Glasgow – have promoted a strong political and social commitment, enhancing a significant acceleration in the rehabilitation of existing buildings, in order to reduce consumption and to achieve a sustainable, competitive, safe and de-carbonized energy system of the planet, also suggesting necessary but indispensable changes in the construction sector: one of all, the introduction of BIM or H-BIM programs, as a standard model of integrated management and digital transformation of information systems/design levels for architecture, engineering and construction, clearly demonstrating how compelling the need for professionals in the building and construction sector to use up-to-date and highly competitive technologies, also for the intervention on the existing building heritage, that require integrated platforms of structured and multidisciplinary data to create the digital representation of a building throughout its life cycle.

Also, the European Commission has launched the New European Bauhaus initiative (European Commission, 2021) and, through a website, ideas can now be shared to create the new paradigm



Fig. 10 | Different colours of historical buildings in Palermo: ocre yellow limestone, white plaster or stucco, plaster simulating red bricks, fake stone plasters (credit: F. Renda, 2021; T. Campisi, 2002).

of a more sustainable and inclusive way of life. The New European Bauhaus is an environmental, economic and cultural project that wants to develop an innovative framework that sustains, encourages and accelerates ecological transformation, combining urban regeneration, culture, circular economy, design and architecture to contribute to the fulfillment of the Green Deal and the Renovation Wave for Europe (Ness, 2021). «I want NextGenerationEU to kickstart a European renovation wave and make our Union a leader in the circular economy. But this is not just an environmental or economic project: it needs to be a new cultural project for Europe», said the President Ursula Von der Leyen at the meeting of the European Commission on 18th January 2021.⁶

In this framework, Smart Rehabilitation 3.0 is a 30 months multidisciplinary and transdisciplinary long project co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union – Key Action 2, Strategic Partnership for Higher Education – and with the participation of four Universities (Universitat Politècnica de Catalunya (Spain), University of Palermo (Italy), University of Cyprus (Cyprus), and Kauno Technologijos Universitetas (Lithuania), being Lead Partner the Rehabimed Association of Barcelona, that promotes sustainable rehabilitation and socio-economic revitalization of historic centres in the Mediterranean area, projecting the experience in other continents.⁷

The project aims to mitigate and cover the gap between educational offer and the social reality, by defining a new professional profile of Building Rehabilitation Expert and the creation of homogeneous curricula, validated at EU level, for the training of these experts, within the framework of higher education: a professional aware of respect for traditional techniques and prepared to introduce the most innovative ones, always compatible with the existing buildings. The aim is to develop a training program, for EU engineering and architecture, which responds to the need to train true experts in the European

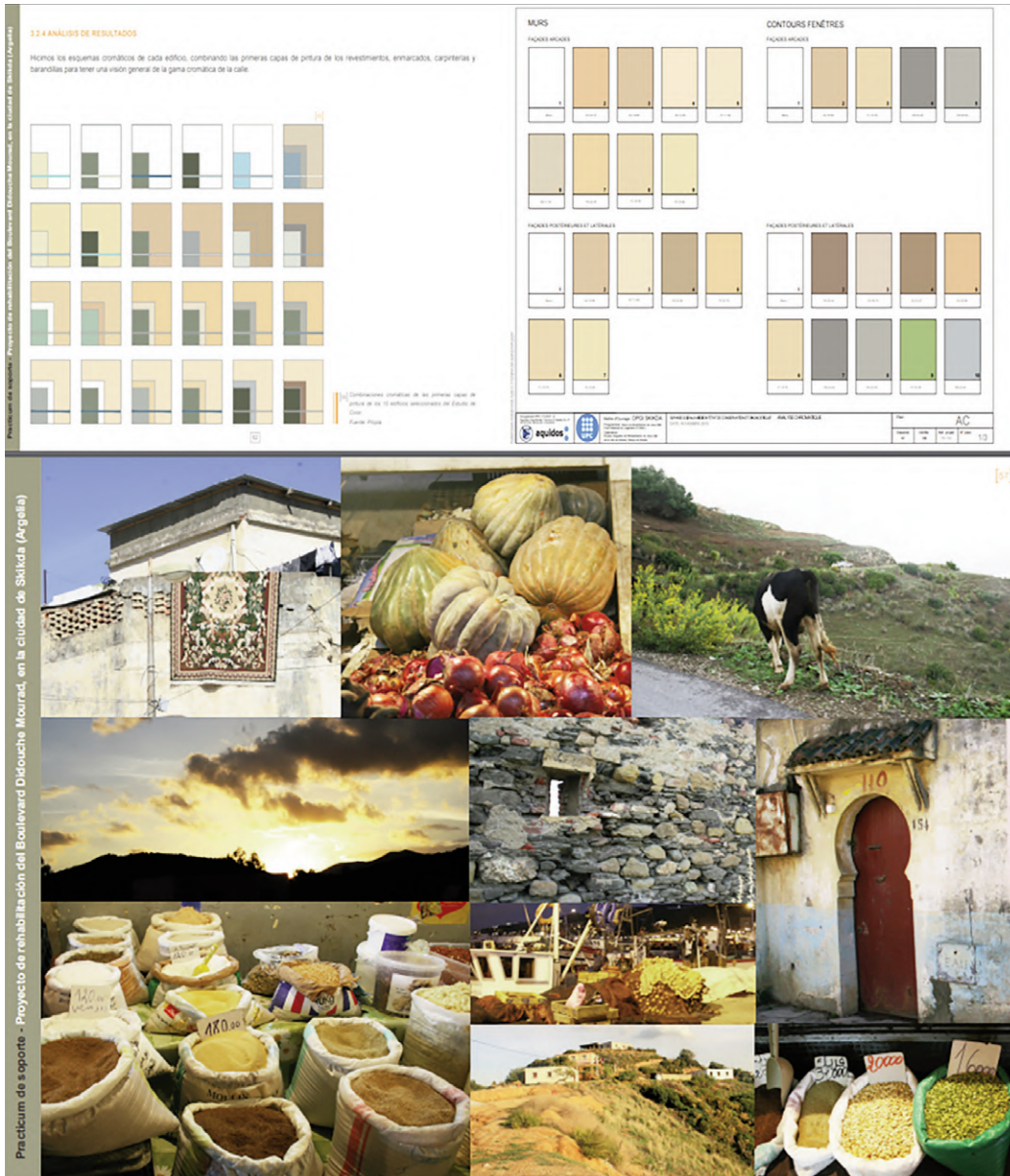


Fig. 11 | Plaster and paint rehabilitation project in rue Didouche Mourad, Skikda, Algeria (credit: A. Fernández Albizuri, 2016).

subsector of rehabilitation, restoration and maintenance, interacting with building owners and possible stakeholders as building firms, municipalities and safeguard and valorisation Institutions, understanding their needs and offering the technical ability to draft the rehabilitation and restoration projects that each case requires, reaching the highest levels of architectural and technological quality. The project general aim is to deepen knowledge about existing up-to-date technological tools for building assessment, through the collaboration among international Partners, and consequently to upgrade existing training tools and professional qualifications curricula.

The '3.0 concept' become a new paradigm in interaction, making online interface easier and more intuitive for professionals, as smarter applications such as better search functions give users exactly what they are looking for as 'digital literacy'. The results that offer this innovative project are that to promote the development of training programs for a new professional qualification and also a 'rehabilitation Syllabus' (IO1), in order to train these experts, favouring also the creation of online training obtained

through four Massive Open Online Courses (MOOC, IO2) on rehabilitation and restoration, basing on a high-quality educational experience. The project would also implement specific tools for the access to technological and innovative interventions in rehabilitation (IO3) and create a repository for 'databases' and digital information on rehabilitation and restoration (IO4).⁸

The MOOCs are a free available on the project website and a flexible way to increase your skills through high-quality educational experiences. The University of Lithuania will create an online course that provides a comprehensive analysis of the renewal of wooden heritage, combining heritage protection requirements with modern needs and technical possibilities. The Cataluña University will do an online course, able to provide useful techniques and successful interventions for an 'accompanied self-renovation', showing 'bottom-up' rehabilitations based on the needs and capabilities of the resident population. The Cyprus University will produce an online course providing introduction to the environmental features and strategies of vernacular architecture encountered in both urban and build-

ing scale, highlighting vernacular heritage significance, incorporated lessons regarding sustainability, threats related to physical degradation and lack of maintenance, as well as international regulatory framework regarding vernacular dwellings. Finally, the University of Palermo will create its online course focusing on restoration/rehabilitation techniques and interventions, also explaining virtuous examples of Italian, but not only, recovery/restoration practice; the course is based on a practical approach to solve different technical problems that may arise in the rehabilitation/restoration of the traditional architectural Heritage, with a particular focus on the Mediterranean area.

The project in all its intellectual results is, therefore, configured as a fundamental opportunity for connection and exchange between Universities, the world of work and the involved stakeholders, constituting, above all, in the two databases available on the website and in the online courses, an essential opportunity for easy and direct communication – even if virtual – of data and highly professional training. Various professionals have to participate in a common discipline of the rehabilitation and restoration process and this requires true training that guarantees good link/communication and appropriate coordination in the implementation of the work, following the standards, guidelines and regulations criteria regarding technical, environmental, economic and cultural specifications required at European level; the main and obtained skill is an all-inclusive approach to buildings, based on architectural, technological and cultural diversity, well-known and accepted by EU professionals, builders and administrations.

During the organized short-term joint staff Training Courses about technological innovation in Heritage buildings rehabilitation/restoration, the Partners will exchange in presence – visiting building yards and rehabilitated architectures – knowledge and experiences, learning one from each other, and debate about how to develop training methodologies and tools on specific topics concerning the technological innovation in Heritage buildings restoration. The events aim to agree on a common pattern to be applied to training programs for Building Rehabilitation Experts in the partner Countries; at the same time Partners from the different countries will check their own state of the art on the comparative research, orientating and focussing it to the issues emerged during the discussions. The participants will be selected as experts able to give elements for the debate for the development of intellectual outputs, as extensive research activity carried out between the Universities experts.

Conclusions | In a hyper-connected society through networks and media, looking back and discovering the cultural, social and technological ties that have occurred in the Mediterranean basin, it can result an exercise of reflection and enhancement of the power that still today has communication and exchange. Throughout history, navigation, language, conquest or trade, cartography, engravings by geographers and artists, all these conditions had helped to create the concept Mediterranean Sea as a melting pot of cultures that accompany one to the each other,

promote, complement and generate an enriching miscellaneous.

Today, networks, communication technologies, misinformation, privacy or the lack of it, artificial intelligence or globalized leisure, seem to confine us to our comfort spaces and, although we could have access to everything, it is neces-

sary to continue filtering the contents, processing and generating new knowledge that collaborates to create a sustainable world starting from its three key aspects: economic, social and environmental ones (Naselli, 2003).

The alliance between Universities, the creation of new exchange tools, the promotion of ac-

tivities focused on knowledge, respect and cooperation can and should be common objectives. Today, also in the Mediterranean basin still it will be a challenge that to recover, after the global pandemic, a face-to-face relationship, personal communication and multiculturalism, allowing to build the Europe of the future.

Notes

1) For more information see the webpage: ec.europa.eu/info/strategy/strategic-planning/strategic-foresight/2020-strategic-foresight-report_it [Accessed 12 October 2021].

2) La Rochelle was already so-called by foreigners of the Middle Ages, Lisbon for its brightness, as well as Essaouira in Morocco, Trento in Italy for its many white-washed houses, Arequipa for the local white volcanic stone, Mardin in Turkey for the colour of the local stone and in contrast to Diyarbakir, La Noire, or as the name suggests, Casablanca, Morocco.

3) For more information see the webpage: temi.camera.it/leg18/temi/piano-nazionale-di-ripresa-e-resilienza.html [Accessed 24 September 2021].

4) For more information see the webpage: ec.europa.eu/regional_policy/it/newsroom/coronavirus-response/react-eu/ [Accessed 24 September 2021].

5) For more information see the webpage: programmazioneeconomica.gov.it/fondo-per-lo-sviluppo-e-la-coesione-3/ [Accessed 24 September 2021].

6) For more information see the webpage: europa.eu/new-european-bauhaus/index_it [Accessed 12 October 2021].

7) For more information see the webpage: rehabimed.net/ [Accessed 12 October 2021].

8) For more information see the webpage: smart-rehabilitation.eu/ [Accessed 12 October 2021].

References

Amoroso, B. (2000), *Europa e Mediterraneo – Le sfide del futuro*, Dedalo, Bari.

Aymard, M. (2004), *Le città del Mediterraneo*, incontri di 'Lezioni di Storia urbana', Comune di Modena – Assessorato alla Cultura, Città e Civiltà del Mediterraneo.

Biblioteca Centrale della Regione Siciliana (ed.) (2003), *Sicilia dei colori*, Catalogo, Assessorato Regionale ai BB.CC.AA.

Blanc, F. (2020), "Patrimoni in divenire – Progettare la loro rigenerazione | Heritages in progress – Designing their regeneration", in *Agathón / International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 8, pp. 54-63. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/852020 [Accessed 18 October 2021].

Bosch, M., Marín, O., García, N., Navarro, A. and Rosell, J. R. (2018), "Análisis de la imagen cromática del conjunto de 127 edificios históricos de la calle Didouche Mourad en Skikda (Argelia)", in Villegas, L., Lombillo, I., Blanco, H. and Boffill, Y. (eds), *Rehabend 2018 – Euro-American Congress – Construction Pathology, Rehabilitation Technology and Heritage Management May 15-18, 2018, Cáceres, Spain*, Univeristy of Cantabria (Spain), pp. 236-243. [Online] Available at: upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/118649/257%20-%20Skikda%20REHABEND_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Accessed 16 October 2021].

Braudel, F. (1987), *Il Mediterraneo – Lo spazio, la storia, gli uomini, le tradizioni*, Bompiani, Milano.

Dall'Ara, G. and Villani, T. (2020), "Per un futuro sostenibile dei borghi – Albergo Diffuso e nuovi scenari di rigenerazione | A sustainable future for hamlets – Albergo Diffuso and new regeneration scenarios", in *Agathón / International Journal of Architecture Art and Design*,

vol. 8, pp. 230-243. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/8222020 [Accessed 18 October 2021].

Daglio, L. and Kousidi, S. (2021), "Re-inhabited islands – Mapping a design model for resilient territories in the Mediterranean", in Scalisi, F. (ed.), *A New Life for Landscape, Architecture and Design*, Palermo University Press, Palermo, pp. 14-31.

de Laborde, A. (1806-1820), *Voyage pittoresque et historique de l'Espagne*, Pierre Didot l'Aîné avec des caracteres de Bodoni, Paris.

European Commission (2021), *New European Bauhaus – Shaping more beautiful, sustainable and inclusive forms of living together*. [Online] Available at: europa.eu/new-european-bauhaus/index_en [Accessed 12 October 2021].

European Parliament and the Council (2018), *Directive (EU) 2018/844 of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency – Text with EEA relevance*, document 32018L0844, L 156/75. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0844&from=EN [Accessed 12 October 2021].

Fatta, G., Campisi, T. and Vinci, C. (2013), *Mercati coperti a Palermo – Un capitolo perduto di architettura e tecnica*, G. B. Palumbo Editore, Palermo.

Fernández Albizuri, A. (2016), *Practicum de soporte – Proyecto de rehabilitación de la rue Didouche Mourad en Skikda, Argelia*, Bachelor thesis, Tutor/Director M. Bosch González. [Online] Available at: upcommons.upc.edu/handle/2117/84329 [Accessed 12 October 2021].

Fernández, A. and Bosch, M. (2016), *Practicum de soporte – Proyecto de rehabilitación de la rue Didouche Mourad en Skikda, Argelia*, Barcelona. [Online] Available at: hdl.handle.net/2117/84329 [Accessed 12 October 2021].

García Codoñer, A., Llopis Verdù, J., Masiá Leon, J. V., Torres Barchino, A. and Villaplana, R. G. (1995), *El color del centro histórico arquitectura histórica y color en el Barrio del Carmen de Valencia*, Ajuntament del València, València.

Giovannini, M. and Colistra, P. (eds) (2002), *Le città del Mediterraneo – Alfabeti, radici, strategie – Atti del II Forum Internazionale di studi, Reggio Calabria, 6-8 giugno 2001*, Kappa Edizioni, Roma.

Graus, R. and Thió, C. (2007), "L'étude de la couleur, première étape pour la réhabilitation d'une façade", in *Méthode RehabiMed – Architecture Trsadiionnelle Méditerranéenne – Part II Réhabilitation Bâtiments*, Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona para el consorcio RehabiMed, Barcelona, pp. 179-180. [Online] Available at: issuu.com/asociacionrehabimed/docs/metodo_ii-batimentsfr [Accessed 12 October 2021].

Magnier, A. and Morandi, M. (2013), *Paesaggi in mutamento – L'approccio paesaggistico alla trasformazione della città europea*, FrancoAngeli, Milano.

Mele, M. G. R. (ed.) (2019), *Mediterraneo e città – Discipline a confronto*, FrancoAngeli, Milano.

Ministerio de Trabajo y Economía Social (2020), *Tolledo Declaration 2020 – The Social and Solidarity Economy as a key driver for an inclusive and sustainable future*. [Online] Available at: issuu.com/asociacionrehabimed/docs/metodo_ii-batimentsfr [Accessed 12 September 2021].

Mommsen, T. (1857), *Storia romana*, vol. 1, Società editrice italiana di M. Guigoni, Torino.

Naselli, F. (2003), "Il ruolo del Mediterraneo nello sviluppo locale – Appunti verso uno sviluppo equilibrante", in *Babel*, vol. 7/2003, pp. 316-327. [Online] Available at: doi.org/10.4000/babel.1425 [Accessed 12 October 2021].

Ness, D. (2021), "Dalla nuova edilizia alla rigenerazione – Può il Nuovo Bauhaus ridefinire l'architettura e dare risposte ai cambiamenti globali? | The shift from new build to regeneration – Can the New Bauhaus transform architecture and design to meet global challenges?", in *Agathón / International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 9, pp. 22-31. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/922021 [Accessed 16 October 2021].

Ravetllat, P. J. and Ribas, C. (2018), "Mercat Sant Antoni in Barcelona – Wieder mittel-punkt im quartier", in *Baumeister*, vol. 115, pp. 54-63. [Online] Available at: upcommons.upc.edu/handle/2117/125338 [Accessed 18 October 2021].

UN – United Nations (2018), *Tracking Progress Towards Inclusive, Safe, Resilient and Sustainable Cities and Human Settlements – SDG 11 Synthesis Report – High Level Political Forum 2018*. [Online] Available at: uis.unesco.org/sites/default/files/documents/sdg11-synthesis-report-2018-en.pdf [Accessed 14 October 2021].

UN – General Assembly (2015a), *Transforming our world – The 2030 Agenda for Sustainable Development*, document A/RES/70/1. [Online] Available at: un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E [Accessed 14 October 2021].

UN – United Nations (2015b), *Paris Agreement*. [Online] Available at: unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf [Accessed 14 October 2021].

Urban Agenda for the EU et alii (2019), *Sustainable & Circular Re-Use of spaces and Building – Handbook*. [Online] Available at: futurium.ec.europa.eu/en/urban-agenda/sustainable-land-use/news/handbook-sustainable-and-circular-re-use-spaces-and-buildings-now-available [Accessed 16 October 2021].

Wulff Barreiro, F., Lecardane, R. and La Scala, P. (2020), "Progettare lo spazio interculturale – Approccio multi-scalare nel quartiere Albergheria a Palermo | Designing intercultural space – A multi-scalar approach in the Albergheria neighbourhood in Palermo", in *Agathón / International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 7, pp. 82-91. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/792020 [Accessed 16 October 2021].

TERRITORI TRASVERSALI

Centri minori rurali e industriali in Sicilia e Spagna

TRASVERSAL TERRITORIES

Rural and industrial small towns in Sicily and Spain

Guido Cimadomo, Renzo Lecardane, María Isabel Alba Dorado

ABSTRACT

Le condizioni orografiche e naturali, insieme a quelle culturali, patrimoniali e industriali dei centri minori sono divenute il paesaggio delle relazioni tra gli spazi dove il silenzio, il rallentamento e l'accelerazione definiscono l'immaginario urbano e umano dei territori trasversali. Sebbene molto diversi fra loro per localizzazione topografica, per tradizioni e specificità culturali e linguistiche è tuttavia possibile trovare delle costanti di criticità e potenzialità. Il presente saggio illustra nuove letture e sedimenta significati per avviare un lavoro collettivo in Sicilia e in Spagna lungo la Trasversale sicula e nel paesaggio minerario delle Minas de La Reunión nella provincia di Siviglia. Qui è possibile riunire immaginari materiali e immateriali che trovano nei centri minori rurali e industriali la rappresentazione ideale per ripartire da ciò che resta e dalle potenzialità delle generazioni a confronto.

The orographic and natural conditions, together with small towns' cultural, heritage and industrial conditions, have become the landscape of relationships between spaces where silence, slowing down and acceleration define the urban and human imaginary of these transversal territories. Although very different from each other in terms of topographical location, traditions and cultural and linguistic specificities, it is possible to find constants of criticality and potential. This essay illustrates new readings and settles meanings to initiate a collaborative work in Sicily and Spain along the Trasversale Sicula and in the mining landscape of the Minas de La Reunión in the province of Seville. Here, it is possible to combine material and immaterial imaginaries that find the ideal setting in the rural and industrial small towns to start again from what remains and from the potential given by the generations in comparison.

KEYWORDS

centri minori, comunità, salute, spopolamento, patrimonio, progetto di architettura

small towns, community, health, depopulation, heritage, architecture project

Guido Cimadomo, Architect and PhD, is a Senior Lecturer in Architectural Design at the Department of Art and Architecture, University of Malaga (Spain). Member of the Research Group HUM-696 Utopia, he investigates contemporary urban transformations and the documentation and cataloguing of cultural heritage as an expression of collective identity. E-mail: cimadomo@uma.es

Renzo Lecardane, Architect and PhD, is an Associate Professor of Urban and Architectural Design at the Department of Architecture, University of Palermo (Italy). He is associated with the Laboratoire de Recherche Infrastructure Architecture Territoire (ENSA Paris Malaquais) and directs the multidisciplinary research group LabCity Architecture (Darch-UniPa) oriented to the relationship between architecture and innovation in the city and smaller towns. E-mail: renzo.lecardane@unipa.it

María Isabel Alba Dorado, Architect and PhD, is an Associate Professor in Architectural Design at the Department of Art and Architecture, University of Malaga (Spain). Her main area of research concerns the disused industrial heritage (in terms of its characterisation and valorisation) and its effects on the surrounding landscape and the related interdisciplinary study and management methodologies. E-mail: maribelalba@uma.es

Il riassetto del sistema territoriale, sociale ed economico innescato dalla pandemia consente di riavviare una nuova riflessione nei territori marginali di ampie aree geografiche del bacino del Mediterraneo, fortemente caratterizzate dal fenomeno dello spopolamento e dell'abbandono (Teti, 2017). Il cambiamento di passo necessario non è più quello dettato da progetti isolati, in molti casi spinti dall'emergenza, ma da azioni continue capaci di programmare gli strumenti necessari per un'inversione di tendenza rispetto alle forme tradizionali di governance dei processi decisionali e al ruolo degli attori isolati o passivi. Il fattore 'marginalità' impone un cambio di visione e una prospettiva di intervento per provare a invertire il fenomeno in corso dell'abbandono nei due territori selezionati, la Trasversale sicula e la España Vacía (del Molino, 2016), in Sicilia e in Spagna, nei quali buona parte dell'attività economica e produttiva si è trasferita nei centri urbani, con inevitabili ricadute di impoverimento economico e umano. Considerando l'elevato numero di centri minori sempre più marginali, con poche infrastrutture e servizi prioritari per la popolazione residente, la necessità di definire politiche attente a queste realtà diventa più che evidente.

Sebbene sia alta l'attenzione al fenomeno della fuga dei giovani, sembra non ancora rilevante il fenomeno legato all'invecchiamento della popolazione e alle azioni specifiche per migliorare le condizioni di vita dei residenti sempre più anziani. Può essere utile fare riferimento alle statistiche dell'Organizzazione Mondiale della Salute, secondo la quale nei prossimi trent'anni tutta l'Europa avrà percentuali di longevità della popolazione simili al Giappone, da sempre il Paese fra i più longevi al mondo: le statistiche globali mostrano infatti che la piramide dell'invecchiamento di popolazione con più di 80 anni di età raddoppierà fino al 2050 (United Nations, 2019). Esiste inoltre una nuova generazione intermedia, i greynies o generazione silver, che marca la differenza tra longevità e invecchiamento, capace di avviare nuove attività imprenditoriali e di volontariato a forte impatto nel mercato per i giovani e meno giovani (Huertas and Ortega, 2018). Connettere le esperienze con i saperi e le visioni delle generazioni di residenti nei territori dei centri minori, spesso legati ad attività rurali o imprenditoriali, oggi quasi del tutto scomparse, può essere un primo passo per riattivare nuovi processi produttivi a partire dal Patrimonio materiale di ciò che resta e dalle potenzialità delle generazioni a confronto: giovani, greynies e anziani (Cimadomo, 2020).

Reti di centri minori in Sicilia | Lo scenario della ricerca sui territori con fragilità e potenzialità spesso inattese, parallelo se non alternativo a quello noto della Strategia Nazionale per le Aree Interne (Dipartimento per le Politiche di Coesione, 2020), contribuisce a riattivare le aree rurali a partire dai temi della salute e della cura della popolazione residente come tutela e valorizzazione delle memorie collettive: connettere differenti visioni riattiva modelli culturali ancor prima di quelli economici. La cura è la chiave di lettura della ricerca nei territori marginali, nei quali l'abbandono non può giustificare l'assenza di stra-

tegie innovative di un'estesa porzione d'Italia dove vive il 23% della popolazione più fragile del nostro Paese (Augello, 2021a). A questa visione si aggiunge il tema della 'resistenza' della virtuosa produzione agricola che si oppone al fenomeno dello spopolamento come condizione da sostenere in Sicilia per il mantenimento di una sensibilità collettiva, nei confronti degli equilibri naturali, che va ben oltre i perimetri amministrativi dei piccoli Comuni (Salvatore and Chiodo, 2017). Rintracciare le memorie del passato e del Patrimonio culturale, rilanciare economie di prossimità, riscoprire i valori della natura e dell'agricoltura sono i temi centrali dei centri minori alla ricerca di un cambio nei paradigmi culturali e socioeconomici succedutisi negli ultimi decenni.

Nell'ambito di alcuni eventi¹ che hanno luogo nei piccoli Comuni emblematici della condizione di isolamento in cui si trova circa il 54% del territorio italiano, spesso si rinnova l'impegno a contrastare lo spopolamento e la riduzione dei servizi essenziali attraverso azioni che mirano all'innovazione e alla sostenibilità delle risorse umane, culturali e produttive, al turismo di prossimità, alla valorizzazione e tutela dell'ambiente. Numerose sono le comunità da Nord a Sud Italia, tra cui piccoli Comuni, scuole, aziende locali e parchi che si sono distinte nel campo della sostenibilità e dell'innovazione tecnologica; la centralità delle richieste delle misure di sostegno alle infrastrutture, non soltanto della mobilità ma anche digitali (Coen, 2020), è legata alla responsabilità di invertire la tendenza del declino socioeconomico e demografico, creando le condizioni per accogliere nuovi giovani abitanti che, seppur temporaneamente, possono trasferirsi in questi luoghi della lentezza e del benessere così come si è verificato durante l'ascerbarsi della crisi sanitaria da Covid-19.

Questa è la sfida che oggi, alla luce della pandemia, ha posto all'attenzione di tutti l'urgenza di ripensare il ruolo dei territori marginali e dei centri minori nella tenuta delle comunità; di rispondere anche alle nuove necessità, a causa di eventi inattesi, con la rielaborazione radicale di una metodologia basata su evidenti punti di forza e nuove opportunità di crescita del territorio rurale. È significativa, in questo senso, la recente intervista a Francesco Tarantini (2020), Presidente di Legambiente Puglia nella quale una nuova narrazione di significato di questi territori si affianca alla forte richiesta di interventi economici per le comunità. In questa prospettiva Tarantini afferma che «[...] nei piccoli comuni c'è vita più di quanta se ne possa immaginare, ma questi territori lottano di continuo contro l'abbandono insediativo. Una legge inerente esiste ma tarda l'attuazione dei decreti previsti. Ricordiamo che la legge 158/2017 è rivolta ai centri con meno di cinquemila abitanti e prevede misure di sostegno tra cui l'estensione della banda ultra larga, un Piano di istruzione per le aree rurali, il potenziamento dei servizi scolastici, la riqualificazione di edifici in stato di abbandono, la realizzazione di impianti di energia da fonti rinnovabili, la promozione dell'agroalimentare a filiera corta, la realizzazione di strutture ricettive. Dov'è tutto ciò? Nel 2017 abbiamo festeggiato l'approvazione della legge 'salva borghi' dopo sedici anni di batta-

glie. Quando festeggeremo la sua attuazione?».

Il sostegno economico non può essere che una parte delle richieste delle comunità al Paese, un'altra parte significativa di questo sostegno si basa sulla costruzione dell'agire collettivo in sinergia con le Istituzioni, centrali e periferiche, amministrative e culturali. Se ci interroghiamo sull'effetto del potenziamento di una tale sinergia, dovrebbe essere più evidente il ruolo della ricerca universitaria nei centri minori; un consenso unanime in termini di investimento nella ricerca potrebbe infatti essere utile per definire azioni, strumenti e metodi possibili, con obiettivi e fasi di lavoro da programmare. In questa prospettiva è significativa la capacità e la fiducia di quegli amministratori locali che riescono, seppur con difficoltà, a costruire reti di centri minori che non soltanto scavalcano i confini amministrativi, ma creano le premesse culturali e tecniche per avviare sia proficue collaborazioni con le realtà politiche, alle diverse scale comunali, provinciali e regionali sia le necessarie connessioni con il mondo scientifico e universitario.

Non si tratta tuttavia di avviare processi partecipativi ma di innescare processi di ascolto fra Istituzioni e comunità; la metodologia della ricerca affianca così, alla collaborazione e alla condivisione di intenti, le azioni possibili in accordo con gli approcci teorici e le sperimentazioni progettuali in relazione alle effettive esigenze. Il forte orientamento alla sperimentazione (Chirico, 2021) e una significativa disponibilità a gestire in maniera flessibile l'approccio progettuale sono le caratteristiche principali degli obiettivi della ricerca-azione che si confrontano con i bisogni più specificatamente relazionali, spaziali e costruttivi. Se dapprima lo svelamento dei bisogni passa attraverso la fase della formulazione di immaginari e strategie, successivamente approda a una fase di verifica delle ipotesi urbane e formali per definire progetti concreti che si confrontano con le realtà locali, spesso falciate dalla riduzione del personale disponibile, caratterizzate da un'avvilente inerzia politica e da una scarsa qualità della risposta tecnico-amministrativa. Al centro di questi processi reinsediativi, uno specifico progetto di sviluppo del territorio fondato sull'intreccio di più componenti e dimensioni è descritto in uno dei numerosi articoli sull'esperienza di Ostana in valle Po (De Rossi and Mascino, 2020, pp. 72-73), nella quale si afferma che «[...] un'idea di sviluppo della montagna [è] fondata non più solamente sul turismo, ma su una nuova abitabilità del territorio, in cui i temi della rigenerazione sociale a base culturale, della nuova agricoltura, della riattivazione dei patrimoni, della costruzione di nuove forme di economia e di welfare giocano un ruolo determinante».

Alcune modalità di narrazione tematica lungo il territorio della Trasversale sicula (Fig. 1) possono essere utili a caratterizzare gli strumenti per rivelare ciò che esiste e per rinnovare una sensibilità collettiva con riferimento alla memoria dei luoghi, alla densità delle risorse naturali e culturali da mettere in gioco. Il valore della sensibilità dei territori, inteso come Patrimonio collettivo da tutelare, rafforza una visione complessiva per la quale è necessario attivare fiducia, investimenti, capacità di cambiamento e innovazione. La narrazione, pur fondandosi su dati

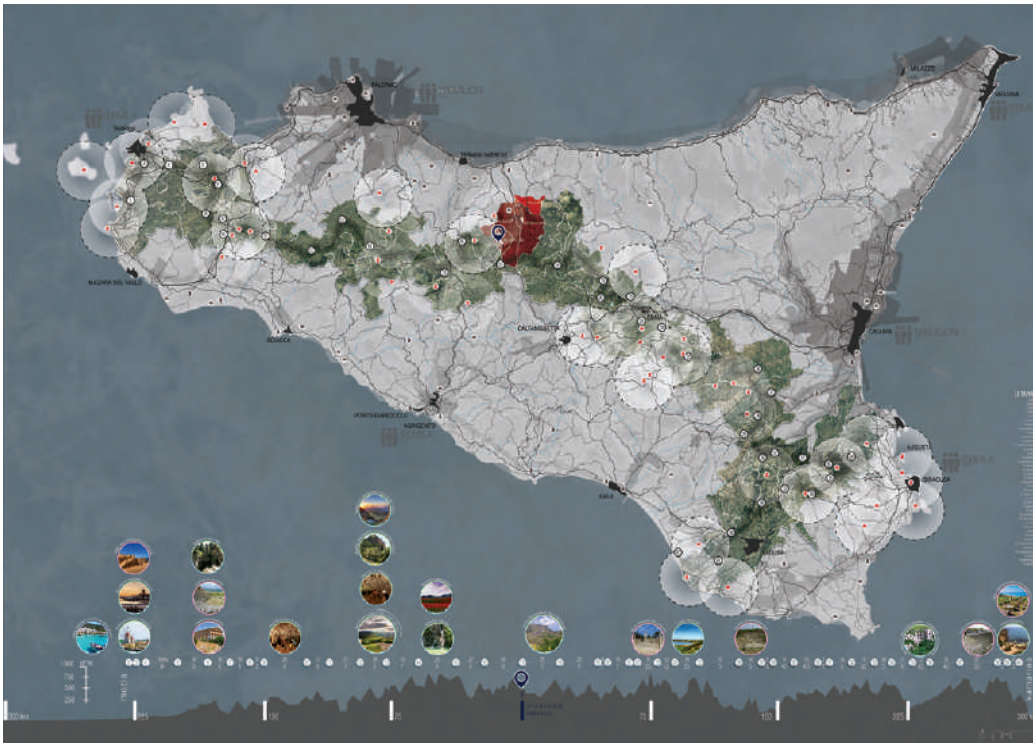


Fig. 1 | The Trasversale Sicula (credit: LabCity Architecture, 2021).

oggettivi, è indissolubilmente legata alla sperimentazione di nuovi modelli, a un progetto di senso che di volta in volta fissa i suoi obiettivi (Lecardane and La Scala, 2019); come afferma Manuel de Solà-Morales (1999, p. 11) «[...] significa avere un punto di partenza da cui far derivare progressivamente le idee» per costruire gli elementi narrativi del progetto. Il disegno della Trasversale sicula propone così un nuovo immaginario dell'entroterra siciliano, come punto di svolta del rinnovato rapporto del territorio rurale con l'armatura urbana delle grandi e medie città siciliane. Risorse e potenzialità appaiono evidenti lungo questo antico cammino di oltre 650 chilometri, rintracciato a partire dagli studi dell'archeologo Biagio Pace (1927) e successivamente da Giovanni Uggeri (2007). Numerosi sono gli insediamenti lungo la Trasversale sicula: dal sito punico di Mothia fino all'antica città greca di Kamarina, attraversando 8 Province, 55 Comuni, 6 Parchi archeologici, 7 Riserve naturali e 47 siti di interesse storico-archeologico-monumentale.

Il rimando alla memoria, alle risorse esistenti nel territorio della Trasversale sicula e ancora al coinvolgimento delle esperienze ha consentito di scoprire la natura dei luoghi e di elaborare le domande propedeutiche alle strategie dei futuri progetti attraverso la costruzione di successivi immaginari. Ascolto, osservazione e riconoscimento sono gli strumenti del racconto – destinati a una nuova narrazione urbana, rurale e sociale dei territori sensibili del Mediterraneo – che hanno mirato a riattivare alcuni luoghi del possibile sui quali sperimentare un progetto di riscatto sociale e di sviluppo attraverso le risorse e le potenzialità locali (Ambrosino, 2020). La condizione attuale di molti piccoli centri rurali lungo la Trasversale sicula se, da una parte, stimola la ricerca alla costruzione di un itinerario d'identificazione, dall'altra, orienta la ri-

cerca a un approccio naturale-urbano finalizzato al recupero del paesaggio morfologico e vegetale negli ambiti periferiali. La costruzione di una nuova alleanza tra città e centri minori, basata sulla sensibilità territoriale e sull'interdipendenza dei processi produttivi, può fornire gli elementi utili ad aumentare le capacità e le competenze locali, stimolando un virtuoso utilizzo di fondi europei, nazionali e regionali per ripensare questi luoghi fino a ieri considerati marginali (Tarpino, 2016).

Valledolmo 2030, la città che cura | I centri minori possono divenire i luoghi per riattivare le aree rurali del nostro Paese attraverso fattori essenziali a partire dal Patrimonio materiale, naturale e culturale, dall'inclusione sociale e dal benessere psico-fisico, contribuendo a invertire il fenomeno inarrestabile della fuga dei giovani e della cura degli anziani residenti. L'attuale emergenza del Covid-19 ha rivelato il ruolo cruciale del tema della salute, non solo in termini di strutture sanitarie ma anche nei nuovi modi per stare meglio, trascorrere più tempo libero all'aperto, mangiare sano e rilanciare le economie delle comunità locali. È in questo quadro che il Gruppo di ricerca LabCity Architecture ha indagato il tema della 'città che cura' (Ferraretto, 2018) a Valledolmo² (Fig. 2) – cittadina di 'resistenza' della produzione agricola di eccellenza, localizzata nel cuore della Trasversale sicula – per ripensare la crisi attuale come punto di svolta del rapporto tra centri minori e territorio rurale (Di Bene and D'Eusebio, 2007).

La costruzione di nuovi scenari è stata sperimentata attraverso il metodo della ricerca-azione in sinergia con l'Amministrazione comunale di Valledolmo, per elaborare idee progettuali e acquisire una consapevolezza rinnovata delle potenzialità del territorio a partire dal Patrimonio materiale e immateriale, dagli spazi aperti e

dal tessuto urbano in abbandono (Fig. 3). La ricerca, condotta dal LabCity Architecture (un Gruppo multidisciplinare di ricerca, coordinato dal Prof. R. Lecardane del Dipartimento di Architettura dell'Università di Palermo) e nutrita dalle esperienze didattiche di un Workshop internazionale³, si è concentrata sul tema del benessere e della cura (Fig. 4). Si tratta di temi che hanno attivato alcune riflessioni facendo leva, dapprima, sulle risorse materiali esistenti e, in seguito, sulla costruzione di nuovi immaginari nei luoghi selezionati.

Il rimando alla memoria, al coinvolgimento delle esperienze ha consentito di scoprire la natura di alcuni ambiti di studio e di elaborare le domande propedeutiche alle strategie di progetto per riattivare alcuni spazi possibili. Il lavoro progettuale si basa sull'interpretazione di ciò che esiste, nella consapevolezza che è possibile riattivare con limitati interventi, un luogo vincolato dalla sua marginalità e fragilità fisica. Il processo della ricerca-azione unisce così le dimensioni culturali del territorio a quelle sociali ed economiche, nella consapevolezza che gli ambiti di progetto sono stati selezionati per il grado di innovazione sociale, per il tempo libero e per gli attraversamenti e le connessioni dolci con il territorio della vallata. L'intervento in questi luoghi, frontiera dell'innovazione a supporto della popolazione residente e dei giovani restanti o di ritorno (Augello, 2021b), come affermano Antonio De Rossi e Laura Mascino (2020, p. 73), necessita «[...] più delle figure del bricoleur e del mediatore che di quella di un progettista tradizionale». Le ricerche di questi ultimi anni sui territori interni mostrano come l'innovazione si collochi proprio lungo i luoghi marginali e si manifesta attraverso progetti di rigenerazione a base culturale e produttiva con risultati che lanciano segnali di ripresa ai piccoli centri che intraprendono processi analoghi di reinsediamento.

L'esempio di Ostana⁴, piccolo paese occitano dell'Alta Val del Po divenuto uno dei casi più noti di rinascita di un insediamento montano delle Alpi Occidentali, è in questo senso molto significativo per la ricerca che si confronta con esempi, modalità e buone pratiche di azione. L'oggetto dell'indagine ha riguardato non soltanto il tema della manutenzione ma anche quello della riattivazione di usi e spazi nel tessuto spesso in abbandono per riqualificare il territorio lungo i margini urbani per la prevenzione e la difesa dal rischio idrogeologico. Tutto ciò ci ricorda il dovere della cura, della manutenzione come chiave di lettura interpretativa dei luoghi per acquisire la necessaria responsabilità collettiva di rispetto delle regole che governano il territorio e per fissare i gradi di libertà del progetto nei centri minori. Il rapporto costante con l'Amministrazione di Valledolmo ha consentito in questo senso di definire una piattaforma di discussione e di condivisione della cultura delle competenze con i diversi attori culturali, economici e produttivi che sono stati coinvolti per definire strategie innovative di intervento.

Se a Valledolmo il tema principale è 'la città che cura', il denominatore comune della ricerca-azione è la creazione di immaginari in aree marginali all'interno di una mappa di luoghi per cogliere diversamente il reale, rovesciare preconcetti e aprire vertiginose e inattese riscoperte

dello spazio accessibile (Belli, 2013). Il rapporto di ascolto e di dialogo con il Sindaco Angelo Conti e la comunità di Valledolmo ha consentito, da una parte, di costruire una piattaforma di condivisione della cultura delle competenze e, dall'altra, di proporre inedite visioni del territorio a partire dalle potenzialità legate al tema degli accessi e delle connessioni tra le due sponde della valle del torrente stagionale Sciarazzi che separa la città consolidata da quella in espansione.

Gli ambiti di studio e i criteri adottati dalla ricerca hanno compreso l'analisi e la descrizione del contesto attraverso un quadro di lettura specifico relativo a ciascun ambito selezionato. Il metodo d'indagine ha previsto il disegno di mappe tematiche a partire da numerosi sopralluoghi effettuati e restituiti attraverso fotografie, schizzi, annotazioni per la definizione di strategie condivise di intervento. Gli assi portanti del contesto in esame hanno così condotto alla selezione di due ambiti di studio per le successive proposte di progetto: il Parco della Salute nella valle della Fiumara Sciarazzi (Fig. 5) e la Casa della Salute con annessa piscina intercomunale all'aperto (Fig. 6). Si tratta di due ambiti che caratterizzano la nuova visione del paesaggio extraurbano di Valledolmo, in particolare la Casa della Salute si configura come un nuovo presidio socio-sanitario, destinato all'Unione dei Comuni di Valledolmo, Caltavuturo, Scillato e Sclafani Bagni della Val d'Imera settentrionale, di supporto ai grandi plessi ospedalieri presenti nell'area metropolitana di Palermo. Volano di operazioni economiche e culturali più complesse, tale presidio sanitario è finalizzato alla cura della popolazione più anziana delle comunità della Trasversale sicula, alla formazione medica e professionale, e ancora alle nuove opportunità di lavoro dei giovani dei comuni interni della Sicilia.

La morfologia della vallata insieme alla fascia di vegetazione autoctona lungo le aree golenali, costituiscono l'interesse prioritario del progetto di manutenzione e trasformazione finalizzato alla gestione del nuovo Parco della Salute, lungo il torrente Sciarazzi, costituito prevalentemente da terreni a vocazione agricola. L'obiettivo del progetto di rinaturalizzazione del torrente Sciarazzi, affiorante lungo quasi tutto l'ambito di intervento, è la continuità paesaggistica con l'apertura di vedute panoramiche sul territorio della Valle dell'Himera settentrionale. Il progetto prevede opere di bonifica e irrigazione a deflusso naturale, afferenti al consolidamento del territorio, movimenti di terra atti a configurare un nuovo rapporto tra il corso d'acqua e il suolo inondabile, morfologie e ripari con la messa a dimora di essenze arboreo-arbustive nel rispetto dell'efficienza idraulica del corso d'acqua.

Altri interventi di ingegneria naturalistica finalizzati alla messa in sicurezza del contesto urbano esistente e alla ricucitura territoriale tra la cittadina di Valledolmo e il torrente Sciarazzi sono i nuovi percorsi ciclo pedonali che disegnano le spine dorsali dei collegamenti trasversali al corso d'acqua, tra le due rive della vallata, sulla

base degli andamenti topografici che contribuiscono a definire la messa in sicurezza dei luoghi, destinati ad accogliere eventi temporanei durante la stagione estiva. L'azione complessiva è inserita all'interno di un orizzonte temporale fissato al 2030⁵ e prevede una programmazione esecutiva strutturata per fasi, nel rispetto di parametri qualitativi e di gestione.

La recente manifestazione del 'Festival Territori Sensibili – Centri Minori Rurali in Sicilia – Valledolmo 2030 la città che cura'⁶ rappresenta un primo tassello del percorso avviato da alcuni anni in sinergia con l'Amministrazione comunale di Valledolmo (Schembri, 2021). Il festival ha alimentato il dibattito sulla necessità di un dialogo prospettico tra i diversi soggetti che interagiscono nei territori (Fig. 7); ognuno dei partecipanti ha portato la propria esperienza metodologica e propositiva sulle opportunità offerte da risorse materiali e immateriali che contraddistinguono luoghi e contesti che vogliono essere protagonisti del vivere sano e bene, offrendo uno stile di vita non in contrapposizione ma complementare a quello dei grandi centri urbani.

Reti di centri minori in Spagna | L'abbandono dei centri minori e delle zone rurali in Spagna è una tendenza in aumento che genera grandi squilibri, basti osservare le regioni del centro-nord della penisola, dove si registra una riduzione della popolazione nel 63% dei Comuni e in 13 delle 50 provincie rispetto all'anno 2000: si tratta di un fenomeno cruciale, specialmente per i piccoli Centri con meno di mille abitanti (61,5% del totale dei comuni in Spagna) dove si concentra solo il 3,1% della popolazione nazionale⁷. Al fenomeno dello spopolamento segue la fuga verso le città che offrono nuove opportunità di formazione e lavoro per i giovani e

servizi sanitari per gli anziani. Tale fenomeno ha mostrato tuttavia la sua debolezza durante l'emergenza sanitaria da Covid-19: il modello residenziale della città è stato rimesso in discussione a causa del forzato isolamento, a differenza dei centri minori che sono divenuti un'alternativa desiderabile soprattutto per quei lavoratori che hanno potuto continuare a lavorare in smart working.

Il ribaltamento della tendenza della fuga dai piccoli centri conduce a riflettere criticamente sul modello produttivo dominante orientato a rafforzare il settore terziario e dei servizi, con discutibili vantaggi per la popolazione residente. È così emerso nuovamente in Spagna il dibattito intorno alle due definizioni di occupazione del suolo: España vaciada, semanticamente più coerente rispetto agli aggettivi abitualmente usati (vuota, abbandonata, dimenticata); España vacía, che si riferisce alla minore occupazione del suolo rispetto alla massima occupazione possibile. In questa prospettiva, il Governo spagnolo ha previsto nel suo ordinamento l'istituzione del Ministero per la Transizione Ecologica e la Tendenza Demografica che ha portato avanti alcune timide proposte. Se sul tema della decentralizzazione è stata proposta la disseminazione di Agenzie statali in tutto il territorio nazionale, senza ottenere tuttavia i risultati attesi, sul tema delle azioni possibili per far fronte alla decrescita demografica si rileva che non sono state stanziare le necessarie risorse finanziarie per sostenere le istanze dei centri minori.

L'abbandono dei tessuti urbani da parte di interi nuclei familiari rappresenta una minaccia concreta per il Patrimonio materiale dei piccoli centri accomunati da condizioni simili di spopolamento e degrado ambientale. Le città e le comunità locali sono spesso impreparate a rispon-



Fig. 2 | Valledolmo and the territory of the Sciarazzi Stream Fiumara (credit: LabCity Architecture, 2021).



Fig. 3 | Model of the urban territory of Valledolmo and photographs of remarkable places (credit: A. Barracco, LabCity Architecture, 2020).

dere al fenomeno dell'invecchiamento della popolazione e alle nuove esigenze occupazionali dei più giovani; in particolare in quei territori colpiti dai processi di deindustrializzazione e dalla conseguente delocalizzazione delle imprese. L'eredità industriale nei territori che hanno accolto fabbriche, magazzini, ciminiere e molto altro ancora, è oggi la testimonianza di un Patrimonio materiale e immateriale dismesso ma che ancora resiste allo spopolamento e all'incuria del tempo. Il ruolo storico, culturale e identitario di tale paesaggio, da valorizzare attraverso strategie di intervento (protezione, gestione, pianificazione, ecc.), può agire ancora come risorsa economica, sociale, culturale e territoriale e può contribuire anche a generare ricchezza e occupazione in quei territori dell'abbandono che pur conservano un elevato potenziale produttivo e di sviluppo sostenibile.

Minas de la Reunión, il paesaggio che cura |

La definizione di nuove strategie di sviluppo locale e di rigenerazione dei centri minori gioca un ruolo rilevante per restituire, proprio a quei luoghi segnati dallo spopolamento e dalla deindustrializzazione, sia opportunità di lavoro inattese sia spazi di qualità destinati a nuove attività. Questo è il contesto della ricerca dal titolo 'Progettazione di una metodologia interdisciplinare per l'identificazione, la caratterizzazione, la valutazione e l'intervento nei paesaggi del Patrimonio industriale'⁸ che riunisce un Gruppo multidisciplinare di ricercatori internazionali sul progetto finanziato con bando competitivo dal Piano Andaluso di Ricerca, Sviluppo e Innovazione (PAIDI – Generación de conocimiento 2020, Rif. P20_01361). Il progetto ha come obiettivo, da una parte, la definizione di una metodologia specifica per lo studio e l'intervento nei paesaggi caratterizzati dalla deindustrializzazione e, dall'altra, l'approccio al tema dell'eredità del Patri-

monio industriale residuale da reintegrare in una prospettiva paesaggistica.

Oggetto della ricerca sono il superamento dell'obsolescenza degli strumenti e delle metodologie insieme alla definizione delle operazioni di conservazione e d'integrazione di tali paesaggi industriali nei processi di azione e di decisione: si intende infatti fornire un supporto teorico e tecnico per contribuire alla conoscenza e all'analisi dei valori culturali e per definire i criteri di intervento necessari per la protezione, la conservazione, la valorizzazione e rifunionalizzazione delle potenzialità patrimoniali e culturali. La ricerca contempla un'indagine sulle buone pratiche selezionate che intendono il paesaggio industriale nella più ampia accezione di paesaggio culturale (Alba, 2017; Alba, 2018); in particolare l'interesse è rivolto ai sistemi ferroviari dismessi in una prospettiva interdisciplinare (Oliveira, 2017) e ai sistemi che combinano insieme approcci e metodologie sperimentate con successo (Stuart, 2012; Ostręga and Cala, 2020) quali ad esempio il Piano direttore delle Colonie del Llobregat e il Piano direttore urbanistico del Patrimonio industriale del Ter e Freser (Sabaté, 2001, 2006), i progetti del Parco del paesaggio di Emscher (Pérez Bustamante and Parra Ponce, 2004) e The Blaenavon Industrial Landscape World Heritage Site (Alba, Iranzo and Hermosilla, 2018).

La metodologia della ricerca è finalizzata all'elaborazione di una proposta integrale sul paesaggio industriale in dismissione che contempli le differenti definizioni di paesaggio e l'interdisciplinarietà dell'approccio. A tal fine, sono state individuate tre fasi significative da sviluppare nel corso del progetto: la prima fase prevede la definizione del metodo per identificare, caratterizzare, valutare e intervenire nei luoghi oggetto d'indagine alle diverse scale di rappresentazione, con indagini di natura interdisciplinare per

una più attenta osservazione delle peculiarità dei territori indagati per la successiva definizione di protocolli metodologici; la seconda fase prevede la progettazione di un database on-line del Patrimonio industriale tramite le tecnologie BIM (Building Information Modeling) e GIS (Geographic Information Systems); la terza e ultima fase prevede la progettazione di strategie di appropriazione e partecipazione dei cittadini tramite appropriati strumenti digitali.

Il caso studio selezionato dalla ricerca è quello del paesaggio minerario delle Minas de La Reunión nel comune di Villanueva del Río y Minas che si trova nella regione della Sierra Norte della provincia di Siviglia. Caratterizzato dallo sviluppo intensivo delle attività estrattive del carbone questo sito è stato fortemente antropizzato fino allo scorso secolo (Figg. 8, 9), fino all'avvio del processo di deindustrializzazione che ha interrotto la produzione all'inizio degli anni 1970. A partire da questa data, è stata avviata la dismissione del Patrimonio industriale in concomitanza con il fenomeno dello spopolamento e della fuga dei giovani; alla luce delle attuali ricerche si può constatare l'evidente inadeguatezza degli strumenti adoperati dalla comunità locale per definire l'approccio metodologico e culturale in un luogo complesso ma con grandi potenzialità (Alba, 2016). I tempi sono maturi, secondo Adrian Phillips (2008), direttore della English Countryside Commission, da una parte, per superare le precedenti azioni condotte in questo paesaggio minerario delle quali non si possono condividere criteri e metodi e, dall'altra, per stabilire un approccio scientifico nello spirito della Convenzione Europea del Paesaggio. La ricerca si indirizza quindi, in linea con quanto affermato da Augustin Berque (2009), verso il superamento del divario attuale tra il progressivo riconoscimento sociale del Patrimonio minerario e l'assoluta mancanza di metodo di lavoro, di strumenti e azioni che possano generare l'avvio di una fase post-industriale e futura gestione patrimoniale.

In questo senso la metodologia britannica Landscape Character Assessment (LCA) è senza dubbio di grande interesse per rispondere con una prospettiva integrata alle mutate esigenze e per la definizione di strategie di intervento di salvaguardia e valorizzazione di questo territorio minerario. Anche la teoria sul 'place value' (Carmona, 2019) ci aiuta a comprendere quanto sia rilevante la memoria e la conoscenza dei luoghi per la comunità, così come la qualità della rigenerazione urbana e architettonica lo sono per gli aspetti legati al benessere e all'economia locale. L'attenzione ai temi 'a misura di anziano' e a quelli relativi ai giovani e all'invecchiamento della popolazione consente di ampliare l'offerta dei servizi dedicati alla salute degli anziani, dei greynies e dei giovani: ridurre l'esclusione sociale dei soggetti più deboli è possibile attraverso strumenti di ascolto e partecipazione degli attori territoriali, a vantaggio del consolidamento generazionale e per la costruzione di nuove comunità multigenerazionali.

Conclusioni | Riabilitare i territori interni, rurali o minerari, rilanciare le economie di prossimità, riscoprire i valori dell'agricoltura e della produ-

zione industriale, rintracciare le memorie del passato e l'immenso Patrimonio materiale e culturale sono tra i temi centrali che caratterizzano questa ricerca congiunta sui centri minori in Sicilia e Spagna. In questo senso, il territorio della Trasversale sicula⁹ e il paesaggio minerario delle Minas de La Reunión in Spagna propongono situazioni e immaginari materiali e immateriali che trovano nella rete dei centri minori la rappresentazione ideale per innescare progetti concreti di sviluppo attraverso relazioni di comunità con soggetti pubblici, associazioni e cittadini in opposizione alla 'geografia dell'abbandono' (Fabian and Munarin, 2017). La ricerca sui processi di spopolamento e di abbandono dei piccoli centri ha un importante rilievo per agire sulla condizione attuale e sulle prospettive proponendo nuovi immaginari, sperimentando metodologie di azione, formando competenze e professionalità e avviando infine opportunità di investimenti.

La proposta di innescare pratiche e processi rigenerativi in un contesto instabile come quello dei territori sensibili è il fondamento del progetto di ricerca-azione del Gruppo di ricerca multidisciplinare LabCity Architecture nell'ambito della ricerca triennale 2020-2022 'MedWays Open Atlas-le Vie del Mediterraneo Atlante Aperto'¹⁰. Essa coinvolge un cluster internazionale di studiosi che sviluppano in forma autoriale un Atlante interdisciplinare aperto di narrazioni per 'esplorare il senso, la natura e appunto il mito del Mediterraneo'¹¹, per riconoscere e rafforzare il significato degli habitat e degli stili di vita (Fig. 10). In questi luoghi il paesaggio si intreccia con il mito (Ricci, 2021) alimentando, da una parte, le connessioni della storia più antica con la storia recente e sostenendo, dall'altra, l'ipotesi di trasformazione seppur minima del paesaggio attraverso declinazioni e interpretazioni dell'esistente. Lavorare in questi territori del dubbio e dell'incerto significa stimolare il ruolo militante dell'Università all'interno dei processi di trasformazione concreta del territorio e intraprendere un'inversione di tendenza finalizzata alla costruzione di un progetto politico che raccolga la complessità esistente per comprenderla, raccontarla e proporre di conseguenza nel medio-lungo termine un nuovo modello di riferimento per i territori marginali del Mediterraneo.

The reorganisation of the territorial, social and economic system that was triggered by the pandemic allows restarting a new consideration in the marginal territories of large geographical areas of the Mediterranean basin, strongly characterised by the phenomenon of depopulation and abandonment (Teti, 2017). The necessary change of pace is no longer dictated by separated projects, in many cases driven by the emergency, but by continuous actions capable of designing the tools needed for a turnaround of the traditional forms of governance in decision-making processes and the role of isolated or passive actors. The 'marginality' factor requires a change

of vision and a perspective of intervention to try to reverse the ongoing phenomenon of abandonment in the two selected territories, the Trasversale Sicula and the España Vacía (del Molino, 2016), in Sicily and Spain, where much of the economic and productive activity has been concentrated in urban centres, with inevitable consequences of economic and human impoverishment. Considering that a large number of small towns are becoming increasingly marginal, with little infrastructure and priority services for the resident population, the need to define policies that pay attention to these realities becomes more than evident.

Even though great attention is paid to the phenomenon of the flight of young people, the phenomenon linked to the ageing of the population and specific actions to improve the living conditions of increasingly elderly residents does not seem relevant yet. It may be helpful to refer to the statistics of the World Health Organisation, according to which in the next thirty years the whole of Europe will have population longevity rates similar to Japan, which has always been one of the countries with the longest-living population in the world: global statistics show that the ageing pyramid of the population over 80 will double by 2050 (United Nations, 2019). There is also a new intermediate generation, the 'greynies' or 'silver generation', which highlights the difference between longevity and ageing, and is capable of initiating new entrepreneurial and voluntary activities with high impact on the economy for young and elderly people (Huertas and Ortega, 2018). Connecting the experiences with the knowledge and visions of the generations of inhabitants in the territories of the small towns, which are often linked to rural or entrepreneurial activity almost completely disappeared nowadays, it can be a first step to reactivating new productive processes starting from the material heritage of what remains and from the potential given by the generations in comparison: young people, greynies and elderly (Cimadomo, 2020).

Networks of small towns in Sicily | The research scenario on territories with fragility and

often incredible potential parallels – if it is not an alternative to – the known research of the National Strategy for Inner Areas (Dipartimento per le Politiche di Coesione, 2020). It contributes to reactivating rural areas by starting from the themes of health and care of the resident population as protection and enhancement of collective memory: connecting different visions leads to the subject of cultural models even before the economic ones. Care is the key to understanding research in marginal territories, where abandonment cannot justify the absence of innovative strategies in a large portion of Italy, where 23% of the most fragile population of our country lives (Augello, 2021a). Added to this vision is the theme of the 'resilience' of ethical agricultural production that works against the phenomenon of depopulation as a condition to sustain in Sicily the conservation of a collective sensitivity towards natural balances, which goes far beyond the administrative perimeters of small municipalities (Salvatore and Chiodo, 2017). Tracing the memories of the past and the cultural heritage, relaunching local economies, and rediscovering the values of nature and agriculture are the central themes of small towns in search of a change in the cultural and socio-economic paradigms they have been subjected to in recent decades.

In the context of certain events¹ that take place in small municipalities, which are emblematic of the condition of isolation – in which about 54% of the Italian territory finds itself – there is often a renewed commitment to counteract depopulation and the reduction of essential services through actions that aim at innovation and sustainability of human, cultural and productive resources, proximity tourism, and the enhancement and protection of the environment. There are numerous communities from North to South Italy, including small municipalities, schools, local companies and parks that have distinguished themselves in sustainability and technological innovation. The centrality of support measure requests on infrastructure, not only regarding mobility but also digital ones (Coen, 2020), is linked to the responsibility of reversing the trend



Fig. 4 | Rural Small Towns in Sicily – Valledolmo 2030 The Healing City (credit: LabCity Architecture, 2021).

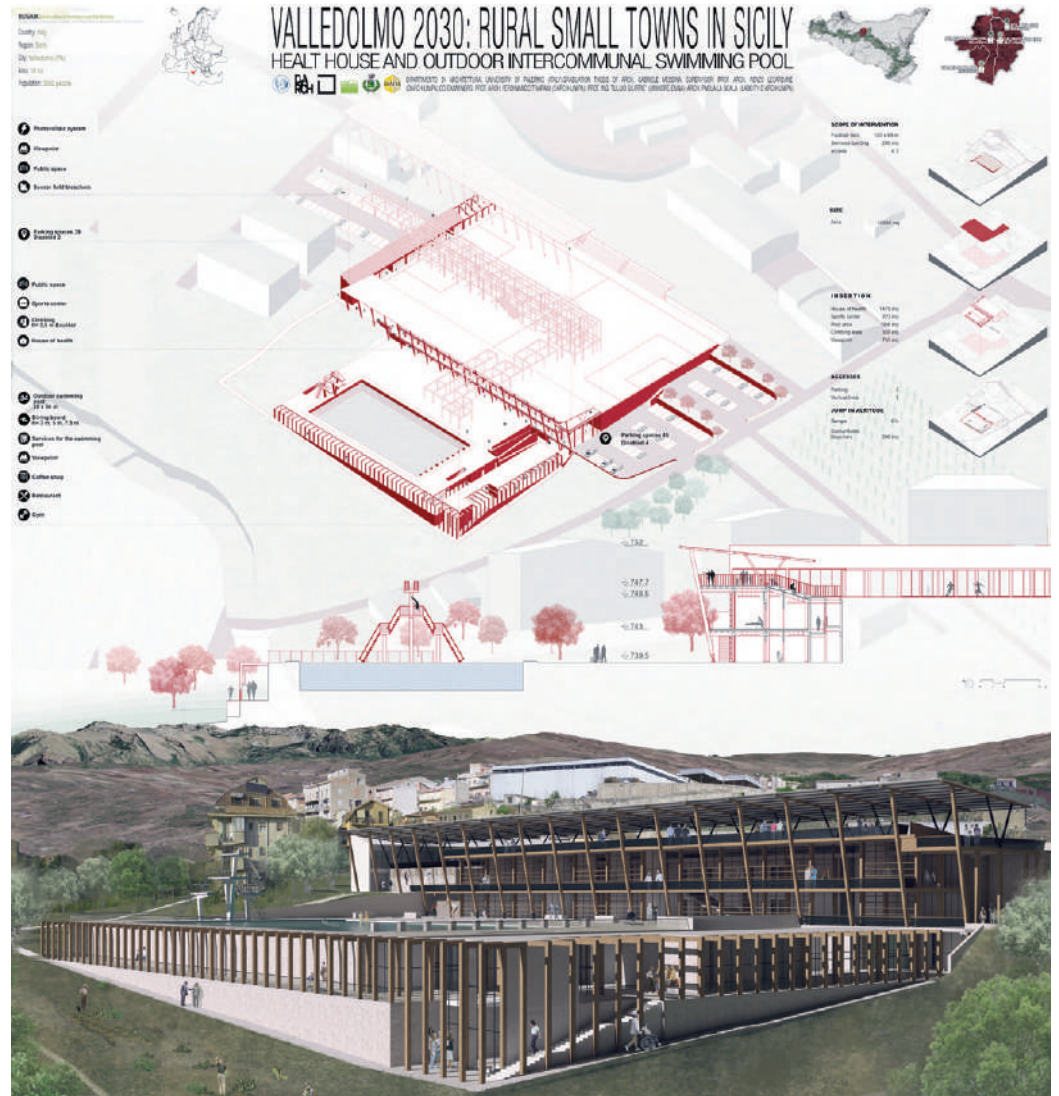


Fig. 5, 6 | Rural Small Towns in Sicily – Valledolmo 2030 The Healing City: The Health Park in the Sciarazzi Stream Valley (credit: P. M. Torregrossa, LabCity Architecture, 2021); Health house and outdoor intercommunal swimming pool (credit: G. Messina, LabCity Architecture, 2021).

of socioeconomic and demographic decline by creating the conditions to welcome new young inhabitants who, albeit temporarily, can move to these places of well-being and with a slower pace of life, as occurred during the exacerbation of the Covid-19 health crisis.

This is the challenge that today, in the light of the pandemic, has brought to everyone's attention the urgency of rethinking the role of marginal territories and small towns in the maintenance of communities; of responding, moreover, to new needs – also due to unexpected events – with the radical reworking of a methodology based on the clear strengths and new opportunities for growth of the rural territory. In this sense, the recent interview with Francesco Tarantini (2020), President of Legambiente Puglia, is significant, in which a new narrative of the meaning of these territories is flanked by a strong request for economic interventions for the communities. With this perspective, Tarantini states that there is more life than one can imagine in small municipalities, but these territories are constantly fighting against settlement abandonment. A relevant law exists, but the implementation of the decrees is delayed. We recall that Law 158/2017 is aimed at towns with fewer than five

thousand inhabitants and provides for support measures including the extension of ultra-broadband, an education plan for rural areas, the enhancement of school services, the redevelopment of abandoned buildings, the construction of renewable energy plants, the promotion of short-chain agribusiness, and the construction of accommodation facilities. Where is all this? In 2017 we celebrated the approval of the 'save villages' law after sixteen years of struggle. When will we celebrate its implementation?

Economic support can only be a part of the communities' demands to the nation. Another significant part of this support is building collective action in synergy with central and peripheral administrative and cultural institutions. If we ask ourselves about the effect of strengthening such a synergy, the role of university research in the small towns should be more evident. A unanimous consensus in terms of investment in research could help define possible actions, tools and methods, with objectives and work phases to be planned. With this perspective, the ability and confidence of those local administrators who manage, albeit with difficulty, to build networks of small towns that not only transcend administrative borders but also

create the cultural and technical conditions to initiate both fruitful cooperations with political bodies at the various municipal, provincial and regional levels and the necessary links with the scientific and university world, is significant.

However, it is not about initiating participatory processes, but introducing listening processes between institutions and the community; the research methodology combines collaboration and the sharing of intentions, only with possible actions following the theoretical approaches and design experimentation concerning real needs. The strong orientation towards experimentation (Chirico, 2021) and a significant willingness to manage the project approach flexibly are the main characteristics of the objectives of the action research that are confronted with the more specifically relational, spatial and constructive needs. Suppose at first, the unveiling of needs passes through the phase of formulating imaginaries and strategies. In that case, it then leads to a phase of verifying urban and formal hypotheses to define concrete projects that clash with the realities of local communities, often decimated by the reduction of available personnel, characterised by disheartening political inertia and a poor quality of the

technical administrative response. At the heart of these resettlement processes, a specific territorial development project based on the intertwining of several components and dimensions is described in one of the numerous articles on the experience of Ostana in the Po Valley (De Rossi and Mascino, 2020, pp. 72-73), in which it states that an idea of mountain development is based not only on tourism but on a new habitability of the territory, in which the themes of social regeneration on a cultural basis, new agriculture, reactivation of heritage, construction of new forms of economy and welfare play a decisive role.

Some methods of thematic narration along the territory of the Trasversale Sicula (Fig. 1) can be helpful to characterise the tools to reveal what exists and renew a collective sensitivity regarding the memory of the places, to the density of the natural and cultural resources to be put into play. The value of the territories' sensitivity, understood as a collective heritage to be protected, reinforces an overall vision for which it is necessary to activate trust, investment, capacity for change and innovation. The narrative, while based on objective data, is inextricably linked to the experimentation of new models, to a project of meaning that from time to time sets its objectives (Lecardane and La Scala, 2019); as Manuel de Solà-Morales (1999, p. 11) states, it means having a starting point from which to progressively derive ideas to build the narrative elements of the project. The design of the Trasversale sicula thus proposes a new imaginary of the Sicilian hinterland as a turning point in the renewed relationship between the rural territory and the urban framework of Sicily's large and medium-sized cities. Resources and potential are evident along this ancient route of over 650 kilometres, traced on the basis of the studies of the archaeologist Biagio Pace (1927) and subsequently by Giovanni Uggeri (2007). There are numerous settlements along the Trasversale Sicula: from the Punic site of Mothia to the ancient Greek city of Kamarina, it crosses 8 provinces, 55 municipalities, 6 archaeological parks, 7 nature reserves and 47 sites of historical-archaeological-monumental interest.

The references to memory, the existing resources in the area of the Trasversale Sicula and the involvement of experiences made it possible to discover the nature of the places and design the preparatory questions for the strategies of future projects through the construction of successive imaginaries. Observation, listening, and identification are the tools of the narrative – dedicated to a new urban, rural and social narrative of the sensitive territories of the Mediterranean – which have aimed to re-actualise some places of possible changes on which to test a project of social redemption and development through local resources and potential (Ambrosino, 2020). The current condition of many small rural towns along the Trasversale Sicula, while, on the one hand, it stimulates the research to construct an identification itinerary, on the other hand, it directs the research to a natural-urban approach aimed at the recovery of the morphological and vegetal landscape in the fluvial areas. The construction of a new alliance between cities and small towns, based on

territorial sensitivity and the interdependence of production processes, can provide valuable elements to increase local skills and competencies, stimulating an ethical use of European, national and regional funds to rethink these areas that were considered marginal until recently (Tarpino, 2016).

Valledolmo 2030, The Healing City | Small towns can become the places to reactivate the rural areas of our country through essential factors starting from the material, natural and cultural heritage, to social inclusion and psychological-physical well-being, to helping to reverse the unstoppable phenomenon of the flight of young people and the care of elderly residents. The present Covid-19 emergency has revealed the crucial role of health, not only in terms of health facilities but also in new ways to feel better, spend more free time outdoors, eat healthily and boost the economies of local communities. It is within this framework that the LabCity Architecture Research Group investigated the theme of the 'healing city' (Ferraretto, 2018) in Valledolmo² (Fig. 2) – a town of 'resilience' of agricultural production of excellence, located in the heart of the Trasversale Sicula – to rethink the current crisis as a turning point in the relationship between small towns and rural territory (Di Bene and D'Eusebio, 2007).

It was experimented the construction of new scenarios through the method of action research in synergy with the Municipal Administration of Valledolmo, in order to elaborate on project ideas and acquire a renewed awareness of the potential of the territory starting from the material and immaterial heritage, the open spaces and the abandoned urban fabric (Fig. 3). The research, conducted by the LabCity Architecture (a multidisciplinary research group, coordinated by Prof. R. Lecardane of the Department of Architecture of the University of Palermo) and enhanced by the didactic experiences of an international workshop³, focused on the theme of well-being and care (Fig. 4). These themes gave rise to several reflections: first on existing material resources and second on constructing new imaginaries in the selected places.

The reference to memory and to the involvement of experience has made it possible to discover the nature of some of the study areas and design the preparatory questions for the project strategies to modernise some possible spaces. The project work is based on the interpretation of what exists, in the possible reactivation of awareness, with limited interventions, a place constrained by its marginality and physical fragility. The action research process thus combines the cultural dimensions of the territory with the social and economic ones, in the awareness that the project areas have been selected for their degree of social innovation, leisure time and gentle connections with the valley territory. The intervention in these places,

the frontier of innovation supporting the resident population and the remaining or returning young people (Augello, 2021b), as Antonio De Rossi and Laura Mascino (2020, p. 73) state, needs more the figures of the bricoleur and the mediator than that of a traditional designer. Research in recent years on inland territories shows how innovation can be found in marginal places and shows it can manifest itself through regeneration projects based on culture and production, with results that send out recovery signals to small towns that undertake similar resettlement processes.

The example of Ostana⁴, a small Occitan village in the Upper Po Valley, has become one of the best-known cases of the rebirth of a mountain settlement in the Western Alps. It is in this sense very significant for the research, which compares examples, methods and good practices of action. The object of the research was not only the theme of maintenance but also the reactivation of uses and spaces in the often abandoned fabric to redevelop the territory along the urban margins for the prevention and defence against hydrogeological risk. All this reminds us of the duty of care, of maintenance as a key to interpreting places to acquire the necessary collective responsibility to respect the rules that govern the territory and establish the degrees of freedom of design in small towns. In this sense, the constant relationship with the Valledolmo Administration has made it possible to define a platform for discussion and sharing of the culture of skills with the various cultural, economic and productive actors who have been involved in defining innovative strategies for intervention.

Suppose in Valledolmo the central theme becomes 'the healing city'. In that case, the common denominator of the action research becomes the creation of imaginaries in marginal

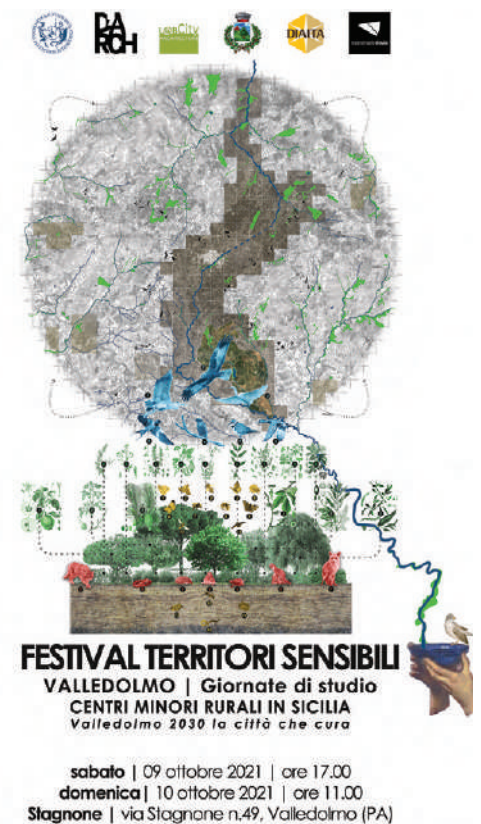


Fig. 7 | Poster of the 'Festival Territori Sensibili – Centri Rurali in Sicilia – Valledolmo 2030 la città che cura' (Festival Sensitive Territories – Small Rural Towns in Sicily – Valledolmo 2030 The Healing City), Valledolmo October-December 2021 (credit: LabCity Architecture, 2021).

areas within a map of places to grasp reality differently, overturn preconceptions and open up dizzying and unexpected rediscoveries of accessible space (Belli, 2013). The relation of listening and the dialogue between Mayor Angelo Conti and the community of Valledolmo has allowed, on the one hand, the building of a platform for sharing the culture of skills and, on the other, the proposal of new visions of the territory starting from the potential related to the theme of accessibility and connections between the two sides of the valley of the seasonal Sciarazzi Stream that separates the consolidated city from the expanding one.

The areas of study and the criteria adopted for the research included the analysis and description of the context through a specific reading framework for each area selected. The method of investigation envisaged the drawing of thematic maps starting from the numerous inspections carried out and returned employing photographs, sketches and notes for the definition of shared intervention strategies. The main axis of the context under examination led to the selection of two areas of study for the subsequent project proposals: the Health Park in the Fiumara Sciarazzi Valley (Fig. 5) and the Health Centre with an adjoining open-air inter-municipal swimming pool (Fig. 6). These are two areas that characterise the new vision of the suburban landscape of Valledolmo. In particular, the Health House is configured as a new socio-healthcare facility, intended for the Union of Municipalities of Valledolmo, Caltavuturo, Scillato and Sclafani Bagni of the northern Imera Valley, in support of the large hospitals in the metropolitan area of Palermo. A flywheel of more complex economic and cultural operations, this health centre aims to care for the elderly population of the communities of the Trasversale Sicula and add medical and professional training and new job opportunities for young people in the inner Sicilian municipalities.

The morphology of the valley, together with the zone of autochthonous vegetation and the floodplain areas, is the priority interest of the maintenance and transformation project aimed at the management of the new Health Park along the Sciarazzi Stream, which is mainly made up of agricultural land. The project's objective to naturalise the Sciarazzi Stream, which flows along almost the entire area of intervention, is to create a continuity in the landscape with the opening up of panoramic views over the territory of the northern Himera Valley. The project envisages drainage and surface irrigation works, leading to the consolidation of the territory; earthworks to create a new relationship between the watercourse and the flooded soil; morphologies and shelters with the planting of tree and shrub species in compliance with the watercourse's hydraulic function.

Other naturalistic engineering works aim to secure the existing urban context and reconnect the territory between the town of Valledolmo and the Sciarazzi Stream. To these are added new cycle and pedestrian paths that create the backbone of the transversal connections to the watercourse, between the two banks of the valley, based on topographical trends that contribute to defining the safety of the places

destined to host temporary events during the summer season. The overall action is set within a time horizon of 2030⁵ and envisages an executive planning structured in phases, in compliance with quality and management parameters.

The recent event 'Festival Territori Sensibili – Centri Minori Rurali in Sicilia – Valledolmo 2030 la città che cura'⁶ represents the first step of a path started a few years ago in synergy with the Municipality of Valledolmo (Schembri, 2021). The festival fuelled the debate on the need for a prospective dialogue between the various actors interacting in the territories (Fig. 7). Each participant brought their own methodological and propositional experience on the opportunities offered by material and immaterial resources that distinguish places and contexts that want to be protagonists of healthy and good living, offering a lifestyle that is not in opposition to but complementary to that of the large urban centres.

Network of small towns in Spain | The abandonment of small towns and rural areas in Spanish geography is a growing trend that generates significant imbalances. We only need to observe the regions in the centre-north of the peninsula, where there has been a reduction in population in 63% of the municipalities and in 13 of the 50 provinces compared to the year 2000. This is a crucial phenomenon, especially for small cities with less than one thousand inhabitants (61.5% of the total number of municipalities in Spain), where only 3.1% of the national population⁷ is concentrated. The phenomenon of depopulation is followed by the flight towards cities that offer new training and work opportunities for young people and health services for the elderly. This phenomenon, however, showed its weakness during the Covid-19 health emergency: the residential model of the city was questioned because of the forced isolation, in contrast to the small towns that became a desirable alternative, especially for those workers who could continue with remote working.

The reversal of the flight trend from small towns leads to a critical reflection on the dominant productive model oriented towards strengthening the tertiary and service sectors, with questionable benefits for the resident population. Thus, the debate has again emerged in Spain around the two definitions of land occupation: España Vacuada, which is semantically more coherent than the adjectives usually used (i.e. empty, abandoned, forgotten) and España Vacía, which refers to less land occupation than the maximum that is possible. With this view, the Spanish government has made provision in its legislation to establish the Ministry for Ecological Transition and Demographic Trend, which has put forward some timid proposals. On the subject of decentralisation, the dissemination of state agencies throughout the country has been proposed, however, without achieving the expected results. On the topic of possible actions to deal with demographic decline, it should be noted that the necessary financial resources have not been allocated to support the requests of small towns.

The abandonment of urban areas by entire households represents a real threat to the material heritage of small towns that share similar

conditions of depopulation and environmental degradation. Cities and local communities are often unprepared to respond to the phenomenon of an ageing population and the new employment needs of younger people, especially in those territories affected by deindustrialisation and the consequent relocation of businesses. Today, the legacy of the industrial presence in the territories that have housed factories, warehouses, chimneys and more, is the testimony of a disused industrial heritage – of both tangible and intangible nature – that is still resistant to depopulation and neglect over time. The historical, cultural and identity role of this landscape, to be enhanced through intervention strategies (protection, management, planning, etc.), can still act as an economic, social, cultural and territorial resource but can also contribute to generating wealth and employment in those abandoned territories that retain a high potential for production and sustainable development.

Minas de la Reunión, The Healing Landscape

| The definition of new local development strategies and the regeneration of small towns plays an essential role in giving back, precisely in those places marked by depopulation and deindustrialisation, both unexpected job opportunities and quality spaces for new activities. This is the context of the research entitled 'Design of an interdisciplinary in methodology for the identification, characterisation, evaluation and intervention in the landscapes of industrial heritage'⁸ which brings together a multidisciplinary group of international researchers on the project financed by a competitive call from the Andalusian Plan for Research, Development and Innovation (PAIDI – Generación de Conocimiento 2020, Ref. P20_01361). On the one hand, the project aims to define a specific methodology for studying and intervening in landscapes characterised by deindustrialisation and, on the other, to approach the issue of the legacy of residual industrial heritage from a landscape perspective.

The research aims to overcome the obsolescence of tools and methodologies together with the definition of operations for the conservation and integration of these industrial landscapes in action and decision-making processes. The aim is to provide theoretical and technical support to contribute to the knowledge and analysis of cultural values and define the intervention criteria necessary for the protection, conservation, valorisation and re-functionalisation of heritage and cultural potential. The research contemplates a survey of selected good practices that understand the industrial landscape in the broader meaning of cultural landscape (Alba, 2017; Alba, 2018). In particular, the research focuses its interest in disused railway systems from an interdisciplinary perspective (Oliveira, 2017) and systems that combine successfully tested approaches and methodologies together (Stuart, 2012; Ostręga and Cala, 2020), such as the Llobregat Colonies Master Plan and the Ter and Freser Industrial Heritage Urban Master Plan (Sabaté, 2001, 2006), the Emscher Landscape Park projects (Pérez Bustamante and Parra Ponce, 2004) and The Blaenavon Industrial Landscape World Heritage Site (Alba, Iranzo and Hermosilla, 2018).

The research methodology aims at developing an integral proposal on the brownfield industrial landscape, taking into account the different definitions of landscape and the interdisciplinary approach. To this end, three significant phases have been identified to be developed during the project. The first phase involves defining the method for identifying, characterising, assessing and intervening in the places under investigation at the various scales of representation; interdisciplinary integration also includes careful observation of the peculiarities of the areas under investigation and the subsequent definition of methodological protocols. The second phase involves the design of an online database of the industrial heritage using Building Information Modelling (BIM) and Geographic Information Systems (GIS) technologies. The third and final phase involves the design of strategies for citizen appropriation and participation through the appropriate digital tools.

The case study selected by the research is the mining landscape of Minas de La Reunión in Villanueva del Río y Minas, located in the Sierra Norte region of the province of Seville. Characterised by the intensive development of coal mining activities, this site was heavily anthropised up to the last century (Figg. 8, 9) until the deindustrialisation process interrupted production in the early 1970s. From that date onwards, the industrial heritage was dismantled in conjunction with the phenomenon of depopulation and the flight of young people. In light of current research, it can be seen that the tools used by the local community to define the methodological and cultural approach in a complex place but with great potential are inadequate (Alba, 2016). The time is ripe, according to Adrian Phillips (2008), director of the English Countryside Commission, on the one hand, to overcome the previous actions carried out in this mining landscape whose criteria and methods cannot be shared and, on the other, to establish a scientific approach in the spirit of the European Landscape Convention. The research is therefore directed, in line with what was stated by Augustin Berque (2009), towards overcoming the current gap between the progressive social recognition of the mining heritage and the absolute lack of working methods, tools and actions that can generate the start of a post-industrial phase and future heritage management.

In this sense, the British Landscape Character Assessment (LCA) methodology is undoubtedly of great interest to respond with an integrated perspective to the changing needs and define intervention strategies for preserving and enhancing this mining territory. The theory on 'place value' (Carmona, 2019) also helps us understand how relevant memory and knowledge of places are for the community, just as the quality of urban and architectural regeneration is relevant for aspects related to well-being and the local economy. The focus on 'elderly-friendly' issues and those related to young people and the ageing of the population makes it possible

to expand the range of services dedicated to the health of the elderly, 'greynies' and young people. Reducing the social exclusion of the most vulnerable people is also possible through the instruments of listening and participation of territorial actors to benefit generational consolidation and the construction of new multi-generational communities.

Conclusions | Rehabilitating inland territories, whether rural or mining, relaunching neighbourhood economies, rediscovering the values of agriculture and industrial production, tracing the memories of the past and the immense material and cultural heritage are among the central themes that bring together this joint research on small towns in Sicily and Spain. In this sense, the territory of the Traversera Sicula⁹ and the mining landscape of the Minas de La Reunión in Spain

bring together material and immaterial situations and imaginaries that find in the network of small towns the ideal representation to trigger concrete development projects through community relations with public actors, associations and citizens in opposition to the 'geography of abandonment' (Fabian and Munarin, 2017). Research on the processes of depopulation and abandonment of small towns has vital relevance to act on the current condition and prospects by proposing new imaginaries, experimenting with methodologies of action, developing skills and professionalism and initiating investment opportunities.

The proposal to trigger regenerative practices and processes in an unstable context such as that of sensitive territories is the basis of the action research project of the multidisciplinary research group LabCity Architecture in the frame-



Fig. 8, 9 | The mining landscape of the Minas de la Reunión in Villanueva del Río y Minas, Seville (credits: Laboratorio del Paisaje Industrial Andaluz, 2020).



Fig. 10 | Poster of the Annual Research Conference 'MedWays - Le Vie del Mediterraneo' (MedWays - The Routes of the Mediterranean), XVII International Architecture Exhibition Biennale di Venezia, 22 October 2021 (credit: MedWays, 2021).

work of their three-year research 'MedWays Open Atlas-the Mediterranean Ways'¹⁰, conducted from 2020-2022. The research involves an international group of scholars developing an interdisciplinary 'Open Atlas' of narratives to 'explore the meaning, nature and indeed the myth of the Mediterranean'¹¹ to recognise and reinforce the significance of habitats and lifestyles (Fig. 10). In these places, the landscape is inter-

twined with myth (Ricci 2021), nourishing, on the one hand, the connections of ancient history with recent history and supporting, on the other, the hypothesis of minimal transformation of the landscape through declinations and interpretations of the existing. Working in these territories of doubt and uncertainty means stimulating the activist role of the University within the processes of concrete transformation of the

territory and undertaking a reversal of trends aimed at the construction of a political project that gathers the existing complexity in order to understand it, narrate it and consequently propose a new reference model for the marginal territories of the Mediterranean in the medium to long term.

Acknowledgements

This paper is the result of the joint reflections of the authors. Nevertheless, the paragraphs 'Network of Small Towns in Sicily' and 'Valledolmo 2030 The Healing City' are attributed to R. Lecardane, the paragraphs 'Network of small towns in Spain' and 'Minas de la Reunión The Healing Landscape' to G. Cimadomo and M. I. Alba Dorado, while the introductory and the concluding paragraphs are attributed to all three authors.

Notes

- 1) In June 2020, Legambiente Puglia organised in Poggiorsini (Bari), a small municipality in the Alta Murgia with 1,450 inhabitants, the event 'Voler bene all'Italia - Riconnettiamo il Paese' (Loving Italy - Let's reconnect the country). This annual event celebrates small Italian municipalities, and it aims to help their recovery and re-development. The 2020 edition addressed the need to keep alive the connections between communities and territories, build infrastructures to overcome the digital divide, and reiterated the implementation of Italian Law 158/2017 to support and enhance municipalities with less than five thousand inhabitants.
- 2) Valledolmo is an inland area of 3,420 inhabitants (resident population as of 31/10/2019; source: ISTAT) of the metropolitan city of Palermo. Since its foundation (in the 15th century), it has been situated in the valley between Pizzo Sampieri, Monte Campanaro and Monte Cammarata.
- 3) In 2020, the project 'Small Historical Towns - Valledolmo 2030 The Healing City', of the working group coordinated by Prof. R. Lecardane and including P. M. Torregrossa, G. Messina and F. G. Marino with A. Conti (Mayor of Valledolmo) and C. Pulvino (President of DIAITA Association), received the Excellence Award

- within the international summer Workshop 'Balcony and Violin - Life of post-Covid 19', organised by Busan International Architectural Workshop. Pulvino (President of the DIAITA Association) received the Excellence Award in the International Summer Workshop 'Balcony and Violin - Life post-Covid 19', organised by the Busan International Architectural Design Workshop (South Korea) in the period 01/08-25/09/2020. The workshop invited 18 Universities worldwide to participate in the exhibition in Busan and virtually in November and December 2020. For further information, see the webpage: nollaplace.com/busan_architecture_festival/?fbclid=IwAR2uHP6YFUTLFXVFSyHiFRHrLjifdxnLB6oU8DUPk8McEXVmkEsojW44 [Accessed 22 November 2021].
- 4) The most crucial element of the Ostana regeneration project is that there was not strategic plan drawn up from the beginning and externally, but it is a process of a metro-mountain alliance, difficult to reproduce, which was decided and carried out by the local community in synergy with the scientific and political world. One of the most innovative buildings completed was the Lou Pourtoun Cultural and Multipurpose Centre (2015) in Ostana, designed by the architects M. Crotti, A. De Rossi and M.-P. Forsans. It won an Honourable Mention at the 2021 Gubbio Prize for architectural projects in historical contexts.
- 5) After an invitation to tender, the design for the re-development of this area with a high rate of hydrogeological instability has already been entrusted to a temporary association of professionals, with which LabCity Architecture could continue to be directly involved in a scientific advisory role. The base value of the design is 196 thousand Euros, while the estimated value of the entire Urban Park operation is around three million Euros.
- 6) The event was organised by the LabCity Architecture research group (scientific coordinators Prof. R.

- Lecardane and F. Trapani of the University of Palermo) in synergy with the Municipality of Valledolmo and the Diata Association. Two study days on the theme of 'The Healing City' opened the 'Festival of sensitive territories' in Valledolmo (9-10/10/2021), with the participation of researchers, research bodies, citizens' associations, non-profit organisations, enterprises, professionals, volunteers and the third sector.
- 7) For further information, see the webpage: ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica_P&cid=1254735572981 [Accessed 22 November 2021].
- 8) The project is in continuity with some previous research: the interdisciplinary work of the Research Group HUM-666 'Ciudad, Arquitectura y Patrimonio Contemporáneos' in which new technologies are experimented at the scale of the territory and at the scale of landscape; the two kinds of research directed by M. I. Alba Dorado on 'Design of a scientific methodology for the study of the industrial landscape' and 'New cultural landscapes - Conceptual actions in the Andalusian industrial landscape in its treatment as a cultural landscape'; the research 'Project for the valorisation of the Spanish industrial heritage and the preparation of a map for the architectural restoration of the assets generated during the process of the industrial revolution' financed by the National Research and Development Plan in which M. I. Alba Dorado and G. Cimadomo participated.
- 9) This is a route made up of a collection of ancient 'trazzere' or former railways, which crosses the centre of Sicily, mapped and geo-referenced by a group of archaeologists and keen walkers who have joined the Associazione Trasversale Sicula.
- 10) The second annual MedWay Research Conference was held on 22 October 2021 at the Spazio Peccioli of the Padiglione Italia at the Arsenale, during the 17th International Architecture Exhibition Biennale di Venezia.

The research presented by 34 international groups brought together 110 researchers within 6 groups (Island, Water, Coast, Land, Route and Legacy). The research group LabCity Architecture (Darch-UniPa) participated in the Land Group with the research entitled 'La Trasversale Sicula – Temi e progetti di ricerca-azione nei territori sensibili del Mediterraneo', under the scientific director Prof. Arch. R. Lecardane (Darch-UniPa), with Prof. Agr. F. Sottile (Darch-UniPa), Prof. Arch. F. Trapani (Darch-UniPa), Prof. Ing. T. Giuffrè (UniKore), Arch. P. La Scala, Arch. P. M. Torregrossa, Arch. G. Messina.

11) The international research MedWays Open Atlas is coordinated by Prof. M. Ricci (University of Trento) for the Interdisciplinary Lyncean Centre of the Accademia Nazionale dei Lincei.

References

- Alba, M. I. (2018), "Methodological advances in the analysis, assessment and intervention of industrial landscapes", in *Actas del XVII Congreso Mundial TICCIIH 2018 – Patrimonio Industrial – Entendiendo el pasado, haciendo el futuro sostenible*, Universidad de Chile, Santiago de Chile, pp. 265-268. [Online] Available at: riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/16577 [Accessed 22 November 2021].
- Alba, M. I. (2017), "Principios metodológicos en el estudio del paisaje industrial desde su consideración como paisaje cultural", in Álvarez, M. A. (ed.), *Pensar y actuar sobre el patrimonio industrial en el territorio*, CICEES, Gijón, pp. 185-189.
- Alba, M. I. (2016), "Industrial landscapes – Utopias from the past, memories of the future", in *Revista*, vol. 180, issue 38, pp. 1-8.
- Alba, M. I., Iranzo, E. and Hermosilla, J. (2018), "El paisaje industrial de Blaenavon – Un estudio de caso", in Álvarez, M. A. (ed.), *Resiliencia, Innovación y Sostenibilidad en el patrimonio industrial*, CICEES, Gijón, pp. 105-112.
- Ambrosino, A. (2020), "La prospettiva inversa – Intervista ad Antonio De Rossi", in *Pandora Rivista*, n. 2, pp. 184-191. [Online] Available at: pandorarivista.it/pandora-piu/la-prospettiva-inversa-intervista-ad-antonio-de-rossi/ [Accessed 22 November 2021].
- Augello, G. (2021a), "Aree interne, sempre più giovani donne scelgono di restare – Investire su di loro", in *redattoresociale.it*, 16/06/2021. [Online] Available at: redattoresociale.it/articolo/notiziario/aree_interne_sempre_piu_giovani_donne_scelgono_di_restare_investire_su_di_loro_?fbclid=IwAR2gIQmfMtfuq-L7_r_s3rx-BeY-9Z-UIaOj-PAqprFm1BBBrFuwgU7KDDHpA# [Accessed 22 November 2021].
- Augello, G. (2021b), "La rivincita delle aree interne – Ecco i sogni concreti dei giovani restanti", in *redattoresociale.it*, 15/04/2021. [Online] Available at: redattoresociale.it/articolo/notiziario/la_rivincita_delle_aree_interne_ecco_i_sogni_concreti_dei_giovani_restanti?fbclid=IwAR21BDG3nS2WDaig8A2eaYXIwdJS-2Xw6lWoMWUo9YBfu3B8GoJI2GD5z1U [Accessed 22 November 2021].
- Belli, A. (2013), *Spazio, differenza, ospitalità – La città oltre Henri Lefebvre*, Donzelli, Roma.
- Berque, A. (2009), *El pensamiento paisajero*, Biblioteca Nueva, Madrid.
- Carmona, M. (2019), "Place value – Place quality and its impact on health, social, economic and environmental outcomes", in *Journal of Urban Design*, vol. 24, issue 1, pp. 1-48. [Online] Available at: doi.org/10.1080/13574809.2018.1472523 [Accessed 22 November 2021].
- Chirico, F. (2021), "Contro lo spopolamento dei Borghi del Sud l'arma del marketing territoriale", in *sufuturi-magazine.it*, 16/07/2021. [Online] Available at: sudefuturi-magazine.it/2021/07/16/contro-lo-spopolamento-dei-borghi-del-sud-larma-del-marketing-territoriale/?fbclid=IwAR2kZxfRvL6GODbhVp_vluXKZnFXonvJLc8Ah153CoZNRoe7mgiX19NjAXk [Accessed 22 November 2021].
- Cimadomo, G. (2020), "Strumenti di sviluppo delle politiche attive di invecchiamento nei centri urbani", in *Architettura e Città | Argomenti di Architettura*, issue 15/2020, pp. 59-60.
- Coen, R. (2020), "2020, fuga dalle metropoli – La carica dei city quitter in cerca di natura, spazio e Web ultraveloce", in *L'Espresso*, n. 48, 22/11/2020, pp. 82-86. [Online] Available at: inu.it/wp-content/uploads/espresso-fuga-metropoli-22-novembre-2020.pdf [Accessed 22 November 2021].
- De Rossi, A. (ed.) (2020), *Riabitare l'Italia – Le aree interne tra abbandoni e riconquiste*, Donzelli Editore, Roma.
- De Rossi, A. and Mascino, L. (2020), "Valades ousitanes, architettura e rigenerazione", in *ARCHALP New series*, n. 04, pp. 71-77. [Online] Available at: archalp.it/valades-ousitanes-architettura-e-rigenerazione/ [Accessed 22 November 2021].
- de Solà-Morales, M. (1999), "Progettare città", in *Quaderni di Lotus*, n. 23, p. 11.
- del Molino, S. (2016), *La España vacía – Viaje por un país que nunca fue*, Turner Noema, Madrid.
- Di Bene, A. and D'Eusebio, L. (2007), *Paesaggio agrario – Una questione non risolta*, Gangemi, Roma.
- Dipartimento per le Politiche di Coesione (2020), *Relazione annuale sulla Strategia Nazionale per le aree interne – Anno 2020*. [Online] Available at: agenziacoesione.gov.it/wp-content/uploads/2021/11/Relazione-CIPESS-2020_finale.pdf [Accessed 22 November 2021].
- Fabian, L. and Munarin, S. (2017), *Re-Cycle Italy – Atlante*, LetteraVentidue, Siracusa.
- Ferraretto, A. (2018), "La cura della fragilità – il sentiero da intraprendere per creare il futuro", in *lavoroculturale.org*, 22/02/2018. [Online] Available at: lavoroculturale.org/la-cura-della-fragilita-il-sentiero-da-intraprendere-per-creare-il-futuro/ [Accessed 22 October 2021].
- Huertas, A. and Ortega, I. (2018), *La revolución de las canas – Ageingnomics o las oportunidades de una economía del envejecimiento*, Gestión 2000, Barcellona.
- Lecardane, R. and La Scala, P. (2019), "Rete di centri minori – Temi e progetti nel territorio di Tindari", in Fiore, P. and D'Andria, E. (eds), *I centri minori ... da problema a risorsa – Strategie sostenibili per la valorizzazione del patrimonio edilizio, paesaggistico e culturale nelle aree interne | Small towns ... from problem to resource – Sustainable strategies for the valorization of building, landscape and cultural heritage in inland areas*, FrancoAngeli, Milano, pp. 897-907.
- Oliveira, E. R. (2017) (ed.), *Memória Ferroviária e Cultura do Trabalho – Perspectivas, Métodos e Perguntas Interdisciplinares sobre o Registro, Preservação e Ativação de Bens Ferroviários*, Alameda, São Paulo.
- Ostręga, A. and Cala, M. (2020), "Assessing the value of landscape shaped by the mining industry – A case study of the town of Rydułtowy, Poland", in *Archives of Mining Sciences*, vol. 65, issue 1, pp. 3-18. [Online] Available at: doi.org/10.24425/ams.2020.132702 [Accessed 22 November 2021].
- Pace, B. (1927), *Camarina*, Tirelli, Catania.
- Pérez Bustamante, L. and Parra Ponce, C. (2004), "Paisajes culturales – El parque patrimonial como instrumento de revalorización y revitalización del territorio | Cultural landscape – The Heritage park as instrument of revaluation and revitalization of the territory", in *Theoría*, vol. 13, issue 1, pp. 9-24. [Online] Available at: ubiobio.cl/theoria/v/v13/1.pdf [Accessed 22 November 2021].
- Phillips, A. (2008), "Sumario e ideas para la conclusión del encuentro del Grupo de Investigación en Paisaje (Landscape Research Group)", in *Cuadernos Geográficos*, vol. 43, pp. 353-358. [Online] Available at: revista-seug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/1123 [Accessed 22 November 2021].
- Ricci, M. (2021), "Mediterraneo Arkhi-Pelagos (Mare Principale | Arcipelago)", in *Eco Web Town | Journal of Sustainable Design*, n. 23, pp. 8-13. [Online] Available at: ecowebtown.it/n_23/01.html [Accessed 22 November 2021].
- Sabaté, J. (2006), "Paisajes culturales en Cataluña – El eje patrimonial del río Llobregat", in Mata, R. and Tarroja, A. (eds), *El paisaje y la gestión del territorio – Criterios paisajísticos en la ordenación del territorio y el urbanismo*, Diputación de Barcelona, Barcelona, pp. 531-548.
- Sabaté, J. (2001), *Proyectando el eje del Llobregat – Paisajes culturales y desarrollo regional*, Universidad Politécnica de Cataluña y Massachusetts Institute of Technology, Barcelona.
- Salvatore, R. and Chiodo, E. (2017), *Non più e non ancora – Le aree fragili tra conservazione ambientale, cambiamento sociale e sviluppo turistico*, FrancoAngeli, Milano.
- Schembri, A. (2021), "Rilancio 'centri minori' a Valledolmo zone funzionali e una casa della salute", in *QuotidianodiSicilia.it*, 12/10/2021. [Online] Available at: qds.it/valledolmo-casa-della-salute/ [Accessed 22 November 2021].
- Stuart, I. (2012), "Identifying Industrial Landscapes", in Douet, J. (ed.), *Industrial Heritage Re-Tooled – The TICCIIH guide to Industrial Heritage Conservation*, Carnegie Publishing Limited, Lancaster, pp. 48-54. [Online] Available at: academia.edu/2205125/Identifying_Industrial_Landscapes [Accessed 22 November 2021].
- Tarantini, F. (2020), "Piccoli Comuni – Voler bene all'Italia", in *Ansa.it*, 01/06/2020. [Online] Available at: ansa.it/pressrelease/puglia/anci_puglia/2020/06/01/piccoli-comunivoler-bene-allitalia.-la-festa-dei-borghilegambiente-in-diretta-fb-da-poggiorsini_edf4bf7bc16e-4494-86fa-52163c6d2dec.html [Accessed 22 November 2021].
- Tarpino, A. (2016), *Il paesaggio fragile – L'Italia vista dai margini*, Einaudi, Torino.
- Teti, V. (2017), *Quel che resta – L'Italia dei paesi tra abbandoni e ritorni*, Donzelli, Roma.
- Uggeri, G. (2007), "La formazione del sistema stradale romano in Sicilia", in Miccichè, C., Modeo, S. and Santagati, L. (eds), *La Sicilia romana tra Repubblica e Alto Impero – Atti del III Convegno di studi del 20-21 maggio 2006*, SiciliAntica, Caltanissetta, pp. 228-243. [Online] Available at: siciliantica.eu/la-sicilia-romana-tra-repubblica-e-alto-impero/ [Accessed 22 November 2021].
- United Nations (2019), *World Population Prospects 2019 – Highlights*. [Online] Available at: population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf [Accessed 22 November 2021].

ECOLOGIA E TECNOLOGIE DIGITALI

L'architettura alla piccola scala
come luogo di connessioni

ECOLOGY AND DIGITAL TECHNOLOGIES

Small-scale architecture as
a place of connections

Massimo Perriccioli, Roberto Ruggiero, Michael Salka

ABSTRACT

Muovendo dalle relazioni tra tecnologie digitali e cultura ambientale, il saggio punta a delineare i contorni della nuova dimensione ecologica del progetto di architettura come luogo di connessioni multiple e interagenti in cui risolvere criticamente la dicotomia tra natura e cultura. Da questo punto di vista, l'architettura alla piccola scala rappresenta un promettente campo di sperimentazione in cui nuovi sistemi tecnologici, improntati a una maggiore efficienza delle soluzioni ecologiche, incontrano la gestione di cicli biologici e si integrano con essa. I processi industriali e di produzione, ripensati sulla base del paradigma della circolarità, si organizzano in maniera analoga a quella degli ecosistemi naturali riguardo all'uso di energia e di materiali, diventando un'opzione promettente per renderli più efficienti e sostenibili.

Starting from the relationships between digital technologies and environmental culture, the essay aims to outline the contours of the new ecological dimension of architectural design as a place of multiple and interacting connections in which we can critically resolve the dichotomy between nature and culture. From this point of view, small-scale architecture provides a promising field of experimentation in which new technological systems, marked by more efficient ecological solutions, meet and integrate with the management of biological cycles. Industrial and production processes, rethought on the basis of the circularity paradigm, can be organised in a similar way to natural ecosystems with regard to the use of energy and materials, becoming a promising option for making them more efficient and sustainable.

KEYWORDS

ecologia, circolarità, digitale, architettura alla piccola scala, adattività

ecology, circularity, digital, small-scale architecture, adaptability

Massimo Perriccioli, Architect and PhD, is a Full Professor at the Department of Architecture of the 'Federico II' University of Naples (Italy), where he coordinates the Degree Course in Design for the Community. He carries out research in the field of technological culture of architecture and design. Mob. +39 345/92.53.984 | E-mail: massimo.perriccioli@unina.it

Roberto Ruggiero, Architect and PhD, is a Researcher at the School of Architecture and Design of the University of Camerino (Italy). He carries out research activities mainly in the field of innovation of construction processes. Mob. +39 335/77.99.229 | E-mail: roberto.ruggiero@unicam.it

Michael Salka, Architect, Gates Cambridge PhD at the University of Cambridge, Technical Coordinator of Valldaura Labs at IAAC Barcelona (Spain) during the design and execution of the VQC. His research activity is focused on the use of big data and advanced digital technologies in the field of environmental sustainability and, in particular, circular economy applied to the construction sector. E-mail: michael.salka@iaac.net

Le tecnologie digitali stanno modificando la nostra idea di realtà e, in misura sempre maggiore, il nostro modo di abitare il mondo, creando nuove modalità cognitive e interpretative dei contesti in cui viviamo e agiamo. L'ambiente in cui siamo immersi con il suo enorme portato di informazioni ha sempre meno bisogno di supporti materiali ed è sempre meno analogico. Secondo Luciano Floridi (2014, p. 111), uno dei filosofi contemporanei più attenti alle trasformazioni cognitive e comportamentali della Information Age, «[...] siamo testimoni di una migrazione epocale e senza precedenti dell'umanità dallo spazio fisico newtoniano al nuovo ambiente dell'infosfera, anche perché quest'ultimo sta gradualmente assorbendo il primo». In questo nuovo ambiente, le tecnologie digitali offrono inedite e innumerevoli opportunità di pensiero, di ricerca e di sperimentazione che possono fornire metodi, strategie e soluzioni adeguate alla crescente complessità del fare architettura in un'era caratterizzata da una crisi ecologica senza precedenti. Il mondo digitale ci pone, infatti, di fronte a un problema di 'pensiero' più che di 'strumenti' che richiede la formulazione di nuove teorie conoscitive attente alle diverse forme esperienziali capaci di strutturare le differenti visioni della realtà e, di conseguenza nel nostro specifico, di stabilire nuove e più avanzate relazioni tra l'architettura e i sistemi naturali.

Tale svolta epistemologica comporta il passaggio da una 'conoscenza manipolatrice', fondata su logiche deterministiche e riduzioniste a una 'conoscenza complessa' (Morin, 1993) che mira ad accrescere le relazioni tra ambiti, discipline e realtà differenti per la comprensione dei fenomeni generativi fondamentali, non solo per cogliere la complessità dei processi naturali, ma soprattutto per trasferire le logiche in processi che sappiano rapportarsi in modo sistemico e adattivo all'ambiente in cui si inseriscono. Il mutamento di prospettiva operato dalla svolta digitale nel campo del progetto di architettura sollecita in primo luogo una riflessione critica sulla cultura materiale che contraddistingue il nostro tempo (Picon, 2021). Nelle articolate relazioni e interazioni che caratterizzano la nuova ecologia del progetto digitale, l'architettura non perde la sua fisicità ma si arricchisce di una nuova materialità che attribuisce valore sia alle qualità sensoriali, grazie all'impiego di dispositivi che la rendono sempre più responsiva, sia ai flussi di conoscenze, che riconducono i processi alla trasmissione di dati comunicabili, sia, infine, a materiali progettabili sulla base di caratteristiche non solo funzionali ed estetico-percettive ma soprattutto legate al loro ciclo di vita.

La 'svolta digitale' (Carpo, 2017) ha consentito il superamento della dicotomia cartesiana tra 'macchina' e 'organismo', evidenziando sempre più l'importanza delle interconnessioni tra organismi e ambiente, ponendo l'accento sul contesto e sulla necessità che ogni programma di modificazione parta dalla valutazione delle relazioni del sistema con la realtà che si intende modificare. L'approccio computazionale ha introdotto nel contesto del progetto digitale, non solo forme complesse, ma anche materiali astratti e di natura effimera, come i dati e le informazioni che consentono alle costruzioni di abbandonare sempre più la loro natura rigida e defini-

ta, per diventare, come le organizzazioni naturali da cui traggono ispirazione, sistemi adattivi capaci di evolvere nel tempo.

Come per i materiali tradizionali impiegati nelle architetture naturali, dove al variare delle condizioni ambientali corrisponde un processo di progressivo adattamento tra ambiente e costruzione, così, secondo Attilio Nebuloni, «[...] anche per l'architettura adattiva le innovazioni tecnologiche e gli strumenti di codificazione permettono di costruire, attraverso i materiali propri del contesto digitale, forme 'primitive' di intelligenza, che misurano la loro azione sulla base della ricezione di stimoli esterni» (Nebuloni and Rossi, 2018, p. 155). Sempre secondo Nebuloni, le ricadute di tale processo sono da ricercare non tanto «[...] nella produzione edilizia, più interessata agli aspetti di efficienza di tale dimensione ambientale dell'architettura, quanto nell'approccio progettuale, come relazione diretta tra disegno, regole computazionali di generazione della morfologia e fabbricazione digitale» (Nebuloni and Rossi, 2018, p. 155). Siamo di fronte, quindi, a un nuovo paradigma progettuale fondato su connessione multiple e interagenti che, superando la dimensione metaforica di approcci ispirati a sistemi naturali e in virtù della diffusione di strumenti e processi generativi basati su strumenti di codificazione e di programmazione, coniuga le potenzialità del digitale con la dimensione ecologica del progetto architettonico, ricomponendo la dicotomia tra naturale e artificiale.

Approccio Circolare/Digitale al campo della costruzione

Riferendoci al termine 'ecologia' come relazione ecosistemica tra qualcosa o qualcuno e il suo contesto ambientale (Zanotto, 2020, p. 49), l'attuale 'crisi ambientale'¹ ha tutti i tratti di una 'crisi ecologica', ovvero disequilibrio, divenuto cronico in epoca antropocenica (Lewis and Maslin, 2015), tra cicli tecnologici (attraverso cui si estrinseca l'agire umano) e cicli biologici (della natura). «Se non faremo l'impossibile ci troveremo di fronte l'impensabile!» (Bookchin, 2017, p. 78); con questo monito Murray Bookchin, filosofo e padre del concetto di 'ecologia sociale', già nel 1982 inquadrava tale crisi come emergenza improcrastinabile. Quarant'anni dopo il mondo sembra essere pericolosamente vicino a quella 'impensabile' che oggi si manifesta sotto forma di fenomeni complessi e violenti quali il cambiamento climatico e, per alcuni aspetti, la stessa pandemia da Covid-19². L'Europa è uno dei contesti geografici che oggi sembra aver meglio recepito tale stato di emergenza: le risorse destinate dal piano NextGeneration EU all'ambiente per il periodo 2021/2027³ rappresentano un'occasione straordinaria per sviluppare politiche efficaci e sperimentare strategie innovative.

La costruzione di una nuova ecologia richiede, evidentemente, la messa a punto di nuovi cicli tecnologici; se questo passaggio non è stato finora compiuto è per molteplici motivi di ordine culturale, politico, sociale, ma anche tecnologico. Tuttavia, il riconoscimento diffuso anche in sede di governance europea della circolarità dei cicli tecnologici quale strategia di sostenibilità⁴, nonché la diffusione capillare delle tecnologie digitali, rappresenta una nuova con-

dizione del presente – culturale e tecnologica – su cui fondare la speranza per gli anni a venire e sviluppare una nuova stagione della ricerca scientifica che è appena iniziata.

L'industria delle costruzioni rappresenta un campo di studi dove la sinergia 'circolare/digitale' potrebbe portare a risultati significativi; l'inefficienza, in termini ambientali, dei cicli tecnologici legati a questo settore è oggi rappresentata da statistiche che non lasciano dubbi⁵. Questo spiega il richiamo alla 'circolarità' quale requisito per il raggiungimento dell'obiettivo di neutralità climatica UE/2050 espressamente contenuto nel Piano d'Azione per l'Economia Circolare (European Commission, 2020). Le esperienze di approccio circolare/digitale alla costruzione costituiscono oggi un campo vario e disomogeneo che va dall'applicazione di software per la gestione del Life Cycle Assessment degli edifici a esperienze costruttive fortemente sperimentali quale il Cyclopean Cannibalism, costruzione automatizzata di un paramento murario che utilizza materiali di scarto e, segnatamente, calcestruzzo, gomma e pietra⁶. Con stretto riferimento all'attualità, nuove abitudini, opportunità di scambio e formule di business ruotano intorno all'idea di utilizzare strumenti digitali per scambiare servizi e merci, sfruttando inefficienze e ridondanze e facendo un uso migliore delle risorse materiali e degli asset fisici (Zanotto, 2020, p. 48).

La capacità del digitale di traduzione del mondo sensibile in dati costituisce, in particolare, il presupposto tecnologico e operativo per l'applicazione di alcuni principi fondamentali dell'economia circolare applicata alle trasformazioni dell'ambiente costruito quali il 'buildings as material bank' e la 'urban mining', che fanno riferimento proprio all'ambiente costruito come banca di materiali potenzialmente reimpiegabili⁷. Ma «[...] solo catturando il mondo fisico attraverso i dati è possibile organizzare ciò che è limitato in modo che rimanga disponibile all'infinito» (Rau and Oberhuber, 2016, p. 123), ricorda Thomas Rau, il cui 'passaporto dei materiali' rappresenta una delle idee più originali legate alla circolarità dei processi da costruzione: in questo processo di 'rappresentazione informata' del mondo sensibile, il digitale, dunque, fornisce il presupposto tecnologico per acquisire, per dirla con Martin Tamke (2017, p. 38), una profondità di comprensione dei materiali, delle strutture e della costruzione al fine di prevedere le loro prestazioni e il loro comportamento, ma anche per trasformare i cicli tecnologici legati alla costruzione in processi metabolici e circolari, secondo il modello tipico dei processi biologici.

Tuttavia, è necessario considerare come l'approccio circolare/digitale presenti ancora dei limiti di applicabilità dovuti sia alla difficoltà di accesso a tecnologie in larga parte sperimentali che alla mancanza di una matura cultura tecnologica del progetto. Infatti, tra i principali impedimenti alla diffusione di un approccio circolare all'architettura vi sono, da un lato la mancanza di adeguate infrastrutture (tecnologiche, normative, procedurali), capaci di supportare la reversibilità dei processi, dall'altro il modo in cui viene tradizionalmente considerata l'architettura nella sua natura di oggetto finito e non

nella sua dimensione processuale; d'altro canto, anche nel campo dei sistemi di manifattura digitale esistono limiti oggettivi di trasferimento al campo della costruzione di edifici.

Sebbene i software di progettazione e gli strumenti di fabbricazione digitale abbiano prodotto importanti effetti trasformativi nell'innovazione di molti processi produttivi, la loro utilità è ancora gravemente limitata quando si tratta dell'assemblaggio di forme su larga scala. I computer, infatti, offrono enormi vantaggi in termini di velocità e precisione, ma non possono eguagliare la capacità umana di prendere decisioni rapide ed efficaci in contesti complessi come edifici di grandi dimensioni. Secondo Marcelo

Coelho e Tovi Grossman (2018, p. 54), ciò introduce tutta una serie di problemi come per esempio, la dimensione delle macchine che limita intrinsecamente la dimensione delle parti che possono realizzare; piccole variazioni nella geometria delle parti o nel posizionamento possono introdurre errori di composizione durante l'assemblaggio; infine, le macchine sono incapaci di improvvisare per affrontare il cambiamento delle condizioni ambientali nel corso del processo realizzativo.

Small-Scale Architecture come campo di sperimentazione | Da alcuni anni a questa parte l'architettura alla piccola scala rappresenta un

promettente campo di sperimentazione di strategie e soluzioni progettuali informate da una cultura tecnologica e ambientale che si alimenta delle potenti e pervasive innovazioni digitali che caratterizzano processi e metodi costruttivi, ma che, soprattutto, riflette su nuovi modi di pensare il progetto secondo un orizzonte circolare. Essa costituisce un'opportunità di comprensione diretta del pensiero progettuale, un grande laboratorio di idee e di sperimentazioni al confine tra architettura e design sostenute da una spiccata consapevolezza ambientale e una sintesi compiuta tra strumenti e mezzi, tra processi e fini, tra artigianato e industria che si esplica in massima parte nell'esaltazione del concetto di sistema e nella necessità della cura del dettaglio. La scala minuta, il carattere temporaneo, la natura prototipica, la mancanza di vincoli normativi cogenti permettono una libera sperimentazione e lo sviluppo di tecniche, sistemi e processi che sono troppo complessi e troppo costosi per essere concepiti per edifici di maggiori dimensioni.

L'architettura alla piccola scala, grazie alla sua possibilità di essere pensata, progettata e prodotta come un sistema di parti assemblate tra loro in vista del loro dis-assemblaggio, sviluppa una nuova cultura del progetto in cui il processo è più rilevante del risultato finale: il prodotto, in altri termini, è meno importante delle procedure tecniche che lo precedono e lo seguono, definendo una concreta realizzazione del paradigma dell'assemblaggio e un'esaltazione di aspetti del progetto che non sono sempre visibili nel prodotto finale. L'innovazione implicita in questo approccio progettuale consiste nell'implementazione e nella concezione di un'idea di reversibilità in cui la gestione del fine vita di materiali, degli elementi che compongono il sistema e dei potenziali rifiuti prodotti diventano parte integrante dei processi generativi. I materiali e le risorse impiegate sono selezionati e assemblati in base alla loro provenienza, all'accessibilità, alla disponibilità al loro impiego e alla loro potenzialità di riuso dopo la fine del primo ciclo operativo, identificando in anticipo le opportunità per incrementare l'efficienza nel loro uso successivo.

L'architettura alla piccola scala rappresenta quindi un luogo in cui la sperimentazione di nuovi sistemi tecnologici, improntati a una maggiore efficienza delle soluzioni ecologiche, incontra e si integra con la gestione di cicli biologici che manipolano materiali di riciclo e di materiali naturali di cui è possibile tracciare la provenienza e il ciclo di vita. I processi industriali e di produzione si organizzano in maniera analoga a quella degli ecosistemi naturali riguardo all'uso di energia e di materiali, diventando un'opzione promettente per renderli più efficienti e sostenibili. Per questi motivi, l'architettura alla piccola scala diviene un campo di sperimentazione largo e promettente, un grande laboratorio di ricerca, un luogo di connessioni tra elementi diversi del pensiero e della costruzione, tra la dimensione tecnologica e quella ambientale in cui si realizzano nuove ecologie di spazi e nuove forme di habitat in sin-



Fig. 1 | Voxel Quarantine Cabin (VQC) in Barcelona, 2020: External view (credit: A. Goula, 2020).

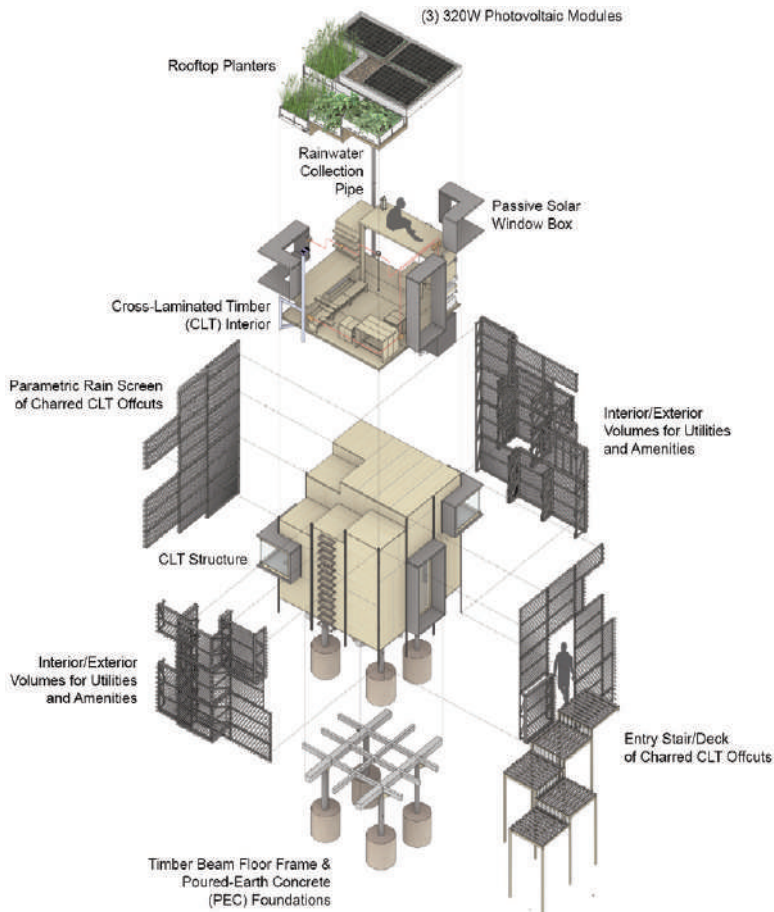


Fig. 2, 3 | VQC: Axonometric exploded view; Interior view (credits: Valldaura Labs, 2020).

tonia con la natura, caratterizzate dall'urgenza di trovare metodi costruttivi che siano più frugali nell'uso di risorse naturali.

La Voxel Quarantine Cabin: una macchina ecologica | Nel panorama internazionale, l'Institute for Advanced Architecture of Catalonia (IAAC) costituisce oggi uno dei principali riferimenti per la ricerca in questo ambito, condotta con metodologie innovative che prevedono l'integrazione tra ricerca e didattica di alta formazione, come nel caso del IAAC's immersive Master in Advanced Ecological Buildings and Biocities (MAEBB); alcune ricerche sviluppate nel MAEBB indagano, in particolare, la possibilità di uno sviluppo armonico tra ambiente naturale e ambiente costruito perseguendo un approccio digitale avanzato. Contesto di tale attività sono i Valldaura Labs, una straordinaria struttura che coniuga in modo innovativo ricerca e natura⁸. La 'visione' promossa presso i Valldaura Labs è quella di implementare lo sviluppo di un ambiente urbano autosufficiente, in grado di produrre le risorse di cui ha bisogno; parallelamente, l'ambiente naturale viene considerato come un sistema diffuso di elementi connessi disponibili per essere impiegati nella costruzione. Da questa doppia 'visione' e dal ricorso a forme avanzate di tecnologie digitali, scaturisce un approccio innovativo alla costruzione fondato sulla simbiosi tra artificio e natura, tra i cicli tecnologici che sostengono la costruzione e i cicli biologici propri dei contesti naturali. Questo spiega la presenza dei laboratori all'interno della Collserola forest, utilizzata come 'material bank' a cui è possibile attingere grazie a un flusso di lavoro che, ad eccezione delle fasi di montaggio, è esclusivamente digitale.

In particolare, la recente esperienza della Voxel Quarantine Cabin (VQC) rappresenta un esempio paradigmatico di tale filosofia ovvero di un approccio alla costruzione intesa quale 'metabolismo programmato', in accordo con l'ontologia delle macchine prospettata da Levi R. Bryant (2014, p. 15), per il quale la natura non consiste in altro che in fabbriche, micro e macro macchine spesso inserite l'una nell'altra, dove un albero non è meno di un aeroplano. Così come – secondo Bryant (2014, p. 38) – un albero e i suoi cicli biologici possono essere visti come 'un sistema di operazioni che esegue trasformazioni', l'esperienza della VQC prefigura un processo di programmazione della 'materia albero' che è reso possibile esclusivamente da un flusso di lavoro digitale nel quale la materia, lungi dall'essere passiva e aspettare la nostra plasmatura, modifica i nostri progetti in tutti i modi inaspettati (Bryant, 2014, p. 22).

La VQC è un'architettura di piccola scala (12 mq) concepita e realizzata nel 2020 durante il primo lockdown in Catalogna come alloggio per la quarantena in grado di ospitare un singolo abitante in condizione di isolamento per 14 giorni (Fig. 1, 2), frutto di un lavoro complesso che ha visto la partecipazione di numerosi attori⁹. Il suo nome (Voxel) deriva da quella che possiamo considerare – in relazione all'interfaccia video di un dispositivo informatico – un 'pixel tridimensionale' (Bottazzi, 2018), ovvero unità elementare dell'informazione visualizzata in forma tridimensionale sullo schermo di un computer. È realizzata mediante un sistema costruttivo in legno che utilizza pannelli CLT (Cross Laminated Timber), rivestito con elementi discreti in legno massello (Fig. 3).

Il suo valore in termini di innovazione risiede, tuttavia, nel processo progettuale e produttivo: come accade spesso per le architetture di piccola scala, anche nel caso della VQC il processo sembra essere preminente rispetto al risultato finale. Il materiale con cui sono realizzati i componenti della costruzione è il pino di Aleppo (Fig. 4), proveniente dalla riserva boschiva della Collserola forest, in accordo con l'obiettivo di produrre un manufatto attraverso l'impiego di materiale a km 0 e coerentemente con la strategia del 'mono-material construction' che è una delle strategie oggi codificate nell'ambito della costruzione circolare (Hillebrandt et alii, 2019).

Tuttavia, l'aspetto di maggiore innovatività risiede nel sistema di tracciabilità dei materiali adottato che fa della VQC l'archetipo di una filosofia della costruzione dove ciclo tecnologico e ciclo biologico si sovrappongono senza soluzione di continuità. Ogni elemento in legno impiegato è stato infatti 'tracciato' in relazione a diversi parametri come, ad esempio, il suo esatto punto di origine (ovvero la pianta da cui è stato prelevato il materiale e la sua posizione nel bosco) o la quantità di carbonio impiegata in tutti i passaggi necessari per la sua trasformazione da elemento naturale a elemento costruttivo. Un'applicazione sviluppata in collaborazione con Bestiario, azienda specializzata nel campo del data-visualization, consente la visualizzazione e la gestione dei dati tracciati attraverso mappe e infografiche di immediata comprensione (Fig. 5, 6).

L'intelligibilità della VQC come dataset costituisce la precondizione non solo per comprendere la provenienza dei suoi componenti e valutarne l'energia incorporata, ma anche per

definire cicli di manutenzione programmata dei componenti e progettare il reimpiego alla fine del loro ciclo di vita. Si può pertanto sostenere come, nella VQC, il processo preminente non sia tanto quello di concezione spaziale o di produzione/assemblaggio dei componenti quanto quello della costruzione del dataset in relazione agli aspetti di circolarità che la VQC incarna, ma l'uso delle tecnologie digitali non si limita a questo solo aspetto. Ad esempio, attraverso un'ulteriore collaborazione con aziende specializzate nel campo dell'Information Technology¹⁰, presso i Valldaura Labs è stato installato un prototipo di rete 5G privata per sviluppare un'applicazione di realtà aumentata che permette, attraverso la scansione via smartphone dei singoli componenti del manufatto, di visualizzare le infografiche con tutti i dati e le informazioni inerenti a quel componente. E ancora, è stata sviluppata un'applicazione di realtà virtuale che permette, anche da remoto, di visitare la VQC.

Consapevolezza globale e iper-localismo sono combinati nella VQC anche attraverso la 're-immaginazione' di cicli lineari di rifiuti materiali come flussi circolari; ad esempio, gli scarti della fabbricazione del CLT sono riproposti come 'pelle organica' sotto forma di doghe carbonizzate con profili 'a taglio vivo'. Tali componenti sono resi ignifughi e resistenti agli agenti atmosferici attraverso un processo di pre-combustione controllata che fa riferimento alla tradizione giapponese del yakisugi e che consente di non impiegare sostanze chimiche per la protezione delle superfici (Fig. 7). L'articolazione dell'intero sistema di rivestimento è inoltre frutto di un processo di matching tra progettazione computazionale e tecnologie di taglio CNC. Il posizionamento, il distanziamento e la produzione delle lamelle 'a spigolo vivo', che di fatto costituiscono un sistema diffuso di brise-soleil (Fig. 8), è infatti stato sviluppato attraverso un unico workflow, in accordo con uno dei principi chiave della fabbricazione digitale (Marble, 2013). Tutti i sistemi di giunzione sono reversibili, in accordo con un altro caposaldo della costruzione circolare, il Design to Disassembly (Sposito and Scalisi, 2020). Plinti di fondazione in calcestruzzo realizzato con inerte locale, dislocati in soli quattro punti, costituiscono l'attacco a terra di un edificio interamente smontabile.

Se le strategie finora descritte sono riconducibili al tentativo di mettere in pratica un ciclo



Fig. 4 | VQC: In situ tree trunk cutting process for construction components (credit: A. Goula, 2020).

tecnologico – relativo all'intero ciclo di vita del manufatto – armonico e coerente con i cicli biologici del contesto naturale da cui il manufatto trae origine, numerose sono le strategie impiegate per il raggiungimento dell'autosufficienza in fase di esercizio: pannelli solari con accumulatori alimentano l'illuminazione e i dispositivi in essa contenuti; la copertura è caratterizzata da un tetto-giardino, mentre dispositivi per la raccolta dell'acqua piovana e sistemi di riciclaggio delle acque grigie si integrano con un'infrastruttura autonoma di biogas per il trattamento delle acque nere ai fini della generazione di fertilizzante sanitario (Figg. 9, 10). Queste e altre strategie conferiscono alla VQC lo status di edificio quale dispositivo energetico-ambientale autosufficiente e in grado di vivere in modo simbiotico con i cicli e i flussi di energia propri del contesto ambientale in cui si trova.¹¹

Architetture alla piccola scala: dal sistema ambientale alla totalità ecologica

Nello scenario del costruire contemporaneo, in cui l'approccio digitale-circolare ancora stenta a trovare efficaci condizioni di applicazione e di verifica, l'architettura alla piccola scala assume un carattere esemplare come campo di sperimentazione di soluzioni tecnologiche, processuali e ambientali potenzialmente scalabili. Essa si presenta come un luogo in cui l'urgenza e la complessità delle sfide ambientali trovano nuove e significative connessioni con le possibilità offerte da un uso consapevole e proiettivo delle tecnologie digitali. Meglio di altre esperienze costruttive, l'architettura alla piccola scala dimostra come il progetto nell'era digitale trasli la propria ontologia da una dimensione oggettiva e chiusa in orizzonti prescrittivi verso una dimensione processuale, organica e generativa, basata su un approccio ecologico e circolare, in cui artefatti e natura costituiscono un unico biotopo, un sistema biologico co-evolutivo in cui il concetto di habitat torna a esprimere una nuova prospettiva ecologica dell'abitare.

Le sperimentazioni a questa scala dell'architettura, più che mostrare la natura fattuale e concreta degli oggetti prodotti, incarnano ed evidenziano il processo con cui essi sono stati realizzati, rendendo palese una visione olistica del progetto secondo la quale gli organismi vengono plasmati per assumere forma, funzioni e caratteristiche specifiche per poter interagire 'adattivamente' con l'ambiente in cui si iscrivono. In quanto tale, il progetto non adotta un approccio né descrittivo né prescrittivo ma, secondo un livello più avanzato di design organico, che ingegnerizza la natura secondo parametri desiderati, punta a definire le condizioni e i limiti che consentono di costruire artefatti adattivi e responsivi in grado di imparare da circostanze diverse.

L'approccio ecologico alla base delle sperimentazioni avviate nei laboratori dello IAAC di Barcellona conferma, inoltre, come l'attuale cultura tecnologica digitale presenti un carattere olistico e informativo in cui il concetto di sistema evolve dalla giustapposizione di elementi differenti che entrano in relazione tra loro verso una 'totalità ecologica' che si costituisce costantemente attraverso lo scambio tra sistemi e ambiente, tra materiali e dati, permettendo di ricon-

siderare il rapporto tra necessità umane, tecnologie e natura. Una dimensione ecologica in cui il progettare diviene un processo operativo caratterizzato dall'attività del 'prendersi cura', ossia dell'intelligenza dell'artigiano esperto, in cui non vi è differenza tra l'atto del 'disegnare' e quello del 'costruire' (Inghold, 2013). È il progetto stesso a porsi come interfaccia tra tecnologia e ambiente, valorizzando i processi generativi della forma presenti in natura basati sull'interrelazione tra materiale, informazione, forma e struttura attraverso lo sviluppo di processi digitali integrali di tipo computazionale. Processi generativi che consentono di integrare prestazioni spaziali, vincoli di produzione, logiche di montaggio e caratteristiche dei materiali nella definizione del sistema costruttivo secondo un'interpretazione di adattività intesa come l'attitudine di un sistema a tradurre informazioni in esperienze di progetto.

Le tracce e i sintomi, minuti ed eterogenei, di una transizione in atto nel modo di concepire la trasformazione dell'ambiente in senso ecologico, lasciano intuire un cambio di paradigma che prelude a un nuovo 'tempo progettuale' compreso tra il provvisorio e il permanente. Il progetto, avvalendosi di tecnologie, sistemi e processi digitali, si colloca in una posizione intermedia fra scienza e natura, non caratterizzandosi più unicamente come un agente dominante di trasformazione dell'ambiente ma come un mediatore fra sistemi, naturali e artificiali, che assume come principio guida un approccio culturale olistico, creativo, fortemente interattivo. In questa nuova dimensione ecologica il progetto diventa un luogo di connessioni in cui gli uomini, le macchine e la natura possono riscrivere nel presente il futuro del pianeta, accettando la 'sfida del cambiamento'.

Digital technologies are changing our idea of reality and, to an increasing extent, our way of living the world, creating new ways of interpreting the contexts that digitization with its information brings us to live daily. The environment in which we are immersed has less and less need of material supports and is less and less analogical. According to Luciano Floridi (2014, p. 111), one of the contemporary philosophers most attentive to the cognitive and behavioural transformations of the Information Age, we are witnessing an epochal and unprecedented migration of humanity from Newtonian physical space to the new environment of the infosphere, also because the latter is gradually absorbing the former. In this new environment, digital technologies offer new and countless opportunities for thinking, research and experimentation that can provide methods, strategies and solutions adapted to the growing complexity of doing architecture in an era characterised by an unprecedented ecological crisis. The new digital technologies put us in front of a problem of 'thought' rather than 'tools' and therefore require the formulation of new cognitive theories attentive to the different experiential forms able to structure the different visions of reality and, consequently, in our specific case, to establish new and more advanced relationships between architecture and natural systems.

This epistemological turn involves the transition from a ‘manipulative knowledge’ based on deterministic and reductionist logic to a ‘complex knowledge’ (Morin, 1993) that aims to increase the links between different fields and disciplines for the understanding of the fundamental generative phenomena, not only to decrypt the complexity of living nature but especially to move their logic to processes that can relate in a systemic and adaptive way to the environment in which they are included.

The change in perspective brought about by the digital turn in architectural design calls for a critical reflection on the material culture that distinguishes our time (Picon, 2021). In the articulated interactions that characterize the new ecology of digital design, architecture does not lose its physicality but is enriched both by new sensory qualities, thanks to the use of devices that make it more and more responsive, and by knowledge flows, which connect processes to the transmission of communicable data, and, finally, by materials that can be designed based on performances that are not only functional and aesthetic-perceptive but above all linked to their life cycle.

The digital turn (Carpo, 2017) has allowed the overcoming of the Cartesian dichotomy between ‘machine’ and ‘organism’, further highlighting the importance of interconnections and relationships between organisms and the environment and emphasizing the context and the need for any modification program to start from the analysis of the relationships with the reality to be changed. The computational approach has introduced into the realm of digital design not only complex forms but also abstract and ephemeral materials, such as data and information, which allow constructions to increasingly abandon their rigid and defined nature and to become, like the natural structures from which they draw their inspiration, adaptive systems capable of evolving over time.

As for the traditional materials used in natural architectures, where the variation of environmental conditions corresponds to a process of progressive adaptation between environment and construction, so, according to Attilio Nebuloni (Nebuloni and Rossi, 2018, p. 155), also for adaptive architecture, technological innovations and codification tools allow building, through the materials belonging to the digital context, ‘primitive’ forms of intelligence, which measure their action on the basis of the reception of external stimuli. The effects of this process are to be found not so much in building production, which is more interested in the efficiency aspects of this environmental dimension of architecture, as in the design approach, as a direct relationship between design, computational rules for generating morphology and digital fabrication (Nebuloni and Rossi, 2018, p. 155). We are, therefore, facing a new design paradigm based on multiple and interacting connections which, going beyond the metaphorical dimension of approaches inspired by natural systems and by virtue of the spread of tools and generative processes based on coding and programming tools, combines the potential of the digital with the ecological dimension of architectural design, recomposing the dichotomy between natural and artificial.

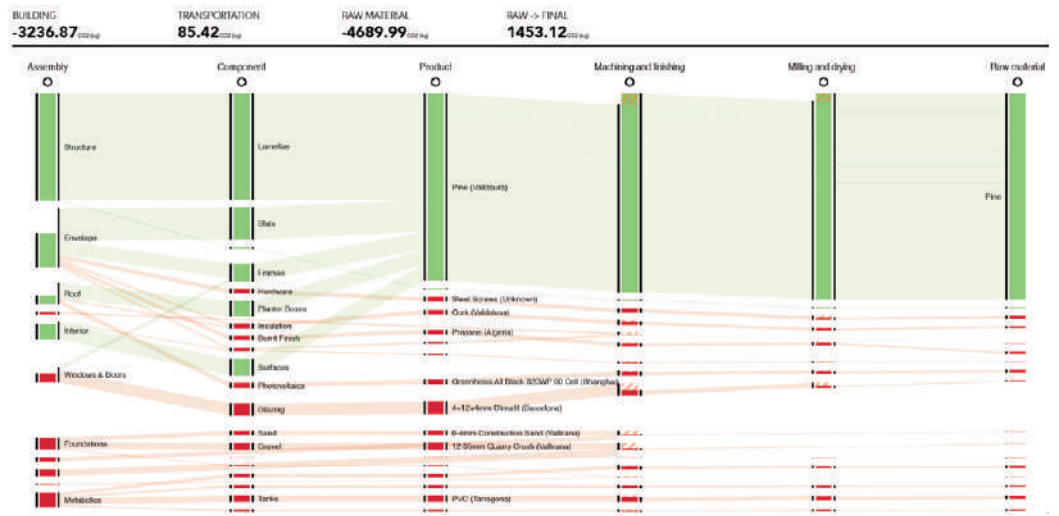


Fig. 5 | VQC: Bestiary software interface showing the diagram of the carbon dioxide incorporated in all the steps of the VQC production process (credit: Valldaura Labs, 2020; source: projects.bestiario.org).

Fig. 6 | VQC: Selection phase of the wooden elements obtained from the cutting phase (credit: Valldaura Labs, 2020).



Fig. 7 | VQC: The controlled pre-combustion process of the external envelope panels (credit: Valldaura Labs, 2020).

Fig. 8 | VQC: Detail of the brise-soleil system developed by computational approach (credit: A. Goula, 2020).



Circular/Digital Approach to the Construction Industry | Referring to the term ‘ecology’ as «[...] ecosystemic relation between something or someone and its environmental context», and ecology itself as «[...] the reference paradigm of the contemporary age» (Zanotto, 2020, p. 49), the current ‘environmental crisis’¹ has all the features of an ‘ecological crisis’, i.e. disequilibrium, which has become chronic in the Anthropocene era (Lewis and Maslin, 2015), between technological cycles (through which human action is expressed) and biological cycles (of nature). According to Murray Bookchin (2017, p. 78), if we do not do the impossible, we shall be faced with the unthinkable! With this warning Bookchin, philosopher and father of the concept of ‘social ecology’, already in 1982 framed this crisis as an unmissable emergency. Forty years later the world seems to be dangerously close to that ‘unthinkable’ that today manifests itself in the form of complex and violent phenomena such as climate change and, in some respects, the Covid-19² pandemic itself. Europe is one of the geographical contexts that today seems to have better understood this state of emergency. The resources allocated by the Next Generation EU plan to the environment for the period 2021/2027³ represent an extraordinary opportunity to develop effective policies and test innovative strategies.

The construction of a new ecology obviously requires the development of new technological cycles. If this step has not been taken so far, it is for a variety of cultural, political, social and technological reasons. However, the widespread recognition, also within European governance, of the circularity of technological cycles as a strategy for sustainability⁴, as well as the widespread diffusion of digital technologies, represent a new condition of the present – a cultural and technological condition – on which we can base hope for the years to come as well as develop the new season of scientific research that has just begun.

The construction industry represents a field of study where the ‘circular/digital’ synergy could lead to significant results. The inefficiency, in en-

vironmental terms, of the technological cycles related to this sector is today represented by statistics that leave no doubt⁵. This explains the call for ‘circularity’ as a requirement for achieving the EU/2050 climate neutrality goal expressly contained in the Circular Economy Action Plan (European Commission, 2020). Current experiences of circular/digital approach to construction constitute a varied and inhomogeneous field, ranging from the application of software for the management of the Life Cycle Assessment of buildings to highly experimental construction experiences such as Cyclopean Cannibalism, the automated construction of a wall face using waste materials and, in particular, concrete, rubber and stone⁶. With strict reference to current events, «[...] new habits, exchange opportunities and business formulae revolve around the idea of using digital tools to exchange services and commodities, exploiting inefficiencies and redundancies, making a better use of material resources and physical assets» (Zanotto, 2020, p. 48).

The capacity of the digital to translate the

sensible world into data set constitutes, in particular, the technological and operational prerequisite for the application of some fundamental principles of the circular economy applied to the construction, such as ‘buildings as material bank’ and ‘urban mining’, which refer to the built environment as a bank of potentially reusable materials⁷. But only by capturing the physical world through data is it possible to organize what is limited so that it remains available indefinitely (Rau and Oberhuber, 2016, p. 123), Thomas Rau recalls, whose ‘material passport’ represents one of the most original ideas related to the circularity of construction processes. In this process of ‘informed representation’ of the sensible world, the digital, therefore, provides the technological prerequisite to acquire, in the words of Martin Tamke (2017, p. 38), «[...] a depth of understanding about materials, structures and building to predict performances and behavior», but also to transform the technological cycles related to construction into metabolic and circular processes, according to the typical model of biological processes.

Moreover, it is necessary to consider how the circular/digital approach still has limits of feasibility due both to the difficulty of access to largely experimental technologies and to the lack of a mature technological culture of the project. Indeed, one of the main impediments to the diffusion of a circular approach to architecture is, on the one hand, the lack of adequate infrastructures (technological, normative, procedural) capable of supporting the reversibility of processes, and on the other hand, the way architecture is traditionally considered in its nature of a finished object and not in its processual dimension. Even in the field of digital manufacturing systems there are objective limits of transfer to the building construction field.

Although design software and digital fabrication tools have had important transformative effects in innovating many manufacturing processes, their utility is still severely limited when it comes to large-scale form assembly. Computers, in fact, offer tremendous advantages in speed and accuracy, but they cannot match the human ability to make quick and effective decisions in complex contexts such as large buildings. «This introduces a whole host of problems: for example, the size of machines inherently limits the size of the parts they can make; small variations in part geometry or placement can introduce compounding errors during assembly; and machines are incapable of improvising to address changing environmental conditions» (Coelho and Grossman, 2018, p. 54).

Small-Scale Architecture as an experimentation field | For some years now, small-scale architecture has been a promising field for experimentation of design strategies and solutions informed by a technological and environmental culture that feeds on the powerful and pervasive digital innovations that inform construction processes and methods, but which, above all, reflects on new ways of thinking about design on a circular horizon. It constitutes an opportunity for direct understanding of design thinking, a great laboratory of ideas and experimentations on the borders between architecture and design, supported by a marked environmental awareness and a complete synthesis between tools and means, between processes and ends, between craftsmanship and industry that is expressed mainly in the exaltation of the concept of system and the need for attention to detail. The tiny scale, the temporary nature, the prototypical nature and the lack of binding regulatory constraints allow free experimentation and development of techniques, systems and processes that are too complex and too costly to be designed for larger buildings.

Small-scale architecture, thanks to its possibility of being conceived, designed and produced as a system of parts assembled together in order to be disassembled, develops a new design culture in which the process is more important than the final result: the product, in other words, is less important than the technical procedures that precede and follow it, defining a concrete realisation of the assembly paradigm and an exaltation of the aspects of the project that are not always visible in the final product. The innovation implied in this design approach consists in the

implementation and conception of a reversibility idea in which the end-of-life management of materials, system elements and potential waste products become an integral part of the generative processes. The materials and resources used are selected and assembled according to their origin, accessibility, availability for use and their potential to be reused after the end of the first operational cycle, identifying in advance opportunities to increase efficiency in their subsequent use.

Thus, small-scale architecture is a place where experimentation with new technological systems for more efficient ecological solutions meets and integrates with the management of biological cycles (handling recycled materials) and natural materials whose origin and life cycle can be traced. Industrial and production processes are organised in a similar way to natural ecosystems with regard to the use of energy and materials, becoming a promising option for making them more efficient and sustainable. For these reasons, small-scale architecture becomes a wide and promising field of experimentation, a great research laboratory, a place of connections between different elements of thought and construction, between the technological dimension and the environmental dimension in which new ecologies of spaces and new forms of habitat in harmony with nature are created, characterised by the urgent need to find construction methods that are more frugal in their use of natural resources.

The Voxel Quarantine Cabin: an ecological machine | On the international scene, the Institute for Advanced Architecture of Catalonia (IAAC) is today one of the main references for research in this field, conducting innovative methodologies that involve the integration of research and higher education, as in the case of IAAC's immersive Master in Advanced Ecological Buildings and Biocities (MAEBB). Some research developed in MAEBB investigate, in particular, the possibility of harmonious development between natural and built environments, pursuing an advanced digital approach. The context of this activity is Valldaura Labs, an extraordinary facility that combines research and nature in an innovative way⁸. The 'vision' promoted at Valldaura Labs is to implement the development of a self-sufficient urban environment, capable of producing the resources it needs. In parallel, the natural environment is considered as a diffuse system of connected elements available to be used in construction. From this double 'vision', and from the use of advanced forms of digital technologies, an innovative approach to construction is derived based on the symbiosis between artifice and nature, between the technological cycles that underlie the construction and the biological cycles of natural contexts. This explains the presence of the laboratories within the Collserola forest, used as a 'material bank' from which it is possible to sustainably draw thanks to a workflow that, with the exception of the assembly phases, is exclusively digital.

In particular, the recent experience of the Voxel Quarantine Cabin (VQC) represents a paradigmatic example of such a philosophy, or rather of an approach to construction understood as 'programmed metabolism', in accordance with

the ontology of machines envisaged by Levi R. Bryant (2014, p. 15), for whom nature «[...] consists of nothing but factories, micro and macro machines often wrapped around each other, where a tree is no less than an airplane». Just as – according to Bryant – a tree and its biological cycles can be seen as «[...] a system of operations that performs transformations» (Bryant, 2014, p. 38), the VQC experience prefigures a process of programming the 'matter tree' that is made possible exclusively by a digital workflow in which «[...] matter, far from being passive and awaiting our shaping, modifies our designs in all sorts of unexpected ways» (Bryant, 2014, p. 22).

The VQC is a small-scale architecture (12 sqm) conceived and realized in 2020 during the first lock-down in Catalonia as quarantine housing capable of hosting a single inhabitant in isolation for 14 days (Fig. 1, 2). The VQC is the result of a complex work that has seen the co-participation of many actors⁹. Its name (Voxel) derives from what we can consider – in relation to the video interface of a computer device – a three-dimensional 'pixel' (Bottazzi, 2018), i.e. an elementary unit of information displayed in the three-dimensional form on a computer screen. It is built with a timber construction system made of Cross Laminated Timber panels, encased with discrete solid wood elements (Fig. 3).

As it often happens with small-scale architecture, the VQC's value in terms of innovation lies more in the design and production process than in its final shape. The material that makes up the VQC is Aleppo Pine (Fig. 4), sourced from the Collserola forest reserve, in accordance with the goal of producing an artefact through the use of 0-km material and consistent with the 'mono-material construction' strategy that is one of the strategies codified today in circular economy studies applied to construction (Hillebrandt et alii, 2019).

However, the most innovative aspect lies in the material traceability system, which makes the VQC the archetype of a construction philosophy where technological and biological cycles overlap seamlessly. Each timber component of the construction has been traced in relation to different parameters such as, for example, its exact point of origin (i.e. the plant from which the material was taken and its position in the forest) or the amount of carbon used in all the steps necessary for its transformation from a natural element to a building element. An application developed in collaboration with Bestiario, a company specializing in the field of data-visualization, allows the visualization and management of the traced data through maps and infographics of immediate understanding (Fig. 5, 6).

The intelligibility of the VQC as a data set is the precondition not only to understand the origin of its components and to evaluate their embodied energy but also to define planned maintenance cycles of the components and to plan their reuse at the end of their life cycle. Therefore, it can be argued that, in the VQC, the pre-eminent process is not so much that of spatial conception or production/assembly of components as that of the construction of the data set in relation to the aspects of circularity that the

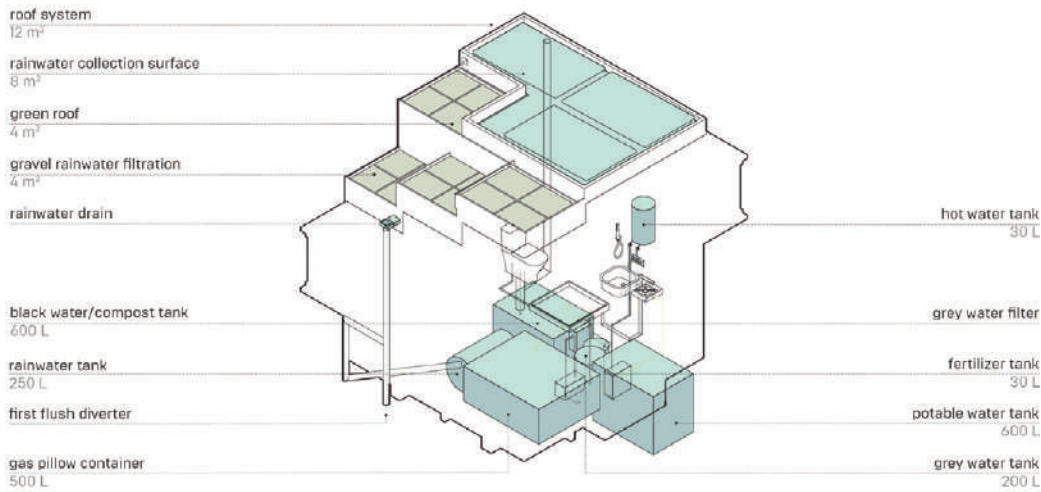


Fig. 9, 10 | VQC: Axonometric scheme of water management; Roof garden and photovoltaic panels on the roof (credits: Valldaura Labs, 2020).

VQC embodies. But the use of digital technologies is not limited only to this aspect. For example, through further collaboration with companies specialized in the field of Information Technology¹⁰, at Valldaura Labs a prototype of a private 5G network has been installed to host an augmented reality application that allows visitors, through the scanning via smartphone of the individual components of the artefact, to view infographics with all the data and information related to that specific component. Furthermore, a virtual reality application has been developed to 'explore', even remotely, the VQC.

Global awareness and hyper-localism are further combined in the Voxel through the reimagination of linear cycles of material waste as circular flows. For example, waste from the manufacture of CLT is repurposed as 'organic leather' in the form of charred slats with 'live-edge' profiles. These components are made fire-retardant and resistant to atmospheric agents and pests through a process of controlled pre-burning that refers to the Japanese tradition of *yakisugi* and that allows the use of chemicals for the protection of surfaces (Fig. 7). The articulation of the entire coating system is also the result of a matching process between computational design and CNC cutting technologies. In fact, the position-

ing, spacing and production of the sharp-edged slats, which constitute a widespread *brise-soleil* system (Fig. 8), was developed through a single parametric workflow, in accordance with one of the key principles of digital fabrication (Marble, 2013). All joint systems are reversible, in accordance with another cornerstone of circular construction, the Design to Disassembly (Sposito and Scalisi, 2020). Poured earth concrete foundation plinths made of local inert material, displaced at only four points, form the ground connection of an entirely disassemblable building.

If the strategies described so far can be seen as the attempt to create a technological cycle – related to the entire life cycle of the building – which is harmonious and consistent with the biological cycles of the natural context from which the building originates, there are many strategies used to achieve self-sufficiency during operation: Solar panels with battery storage power lighting and devices, while a rooftop garden, rainwater collection and greywater recycling systems integrate with a self-contained biogas infrastructure for blackwater treatment to generate only usable fuel and sanitary fertilizer as by-products (Fig. 9, 10). These and other strategies give the VQC the status of a building as a self-sufficient energy-environmental device ca-

pable of living symbiotically with the energy cycles and flows of the environmental context in which it is located.¹¹

Small-Scale Architecture: from environmental system to ecological totality | In the scenario of contemporary building, where the digital-circular approach is still struggling to find effective conditions of application and feasibility, small-scale architecture takes on an exemplary character as a field of experimentation of technological, processual and environmental potentially scalable solutions. It shows as a place where the urgency and complexity of environmental challenges find new and significant connections with the possibilities offered by informed and projective use of digital technologies. Better than other building experiences, small-scale architecture shows how the design in the digital age shifts its ontology from an objective dimension closed in prescriptive horizons to a generative dimension based on an ecological approach in which artefacts and nature constitute a single biotope, a co-evolutive biological system in which the concept of habitat returns to express a new ecological prospect of living.

Experimentations at this scale of architecture, rather than showing the factual and concrete nature of the objects produced, embody and highlight the process by which they were made, making a holistic vision of design clear according to which organisms are shaped to take on a specific form, functions and characteristics in order to interact adaptively with the environment in which they are inscribed. As such, the project does not take a descriptive or prescriptive approach but, according to a more advanced level of organic design that engineers nature according to desired parameters, it aims to define the conditions and limits that allow the construction of adaptive and responsive artefacts capable of learning from different circumstances.

The ecological approach at the basis of the experimentations carried out in the laboratories of IAAC in Barcelona confirms, moreover, how the current digital technological culture has a holistic and informational character in which the concept of the system evolves from the juxtaposition of different elements that relate to each other towards an 'ecological totality' that is constantly constituted through the exchange between systems and environment, between materials and data, allowing us to reconsider the relationship between human needs, technologies and nature. An ecological dimension in which designing becomes an operational process characterised by the activity of 'taking care', i.e. the intelligence of the skilled craftsman, in which there is no difference between the acts of 'designing' and 'building' (Inghold, 2019). It is the project itself that acts as an interface between technology and environment, enhancing the generative processes of form occurring in nature based on the interrelation between material, information, form and structure through the development of integrated digital computational processes. These generative processes make it possible to integrate spatial performance, production constraints, assembly logic and material characteristics in the definition of the construction

system according to an interpretation of adaptability understood as the ability of a system to translate information into design experience.

The tiny and heterogeneous traces and symptoms of an ongoing transition in the way of conceiving the transformation of the environment in an ecological sense, suggest a paradigm shift that prelude to a new 'design time' be-

tween the temporary and the permanent. The project, using digital technologies, systems and processes, is placed in an intermediate position between science and nature, no longer characterised solely as a dominant agent for the transformation of the environment, but as a mediator between natural and artificial systems, which takes a holistic, creative and highly inter-

active cultural approach as its leading principle. In this new ecological dimension, the project becomes a place of connections where people, machines and nature can rewrite the future of the planet in the present, accepting the 'challenge of change'.

Acknowledgements

The contribution, resulting from a common reflection, is to be assigned in equal parts to all the Authors.

Notes

1) According to Oxford Reference (2021), 'environmental crisis' is «A term that is used to describe the sum of the environmental problems that we face today. Key contemporary environmental problems include the greenhouse effect and global warming, the hole in the ozone layer, acid rain, and tropical forest clearance. New dimensions to the environmental crisis include emerging threats and the global nature, rapid build-up, and persistence of the problems». [Online] Available at: [oxfordreference.com/view/10.1093/oi/authority.20110803095753543](https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/oi/authority.20110803095753543) [Accessed 10 November 2021].

2) In fact, the scientific community seems to agree in considering the pollution and, in general, the climate crisis, a risk factor for the spread of viral phenomena such as the pandemic in progress. For example, see Dragone et alii (2021), the outcome of the research conducted by the Institute for the study of nanostructured materials of the CNR with Grenoble Institute of Technology and E. Amaldi Foundation.

3) The budget made available by the NextGeneration EU 2021/2027 plan for the strategic area Natural Resources and Environment (Chapter 3) amounts to 401 billion euros, of which 14.48 billion is allocated exclusively to Environment and Climate Action. *For more information see the webpage:* op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d3e77637-a963-11eb-9585-01aa75ed71a1/language-en [Accessed 10 November 2021].

4) The Action Plan for the Circular Economy (2020), an integral part of the European Green Deal, explicitly calls for the concept of circularity as an indispensable requirement for achieving the EU goal of climate neutrality by 2050.

5) In Europe, two figures exemplify the scale of the problem. 3.4 million companies (which accounts for 9% of the EU's gross domestic product) engaged in the construction industry produce 25-30% of all waste generated in the Union and use 4.3 gigatons/year of materials (of which only 12% come from secondary sources). *For more information see the webpage:* unep.org/resources/emissions-gap-report-2021 [Accessed 10 November 2021].

6) Authors of this experimentation, launched in 2017, are Randon Clifford, Wes McGee and Johanna Lobdell, researchers at the Massachusetts Institute of Technology (MIT) in partnership with the company Quarra Stone. *For more information see the webpage:* matterdesign-studio.com/cyclopean-cannibalism [Accessed 10 November 2021].

7) The ongoing research at the Institute for Advanced Architecture of Catalonia (IAAC) called Material (data) Intelligence – Towards a Circular Building Environment represents, for example, an emblematic case of how artificial intelligence and data analysis can generate new strategies for reusing building materials. In particular, the research investigates the possibility of building a large dataset of materials from demolition processes for reuse in new construction (Batalle et alii, 2021).

8) The Vallaura Labs are part of the Institute for Advanced Architecture of Catalonia (IAAC). They are located within the Collserola Natural Park, a 135 hectares naturalistic area, immediately north of the metropolitan area of Barcelona.

9) Credits: V. Guallart e D. Ibañez (direction and scientific coordination); M. Salka (technical coordination); L. Pifarré (management); Saltoki, Miogás, Mausa, Distribució Sostenible, Bestiario, Henkel, Cork 2000 & Tallfusta (sponsor); O. Aceves, M. Rodriguez, J. Scheerer, E. Orte, G. Sevillano, E. Chamorro, D. Valldeoriola, M. Nevado, J. Prat, G. Escudero (tutor); B. Ganem, L. Leveri, A. Mhamunkar, D. Nahmias, L. Sidiq, K. Kerner (tutoring and support); A. Hadley, A. Mishchenko, S. Kocaoğlu, C. Garnier, D. Aburouss, E. Camps Bastida, F. Vegezzi, G. Mirizzi, J. G. Secondo, M. J. Uka, C. Fajardo, N. Botbol, S. Sharma, Y. Zhang, Z. Liu, R. Aboud, I. Rodriguez Perez (MAEBB students involved in the entire design, production and construction process).

10) Partner of this joint venture are: Mobile World Capital Barcelona, Neutron, Italtel e Aumenta Solutions.

11) For a more deep description of the Voxel Quarantine Cabin, see the video at the webpage: [youtube.com/watch?v=_tPnUrYMSO4](https://www.youtube.com/watch?v=_tPnUrYMSO4) [Accessed 10 November 2021].

References

- Batalle Garcia, A. Cebeci, I. Y. Vargas, C. R. and Gordon, M. (2021), "Material (data) Intelligence – Towards a Circular Building Environment", in Globa, A., van Ameijde, J., Fingrut, A., Kim, N. and Tian Tian, S. L. (eds), *Projections | Proceedings of the 26th International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA) 2021*, vol. 1, Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia, Hong Kong, pp. 361-370. [Online] Available at: caadria2021.org/wp-content/uploads/CAADRIA2021_Proceedings_Volume_1.pdf [Accessed 10 November 2021].
- Bookchin, M. (2017), *L'Ecologia della libertà* [or. ed. *The Ecology of Freedom*, 1982], Elèuthera, Milano.
- Bottazzi, R. (2018), *Digital architecture beyond computers – Fragments of a cultural history of computational design*, Bloomsbury Visual Arts, London.
- Bryant, L. R. (2014), *Onto-Cartography – An anthology of machines and media*, Edinburgh University Press, Edinburgh (UK).
- Carpó, M. (2017), *The Second Digital Turn – Design beyond intelligence*, The MIT Press, Cambridge (MA).
- Coelho, M. and Grossman, T. (2017), "Crowd-driven pattern formation – Computational strategies for large-scale design and assembly", in Tibbitts, S. (2018), *Autonomous assembly – Designing for a new era of collective construction*, Wiley, Hoboken, New Jersey (US), pp. 50-59.
- Dragone, R., Licciardi, G., Grasso, G., Del Gudío, C. and Chanussot, J. (2021), "Analysis of the Chemical and Physical Environmental Aspects that Promoted the Spread of SARS-CoV-2 in the Lombard Area", in *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 18, issue 3, pp. 1-20. [Online] Available at: doi.org/10.3390/ijerph18031226 [Accessed 10 November 2021].

European Commission (2020), *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – A new EU Circular Economy Action Plan for a cleaner and more competitive Europe*, document 52020DC0098, 98 final. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN [Accessed 10 November 2021].

Floridi, L. (2017), *La quarta rivoluzione – Come l'infosfera sta trasformando il mondo*, Raffaello Cortina, Milano.

Hillebrandt, A., Riegler-Floors, P., Rosen, A. and Seggewies, J.-K. (2019), *Manual of Recycling – Buildings as sources of materials*, Detail, Munich.

Inghold, T. (2013), *Making – Anthropology, Archaeology, Art and Architecture*, Routledge, London.

Lewis, S. L. and Maslin, M. A. (2015), "Defining the Anthropocene", in *Nature*, vol. 519, pp. 171-180. [Online] Available at: doi.org/10.1002/ad.2195 [Accessed 10 November 2021].

Marble, S. (ed.) (2013), *Digital workflows in architecture – Design-Assembly-Industry*, Birkhauser, Basel. [Online] Available at: doi.org/10.1515/9783034612173 [Accessed 10 November 2021].

Morin, E. (1993), *Introduzione al pensiero complesso – Gli strumenti per affrontare la sfida della complessità*, Sperling & Kupfer, Milano.

Nebuloni, A. and Rossi, A. (2018), *Codice e progetto – Il computational design tra architettura, design, territorio, rappresentazione, strumenti, materiali e nuove tecnologie*, Mimesis, Milano-Udine.

Picon, A. (2021), *The Materiality of Architecture*, University of Minnesota Press, Minneapolis (US).

Rau, T. and Oberhuber, S. (2016), *Material matters – L'importanza della materia*, Edizioni Ambiente, Milano.

Sposito, C. and Scalisi, F. (2020), "Ambiente costruito e sostenibilità – Materiali riciclati e Design for Disassembly tra ricerca e buone pratiche | Built environment and sustainability – Recycled materials and Design for Disassembly between research and good practices", in *Agathon | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 08, pp. 106-117. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/8102020 [Accessed 10 November 2021].

Tamke, M. (2017), "Fundamental changes for architecture", in Commerel, A. H. and Feireiss, K. (eds), *Craftmanship in the digital age – Architecture, value and digital fabrication*, ANCB edition, Berlin, pp. 36-39. [Online] Available at: ancb.de/sixcms/detail.php?id=18846875 [Accessed 10 November 2021].

Zanotto, F. (2020), *Circular architecture – A design ideology*, LetteraVentidue Edizioni, Siracusa.

DIY-CITY E INTERNET OF THINGS

Un'ipotesi di ricerca intorno alla
progettazione urbana interattiva

DIY-CITY AND INTERNET OF THINGS

A research hypothesis around
interactive urban design

Marco Trisciuglio

ABSTRACT

In una sua rinnovata lettura, anche critica, l'idea della cosiddetta 'smart city' può servire a prefigurare un cambio di paradigma nella progettazione urbana: da quella contrapposizione apparentemente irrisolvibile tra processi top-down e bottom-up che hanno segnato i dibattiti sul progetto partecipato nell'ultimo quarto del XX secolo, ci si potrà muovere verso l'idea di una collaborazione tra cittadini, imprese e Istituzioni che sia allo stesso tempo top-down e bottom-up. Lo strumentario offerto dalle tecnologie digitali può infatti promettere un orizzonte di 'co-making', inteso come progetto urbano interattivo, in grado certo di affinare la produzione dello spazio della città, ma anche di esprimere il suo valore sociale e simbolico e infine di ideare e progettare scenari urbani innovativi in modo più partecipativo. Per fare questo, l'ipotesi di ricerca illustrata prefigura una sorta di macchina di Turing della progettazione urbana, in grado di trasformare dati (volontariamente e involontariamente forniti dalla cittadinanza) in azioni tese a disegnare lo spazio della città.

In a renewed and critical interpretation of the idea of the so-called 'smart city', it may serve to prefigure a paradigm shift in urban design: from the apparently irresolvable opposition between top-down and bottom-up processes that marked the debates on participatory design in the last quarter of the 20th century, it will be possible to move towards the idea of collaboration between citizens, businesses and institutions that is both top-down and bottom-up. The tools offered by digital technologies can in fact promise a horizon of 'co-making', understood as an interactive urban project, capable of refining the production of the city space, but also of expressing its social and symbolic value and finally of conceiving and designing innovative urban scenarios in a more participatory way. In order to do this, the research hypothesis illustrated prefigures a sort of Turing machine of urban design, capable of transforming data (voluntarily and involuntarily provided by citizens) into actions aimed at designing the space of the city.

KEYWORDS

internet of things, città intelligenti, partecipazione, progetto urbano, cittadinanza digitale

internet of things, smart cities, participation, urban design, digital citizenship

Marco Trisciuglio is a Full Professor of Architectural and Urban Composition at the Department of Architecture and Design of the Polytechnic of Turin (Italy), where he coordinates the PhD in Architecture – History and Design. In 2018 he established, between Polytechnic of Turin and Southeast University of Nanjing (China), the Joint Research Unit 'Transitional Morphologies' that he co-directs. With specific attention to the intertwining of topography, typology and tectonics, she deals with the dynamics of transformation of human settlements, studying their phenomena and causes and tracing useful elements and devices for urban design. E-mail: marco.trisciuglio@polito.it

Quando, nel 2015, Antoine Picon pubblica *SmartCities – A Spatialised Intelligence*, appare evidente come un nuovo paradigma urbano sia stato ormai codificato: sono passati vent'anni dal libro/manifesto di Richard Rogers (1997) *Cities for a Small Planet* e, al fianco della città eco-sostenibile e resiliente, ecco proporsi un 'nuovo ideale urbano', quello della città intelligente, luogo della gestione dei flussi e del controllo degli eventi, dove gli stessi concetti di urbano e di mappa, per non parlare dell'idea di comunità, vengono sottoposti a un'evidente riconcettualizzazione. La spazializzazione dell'intelligenza di cui scrive Picon (2015) si pone come una promessa: è ancora tutta da verificare, ma pare destinata ad aumentare, in prospettiva, anche la qualità della vita dei cittadini. Proprio il tema dell'interconnessione tra gli abitanti di un insediamento urbano può forse determinare nuove letture degli spazi della città e perciò nuovi modi di disegnarli.

Cinque anni dopo, il dibattito sulle città intelligenti ha dovuto confrontarsi con due temi cruciali e inattesi. Nel 2019 la cosiddetta 'guerra digitale' relativa alla corsa al protocollo 5G ha visto fronteggiarsi Stati Uniti e Cina così aspramente da far vacillare la stessa fiducia nelle promesse di welfare e di progresso che quella tecnologia pareva evocare. Nel 2020 la lotta alla pandemia mondiale di Covid-19 si è combattuta anche attraverso possibili tracciamenti digitali della propagazione del virus, ma in taluni contesti – soprattutto in Europa e in Italia – il ricorso ad applicazioni digitali come Immuni ha trovato, da un lato, resistenze sociali e culturali, dall'altro, condizioni di scarsa diffusione di competenze digitali o scarsa infrastrutturazione dei territori.

Questa realtà dei fatti (insieme a molte altre criticità riscontrate dalle culture avanzate intelligenti nel maneggiare gli strumenti digitali) mostra un curioso distacco dalla maniera avanzatissima con la quale le discipline della morfologia urbana, dell'urban design e anche della pianificazione ragionano in termini di pratiche di mapping guidate da attività remote-sensing, di possibili esiti di procedure di machine learning in termini di produzione di nuovi urban codes, per non parlare delle nuovissime frontiere offerte dall'esplorazione delle realtà urbane e della loro trasformazione poste dall'intelligenza artificiale (attraverso possibili applicazioni in ambito di neural networks e di brain computing).

Proprio negli anni delle grandi speranze riposte nell'idea di smart city (e della pubblicazione del libro di Antoine Picon), ci era sembrato possibile intravedere una nuova stagione di partecipazione digitale e avevamo provato a prefigurare un modello di progetto urbano digitale, sorretto dall'uso dei cosiddetti big data e dallo sviluppo, sempre più ampio, di tecnologie Internet of Things. Quel modello era stato proposto nel 2015 da un ERC challenge team composto da me e dai giovani studiosi Davide Tommaso Ferrando e Yu Wenwei, per essere poi presentato in alcune occasioni pubbliche tra l'Asia e l'Europa, a partire dal workshop *Digital Cities 9* dal titolo *Hackable Cities – From Subversive City Making to Systemic Change* tenuto, con i più importanti studiosi dello stesso tema, nel giugno 2015 presso l'Università di Limerick, Ei-

re. Nel quadro di una riflessione a tutto campo sul tema delle connessioni (fisiche, virtuali, digitali), si è ritenuto qui interessante riprendere quell'idea e descriverla; infatti, rendere conto di quell'ipotesi di ricerca (che a oggi rimane tale) serve soprattutto a proporre una riflessione sulla città interconnessa da parte di chi si occupa principalmente di nuove frontiere della morfologia urbana, intesa nella sua dimensione antropologica, e del ruolo dei processi di interazione uomo-città nel determinare la forma urbana nel tempo (Trisciuglio et alii, 2021).

L'esperienza della nostra vita quotidiana è stata ormai radicalmente trasformata ('aumentata') dall'uso di dispositivi digitali personali se non addirittura indossabili: è un cambiamento che interessa anche il nostro modo di percepire lo spazio urbano. Potrebbe trattarsi di un cambio di paradigma nella storia della percezione, simile all'invenzione della prospettiva nel XV secolo o all'introduzione delle tecnologie dei flussi (acqua, elettricità, trasporti) nel XIX secolo. In quei casi, l'introduzione di una nuova tecnica ha ogni volta modificato la percezione e la rappresentazione dello spazio urbano da parte dei cittadini e, di conseguenza, le modalità con cui lo spazio urbano può essere progettato, pianificato e controllato (Kitchin and Dodge, 2011; McCullough, 2013; de Waal, 2014).

Noi viviamo ormai nell'era della cosiddetta 'dataficazione'; al giorno d'oggi molte informazioni fluttuano intorno a noi, come mai era avvenuto prima: quella gigantesca massa di dati che chiamiamo convenzionalmente 'big data', è costituita da set di masse di informazioni, anche dinamiche, variamente dettagliate, correlate tra loro e soprattutto producibili a basso costo, che possono essere collegati e utilizzati in diversi modi (Batty, 2013; Kitchin, 2014). Sebbene il Web abbia ridisegnato il modo in cui gli esseri umani comunicano, i big data hanno segnato una trasformazione nel modo in cui la società elabora le informazioni, caratterizzata com'è dalla capacità di trasformare in dati aspetti del mondo mai quantificati prima. Il rapporto tra software, spazi e società ha trovato in questa rivoluzione una nuova e complessa cornice: le città sono infatti i luoghi chiave nella produzione di big data, che possono essere utilizzati per reimmaginare e regolare la vita urbana. Cittadini, governi e grandi imprese sono i tre gruppi di stakeholders coinvolti (in modi diversi e con atteggiamenti diversi) nel trattamento e nell'uso dei big data: sicurezza e privacy, governance urbana e generazione di dati, valutazione e gestione del rischio, sviluppo tecnologico e mercato mondiale sono i fattori cruciali che le città devono tenere presenti oggi.

Dal 2015, lo European Research Cluster on the Internet of Things IERC¹ ha definito l'IoT come «A dynamic global network infrastructure with self-configuring capabilities based on standard and interoperable communication protocols where physical and virtual 'things' have identities, physical attributes, and virtual personalities and use intelligent interfaces, and are seamlessly integrated into the information network». L'Internet 'delle cose' sta da qualche anno generando molte aspettative, poiché sta aprendo nuove opportunità per soddisfare requisiti aziendali, creare nuovi servizi basati sui dati del mondo

fisico in tempo reale, acquisire informazioni su processi e relazioni complessi, gestire la casualità di incidenti, affrontare il degrado ambientale (inquinamento, calamità, tsunami, riscaldamento globale), per monitorare le attività umane (salute, movimenti, ecc.), per migliorare l'efficacia delle infrastrutture (energia, trasporti, ecc.) e per affrontare i problemi di efficienza energetica (attraverso la misurazione intelligente dell'energia negli edifici, ad esempio, o il consumo efficiente dei veicoli). Insomma, il mondo nel suo insieme va verso una piattaforma di rete innovativa e perfetta: ormai da una decina di anni, la visione di Future Internet basata su nuovi protocolli di comunicazione standard (come il famoso 5G) considera la fusione di reti di computer, Internet of Things (IoT), Internet of People (IoP), Internet of Energy (IoE), Internet of Media (IoM) e Internet of Services (IoS) come una piattaforma IT globale e comune di reti senza soluzione di continuità con molteplici 'oggetti intelligenti' che viaggiano su quelle reti.

Verso una nuova era contraddistinta da approcci 'bottom-up' | L'idea di adottare sistemi partecipativi nella progettazione e pianificazione urbana nasce dai concetti di 'architettura senza pedigree' (Rudofsky, 1964), di 'non plan' come 'esperimento di libertà' (Banham et alii, 1969) e di un certo 'modo di costruire senza tempo' (Alexander, 1979) che rappresenta anche, probabilmente, il primo tentativo di legare l'idea di partecipazione alle tecnologie informatiche. Durante gli anni Sessanta e Settanta dello scorso secolo un approccio critico nei confronti del potere di decisori, progettisti e architetti, che erano soliti mantenere un ruolo di primo piano nell'impostazione di processi top-down, ha portato all'idea che la partecipazione avrebbe potuto trasformare questi processi attraverso pratiche bottom-up. A distanza di vent'anni, considerando anche i modi reali attraverso i quali le comunità sono state coinvolte in azioni di partecipazione rispetto a progettazione e pianificazione, si è messa in luce l'esistenza di una cosiddetta 'pseudo-partecipazione' (Sanoff, 2000). La partecipazione infatti è stata anche utilizzata come mezzo retorico, una pratica utile solo a mostrare l'attenzione dei decisori verso gli utenti finali, invitandoli a interagire in processi decisionali i cui risultati erano comunque il frutto di modelli fortemente top-down. Parlare di 'incubo della partecipazione' (Miessen, 2010) è stato un passo forse provocatorio, ma che sicuramente ben rappresenta ad oggi l'ultima fase della storia dell'idea stessa di partecipazione per come si è evoluta negli ultimi sessant'anni.

Oggi quantità crescenti di informazioni vengono incorporate nell'ambiente che ci circonda, trasformando il paesaggio urbano in un deposito di dati, da raccogliere, elaborare e comunicare. Il mondo che ci circonda è spesso descritto come un ambiente informatico pervasivo o onnipotente: «[...] it is a world where we not only think of cities but cities think of us, where the environment reflexively monitors our behaviour» (Crang and Graham, 2007, p. 789). La nuova esperienza delle città è effettivamente nuova, in quanto è spesso l'esperienza di vivere in un luogo «[...] that uses networked digi-

tal technologies to remember, correlate, and anticipate» (Shepard, 2011, p. IV cover): si tratta di azioni che erano già ben note a Benjamin e ad altri studiosi, all'alba della coscienza moderna della città, ma che oggi sono legati all'utilizzo di dispositivi digitali, sensori e reti.

In una futura società intelligente potrebbero essere offerti ai cittadini, invece che prodotti guidati dalla tecnologia o dal marketing, nuovi tipi di servizi pensati direttamente dall'utente; si potrebbero realizzare delle 'comunità intelligenti', in grado magari di co-progettare il proprio ambiente, con un coinvolgimento diretto nella modellazione dello spazio urbano. Tralasciando le critiche e l'esistenza di pratiche 'pseudo-partecipative', la partecipazione basata sulle tecnologie digitali può ancora essere un modo per rafforzare la democrazia e affinare i processi di democratizzazione. Il quadro partecipativo oggi è piuttosto complesso, in quanto si può parlare di: a) partecipazione pubblica (partecipazione della società civile o delle persone come approccio per legittimare le decisioni politiche e di pianificazione); b) partecipazione della comunità (come approccio che favorisce prevalentemente la raccolta di informazioni e il processo decisionale congiunto); c) partecipazione degli stakeholder (come approccio per integrare nel processo decisionale, componendoli tra loro, il settore politico, quello privato e la società civile, con l'idea anche di stabilire connessioni non convenzionali).

Peraltro, la complessità delle sfide che devono essere affrontate negli insediamenti urbani odierni richiede non solo l'attuale approccio di governance multilivello (che distribuisce competenze e poteri decisionali tra i diversi livelli, integrando tutti gli stakeholder come partner), ma anche la creazione di nuovi sistemi complessi in grado di elaborare grandi quantità di dati. È anche importante dare ai cittadini l'opportunità di acquisire un nuovo tipo di ruolo nella conformazione del loro ambiente urbano (fondato sulla loro esperienza della città, ma anche della sua immagine e dei suoi spazi). Oggi le infrastrutture, le apparecchiature di rete, le comunicazioni, l'analisi dei dati, le apparecchiature elettroniche, le applicazioni software, sono tutti strumenti ICT prodotti da un piccolo numero di aziende globali con un legittimo interesse alla diffusione dei loro prodotti in ambito urbano (Vermesan and Friess, 2014).

Tuttavia, i problemi delle città devono essere affrontati attraverso un approccio integrato in grado di combinare le conoscenze di molti specialisti: tecnologi, esploratori della società urbana e persone con forti competenze nei campi del design, dei media e dell'arte (Manovich, 2001; Mitchell, 2005). L'obiettivo da raggiungere è la ri-creazione di relazioni tra designer professionisti, accademici, politici e cittadini, in modo che il passaggio dall'idea di 'city manager' all'idea di 'city maker' diventi possibile; per raggiungere tale obiettivo è però necessario che sia le Istituzioni pubbliche, sia le aziende private, sia i cittadini diventino insieme non solo stakeholders ma co-creatori ('makers') delle piattaforme digitali in cui possono interagire.

A quel punto occorrerà concentrarsi sulla prefigurazione, modellazione e verifica delle complesse realtà che caratterizzeranno le nostre città

man mano che le seguenti dimensioni si intrecceranno tra loro: 1) la forma fisica degli insediamenti umani – prendendo in considerazione sia gli spazi urbani sia le architetture (in una parola le morfologie urbane); 2) lo sviluppo delle tecnologie – non solo quelle fornite dalle grandi aziende globali, ma anche quelle sottoposte a processi di hacking/tuning/retooling dal basso; 3) il comportamento dei cittadini, in un ambiente in cui i cittadini sono visti non solo come utenti ma come partner in nuovi forum accessibili dai loro dispositivi personali auto-aggiornanti.

Cittadini, Hackers o Makers? | Le Smart Cities sono città che fanno riferimento alle tecnologie digitali non solo per gestire le proprie risorse in modo più efficiente ma anche per prendere coscienza, in modo preciso e neutrale, dei bisogni, dei punti di vista, dei gradi e dei modelli di coinvolgimento dei propri cittadini anche come risorsa aggiuntiva per la pianificazione di ogni aspetto di quella città (Townsend, 2013; Lim and Liu, 2019). Questo è possibile attraverso l'implementazione, all'interno del tessuto urbano, di reti di sensori che consentono un controllo di servizi chiave come il trasporto pubblico, la gestione dei rifiuti, l'inquinamento atmosferico e così via. Allo stesso tempo, un numero crescente di cittadini (ormai il 50%) possiede uno smartphone e questo potente strumento di comunicazione consente loro non solo di condividere contenuti online (rendendo così, volontariamente o involontariamente, un feedback pubblico sulle proprie esperienze urbane), ma anche di interagire con i servizi intelligenti disponibili nel luogo in cui vivono. Nel quadro degli sviluppi futuri, un sistema così complesso sarà definito da un processo simultaneamente top-down/bottom-up di negoziazione tra due interpretazioni antitetiche di ciò che può essere una Smart City: una Big Data-based City contro una Hacker-ethic-based City; l'incontro tra le due concezioni, se adeguatamente gestito, potrebbe consentire di realizzare e promuovere nuove forme interattive di progettazione urbana.

Una Big Data-based City è una città che vive di ecosistemi di servizi, assemblati per determinare modelli di funzionamento che sono basati sull'informazione urbana; già oggi, attraverso la raccolta dei dati forniti dagli strumenti ICT, è possibile controllare il modo in cui le persone utilizzano le loro città in termini di mobilità, di impatto ambientale, di consumo di risorse (acqua, energia). Ne consegue che la progettazione delle infrastrutture urbane nelle Big Data-based Cities può essere strettamente legata al modo in cui i dati raccolti vengono gestiti e interpretati, ma l'applicazione degli strumenti ICT alla gestione urbana può anche essere orientata a trasformare radicalmente il ruolo del cittadino da passivo ad attivo. Una volta forniti i giusti dispositivi, le giuste infrastrutture digitali e le opportune conoscenze, i cittadini possono diventare molto più che dei semplici consumatori di dati: possono diventare veri attori, che si muovono nell'ambiente urbano e lo trasformano l'ambiente urbano. In questo senso, paradigmi di interazione (riguardanti metodi di progettazione e gestione), raccolte di flussi di dati semantici, pratiche innovative dell'IoT o di 'games with a purpose' (i cosiddetti GWAP,

giochi di ruolo digitali che consentono di raccogliere dati) sono solo alcuni degli strumenti da utilizzare nella definizione di nuovi protocolli partecipativi di progettazione urbana.

Ma come possono i cittadini passare da semplici consumatori di dati, a contributori integrati e autonomi nei processi partecipativi urbani e soprattutto nelle attività di progettazione dello spazio urbano? Al giorno d'oggi, la risposta a questa domanda potrebbe risiedere nella capacità dei cittadini di ridisegnare (riorganizzare) spontaneamente le tecnologie digitali di cui sono dotati; con la massiccia introduzione delle ICT in quello che si definisce il 'dominio urbano', l'idea di una città basata sull'etica degli hacker è ormai diventata realtà (Garrett, 2013). Questo fenomeno apre una possibile terza via al tradizionale conflitto tra l'ideale modernista di un controllo politico centralizzato e pervasivo e l'ideale post-moderno di un'organizzazione decentralizzata della società. Vi è ora la possibilità, per cittadini 'intelligenti', di trasformarsi in hackers civici, assumendo il ruolo di ricettori di dati e di loro rigeneratori, di lavorare addirittura con gli scienziati dei dati al fine di modificare gli strumenti digitali forniti da aziende e istituzioni, ottenendo quindi una maggiore paternità nei processi di 'costruzione della città'.

Le azioni hacking-based offrono un'alternativa partecipativa interessante rispetto alle dinamiche di attuazione della Smart City secondo processi top-down. Esiste, insomma, una possibile nuova logica per l'organizzazione della società urbana attraverso reti, piattaforme e applicazioni digitali, che potrebbe spostare la pianificazione urbana da un modello centralizzato verso processi più inclusivi di 'fare città' – e che potrebbe anche portare alla formazione di nuove tipologie di spazio pubblico. Tale opportunità solleva un gran numero di domande. Che cosa significa realmente 'hacking' in termini di progettazione urbana? Quali tipi di processi di hacking urbano dovrebbero essere incoraggiati e quali no? Chi controlla e decide quali informazioni dovrebbero o non dovrebbero essere accessibili per le azioni di hacking? Le basi dell'etica hacker (Levy, 1984; Himanen, 2001; Coleman 2015) sono positive e fruttuose: le loro parole chiave sono condivisione, comunità, collaborazione, accesso totale e aperto; tuttavia, parlare di una 'città hackerata' può suonare sinistro, come se si intendessero facilitare eventi provocatori nello spazio urbano o anche perseguire la mancanza di sicurezza nella custodia dei dati dei cittadini.

Consideriamo inoltre che le tecnologie digitali stanno mettendo a disposizione nuove opportunità per i cittadini che vogliono organizzarsi in movimenti politici o comunità, al fine di migliorare gli spazi delle loro città, ma la maggior parte di queste tecnologie sono prodotte da poche aziende globali per il mercato, piuttosto che per scopi sociali; quindi il rischio che le tecnologie, nel loro intrinseco funzionamento, possano essere tenute in una sfera estranea ai cittadini stessi, in un processo di esclusione invece che di inclusione, è reale. Allo stesso tempo, designer, specialisti ICT, antropologi urbani e filosofi, insieme a economisti, sociologi e persino artisti, nonché esperti di interazione uomo-computer, si uniscono in team multi-

disciplinari che lavorano su tutti gli aspetti dei big data e della smart city studiando ed esplorando gli usi sociali della tecnologia. Molti di questi gruppi di ricerca (Neirotti et alii, 2014; Konomi and Roussos, 2016; Del Signore and Riether, 2018) nel mondo lavorano con l'obiettivo di fondo di rendere le esperienze urbane quotidiane dei cittadini più ricche, più profonde e più strettamente connesse con altre persone e altri oggetti del paesaggio urbano.

In definitiva, l'obiettivo importante da cogliere oggi è la possibile instaurazione di nuove forme di relazione tra designer professionisti, accademici, politici e cittadini, affinché diventi possibile il passaggio dall'idea di 'city manager' all'idea di 'city maker'. Per raggiungere tale obiettivo è necessario che istituzioni pubbliche, aziende private e cittadini diventino insieme co-creatori ('co-makers') sulla base di piattaforme/reti digitali dove possano interagire, dismettendo il ruolo di semplici 'stakeholders'.

La proposta di una DIY-City come 'macchina di Turing' urbana | Occorre prefigurare uno strumento, una sorta di 'macchina di Turing', o di 'scatola nera' logica, che possa fungere da motore delle visioni, alimentata da attività di raccolta e di trattamento dei dati. In questo momento si tratta di un semplice modello concettuale: queste pagine non possono descriverne il progetto ma provare a spiegarne la concezione. Sono cioè preliminari alla realizzazione di un prototipo/congettura il cui funzionamento possa essere un domani verificato soprattutto attraverso pratiche di falsificazione. Pur rimanendo all'interno della logica della Big Data City, questa 'macchina urbana' fornirà innanzitutto un profilo del quadro delle funzioni urbane esistenti, descrivendo come funziona la città (per quanto riguarda ad esempio la mobilità, l'energia, l'inquinamento, la salute, la sicurezza, ecc.). A questo punto la 'macchina urbana' potrà chiarire la direzione in cui lo stesso quadro delle funzioni è destinato a cambiare, una volta che risponderà a fattori esterni, positivi o negativi che siano, consentendo a progettisti e data scientists insieme di studiare i comportamenti dei cittadini e di desumerne i desideri.

L'idea è che questo genere di macchina possa assumere come input i dati raccolti dalla città reale e produrre, come output, proposte progettuali innovative per la città stessa. Il processo intermedio (throughput) sarà guidato dall'analisi dei dati raccolti e dal monitoraggio dei comportamenti dei cittadini coinvolti, ad esempio, in alcuni processi di trasformazione. Tali comportamenti dovrebbero essere presi in considerazione dal momento dell'avvio di un dato processo di trasformazione (la proposta di nuovi spazi urbani in un quartiere periferico, ad esempio) fino alla produzione dei suoi output provvisori che saranno nuovamente testati dai comportamenti stessi dei cittadini, invertendo così la direzione del processo di throughput.

I parametri che (organizzati su griglie complesse) verranno utilizzati nell'attività di throughput saranno di due tipi diversi: quelli fisici, che

si riferiscono a dimensioni degli spazi e ad altri dati misurabili, e quelli sociali, i 'desideri' e i comportamenti dei cittadini, trattati in maniera analogica, utilizzando procedure del web semantico). Entrambe le famiglie di parametri saranno utilizzate come materiale innovativo per la pro-

gettazione degli spazi urbani (permettendo ai decisori di lavorare insieme ai cittadini); l'input vero e proprio di questa macchina DIY-City potrebbe essere rappresentato da cartografie ottenute dai big data raccolti, mentre il suo output potrebbe essere rappresentato da mappe

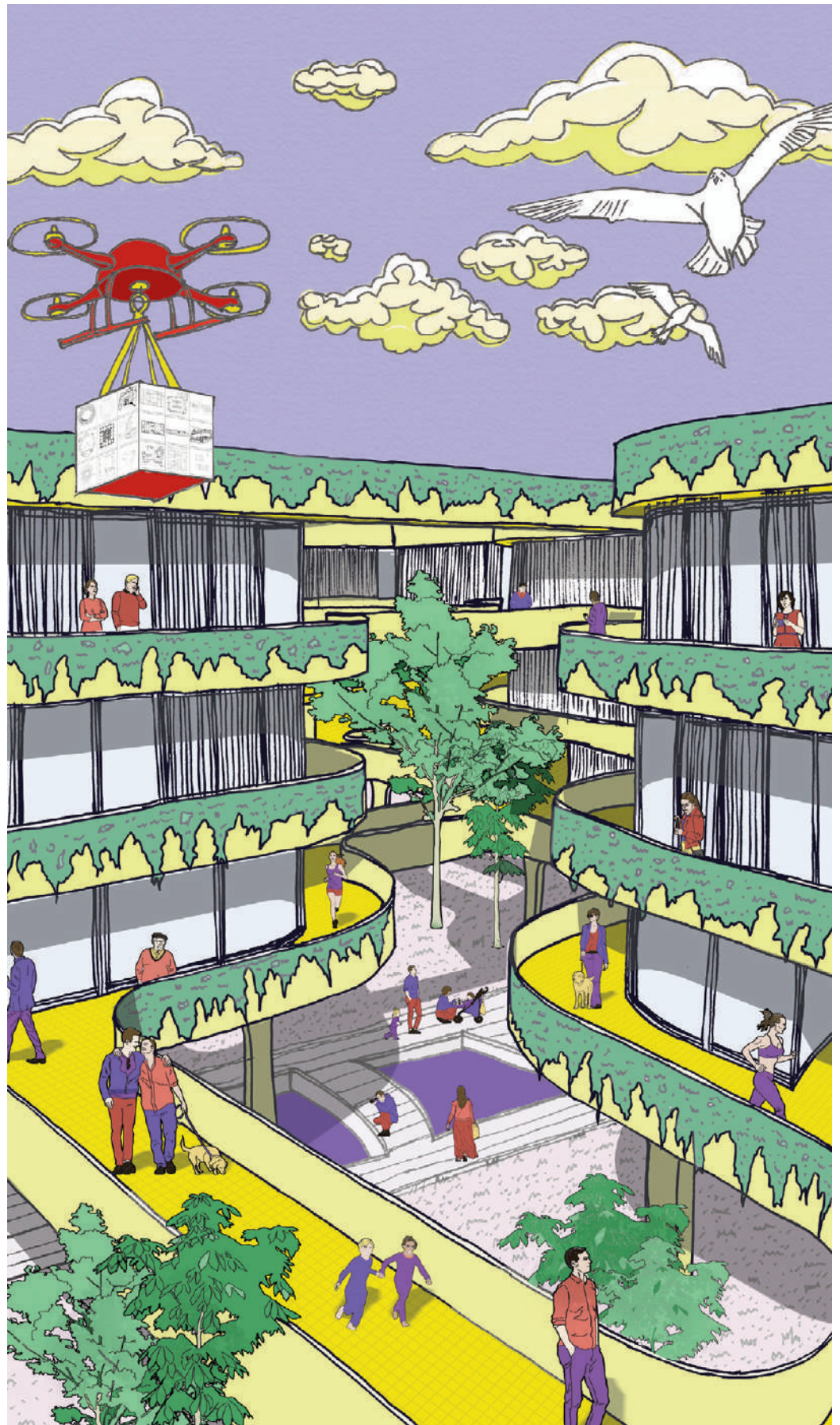


Fig. 1 | A smart Block in Turin (credit: C. Dorman-Alonso, 2020).

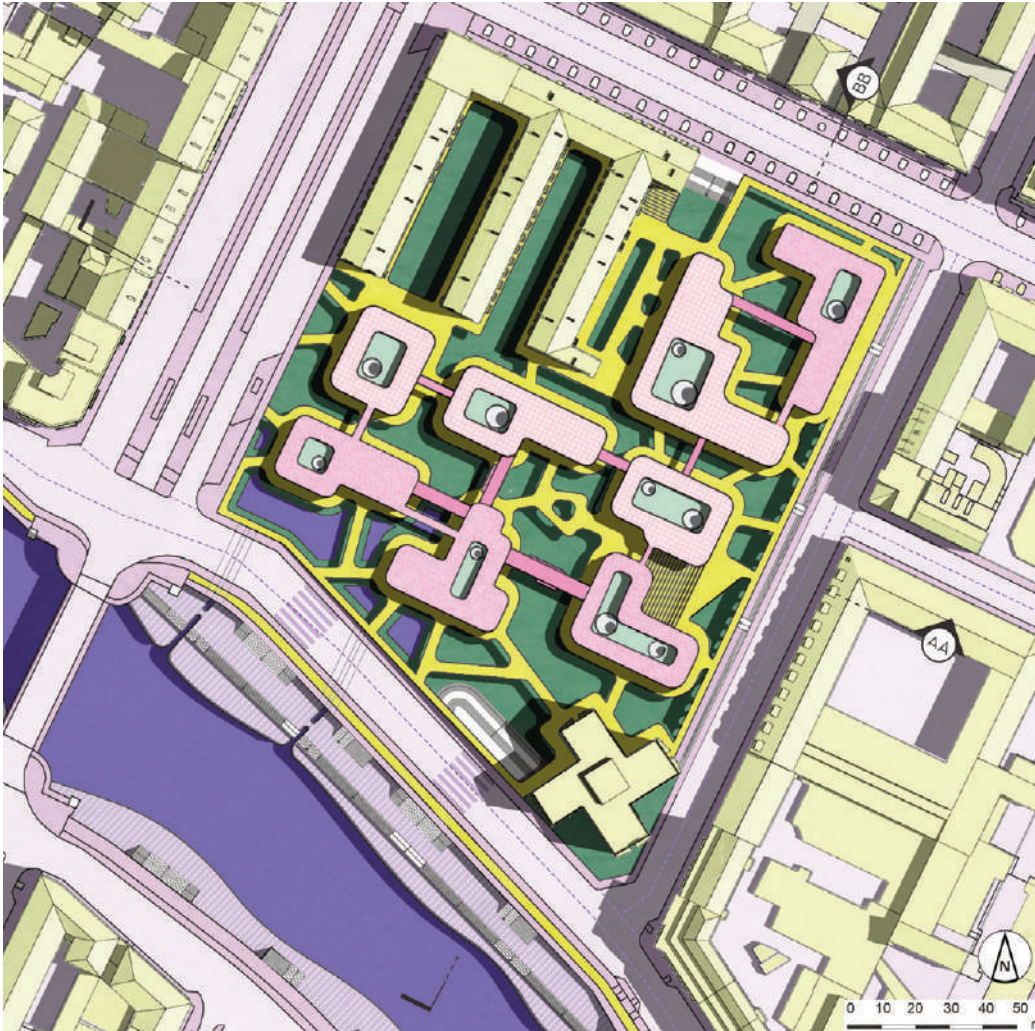


Fig. 2 | Plan of a self-sufficient Block in Turin (credit: C. Dorman-Alonso, 2020).

virtuali (o aumentate) di nuove configurazioni spaziali. Queste ultime mostrerebbero visioni di future disposizioni degli spazi urbani, capaci di essere modificate dinamicamente e di essere usate come strumenti di progettazione. Mentre tale attività di previsione è normalmente riservata a manager, pianificatori e progettisti (in una parola, ai decisori), la 'macchina urbana' ha come obiettivo quello di incentivare il ruolo attivo dei cittadini nel processo decisionale, trasformandoli appunto in 'city co-makers'; per fare ciò, la macchina DIY-City dovrà integrare strumenti ICT, pratiche di progettazione e anche esperienze dei cittadini.

Riguardo a questo ultimo aspetto, anche alcuni giochi possono essere utilizzati per coinvolgere le persone nei processi di progettazione attraverso la simulazione e il feedback, trasferendo i risultati nella progettazione vera e propria; alcuni giochi consentono alle persone di agire su una vasta gamma di problemi urbani specifici, attraverso il gioco di ruolo, la creazione di fiducia, la creazione di collaborazioni e lo sfruttamento della creatività della folla; altri giochi possono essere utilizzati per stimolare incontri ludici e interazioni tra persone e luoghi, promuovendo serendipity e divertimento; altri ancora ancora possono essere utilizzati per attivare il 'senso del luogo', un sentimento di appartenenza e di attenzione per la città attraverso esperienze di gioco emotivamente salienti.

In ogni modo, i giocatori non sono semplici utenti finali ma partecipanti attivi. Inoltre, i giochi sono ontologicamente paragonabili a ciò che gli architetti riconoscono nella sequenza programma, design e utilizzo: regole da seguire, materiali da utilizzare, obiettivi da raggiungere.

In tal modo, i cittadini saranno invitati ad assumere un 'atteggiamento hacker' nei confronti degli strumenti forniti: in sostanza, sarà loro chiesto non solo di testare la 'macchina urbana', a partire da una valutazione dei suoi esiti, ma anche di modificarla e implementarla come si fa con un gioco condiviso, agendo quindi come 'giocatori intelligenti' in grado di operare sulle regole stesse.

Un approccio critico | Guardando alla storia dell'idea, e considerando lo sviluppo del concetto nell'ultimo decennio, la Smart City (intesa soprattutto come 'città digitale') è in fondo oggi una sorta di merce: IBM, Cisco Systems, Siemens AG, Huawei e poche altre grandi aziende stanno via via promuovendo l'introduzione di tecnologie intelligenti sempre più sofisticate negli ambienti urbani di tutto il mondo, vendendo i loro prodotti tecnologici e gestendo l'innovazione in quel campo. Dal punto di vista dei social media, è interessante notare come l'idea di 'città digitale' (generata in modo top-down) corrisponda alla costruzione di una retorica crescente (sul nuovo ruolo dei cittadini e i nuovi si-

stemi di e-governance, ad esempio) fortemente supportata dai media digitali. Uno dei motivi di questo stato di cose è che le nuove generazioni di prodotti tecnologici hanno mirato ai bisogni dei cittadini come bisogni consumistici e non come 'bisogni civici'.

Poiché gli strumenti ICT vengono introdotti in ambito urbano da parte di imprese che sono orientate alla massimizzazione del profitto, il loro obiettivo è la creazione di una Smart City 'mercificata' che coinvolga i cittadini esclusivamente sotto forma di clienti. A questo punto la nozione che i cittadini possano utilizzare gli stessi strumenti in modi nuovi e più consapevoli, o addirittura modificarli radicalmente (diventando così 'co-makers' delle loro città) è contrario agli obiettivi originari delle stesse aziende. I social network e i motori di ricerca più diffusi, ad esempio, sono 'market-led' e non 'welfare-led': si muovono come un'intelligenza collettiva, certo, e danno più informazioni in meno tempo, ma allo stesso tempo hanno ridotto di molto la 'serendipity' nella vita urbana.

Da un punto di vista anche socio-antropologico, il modello di 'macchina urbana' descritto mira a spezzare la catena del marketing della Smart City, al fine di generare collettivamente nuovi tipi di strumenti intelligenti (più mirati di quelli esistenti) e nuove forme di partecipazione dei cittadini, riscoprendo le competenze tradizionali e consapevoli degli specialisti coinvolti nelle trasformazioni urbane (a partire dai designers). Ma questo processo è lungo e difficile da perseguire: l'idea che le città possano diventare sempre più intelligenti, rendendo la vita dei cittadini più facile in una società tecnologicamente guidata e basata sull'open source, non è altro che una semplificazione.

È evidente che quello che è successo negli anni Novanta alla comunicazione, con la rivoluzione rappresentata dalla diffusione del World Wide Web, non può essere trasferito immediatamente alla città e al progetto dei suoi spazi. D'altra parte, se consideriamo la dimensione fisica delle città, le loro forme e i loro luoghi, le competenze tradizionali coinvolte nella progettazione urbana sono così raffinate e così profonde, che non è possibile trasformare direttamente i cittadini in specialisti in grado di svolgere lo stesso ruolo di esperti (progettisti e pianificatori). Si tratterebbe, evidentemente, di una ulteriore semplificazione. Ciò che tuttavia è realmente accaduto e vale la pena elaborare concettualmente è che le tecnologie digitali hanno potenziato la capacità di agire dei cittadini in diversi campi, consentendo alle persone di ottimizzare alcuni processi, rendendoli più facili.

Nel modello della 'macchina urbana' DIY-City c'è quindi l'idea che le nuove tecnologie possano migliorare la qualità urbana e che i cittadini possano essere maggiormente coinvolti nei processi di comprensione e guida delle trasformazioni urbane. Si tratta insomma di una congettura che, in quanto tale, deve essere sottoposta a un adeguato processo di falsificazione, che possa tenere conto anche delle più recenti considerazioni che la comunità scientifica ha elaborato sul futuro delle città (Batty, 2018) e in termini di urban intelligence (Mattern, 2021). Nella primavera del 2020 le televisioni di tutto il mondo hanno trasmesso nelle case di abitanti

del pianeta, improvvisamente reclusi nelle proprie abitazioni a fare i conti con le proprie dotazioni tecnologiche, quel che restava delle città che si erano pretese smart fino a poche settimane prima. Davanti all'emergenza pandemica, i desolati e deserti paesaggi urbani delle capitali d'Europa e del mondo hanno mostrato di che cosa sono veramente fatte le città (di strade, di piazze e di edifici) e di che cosa difettassero in quelle anomale visioni (della presenza imprescindibile dei loro abitanti). Forse proprio in questa necessaria riconnessione tra i vecchi concetti di *urbs* e *civitas* va ritrovato anche il senso della visione di quella 'macchina urbana' per la progettazione interattiva delle città che qui abbiamo provato a proporre in termini concettuali.

When Antoine Picon published *SmartCities – A Spatialised Intelligence* in 2015, it was clear that a new urban paradigm had been codified. Twenty years have now passed since Richard Rogers' book/manifesto (1997) *Cities for a Small Planet*, and alongside the eco-sustainable and resilient city, a 'new urban ideal' is being proposed: that of the smart city, a place for flow management and event control, where the very concepts of urban and map, not to mention the idea of community, are undergoing an obvious reconceptualisation. The spatialisation of intelligence of which Picon (2015) writes seems to be a promise: it is still to be verified, but it seems destined to increase, in perspective, the quality of life of citizens. It is precisely the issue of the interconnection between the inhabitants of an urban settlement that seems to be able to determine new readings of the city's spaces and perhaps new ways of designing them.

Five years later, the debate on smart cities has been confronted with two crucial and unexpected issues. In 2019, the so-called 'digital war' over the 5G protocol race has seen the United States and China face off so fiercely that the very confidence in the promises of welfare and progress that the technology seemed to evoke has been shaken. In 2020, the fight against the Covid-19 global pandemic was also fought through possible digital tracing of the virus' propagation, but in some contexts – especially in Europe, including Italy – the use of digital applications such as Immuni has met with social and cultural resistance, on the one hand, and with the scarce diffusion of digital skills or poor territorial infrastructure, on the other.

This factual reality (together with many other criticalities encountered by advanced intelligent cultures in handling digital tools) shows a curious detachment from the highly advanced way in which the disciplines of urban morphology, urban design and even planning reason in terms of mapping practices guided by remote-sensing activities, of possible outcomes of machine learning procedures in terms of the production of new urban codes, not to mention the brand new frontiers offered by the exploration of urban realities and their transformation offered by artificial intelligence (through possible applications in the field of neural networks and brain computing).

Precisely in the years of the great hopes placed in the smart city idea (and the publication of An-



Fig. 3 | Plan of a senior co-farming Village in Nanjing (credit: C. Dorman-Alonso, 2020).

toine Picon's book), it seemed possible to us to glimpse a new season of digital participation and we had tried to prefigure a model of digital urban design, supported by the use of so-called big data and the increasingly broad development of Internet of Things technologies. That model had been proposed in 2015 by an ERC challenge team composed of me with young scholars Davide Tommaso Ferrando and Yu Wenwei, to be then presented in some public occasions between Asia and Europe, starting from the Digital Cities 9 workshop entitled *Hackable Cities – From Subversive City Making to Systemic Change* held, with leading scholars of the same topic, in June 2015 at the University of Limerick, Eire.

As part of a wide-ranging reflection on the theme of connections (physical, virtual, digital), it was considered interesting here to take up that idea and describe it. In fact, to give an account of that research hypothesis (which remains so to this day) serves above all to propose a reflection on the interconnected city by those who deal primarily with the new frontiers of urban morphology, understood in its anthropological dimension, and the role of human-city interaction processes in determining urban form over time (Trisciuglio et alii, 2021).

The experience of our daily lives has now been radically transformed ('augmented') by the use of personal and even wearable digital devices. This change also affects the way we per-

ceive urban space. It could be a paradigm shift in the history of perception, similar to the invention of perspective in the 15th century or the introduction of flow technologies (water, electricity, transport) in the 19th century. In those cases, the introduction of a new technique has each time changed citizens' perception and representation of urban space and, consequently, the ways in which urban space can be designed, planned and controlled (Kitchin and Dodge, 2011; McCullough, 2013; de Waal, 2014).

We now live in the era of so-called 'datafication'. Nowadays, a lot of information floats around us, as never before: that gigantic mass of data that we conventionally call 'big data', consists of sets of masses of information, including dynamic, variously detailed, interrelated and above all producible at low cost, which can be linked and used in different ways (Batty, 2013; Kitchin, 2014). Although the Web has reshaped the way humans communicate, big data has marked a transformation in the way society processes information, characterised as it is by the ability to transform previously unquantified aspects of the world into data. The relationship between software, space and society has found a new and complex framework in this revolution: cities are key places in the production of big data, which can be used to re-imagine and regulate urban life. Citizens, governments and corporations are the three groups of stakeholders involved (in dif-

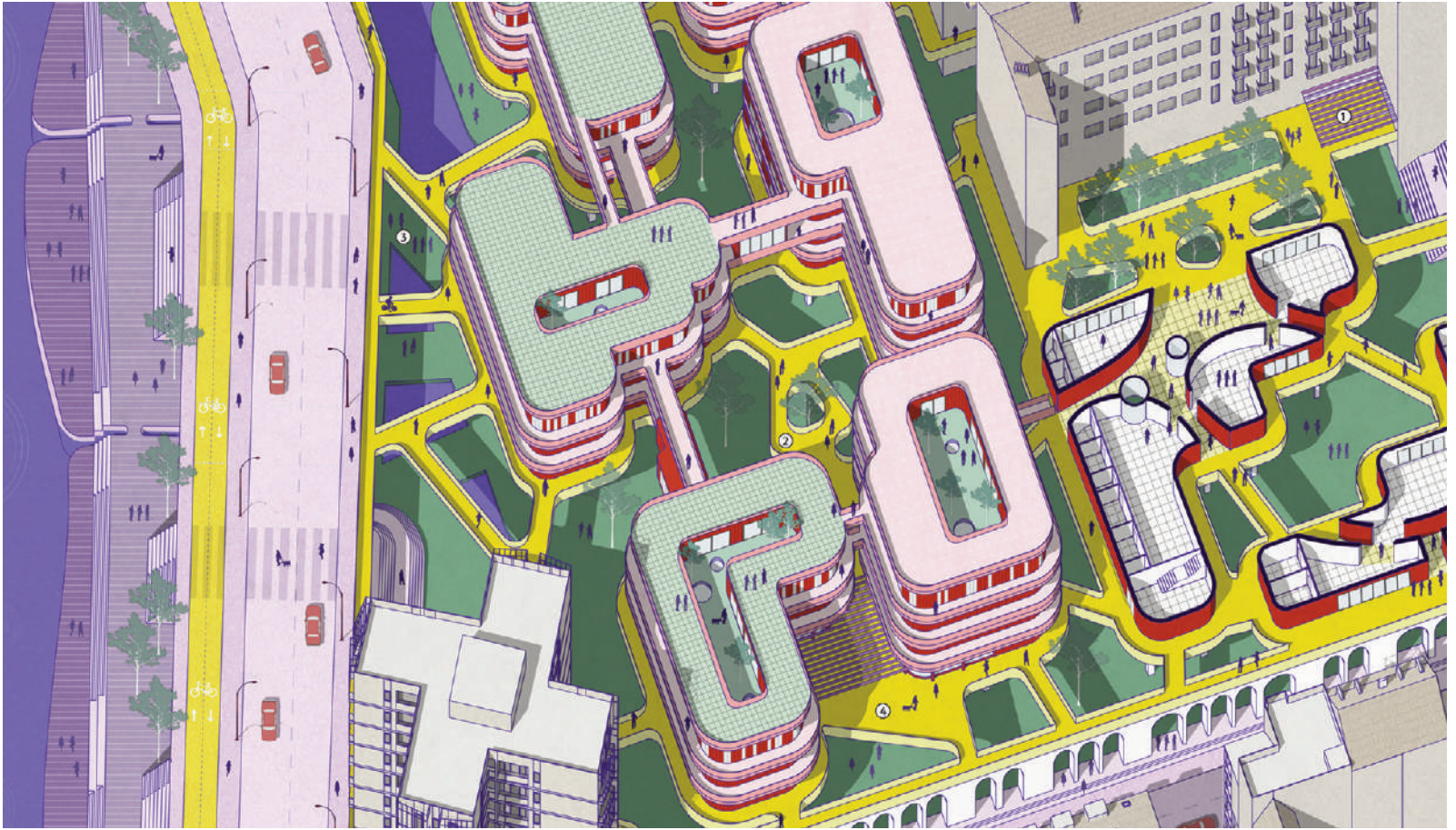


Fig. 4 | Axonometry of a self-sufficient Block in Turin (credit: C. Dorman-Alonso, 2020).

ferent ways and with different attitudes) in the processing and use of big data: security and privacy, urban governance and data generation, risk assessment and management, technological development and the global market are the crucial factors that cities have to face today.

Since 2015, the European Research Cluster on the Internet of Things IERC¹ has defined IoT as «A dynamic global network infrastructure with self-configuring capabilities based on standard and interoperable communication protocols where physical and virtual 'things' have identities, physical attributes, and virtual personalities and use intelligent interfaces, and are seamlessly integrated into the information network». The Internet of Things has been generating a lot of expectations for a few years now, as it is opening up new opportunities to meet business requirements, create new services based on real-time data from the physical world, gain insight into complex processes and relationships, manage the randomness of incidents, deal with environmental degradation (pollution, disasters, tsunamis, global warming), monitor human activities (health, movements, etc.), improve the inefficiency of infrastructures (energy, transport, etc.) and address energy efficiency problems (through smart metering of energy in buildings, for example, or efficient consumption of vehicles). In short, the world as a whole is moving towards an innovative and perfect network platform: for a decade now, the vision of Future Internet based on new standard communication protocols (such as the famous 5G) has been considering the fusion of computer networks,

Internet of Things (IoT), Internet of People (IoP), Internet of Energy (IoE), Internet of Media (IoM) and Internet of Services (IoS), into a common global IT platform of seamless networks and 'smart objects' travelling on those networks.

Towards a new era of 'bottom-up' approaches | The idea of adopting participatory systems in urban design and planning stems from the concepts of 'non-pedigreed architecture' (Rudofsky, 1964), of 'non-plan' as an 'experiment in freedom' (Banham et alii, 1969) and of a certain 'timeless way of building' (Alexander, 1979), which is also probably the first attempt to link the idea of participation to information technology. During the 1960s and 1970s, a critical approach to the power of decision-makers, planners and architects, who used to maintain a leading role in the setting up of top-down processes, led to the idea that participation could transform these processes through bottom-up practices. Twenty years later, considering the actual ways in which communities have been involved in participatory actions with respect to design and planning, the existence of a so-called 'pseudo-participation' has come to light (Sanoff, 2000). Participation, in fact, was also used as a rhetorical device, a practice useful only to show the attention of decision-makers towards end-users, inviting them to interact in decision-making processes whose results were in any case the result of strongly top-down models. To speak of a 'nightmare of participation' (Miessen, 2010) is perhaps a provocative step, but one that certainly represents to date the last phase in the his-

tory of the very idea of participation as it has evolved over the last sixty years.

Today, increasing amounts of information are being incorporated into the environment around us, transforming the urban landscape into a repository of data, to be collected, processed and communicated. The world around us is often described as a pervasive or ubiquitous computing environment: «[...] it is a world where we not only think of cities but cities think of us, where the environment reflexively monitors our behaviour» (Crang and Graham, 2007, p. 789). The new experience of cities is indeed new, as it is often the experience of living in a place «[...] that uses networked digital technologies to remember, correlate, and anticipate» (Shepard, 2011, p. IV cover): these are actions that were already well known to Benjamin and other scholars at the dawn of modern city consciousness, but which are nowadays linked to the use of digital devices, sensors and networks.

In a future smart society, new types of user-driven services could be offered to citizens instead of technology- or marketing-driven products; 'smart communities' could be created, perhaps able to co-design their own environment, with direct involvement in shaping urban space. Leaving aside criticism and the existence of 'pseudo-participation' practices, participation based on digital technologies can still be a way to strengthen democracy and refine processes of democratisation. The participatory framework today is rather complex as one can speak of: a) public participation (participation of civil society or individuals as an approach to legitimise political and

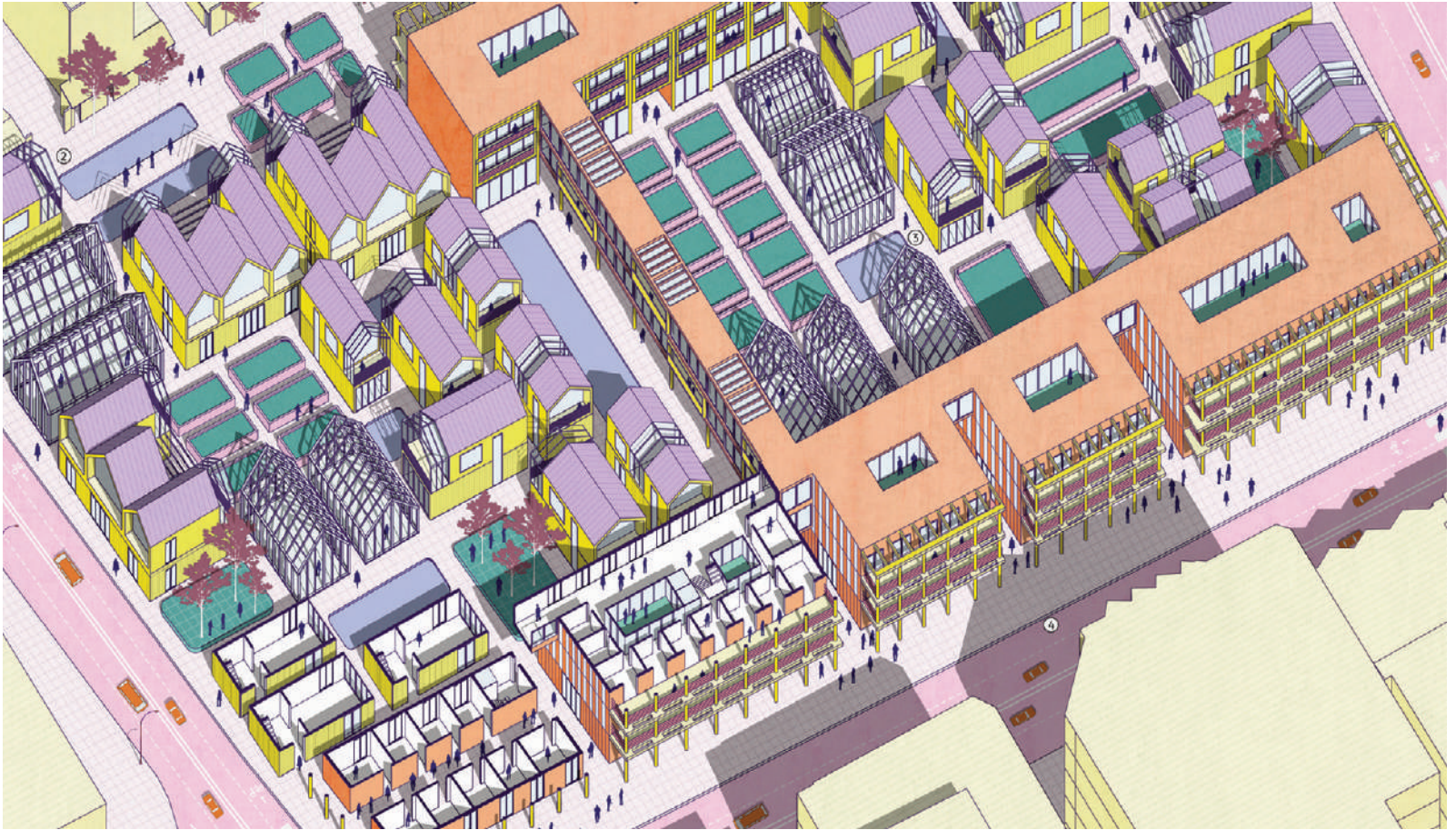


Fig. 5 | Axonometry of a senior co-farming Village in Nanjing (credit: C. Dorman-Alonso, 2020).

planning decisions); b) community participation (as an approach that mainly favours information gathering and joint decision-making); c) stakeholder participation (as an approach to integrate the political, private and civil society sectors into the decision-making process, also with the idea of establishing unconventional connections).

Moreover, the complexity of the challenges faced in today's urban settlements requires not only the current multi-level governance approach (which distributes competences and decision-making powers among different levels, integrating all stakeholders as partners) but also the creation of new complex systems, capable of processing large amounts of data. It is also important to give citizens the opportunity to acquire a new kind of role in shaping their urban environment (based on their experience of the city, but also of the image of its spaces).

Today, in fact, infrastructures, network equipment, communications, data analysis, electronic equipment, and software applications are all ICT tools produced by a small number of global companies with a legitimate interest in the diffusion of their products in the urban environment (Vermesan and Friess, 2014). However, the problems of cities must be addressed through an integrated approach that combines the knowledge of many specialists: technologists, explorers of urban society and people with strong skills in the fields of design, media and art (Manovich, 2001; Mitchell, 2005). The important goal to be achieved today is the re-creation of relationships between professional designers, academics, politicians and citizens, so that the transition from

the idea of 'city manager' to the idea of 'city maker' becomes possible. To achieve this, however, it is necessary for both public institutions, private companies and citizens to become not only stakeholders but also co-creators ('makers') of the digital platforms where they can interact.

At that point it will be necessary to focus on the refiguration, modelling and verification of the complex realities that will characterise our cities as the following dimensions intertwine: 1) the physical form of human settlements – taking into account both urban spaces and architectures (in a single concept, urban morphologies); 2) the development of technologies – not only those provided by large global companies but also those subjected to bottom-up hacking/tuning/retooling processes; 3) the behaviour of citizens, in an environment where citizens are seen not only as users but as partners in new forums accessible from their personal self-updating devices.

Citizens, Hackers or Makers? | Smart Cities are cities that refer to digital technologies not only to manage their resources more efficiently but also to become aware, in a precise and neutral way of the needs, views, degrees and engagement patterns of their citizens also as an additional resource for planning every aspect of that city (Townsend, 2013; Lim and Liu, 2019). This is possible through the implementation, within the urban fabric, of sensor networks that allow for the monitoring of key services such as public transport, waste management, air pollution and so on. At the same time, an increasing number

of citizens (now 50%) own smartphones. This powerful communication tool allows them not only to share content online (thus providing, voluntarily or involuntarily, public feedback on their urban experiences), but also to interact with smart services available where they live. In the framework of future developments, such a complex system will be defined by a simultaneous top-down/bottom-up process of negotiation between two antithetical interpretations of what a Smart City can be: a Big Data-based City versus a Hacker-ethic-based City. The encounter between the two conceptions, if properly managed, could allow the realisation and promotion of new interactive forms of urban design.

A Big Data-based City is a city that thrives on ecosystems of services, assembled to determine operating models that are based on urban information. Already today, through the collection of data provided by ICT tools, it is possible to control the way people use their cities in terms of mobility, environmental impact, resource consumption (water, energy). It follows that the design of urban infrastructures in Big Data-based Cities can be closely linked to the way in which the data collected is managed and interpreted. But the application of ICT tools to urban management can also be oriented towards radically transforming the role of the citizen from passive to active. Once provided with the right devices, the right digital infrastructures and the appropriate knowledge, citizens can become much more than mere consumers of data: they can become real actors that move into and transform the urban environment. In this sense, inter-

action paradigms (concerning design and management methods), semantic data flow collections, innovative IoT practices or 'games with a purpose' (so-called GWAP, digital role-playing games that allow for data collection) are just some of the tools to be used in the definition of new participatory urban design protocols.

But how can citizens go from being mere consumers of data to being integrated and autonomous contributors to urban participatory processes, and especially to urban space design activities? Nowadays, the answer to this question may lie in the ability of citizens to spontaneously redesign (reorganise) the digital technologies with which they are equipped. With the massive introduction of ICT into what is called the 'urban domain', the idea of a city based on the ethos of hackers has become a reality (Garrett, 2013). This phenomenon opens up a possible third way to the traditional conflict between the modernist ideal of centralised and pervasive political control and the postmodern ideal of decentralised organisation of society. There is now the possibility for 'smart' citizens to become civic hackers, taking on the role of data receivers and data regenerators, even working with data scientists to modify the digital tools provided by companies and institutions, thus gaining greater authorship in 'city-building' processes.

Hacking-based actions offer an interesting participatory alternative to the dynamics of implementing the Smart City according to top-down processes. There is, in short, a possible new logic for the organisation of urban society through networks, platforms and digital applications, which could shift urban planning from a centralised model towards more inclusive processes of 'city-making' – and which could also lead to the formation of new types of public space. This opportunity raises a number of questions. What does 'hacking' really mean in terms of urban design? Which types of urban hacking processes should be encouraged and which not? Who controls and decides what information should or should not be accessible for hacking actions? The foundations of the hacker ethic (Levy, 1984; Himanen, 2001; Coleman 2015) are positive and fruitful: their keywords are sharing, community, collaboration, total and open access. However, talking about a 'hacked city' may sound sinister, as if they intend to facilitate provocative events in urban space, or even pursue the lack of security in the custody of citizens' data.

However, we also consider that digital technologies are providing new opportunities for citizens who want to organise themselves into political movements or communities in order to improve the spaces of their cities, but most of these technologies are produced by a few global companies for the market, rather than for social purposes. So the risk that technologies, in their intrinsic functioning, may be kept in a sphere alien to the citizens themselves, in a process of exclusion instead of inclusion, is real. At the same time, designers, ICT specialists, urban anthropologists and philosophers, along with economists, sociologists and even artists, as well as experts in human-computer interaction, are coming together in multidisciplinary teams working on all aspects of big data and the smart city, studying and ex-

ploring the social uses of technology. Many of these research groups (Neirotti et alii, 2014; Konomi and Roussos, 2016; Del Signore and Riether, 2018) around the world now work with the underlying goal of making citizens' everyday urban experiences richer, deeper and more closely connected with other people and other objects in the urban landscape.

Ultimately, the important objective to be grasped today is the possible establishment of new forms of relationships between professional designers, academics, policymakers and citizens, so that the transition from the idea of 'city manager' to the idea of 'city maker' becomes possible. In order to achieve this goal, public institutions, private companies and citizens must become co-creators ('co-makers') on the basis of digital platforms/networks where they can interact, abandoning the role of mere 'stakeholders'.

The proposal for a DIY-City as an urban 'Turing machine'

It is necessary to prefigure a tool, a sort of 'Turing machine' or logical 'black box', which could act as an engine of visions, fed by data collection and processing activities. At this stage, it is only a conceptual model: these pages cannot describe the project, but try to explain its conception. In other words, they are preliminary to the creation of a prototype/conception whose functioning can be verified tomorrow, above all by means of falsification practices. While remaining within the logic of the Big Data City, this 'urban machine' will, first of all, provide an outline of the framework of existing urban functions, describing how the city functions (in terms of, for example, mobility, energy, pollution, health, safety, etc.). The 'urban machine' will then be able to clarify the direction in which the function framework itself is likely to change, once it responds to external factors, whether positive or negative. This will allow planners and data scientists together to study the behaviour of citizens and infer their desires.

The idea is that this kind of machine can take data collected from the real city as input and produce innovative design proposals for the city itself as output. The intermediate process (throughput) will be guided by the analysis of the data collected and the monitoring of the behaviour of citizens involved in, for example, certain transformation processes. These behaviours should be taken into account from the moment a given transformation process is initiated (the proposal of new urban spaces in a peripheral neighbourhood, for example) until the production of its provisional outputs, which will be tested again by the citizens' own behaviours, thus reversing the direction of the throughput process.

The parameters (organised on complex grids) that will be used in the throughput activity will be of two different types: the physical ones, referring to space dimensions and other measurable data, and the social ones, the citizens' 'wishes' and behaviours, treated analogically, using semantic web procedures). Both families of parameters will be used as innovative material for the design of urban spaces (allowing decision-makers to work together with citizens). The actual input of this DIY-City machine could be represented by cartographies obtained from the collected big data, while its output could be rep-

resented by virtual (or augmented) maps of new spatial configurations. The latter would show visions of future urban space arrangements, capable of being dynamically modified and used as design tools. While such foresight activity is normally reserved for managers, planners and designers (in a word, decision-makers), the 'urban machine' aims to foster the active role of citizens in the decision-making process, turning them into 'city co-makers'. To do this, the DIY-City machine will have to integrate ICT tools, design practices and also citizens' experiences.

Regarding the latter, also some games can be used to engage people in design processes through simulation and feedback, transferring the results into actual design. Some games allow people to act on a wide range of specific urban problems through role-playing, trust-building, collaboration and harnessing the creativity of the crowd. Other games can be used to stimulate playful encounters and interactions between people and places, enhancing instances of serendipity and fun. Still other games can be used to promote a 'sense of place', a feeling of belonging and caring for the city through emotionally salient game experiences. In any case, players are not simply end-users, but active participants. Moreover, the games are ontologically comparable to what architects recognise in the sequence of programme, design and use: rules to be followed, materials to be used, goals to be achieved.

In this way, citizens will be invited to assume a 'hacker attitude' towards the tools provided: in essence, they will be asked not only to test the 'urban machine', starting from an evaluation of its outcomes but also to modify and implement it as one does a shared game, thus acting as 'intelligent players' able to operate on the rules themselves.

A critical approach | Considering the history of the idea, and the development of the concept over the last decade the Smart City (especially as a 'digital city') is basically a kind commodity today. IBM, Cisco Systems, Siemens AG, Huawei and a few other big companies are gradually promoting the introduction of increasingly sophisticated smart technologies in urban environments all over the world, selling their technological products and managing innovation in that field. From a social media perspective, it is interesting to note how the idea of the 'digital city' (generated in a top-down way) corresponds to the construction of a growing rhetoric (about the new role of citizens and new systems of e-governance, for example) strongly supported by digital media. One of the reasons for this state of affairs is that new generations of technological products have targeted citizens' needs as consumer needs and not as 'civic needs'.

As ICT tools are introduced into the urban environment by profit-maximising companies, their goal is the creation of a 'commodified' Smart City that involves citizens solely in the form of customers. At this point, the notion that citizens can use the same tools in new and more conscious ways, or even radically change them (thus becoming 'co-makers' of their cities) is contrary to the original goals of the companies themselves. The most popular social networks and

search engines, for instance, are 'market-led' and not 'welfare-led': they move like a collective intelligence, of course, and give more information in less time, but at the same time they have greatly reduced 'serendipity' in urban life.

From a socio-anthropological point of view as well, the 'urban machine' model described aims at breaking the marketing chain of the Smart City, in order to collectively generate new kinds of smart tools (more targeted than the existing ones) and new forms of citizen participation, re-discovering the traditional and conscious skills of the specialists involved in urban transformations (starting with designers). But this process is long and difficult to pursue: the idea that cities can become ever smarter, making citizens' lives easier in a technologically driven, open-source society, is nothing more than a simplification.

It is evident that what happened in the 1990s to communication, with the revolution represented by the diffusion of the World Wide Web, cannot be immediately transferred to the city and the design of its spaces. On the other hand, if we consider the physical dimension of cities, their forms and places, the traditional skills involved in urban design are so refined and so profound that

it is not possible to transform citizens directly into specialists capable of playing the same role as experts (designers and planners). This would clearly be a further simplification. What has really happened, however, and is worth elaborating conceptually, is that digital technologies have enhanced citizens' ability to act in different fields, enabling people to optimise certain processes, and making those processes easier as well.

In the DIY-City 'urban machine' model there is thus the idea that new technologies can increase urban quality and that citizens can be more involved in the processes of understanding and guiding urban transformations. It is, in short, a conjecture which this text has tried to briefly describe, and which at this point, like any conjecture, must be subjected to a proper process of falsification that can also take into account the most recent considerations that the scientific community has developed on the future of cities (Batty, 2018) and in terms of urban intelligence (Mattern, 2021). In the spring of 2020, televisions around the world broadcast what was left of the cities that had claimed to be smart just a few weeks earlier to the homes of the world's inhabitants, suddenly confined to

their own homes to deal with their technological equipment. In the face of the pandemic emergency, the desolate and deserted urban landscapes of the capitals of Europe and the world have shown what cities are really made of (streets, squares and buildings) and what they lack in those anomalous visions (the indispensable presence of their inhabitants). Perhaps it is precisely in this necessary reconnection between the old concepts of urbs and civitas that we should also find the sense of the vision of that 'urban machine' for the interactive design of cities that we have tried to propose here, just as a concept.

Acknowledgements

All the pictures, from the project Back to Our Roots (2020) by Claudia Dorman-Alonso, are published with the kind permission of the author.

Note

1) For more information, see the webpage: internet-of-things-research.eu/about_iot.htm [Accessed 25 October 2021].

References

- Alexander, C. (1979), *The timeless way of building*, Oxford University Press, New York.
- Banham, R., Barker, P., Hall, P. and Price, C. (1969), "Non-Plan – An experiment in freedom", in *New Society*, n. 338, pp. 435-443.
- Batty, M. (2018), *Inventing Future Cities*, The MIT Press, Cambridge (MA).
- Batty, M. (2013), "Big data, smart cities and city planning", in *Dialogues in Human Geography*, vol. 3, issue 3, pp. 274-279. [Online] Available at: doi.org/10.1177/2043820613513390 [Accessed 25 October 2021].
- Coleman, G. (2015), *Hacker, Hoaxer, Whistleblower, Spy – The Many Faces of Anonymous*, Verso Books, London/New York.
- Crang, M. and Graham, S. (2007), "Sentient cities – Ambient intelligence and the politics of urban space", in *Information, Communication & Society*, vol. 10, issue 6, pp. 789-817. [Online] Available at: doi.org/10.1080/13691180701750991 [Accessed 25 October 2021].
- de Waal, M. (2014), *The City as Interface – How Digital Media are Changing the City*, Nai010 Publishers, Rotterdam.
- Del Signore, M. and Riether, G. (2018), *Urban Machines – Public Space in a Digital Culture*, LISTLab, Trento.
- Garrett, B. (2013), *Explore everything – Place-hacking the city*, Verso Books, New York.
- Himanen, P. (2001), *The Hacker Ethic and the Spirit of the Information Age*, Random House, New York.
- Kitchin, R. (2014), "The real-time city? Big data and smart urbanism", in *GeoJournal*, vol. 79, pp. 1-14. [Online] Available at: doi.org/10.1007/s10708-013-9516-8 [Accessed 25 October 2021].
- Kitchin, R. and Dodge, M. (2011), *Code/Space – Software and Everyday Life*, MIT Press, Cambridge (MA).
- Konomi, S. and Roussos, G. (2016), *Enriching Urban Spaces with Ambient computing, the Internet of Things and Smart City Design*, IGI Global Hershey, Philadelphia.
- Levy, S. (1984), *Hackers – Heroes of the Computer Revolution*, Doubleday, New York.
- Lim, C. J. and Liu, E. (2019), *Smartcities, Resilient Landscapes and Eco-Warriors*, Routledge, Oxford/New York.
- Manovich, L. (2001), *The Illusions – A BIT of The Language of Media*, The MIT Press, Cambridge (MA).
- Mattern, S. C. (2021), *A City Is Not a Computer – Other Urban Intelligences*, Princeton University Press, Princeton.
- McCullough, M. (2013), *Ambient commons – Attention in the age of embodied information*, The MIT Press, Cambridge (MA).
- Miessen, M. (2010), *The nightmare of participation (Crossbench Praxis as a Mode of Criticality)*, Sternberg Press, Berlin.
- Mitchell, W. J. (2005), *Placing Words – Symbols, Space, and the City*, The MIT Press, Cambridge (MA).
- Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A. C., Mangano, G. and Scorrano, F. (2014), "Current trends in Smart City initiatives – Some stylised facts", in *Cities*, vol. 38, pp. 25-36. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.cities.2013.12.010 [Accessed 25 October 2021].
- Picon, A. (2015), *Smart Cities – A Spatialised Intelligence*, Wiley, Hoboken.
- Rogers, R. (1997), *Cities for a small planet*, Faber & Faber, London.
- Rudofsky, B. (1964), *Architecture without architects – A short introduction to non-pedigreed architecture*, Doubleday & Company, New York.
- Sanoff, H. (2000), *Community participation methods in design and planning*, Wiley, Hoboken.
- Shepard, M. (ed.) (2011), *Sentient city – Ubiquitous computing, architecture, and the future of urban space*, The MIT Press, Cambridge (MA).
- Townsend, A. M. (2013), *Smart cities – Big data, civic hackers, and the quest for a new utopia*, W.W. Norton & Company, New York.
- Trisciuglio, M., Barosio, M., Ricchiardi, A., Tulumen, Z., Crapolicchio, M. and Gugliotta, R. (2021), "Transitional Morphologies and Urban Forms – Generation and Regeneration Processes – An Agenda", in *Sustainability*, vol. 13, issue 11, 6233, pp. 1-19. [Online] Available at: doi.org/10.3390/su13116233 [Accessed 25 October 2021].
- Vermesan, O. and Friess, P. (eds) (2014), *Internet of Things – From Research and Innovation to Market Deployment*, River Publishers, Aalborg.

DIALETTICA ANALOGICO-DIGITALE NEL PROGETTO DI ARCHITETTURA

Per rinnovate ipotesi di metodo

ANALOGUE-DIGITAL DIALECTICS IN ARCHITECTURAL DESIGN

Towards renewed hypotheses of method

Giuseppe Canestrino

ABSTRACT

La dicotomia tra analogico e digitale influenza i metodi di progetto, di produzione, di costruzione, nonché gli orizzonti formali dell'architettura. Questa dicotomia è apparentemente legata solo alla situazione contemporanea in cui l'architettura è pensata, costruita, gestita in modi sempre più informatizzati e di conseguenza è allontanata dai suoi aspetti più concreti. Tuttavia, una profonda comprensione dei significati di analogico e digitale rileva un rapporto dialettico a cui si può guardare per rinnovare aspetti di metodo del progetto di architettura.

The dichotomy between analogue and digital influences the methods of design, production, construction, as well as the formal horizons of architecture. This dichotomy is apparently only related to the contemporary situation in which architecture is thought, built, and managed in increasingly computerised ways, and is consequently distanced from its more concrete aspects. However, a deep understanding of the meanings of analogue and digital reveals a dialectical relationship that can be looked to in order to renew aspects of the method of architectural design.

KEYWORDS

analogico, digitale, continuo, discreto, progetto di architettura

analogue, digital, continuous, discrete, architecture project

Giuseppe Canestrino, Building Engineer-Architect, is a PhD Candidate in Architectural and Urban Design at the University of Calabria (Italy) with which he has already collaborated in funded and published research projects on sustainable architecture. He carries out research and teaching activities in the borderland between architectural design and 'digital culture' with both a practical and a critical-theoretical approach. Mob. +39 349/30.49.829 | E-mail: giuseppe.canestrino@unical.it

I significati di digitale ed analogico, quando associati al progetto di architettura, suggeriscono degli orizzonti metodologici ed estetici spesso antitetici. Ciò conduce a una generale incomunicabilità in cui l'architettura spesso assume solo uno dei due paradigmi come interlocutore privilegiato. Una prima, superficiale, riflessione associa il digitale, a causa della sua recente relazione con le tecnologie informatiche, ai valori dell'immateriale, dell'astratto, dell'intangibile. In una visione antitetica, l'analogico è associato alla dimensione materiale, concreta e tangibile. Ma al digitale afferiscono anche i significati di discreto, discontinuo, divisibile, i quali, seppur affini alle tecnologie informatiche, sono fondanti nei modi con cui il progetto ha da sempre conformato lo spazio architettonico. È possibile infatti affermare, con una certa semplificazione, che il progetto di architettura discretizza lo spazio operando una distinzione tra quello che è forma costruita e quello che non lo è. Analogico, invece, abbraccia anche il significato di 'continuità nella variazione', esemplificato dalle suggestioni di Darcy Thompson (1945), più volte riprese per comunicare come in un'unica idea-progetto sono contenute diverse e alternative forme architettoniche.

Affrontare la dualità tra analogico e digitale, tra continuo e discreto, in termini oppositivi può condurre a un ritardo nell'aggiornamento di alcuni storici strumenti del progetto, nonché al mancato riconoscimento del potenziale trasversale dei più recenti modi di pensare l'architettura. Si propone, invece, che nel progetto il digitale e l'analogico coesistono in una tensione dialettica, la quale ridisegna continuamente i confini dei due paradigmi. A questo scopo sono presentati i principali approcci della ricerca sulla dualità analogico-digitale in architettura dimostrando come per diversi autori il confine tra i due paradigmi è variabile e relativo sia negli approcci al progetto che nei suoi strumenti tecnici. Successivamente, in continuità con la già citata ipotesi di tensione dialettica tra digitale e analogico, è presentata una prima ipotesi di espansione dei campi di applicazione di alcuni strumenti di progetto concepiti per gestire la sola dimensione digitale o la sola dimensione analogica.

Un primo obiettivo del contributo è affrontare la dualità tra analogico e digitale su un piano più culturale che tecnico allo scopo di rinnovare le potenzialità di alcuni approcci al progetto di architettura. Nonostante si riconosca l'imprescindibilità degli strumenti tecnici, come testimoniano il recente Firm Survey Report dell'American Institute of Architects (AIA, 2020) e le recenti Letters To Autodesk (2020)¹, si ritiene che essi siano eccessivamente instabili nel breve periodo per esser posti alla base di un rinnovamento duraturo. I tempi sono invece maturi per ricercare una trasversalità tra gli approcci mentali propri del digitale e dell'analogico. Un secondo obiettivo è quello di fornire un solido inquadramento culturale affinché l'esercizio proposto sia replicabile per diverse criticità della contemporaneità, nella convinzione che a partire da un particolare paradigma progettuale si possono distillare aspetti utili anche ad altri paradigmi.

Approcci alla ricerca della dualità analogico-digitale in architettura | Un approccio di tipo

storico-ricostruttivo è un primo, propedeutico, modo di indagare il rapporto tra digitale e analogico nel progetto di architettura. Le fonti di questa linea di ricerca riguardano particolari media progettuali, come gli strumenti di disegno 'premeccanici' o i primi software CAD, i quali sono studiati nei loro funzionamenti, nella loro diffusione, e soprattutto nella loro capacità di plasmare l'orizzonte estetico del progetto di architettura. Gli strumenti del progetto possono anche essere studiati nella loro capacità di 'reificare', cioè di rendere concreto un qualcosa di astratto, la forma architettonica, come suggerito da Antonino Saggio (2007). Questa ricerca è inoltre in continuità all'interesse di Bruno Zevi (1973) a relazionare gli strumenti del progetto, sia digitali che analogici, al patrimonio estetico che essi spontaneamente restituiscono.

Lo studio di quei media premeccanici (Fig. 1), meno recenti rispetto al software digitale, si dimostra ancora un terreno di ricerca fertile: ne è riprova la trattazione offerta da Mario Carpo (2011), interessata ai temi della variazione, dell'identico e del differente in architettura, la quale dimostra che il digitale e l'analogico hanno diverse affinità e continuità. Lo studio storico-ricostruttivo dei media digitali appare sicuramente più vivace in quanto territorio di ricerca relativamente giovane, ma da tale giovinezza deriva un rapporto immaturo tra il progetto architettonico e l'archivistica digitale, che rischia di rendere inaccessibili alcune fonti nonostante siano relativamente recenti. Ciò ha condotto il ricercatore-architetto a dotarsi di strumenti inediti, come quelli afferenti all'"archeologia del software", per comprendere più profondamente gli intenti dei pionieri del digitale in architettura. Dalle recenti mostre *Archaeology of the Digital* (Lynn, 2013) e *The Architecture Machine* (Fankhänel and Lepik, 2020), entrambe interessate alla storia delle tecnologie informatiche in architettura, emerge un costante rapporto tra il digitale e l'analogico, espresso dalla ricerca di un dialogo tra il progettista e lo strumento digitale. Rispetto a questi temi assumono un inedito interesse di ricerca quegli strumenti di connessione tra l'analogico e il digitale, dalla Light Pen di Ivan Sutherland (Figg. 2, 3) fino all'*Universal Constructor* di John Frazer (Figg. 4, 5).

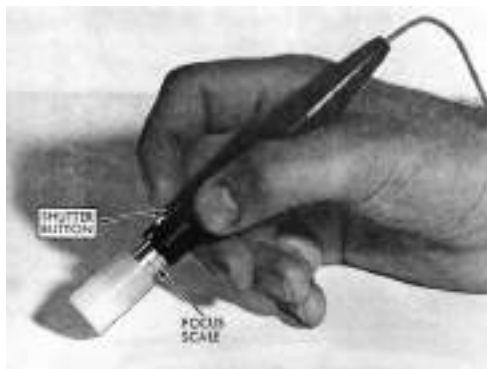
Oltre allo studio di quelle che sono definibili come fonti dirette, cioè i reperti analogici, i software e l'archivio digitale collegati a un progetto, sono fondamentali anche quelle fonti che periodicamente hanno definito le possibilità e gli orizzonti di ricerca dei media digitali nel progetto di architettura. Le pubblicazioni di gruppi di ricerca come il *Computer-Aided Design Project* del MIT negli anni '60 oppure i più recenti testi della collana *La Rivoluzione Informatica* diretta da Antonino Saggio sono tra le ricerche che meglio raccontano le possibilità degli strumenti digitali e il loro inserimento nel processo progettuale, ricerche che si interrogano sulla presenza, o sull'assenza, della dimensione analogica del progetto digitale.

Dall'approccio storico-critico deriva un filone di ricerca interessato alle similitudini e differenze tra la contemporaneità, maggiormente legata al digitale, e i periodi storici dominati dalla strumentazione analogica. Carpo (2017) propone un confronto tra l'architetto contemporaneo

e la codifica della professione di Leon Battista Alberti, mentre David Gerber (2014) propone di accostare la figura del Master Builder medievale, incarnato dal Brunelleschi, al ruolo dell'architetto nel processo progettuale digitale. I risultati di queste ricerche, oltre a continuare a mostrare la continuità tra analogico e digitale nel progetto, permettono una maggiore comprensione del perché esperienze basate sulla realizzazione e ottimizzazione di modelli analogici sono considerate come anticipatrici del paradigma digitale in architettura (Canestrino, 2021) e forniscono una più profonda comprensione del ruolo dell'architetto rispetto a temi caldi come la 'authorship' e la gestione della filiera del progetto.

Nonostante digitale e analogico siano due dimensioni apparentemente incompatibili, è possibile quindi tracciare delle continuità tematiche nei loro approcci al progetto. Ma è, tuttavia, necessario sottolineare gli aspetti di una particolare stagione, forse non ancora pienamente terminata, in cui alcuni collegamenti tra il virtuale e la costruzione si sono indeboliti. In quello che Carpo (2013) definisce 'digital turn', si assiste a un allontanamento del digitale dall'analogico, fino a, in alcune estremizzazioni, ridurre quest'ultimo a dimensione secondaria del progetto di architettura. Quella iniziata negli anni '90 è una stagione dell'architettura in cui alcuni autori, per dare forma a quello che possiamo considerare come un importante patrimonio estetico, si liberano dalle inibizioni imposte dalla costruzione. In questo complesso quadro, autori che riconoscono la crescente inconsistenza tra progetto digitale e costruzione analogica suggeriscono comunque posizioni possibilistiche, come Franco Purini (2003, p. 95) il quale afferma che la «[...] rivoluzione digitale più che un evento inaspettato sia in realtà il naturale e inevitabile sviluppo della prospettiva». Altri autori assumono posizioni più conservative assegnando gran parte dell'apporto del digitale all'architettura alla «[...] componente rappresentativa che va dall'iconico al semantico, dal virtuale al possibile» (De Fusco, 2001, p. 12).

Continuo e Discreto | Allo scopo di legittimare l'operazione metodologica proposta successivamente in questo contributo, è necessario inquadrare il tema del digitale e dell'analogico come una dualità più profonda del semplice scontro tra astratto e concreto. Come già anticipato, è possibile associare ad analogico e digitale i concetti di continuo e discreto per renderli rappresentativi di tematiche del progetto di architettura che superano i cambi di paradigma delle tecnologie informatiche. Gilles Retsin (2019) ha recentemente proposto in un numero monografico di *Architectural Design* intitolato *Discrete – Reappraising the Digital in Architecture* che non vi è mai stata una chiara distinzione tra un approccio analogico ed un approccio digitale nei modi di affrontare il progetto di architettura. Più precisamente, Retsin (2016) ha già sostenuto in precedenza la tesi 'we have never been digital' per sottolineare una generale tendenza a non pensare la forma architettonica come una organizzazione di parti discrete; ne consegue come gran parte degli approcci al progetto di architettura, seppur si servono di strumenti digitali, perpetuano una concezione analogica e continua della forma.



L'atto della costruzione è capace di fornire ulteriori elementi di discussione: per Retsin una architettura è digitale se costruita con un materiale digitale, inteso come un assemblaggio di elementi discreti con limitate possibilità di connessione (Figg. 6, 7) e quindi più vicine alle logiche fondanti del digitale (Gershenfeld et alii, 2015). Un materiale, invece, è analogico se permette di ottenere una forma tramite l'aggiunta o la rimozione di materia con una variazione senza soluzione di continuità. Secondo queste definizioni, un chiaro esempio di materiale analogico è il prodotto di una stampa 3D o un setto in calcestruzzo, mentre un sistema di prefabbricazione caratterizzato da un numero finito di possibili connessioni e orientamenti spaziali è un esempio di materiale digitale. Associare il digitale a una tettonica discreta permette anche di riconsiderare le esperienze anticipatrici dell'approccio computazionale in architettura. Retsin (2016) sostiene la possibilità di tracciare una storia alternativa delle origini del digitale in architettura basata su esperienze intrinsecamente discrete, come l'ospedale di Venezia di Le Corbusier, l'orfano-trofo di Aldo van Eyck (Fig. 8), la produzione seriale di Jean Prouvé, il minimalismo di Sol Lewitt (Figg. 9, 10). Questa visione è duale alle più diffuse ricerche che individuano nell'uso di 'modelli fisici', da Frei Paul Otto and Antoni Gaudí (Fig. 11), il seme del digitale in architettura.

Le ricerche di Retsin sono in uno stretto dialogo con quelle di Neil Leach (2018), il quale propone anche egli la tesi «we have never been digital»: entrambi suggeriscono che il paradigma analogico comprende ciò che nel senso comune è spesso percepito come digitale. Per Leach, però, la differenza tra digitale e analogico non riguarda i modi della produzione e costruzione, i quali secondo egli, dalla fabbricazione digitale fino alla muratura (Figg. 12-15), sono tutti sostanzialmente processi continui in quanto il loro prodotto è concreto e fisico; ne deriva

che la distinzione tra i materiali analogici e digitali è superflua in quanto i materiali sono tutti analogici, mentre è il processo di progettazione a poter essere analogico o digitale. Il non essere digitali è per Leach legato alla scarsa propensione ad afferrare i processi discreti sottesi al mondo materiale, mentre siamo più abili nel pensiero analogico; ne deriva, sempre secondo Leach, l'importanza di chiederci se i nostri processi progettuali sono computerizzati o computazionali.

Per Retsin (2016) una vera architettura digitale richiede modifiche nei suoi materiali e nei suoi modi di progetto mentre Leach (2019) afferma con più chiarezza come l'architettura costruita è sempre analogica. È possibile però individuare delle posizioni culturali secondo le quali il discreto-digitale è strumento di comprensione della realtà: si tratta dell'assunzione implicita alla base della prima Cybernetica, i cui orizzonti e implicazioni per l'architettura sono stati anticipati da Gordon Pask (1969). Nel tracciare l'analogia tra il funzionamento del pensiero umano e il funzionamento del computer alcuni pionieri della filosofia digitale, come Gregory Chaitin e Stephen Wolfram, affermano che è possibile ridurre il primo alle logiche del secondo; ne consegue un approccio riduzionista alla complessità del progetto di architettura, il quale è considerabile come il risultato delle interazioni di un sistema di elementi semplici, discreti e prevedibili. Le conseguenze epistemologiche di questo pensiero sono riassumibili usando il paradigma 'pancomputazionale' di Giuseppe Longo (2016): «Tutto computa; Tutto è frutto di computazione; Tutto può essere trasformato in un dispositivo computante»; ciò, traslato nel progetto di architettura, si traduce in una fascinazione per quei modi di generare la forma, dagli approcci computazionali a quelli parametrici, in cui all'idea architettonica si associa un codice digitale in grado non solo di generarla, ma anche di spiegarla.

In realtà, l'influenza del discreto negli strumenti del progetto di architettura è concreta e tangibile. La potenza computazionale delle analisi agli elementi finiti deriva dalla traduzione di una forma architettonica in oggetti discreti relazionati tra loro; analogamente, molti progettisti affrontano la modellazione di un edificio, in ambienti BIM o CAD, come un assemblaggio di elementi discreti, ma molti software permettono di variare alcune caratteristiche di questi elementi in modo continuo e altre in modo discreto.

Quello che emerge dalle posizioni esposte è come l'analogico e il digitale, il continuo e il discreto, sono tenuti insieme nel progetto di architettura da una tensione dialettica che continuamente ridisegna i confini tra i due paradigmi e che richiama un concetto di Georg Simmel (2020, p. 324), sociologo e filosofo tedesco, esposto in un saggio sulla tendenza umana a connettere e separare, basato sulla tesi che queste due azioni «[...] sono solo due aspetti di uno stesso gesto». Più precisamente, nulla si può connettere se prima non è separato e nulla si può separare se prima non è connesso. Quindi digitale e analogico assumono significato nella loro continua contrapposizione e connessione nella realtà come nell'architettura. Assumere questa posizione dialettica permette di riconoscere come anche negli strumenti del progetto di architettura può esistere un rapporto dialettico tra digitale e analogico. Un chiaro esempio è fornito dalle curve di Bézier, le quali, se espresse matematicamente, sono sicuramente analogiche e continue, ma sono discretizzate in pixel per essere rappresentate sullo schermo. Le curve di Bézier sono inoltre calcolabili in modo algoritmico, quindi tramite un set discreto di azioni, a partire da una collezione finita di punti, i quali una volta digitalizzati sono discreti. La lista di contraddizioni proprie delle utilissime curve di Bézier potrebbe continuare.

La trattazione esposta finora ha voluto mostrare l'inopportunità di pensare che uno strumento di progetto, sia esso di natura tecnica o mentale, possa essere applicato solo nell'ambito analogico o solo nell'ambito digitale. A seguire è mostrato come l'ipotesi della connessione e contrapposizione tra digitale e analogico permetta con una certa facilità di rinnovare alcuni approcci al progetto di architettura.

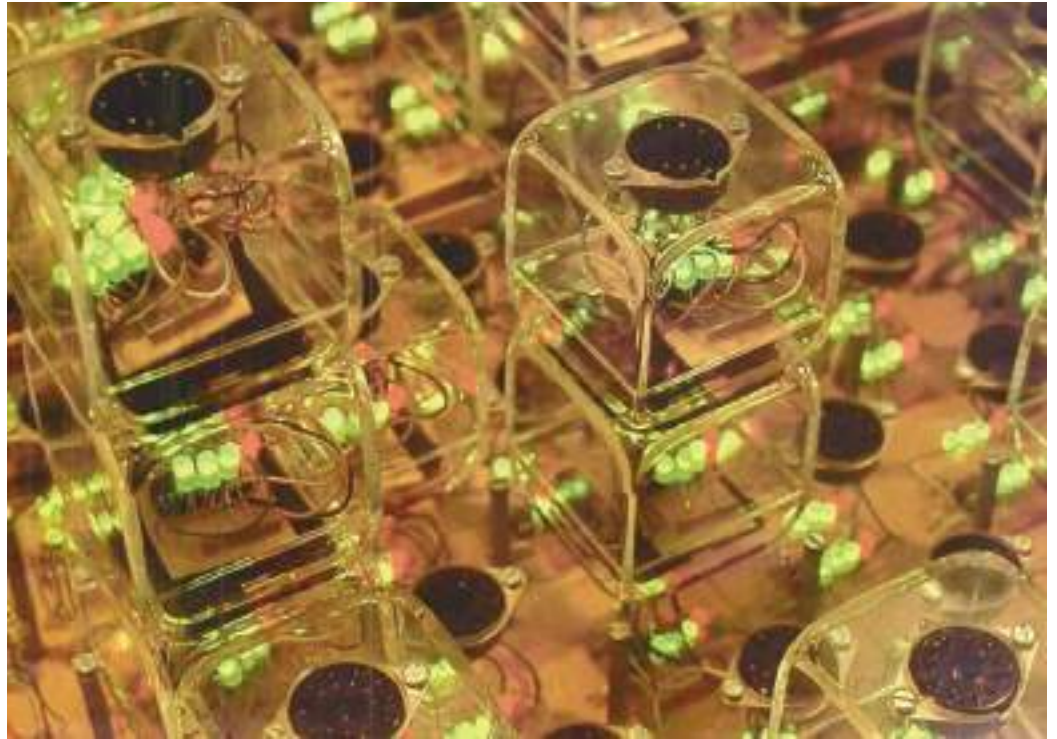
Connessioni dal digitale verso l'analogico | È opportuno ora mostrare come alcuni concetti sviluppati per gestire la parte digitale del progetto possano avere un profilo di utilità anche nella gestione dei suoi aspetti più tradizionali. Le modalità con cui gli strumenti digitali del progetto contribuiscono al suo processo ideativo sono molteplici, e vanno, a titolo esemplificativo, dalla semplice logica additiva di 'elementi preconfezionati in librerie' (Prestinenza Puglisi, 1998), fino alle più complesse logiche della progettazione evolutiva che ibrida per conto del progettista diverse manifestazioni di un 'objectile' (Deleuze, 1993; Cache, 1995). Come già ampiamente discusso, questi contributi al progetto sono caratterizzati da una tensione dialettica tra l'essere continui e l'essere discreti nei modi con cui conducono alla forma architettonica.

Sono diversi gli approcci per gestire un progetto che è 'liquido', in quanto è possibile modi-

Previous page

Fig. 1 | Albrecht Dürer, 'Draughtsman Making a Perspective Drawing of a Reclining Woman', ca. 1600 (source: Met's Museum, Public Domain).

Figg. 2, 3 | Sketchpad drawing system and the Light Pen input device by Ivan Sutherland, 1963 (credits: I. Sutherland).



Figg. 4, 5 | Universal Constructor by John Frazer, developed with Architectural Association Diploma Unit 11 (source: Frazer, 1995).





Fig. 6 | Tallinn Architecture Biennale Pavilion in Tallinn by Gilles Retsin Architecture, 2017 (credit: T. Tunnel).

Fig. 7 | Studies on Optimization by EZCT Architecture & Design Research: computational chair design using genetic algorithms, 2004 (credit: dodecahedron, 2016).



ficare in modo retroattivo la forma architettonica agendo sui singoli elementi che la compongono, ed è 'indeterminato', in quanto un 'objectile' può variare teoricamente fino ad un attimo prima della costruzione. Manuel De Landa (2002) suggerisce di sviluppare tre tipi di pensiero per gestire una condizione di progetto in cui la forma architettonica è ricercata tramite la simulazione in un ambiente digitale: 'populational, intensive, and topological thinking'. Questi principi sono, con diversi livelli di rigosità, tenuti in considerazione in paradigmi di progetto digitali, quali il parametrico, il generativo o il computazionale, in quanto utili ad erodere l'indecifrabilità delle 'black-box' che molti progettisti costruiscono per trarre vantaggio da questi strumenti.

Il pensiero 'popolazione' spinge a considerare la forma architettonica come una delle possibili e infinite manifestazioni di un complesso si-

stema di materiali progettuali; ne deriva che la forma architettonica assume nuove possibilità di progetto se viene considerata contemporaneamente sia una precisa organizzazione spaziale sia una particolarizzazione di una famiglia di alternative progettuali. Il pensiero 'topologico' suggerito da De Landa ha ricadute sul metodo progettuale in quanto spinge a due attitudini: la prima è quella di pensare delle idee progettuali sufficientemente astratte e flessibili in modo che da esse sia possibile generare delle alternative progettuali diverse tra di loro ma comunque riconoscibili come manifestazioni di un'unica idea; la seconda attitudine è quella di pensare un'idea progettuale non solo nella sua variabilità, ma anche nelle sue parti invarianti, come le relazioni, le caratteristiche dimensionali e le connessioni tra gli spazi che compongono la forma architettonica.

Trasferire i suggerimenti di De Landa, i quali sono legati a strumenti spiccatamente digitali come gli algoritmi genetici, verso approcci più tradizionali al progetto aiuterebbe a comprendere e far emergere le possibilità latenti che ha una idea-progetto, intesa come organizzazione ancora aperta dei materiali del progetto. È possibile così approcciarsi al progetto di architettura senza snaturare i principi di una disciplina oggi sempre più esposta a tecnicismi e funzionalismi (Purini, 2018), con una rinnovata consapevolezza di come la forma architettonica evolve e si raffina durante la progettazione.

Connessioni dall'analogico verso il digitale |

Precedentemente sono stati discussi dei principi di metodo capaci di rinnovare e potenziare un approccio al progetto basato su metodi analogici. Se si parla di metodi digitali appare invece più importante arginare e controllare due possibili derive progettuali: l'eccesso di scientificità e la pura ricerca formale. Questo controllo non deve però avvenire inibendo le innovazioni proprie degli strumenti digitali. È quindi necessario ricercare negli strumenti analogici dei principi di metodo capaci di evitare la frustrazione quando la «[...] realtà virtuale sembra irraggiungibile [e la delusione quando] le figure del digitale si fanno architetture reali, come nel caso della Korean Church di Greg Lynn» (Purini, 2003, p. 92; Fig. 16).

Gli strumenti analogici sono intrinsecamente limitati nella quantità delle alternative progettuali che possono valutare, a differenza degli strumenti digitali, i quali permettono una meno onerosa esplorazione dell'idea-progetto. Il limite di cosa è 'umanamente computabile' negli strumenti analogici spinge però ad attuare un processo progettuale in equilibrio tra aspetti emergenti, manifestazioni di possibilità latenti, senso dell'abitare e del costruire. Gli strumenti digitali hanno posto in secondo piano questo equilibrio grazie alla fiducia nella loro potenza di calcolo che, tuttavia, non si può utilizzare pienamente senza rendere più tecnico e scientifico il processo del progetto; per fare ciò, si è costretti a esporsi a una visione funzionalista del progetto di architettura che conduce a riconoscere una particolare importanza alle sue performance misurabili. Appare interessante notare come l'Architettura come Tema di Oswald Mathias Ungers (1982) nasce da un contesto culturale in cui il rapporto tra digitale e analogico, così come

esposto in questo contributo, presenta posizioni di continuità: parafrasando alcuni pensieri del maestro tedesco, gli strumenti digitali quando utilizzati con spirito eccessivamente scientifico possono condurre al 'vicolo cieco del puro funzionalismo', mentre quando utilizzati senza una coscienza costruttiva possono condurre 'all'abberrazione stilistica'.

Analogamente, la somiglianza del processo progettuale di alcuni strumenti digitali con il modo di operare di un selezionatore o 'allevatore di cavalli da corsa' (De Landa, 2002) rivela una continuità con esperienze e metodi di progetto pensati per gli strumenti analogici. Un algoritmo evolutivo che mescola le caratteristiche delle migliori soluzioni progettuali per ricavarne di nuove e più efficienti può essere considerato una estremizzazione del progetto per 'cernita-selezione-classificazione' (Quaroni, 2001). Il paragone può sembrare azzardato e forzato, ma per gli scopi di questo testo è necessario riconoscere che i più moderni strumenti digitali possono trarre vantaggio da una rivalutazione e aggiornamento di principi consolidati della composizione architettonica, dalla visione del progetto come momento di sintesi di una conoscenza complessa fino all'uso di tutte le scale del progetto in modo dialettico.

Conclusioni | Questo contributo ha proposto che nel progetto di architettura le connessioni che si possono creare tra la visione analogica e la visione digitale possono essere molteplici e bidirezionali; più precisamente, è stato proposto che i metodi più tradizionali del progetto, tipicamente analogici, possono trarre una utilità dall'applicazione di approcci ideati per gestire i metodi di progetto digitale. Per gestire al meglio quest'ultimi non basta una profonda conoscenza tecnica dei loro strumenti, come suggerito da Lynn (cit. in Rocker, 2006), ma sono necessarie rinnovate basi di metodo che si potrebbero riprendere da diversi principi della composizione architettonica, operazione sui metodi del progetto supportata dall'idea che il digitale e l'analogico assumono un valore più profondo se sono considerati dialetticamente sia compresenti che contrapposti in architettura.

Il contributo è stato sviluppato nella convinzione che gli strumenti digitali stanno diventando imprescindibili nel processo progettuale, al pari di quegli strumenti analogici, come il disegno e la scrittura, che l'architettura ha da tempo assorbito. L'evidente implicazione culturale per la comunità del progetto di architettura riguarda, usando le parole di Marshall McLuhan (2015, p. 78), il necessario passaggio «[...] dalla torre d'avorio a quella di controllo» per sfruttare pienamente le opportunità dell'odierna condizione digitale. È auspicabile, quindi, replicare e continuare l'operazione proposta, basata sullo studio dei metodi, delle criticità e delle opportunità di un particolare paradigma progettuale per distillarne aspetti utili a un più ampio campo di approcci al progetto. È necessario, tuttavia, ricercare in questa ibridazione un equilibrio tra la capacità di sintesi del progetto di architettura e gli orizzonti più tecnici della strumentazione digitale, che non vanno né inibiti né eccessivamente esaltati. Risulta evidente che gli sviluppi futuri appena prospettati devono compiersi in

armonia tra i principi fondanti della composizione e i valori più profondi della cultura digitale.

Questo testo si inserisce in un generale quadro di incertezza sui futuri equilibri tra il digitale e l'analogico. Visioni in cui il digitale assumerà progressivamente più fisicità, o in cui il digitale opererà in modi sempre più integrati e celati, sembrano avere la stessa probabilità di avveramento di visioni in cui gli architetti saranno sempre più impegnati a progettare spazi puramente virtuali. Tuttavia, in ogni scenario futuro sarà fondamentale associare momenti di riflessione e sintesi sugli aspetti culturali del progetto all'inevitabile sviluppo dei suoi strumenti tecnici.

The meanings of digital and analogue, when associated with architectural design, suggest methodological and aesthetic horizons that are often antithetical. This leads to a general incommunicability in which architecture often assumes only one of the two paradigms as a privileged interlocutor. An initial, superficial reflection associates the digital, because of its recent relationship with information technology, with the values of the immaterial, the abstract, the intangible. In an antithetical vision, the analogue is associated with the material, concrete and tangible dimension. But the digital also includes the meanings of discrete, discontinuous, divisible, which, although related to information technology, are fundamental to the way in which design has always shaped architectural space. It is possible to state, with a certain simplification, that architectural design discretises space by making a distinction between what is built form and what is not. Analogical, on the other hand,

also embraces the meaning of 'continuity in variation', exemplified by Darcy Thompson's (1945) suggestions. The latter have been repeatedly used to communicate how a single idea-project contains different and alternative architectural forms.

Dealing with the duality between analogue and digital, between continuous and discrete, in oppositional terms may lead to a delay in updating some historical design tools, as well as a failure to recognise the transversal potential of the most recent ways of thinking about architecture. Instead, it is proposed that in design the digital and the analogue coexist in a dialectical tension, which continually redraws the boundaries of the two paradigms. To this end, the main approaches to research on the analogue-digital duality in architecture are presented, demonstrating how, for various authors, the boundary between the two paradigms is variable and relative both in the approaches to the project and in its technical tools. Subsequently, in continuity with the already mentioned hypothesis of dialectical tension between digital and analogue, a first hypothesis of expansion of the fields of application of some project tools conceived to manage only the digital dimension or only the analogue dimension is presented.

A first objective of the contribution is to address the duality between analogue and digital on a more cultural than technical level, in order to renew the potential of some approaches to architectural design. Although the indispensability of technical tools is acknowledged, as witnessed by the recent Firm Survey Report of the American Institute of Architects (AIA, 2020) and the recent Letters To Autodesk (2020)¹, it is believed that they are too unstable in the short term to be the basis of a lasting renewal. Instead, the time is

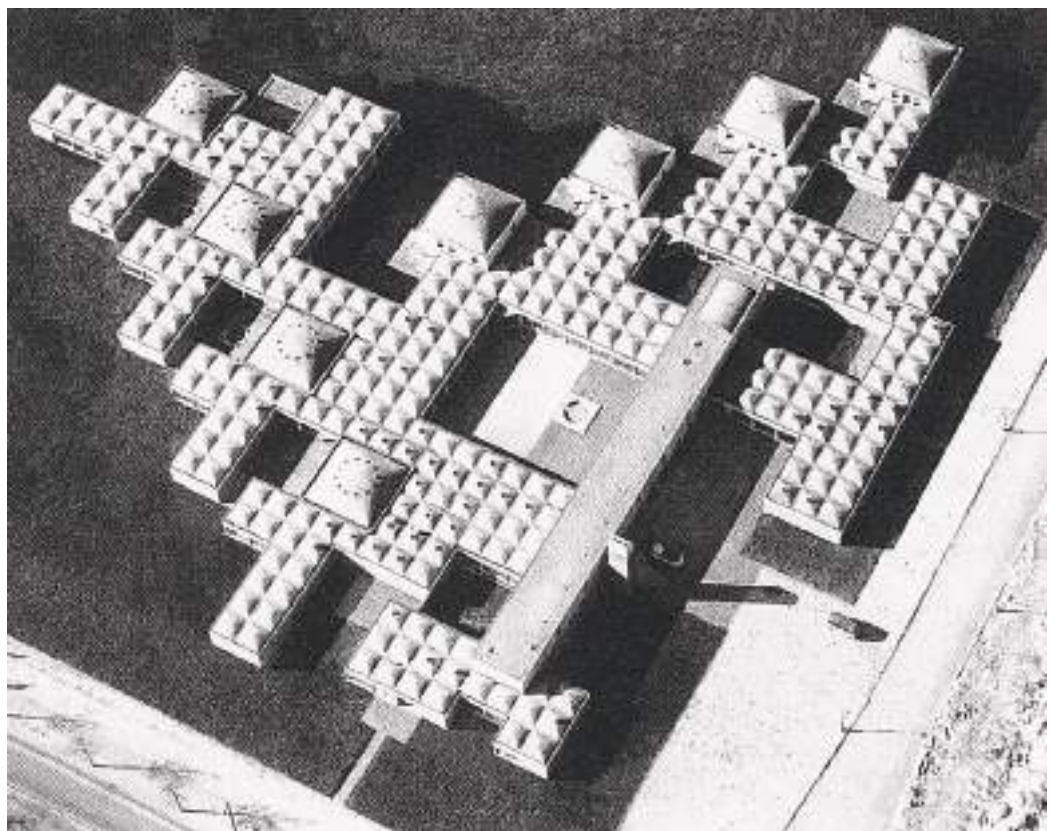
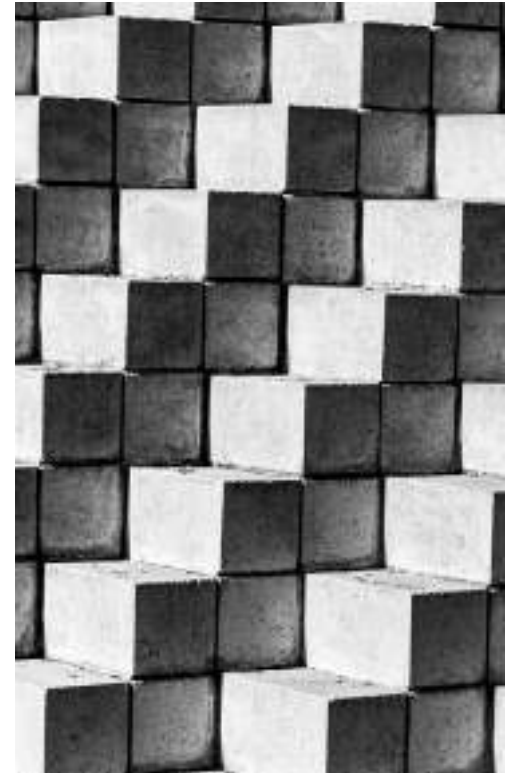


Fig. 8 | Municipal Orphanage in Amsterdam by Aldo van Eyck, 1960 (source: Schiphol-East Aviodrome Lelystad archive).



Figg. 9, 10 | Four-Sided Pyramid in Washington D.C. by Sol LeWitt, 1999 (credits: NCinDC; R. Ricciardi, 2016).

ripe to seek transversality between digital and analogue mental approaches. A second objective is to provide a solid cultural framework so that the proposed exercise can be replicated for different contemporary criticalities, in the conviction that starting from a particular design paradigm, aspects useful to other paradigms can be distilled.

Exploring analogue-digital duality in architecture | A historical-reconstructive approach is a first, propaedeutic way of investigating the relationship between digital and analogue in architectural design. The sources of this line of research concern particular design media, such as the 'premechanical' drawing tools or the first CAD software, which are studied in their functioning, in their diffusion, and especially in their ability to shape the aesthetic horizon of the architectural project. The tools of the project can also be studied in their capacity to reify, that is, to make concrete something abstract, the architectural form, as suggested by Antonino Saggio (2007). This research is also in continuity with Bruno Zevi's (1973) interest in relating the tools of the project, both digital and analogue, to the aesthetic heritage that they spontaneously return.

The study of those premechanical media (Fig. 1), which are less recent than digital software, still proves to be a fertile research ground. Proof of this is the treatment offered by Mario Carpo (2011), interested in the themes of variation, the identical and the different in architecture, which demonstrates that the digital and the analogue have different affinities and continuities. The reconstructive-historical study of digital media certainly appears more lively as a relatively young research territory. But from this youthfulness derives an immature relationship between

architectural design and digital archives, which risks making some sources inaccessible despite being relatively recent. This has led the researcher-architect to equip himself with new tools, such as those pertaining to 'software archaeology', in order to more deeply understand the intentions of the pioneers of digital architecture. The recent exhibitions *Archaeology of the Digital* (Lynn, 2013) and *The Architecture Machine* (Fankhänel and Lepik, 2020), both concerned with the history of information technology in architecture, reveal a constant relationship between the digital and the analogue, expressed by the search for a dialogue between the designer and the digital tool. With respect to these themes, those tools that connect analogue and digital take on a new research interest, from Ivan Sutherland's *Light Pen* (Figg. 2, 3) to John Frazer's *Universal Constructor* (Figg. 4, 5).

In addition to the study of what can be defined as direct sources, i.e. the analogue artefacts, the software and the digital archive linked to a project, those sources, that have periodically defined the possibilities and research horizons of digital media in architectural design, are also fundamental. The publications of research groups such as *Computer-Aided Design Project* at MIT in the 1960s or the more recent texts in *The IT Revolution in Architecture* series directed by Antonino Saggio are among the research that best describe the possibilities of digital tools and their inclusion in the design process. These studies also question the presence, or absence, of the analogue dimension of the digital project.

From the historical-critical approach derives a strand of research interested in the similarities and differences between contemporary times, more closely linked to the digital, and historical

periods dominated by analogue instruments. Carpo (2017) proposes a comparison between the contemporary architect and Leon Battista Alberti's codification of the profession, while David Gerber (2014) proposes to juxtapose the figure of the medieval Master Builder, embodied by Brunelleschi, with the role of the architect in the digital design process. The results of these researches, as well as continuing to show the continuity between analogue and digital in design, allow a greater understanding of why experiences based on the realisation and optimisation of analogue models are considered as anticipating the digital paradigm in architecture (Canestrino, 2021). Furthermore, this research allows a deeper understanding of the role of the architect with respect to hot topics such as 'authorship' and project supply chain management.

Although digital and analogue are two apparently incompatible dimensions, it is, therefore, possible to trace thematic continuities in their approaches to design. It is, however, necessary to highlight aspects of a particular season, perhaps not yet fully over, in which certain links between the virtual and the constructed have weakened. In what Carpo (2013) calls the 'digital turn', we are witnessing a distancing of the digital from the analogue, to the point, in some extremes, of reducing the latter to a secondary dimension of architectural design. The period that began in the 1990s was a season in architecture in which some authors, in order to give form to what we can consider an important aesthetic heritage, freed themselves from the inhibitions imposed by construction. In this complex picture, authors who recognise the growing inconsistency between digital design and analogue construction nevertheless suggest possibilistic positions, such as Franco Purini (2003, p.

95) who states that the digital revolution, rather than an unexpected event, is actually the natural and inevitable development of perspective. Other authors take a more conservative stance, assigning most of the digital contribution to architecture to the representative component that goes from the iconic to the semantic, from the virtual to the possible (De Fusco, 2001, p. 12).

Continuous and Discrete | In order to legitimise the methodological operation proposed later in this contribution, it is necessary to frame the theme of digital and analogue as a deeper duality than the simple clash between abstract and concrete. As already anticipated, it is possible to associate analogue and digital with the concepts of continuous and discrete in order to make them representative of themes of architectural design that go beyond the paradigm shifts of information technologies. Gilles Retsin (2019) has recently proposed in a monographic issue of *Architectural Design* titled *Discrete – Reappraising the Digital in Architecture* that there has never been a clear distinction between an analogue and a digital approach in ways of approaching architectural design. More specifically, Retsin (2016) has previously argued ‘we have never been digital’ to highlight a general tendency not to think of architectural form as an organisation of discrete parts. It follows that most approaches to architectural design while making use of digital tools, perpetuate an analogue and continuous conception of form.

The act of construction is capable of providing further elements of discussion: for Retsin, an architecture is digital if built with a digital material, understood as an assemblage of discrete elements with limited possibilities of connection (Fig. 6, 7) and therefore closer to the founding logic of the digital (Gershenfeld et alii, 2015). A material, on the other hand, is analogue if it allows a form to be obtained through the addition or removal of matter with seamless variation. According to these definitions, a clear example of an analogue material is the product of a 3D print or a concrete wall, while a prefabrication system characterised by a finite number of possible connections and spatial orientations is an example of a digital material. Associating the digital with discrete tectonics also allows us to reconsider the anticipatory experiences of the computational approach in architecture. Retsin (2016) argues for the possibility of tracing an alternative history of the origins of the digital in architecture based on inherently discrete experiences, such as the Venice hospital of Le Corbusier, the orphanage of Aldo van Eyck (Fig. 8), the serial production of Jean Prouvé, the minimalism of Sol Lewitt (Fig. 9, 10). This vision is dual to the more widespread research that identifies the use of ‘physical models’, from Frei Paul Otto and Antoni Gaudí (Fig. 11), as the seed of the digital in architecture.

The Retsin research is in close dialogue with that of Neil Leach (2018), who also proposes the thesis «we have never been digital». Both suggest that the analogue paradigm encom-

passes what in common sense is often perceived as digital. For Leach, however, the difference between digital and analogue does not concern modes of production and construction, which he argues, from digital fabrication to masonry (Fig. 12-15), are all essentially continuous processes in that their product is concrete and physical. It follows that the distinction between analogue and digital materials is superfluous as the materials are all analogue, while it is the design process that can be analogue or digital. The fact that we are not digital is, for Leach,

linked to our unwillingness to grasp the discrete processes underlying the material world, whereas we are more adept at analogue thinking. Hence, again according to Leach, the importance of asking ourselves whether our design processes are computerised or computational.

For Retsin (2016) a true digital architecture requires changes in its materials and design modes while Leach (2019) states more clearly how built architecture is always analogue. However, it is possible to identify cultural positions according to which the discrete-digital is a tool



Fig. 11 | Catenary model exposed at Casa Milà in Barcellona by Antoni Gaudí (credit: K. Taylor, 2009).



for understanding reality. This is the implicit assumption behind early Cybernetics, whose horizons and implications for architecture were anticipated by Gordon Pask (1969). In drawing an analogy between the functioning of human thought and the functioning of the computer, some pioneers of digital philosophy, such as Gregory Chaitin and Stephen Wolfram, claim that it is possible to reduce the former to the logic of the latter. The result is a reductionist approach to the complexity of architectural design, which can be considered as the result of the interactions of a system of simple, discrete and predictable elements. The epistemological consequences of this thinking can be summarised using the 'pan-computational' paradigm of Giuseppe Longo (2016): «Tutto computa; Tutto è frutto di computazione; Tutto può essere trasformato in un dispositivo computante». This, translated into architectural design, translates into a fascination with those ways of generating form, from computational to parametric approaches, in which the architectural idea is associated with a digital code capable not only of generating it but also of explaining it.

In fact, the influence of the discrete in architectural design tools is concrete and tangible. The computational power of finite element analysis derives from the translation of an architectural form into discrete objects that are related to each other. Similarly, many designers approach the modelling of a building, in BIM or CAD environments, as an assembly of discrete elements. But many software programs allow to vary some characteristics of these elements continuously and others discretely.

What emerges from the above positions is how the analogue and the digital, the continuous and the discrete, are held together in architectural design by a dialectical tension that continually redraws the boundaries between the two paradigms. This dialectical tension is reminiscent of a concept by German sociologist and philosopher Georg Simmel (2020, p. 324) in an essay on the human tendency to connect and separate, based on the thesis that these two actions 'are only two aspects of the same gesture'. More precisely, nothing can be connected unless it is first separated and nothing can be separated unless it is first connected. Thus, digital and analogue take on meaning in their continuous opposition and connection, in reality as in architecture. Assuming this dialectical position allows us to recognise how even in the tools of architectural design there can be a dialectical relationship between digital and analogue. A clear example is provided by the Bézier curves, which, if expressed mathematically, are certainly analogue and continuous, but are discretized in pixels to be represented on the screen. Bézier curves can also be calculated algorithmically, i.e. by a discrete set of actions, from a finite collection of points, which once digitised are discrete. The list of contradictions inherent in the useful Bézier curves could go on.

Fig. 12-15 | Chi She exhibition space in Shanghai by Archi-Union Architects, 2016: the formal exploration of masonry built with digital manufacturing brings out the dialectic between digital and analogue, continuous and discrete (credits: trevor.patt, 2017).

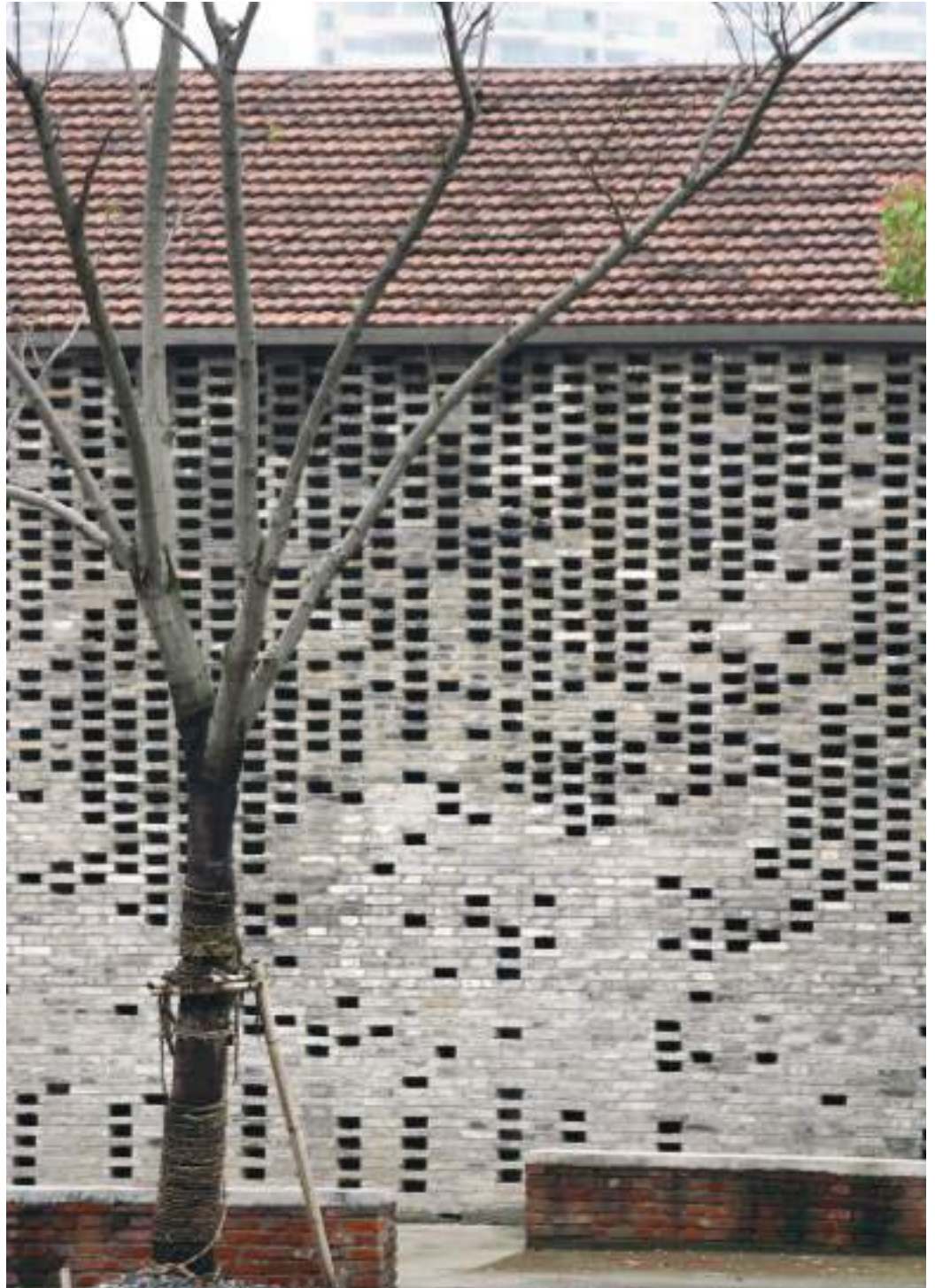




Fig. 16 | Korean Presbyterian Church in New York by Greg Lynn, Douglas Garofalo and Michael McInturf, 1999 (credit: M. Mucciola, 2007).

The discussion so far has aimed at showing the inappropriateness of thinking that a design tool, be it of a technical or mental nature, can only be applied in the analogue domain or only in the digital domain. Subsequently, it is shown how the hypothesis of the connection and opposition between digital and analogue allows with a certain ease to renew some approaches to the architectural project.

Connections from digital to analogue | It is now appropriate to show how some of the concepts developed to manage the digital part of the project can also have a useful profile in the management of its more traditional aspects. The ways in which the digital tools of the project contribute to its ideational process are manifold, and range, by way of example, from the simple additive logic of 'elements pre-packaged in libraries' (Prestinenza Puglisi, 1998), to the more complex logic of evolutionary design which hybridises on behalf of the designer different manifestations of an 'objectile' (Deleuze, 1993; Cache, 1995). As already widely discussed, these contributions to design are characterised by a dialectical tension between being continuous and being discrete in the ways they lead to architectural form.

There are different approaches to managing a project that is 'liquid', in that it is possible to retroactively modify the architectural form by acting on the individual elements that compose it, and it is 'indeterminate', in that an 'objectile' can theoretically vary up to a moment before construction. Manuel De Landa (2002) suggests developing three types of thinking to manage a design condition in which the architectural form is sought through simulation in a digital environment: 'populational, intensive, and topological

thinking'. These principles are, with different levels of rigour, taken into account in digital design paradigms, such as parametric, generative or computational, as they are useful to erode the indecipherability of the 'black-box' that many designers construct to take advantage of these tools.

'Populational' thinking leads us to consider architectural form as one of the possible and infinite manifestations of a complex system of design materials. It follows that the architectural form assumes new design possibilities if it is considered simultaneously both a precise spatial organisation and a particularisation of a family of design alternatives. The 'topological' thought suggested by De Landa has repercussions on the design method in that it leads to two attitudes: the first is that of thinking of design ideas that are sufficiently abstract and flexible so that it is possible to generate design alternatives that are different from each other but in any case recognisable as manifestations of a single idea; the second attitude is that of thinking of a design idea not only in its variability but also in its invariant parts, such as the relationships, the dimensional characteristics and the connections between the spaces that make up the architectural form.

Transferring the advice of De Landa, which are linked to distinctly digital tools such as genetic algorithms, to more traditional approaches to design would help to understand and bring out the latent possibilities that an idea-project has, understood as a still open organisation of the materials of the project. It is thus possible to approach architectural design without distorting the principles of a discipline that is today increasingly exposed to technicalities and functionalisms (Purini, 2018), with a renewed aware-

ness of how architectural form evolves and is refined during design.

Connections from analogue to digital | Previously we have discussed principles of method capable of renewing and enhancing a design approach based on analogue methods. If we are talking about digital methods, however, it seems more important to curb and control two possible design drifts: excessive scientificity and pure formal research. However, this control must not take place by inhibiting the innovations of digital tools. It is, therefore, necessary to look for principles of method in the analogue tools, capable of avoiding frustration when the virtual reality seems unattainable and disappointment when the digital figures become real architecture, as in the case of the Korean Church of Greg Lynn (Purini, 2003, p. 92; Fig. 16).

Analogical tools are inherently limited in the amount of design alternatives they can evaluate, unlike digital tools, which allow for a less onerous exploration of the idea-project. The limit of what is 'humanly computable' in analogue tools, however, pushes us to implement a design process that balances emerging aspects, manifestations of latent possibilities, and a sense of dwelling and building. Digital tools have overshadowed this balance through their reliance on computing power. Moreover, one cannot fully utilise this computing power without making the design process more technical and scientific. To do so, one is forced to expose oneself to a functionalist view of architectural design that leads one to recognise a particular importance to its measurable performance. It is interesting to note that Architecture as Theme by Oswald Mathias Ungers (1982) stems from a cultural context with which the relationship between digital and analogue, as set out in this paper, presents positions of continuity: paraphrasing some thoughts of the German master, digital tools when used with an excessively scientific spirit can lead to the 'blind alley of pure functionalism', while when used without a constructive conscience they can lead to 'stylistic aberration'.

Likewise, the similarity of the design process of some digital tools with the way of operating of a breeder or 'racehorse breeder' (De Landa, 2002) reveals a continuity with experiences and design methods conceived for analogue tools. An evolutionary algorithm that mixes the characteristics of the best design solutions in order to search for new and more efficient ones can be considered an extreme of the 'sorting-selection-classification' design (Quaroni, 2001). The comparison may seem risky and forced, but for the purposes of this text, it is necessary to recognise that the most modern digital tools can benefit from a re-evaluation, and updating, of consolidated principles of architectural composition, from the vision of the project as a moment of synthesis of complex knowledge to the continued use of all the scales of the project in a dialectic way.

Conclusions | This paper has proposed that in architectural design the connections that can be made between analogue and digital vision can be multiple and bi-directional. More specifically, it has been proposed that the more traditional

methods of design, typically analogue, can benefit from the application of approaches designed to manage digital design methods. At the same time, in order to better manage the latter, it is not enough to have a deep technical knowledge of their tools, as suggested by Lynn (cit. in Rocker, 2006), but renewed methodological foundations are needed, which could be taken from different principles of architectural composition. This operation on the methods of the project has been supported by the idea that the digital and the analogue assume a deeper value if they are considered dialectically both co-present and opposed in architecture.

The paper was developed in the conviction that digital tools are becoming indispensable in the design process, on a par with those analogue tools, such as drawing and writing, that architecture has long since absorbed. The obvious cultural implication for the architectural design community concerns, in the words of Marshall McLuhan (2015, p. 78), the necessary shift

‘from the ivory tower to the control tower’ to fully exploit the opportunities of the present digital condition. It is therefore desirable to replicate and continue the proposed operation, based on the study of the methods, criticalities and opportunities of a particular design paradigm in order to distil aspects of it that are useful to a wider field of design approaches. It is necessary, however, to seek in this hybridisation a balance between the synthesis capacity of architectural design and the more technical horizons of digital instrumentation, which should neither be inhibited nor excessively exalted. It is evident that the future developments outlined above must be carried out in harmony between the founding principles of composition and the deeper values of digital culture.

This text is part of a general framework of uncertainty about the future balance between digital and analogue. Visions in which the digital will become progressively more physical, or in which the digital will operate in increasingly inte-

grated and concealed ways, seem as likely to come true as visions in which architects will be increasingly engaged in designing purely virtual spaces. However, in any future scenario, it will be essential to combine moments of reflection and synthesis on the cultural aspects of design with the inevitable development of its technical tools.

Note

1) For more information see the webpage: letters-to-autodesk.com/ [Accessed 22 September 2021].

References

- AIA – American Institute of Architects (2020), *The Business of Architecture – Firm Survey Report*. [Online] Available at: aia.org/resources/6151-firm-survey-report [Accessed 17 September 2021].
- Cache, B. (1995), *Earth moves – The furnishing of territories*, The MIT Press, Cambridge (MA).
- Canestrino, G. (2021), “Considerations on Optimization as an Architectural Design Tool”, in *Nexus Network Journal*, vol. 23, pp. 919-931. [Online] Available at: doi.org/10.1007/s00004-021-00563-y [Accessed 14 October 2021].
- Carpò, M. (2017), *The Second Digital Turn – Design Beyond Intelligence*, The MIT Press, Cambridge (MA).
- Carpò, M. (ed.) (2013), *The Digital Turn in Architecture 1992-2012*, Wiley, Hoboken.
- Carpò, M. (2011), *The Alphabet and the Algorithm*, The MIT Press, Cambridge (MA).
- De Fusco, R. (2001), “Internet non s’addice all’architettura”, in *Op.Cit.*, n. 112, pp. 5-13. [Online] Available at: opcit.it/cms/?p=1753 [Accessed 19 October 2021].
- De Landa, M. (2002), “Deleuze and the use of the genetic algorithm in architecture”, in *Architectural Design*, vol. 72, issue 1, pp. 9-13.
- Deleuze, G. (1993), *The Fold – Leibniz and the Baroque*, The Athlone, London.
- Fankhänel, T. and Lepik, A. (eds) (2020), *The Architecture Machine – The Role of Computers in Architecture*, Birkhäuser, Basel.
- Frazer, J. (1995), *An Evolutionary Architecture*, Architectural Association, London.
- Gerber, R. (2014), *BIM Design – Realising the Creative Potential of Building Information Modelling*, Wiley, Hoboken.
- Gershenfeld, N., Carney, M., Jenett, B., Calisch, S. and Wilson, S. (2015), “Macrofabrication with Digital Materials – Robotic Assembly”, in *Architectural Design*, vol. 85, issue 5, pp. 122-127. [Online] Available at: doi.org/10.1002/ad.1964 [Accessed 16 October 2021].
- Leach, N. (2019), “There Is No Such Thing as a Digital Building – A Critique of the Discrete”, in *Architectural Design*, vol. 89, issue 2, pp. 136-141. [Online] Available at: doi.org/10.1002/ad.2423 [Accessed 16 October 2021].
- Leach, N. (2018), “We Have Never Been Digital”, in Anzalone, P., del Signore, M. and Wit, A. J. (eds), *Recalibration – On Imprecision and Infidelity – Proceedings of the 38th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture*, IngramSpark, pp. 20-29.
- Longo, G. O. (2016), “La nascita della filosofia digitale”, in *Doppiozero*, 27/12/2016. [Online] Available at: doppiozero.com/materiali/la-nascita-della-filosofia-digitale [Accessed 17 October 2021].
- Lynn, G. (ed.) (2013), *Archaeology of the Digital*, Sternberg Press, Berlin.
- McLuhan, M. (2015), *Gli strumenti del comunicare*, Il Saggiatore, Milano.
- Pask, G. (1969), “The Architectural Relevance of Cybernetics”, in *Architectural Design*, issue 7/6, pp. 494-496.
- Prestinzenza Puglisi, L. (1998), *HyperArchitettura – Spazi nell’età dell’elettronica*, Testo & Immagine, Torino.
- Purini, F. (2018), “Il BIM – Un parere in evoluzione”, in *Op. Cit.*, n. 162, pp. 5-16. [Online] Available at: opcit.it/cms/?p=1409 [Accessed 24 October 2021].
- Purini, F. (2003), “Digital Divide”, in Sacchi, L. and Unali, M. (eds), *Architettura e Cultura Digitale*, Skira, Milano, pp. 87-96.
- Quaroni, L. (2001), *Progettare un edificio – Otto lezioni di architettura*, Edizioni Kappa, Roma.
- Retsin, G. (2019), “Discrete Architecture in the Age of Automation”, in *Architectural Design*, vol. 89, issue 2, pp. 6-13. [Online] Available at: doi.org/10.1002/ad.2406 [Accessed 16 October 2021].
- Retsin, G. (2016), “Discrete and Digital – A Discrete Paradigm for Design and Production”, in Bieg, K. (ed.), *2016 TxA Emerging Design + Technology Conference Proceedings*, Texas Society of Architects, pp. 82-96. [Online] Available at: texasarchitects.org/emergingdesign/ [Accessed 24 October 2021].
- Rocker, I. M. (2006), “Calculus-based form – An interview with Greg Lynn”, in *Architectural Design*, vol. 76, issue 4, pp. 88-95. [Online] Available at: doi.org/10.1002/ad.298 [Accessed 17 September 2021].
- Saggio, A. (2007), *Introduzione alla rivoluzione in-*

formatica in architettura, Carocci, Roma.

Simmel, G. (2020), “Ponte e porta”, in Carnevali, B. and Pinotti, A. (eds), *George Simmel – Stile Moderno – Saggi di estetica sociale*, Einaudi, Torino, pp. 321-328.

Thompson, D. W. (1945), *On growth and form*, University Press, Cambridge.

Ungers, O. M. (1982), *Architettura come tema | Architecture as theme*, Electa, Milano.

Zevi, B. (1973), *Il linguaggio moderno dell’architettura – Guida al codice anticlassico*, Einaudi, Torino.

NUOVE FRONTIERE MUSEOGRAFICHE

Immaterialità e multimedialità
del museo narrativo

NEW MUSEOGRAPHIC FRONTIERS

Immateriality and multimediality
of the narrative museum

Giuseppe Di Benedetto

ABSTRACT

Il contributo esplora, anche attraverso la lettura di alcuni casi studio, gli aspetti costitutivi e connotativi di ciò che può essere definita la nuova 'frontiera della museografia'. Una 'frontiera' riconoscibile nella definizione di museo strutturato secondo il concetto 'dell'allestimento integrato' che si basa, prevalentemente, sul connubio tra strumentazioni tecnologiche avanzate, arte e interattività dei sistemi divulgativi dei contenuti museografici. In questi ultimi anni sono state sviluppate diverse esperienze museali caratterizzate da indagini sui nuovi linguaggi tecnologici, ma che non tralasciano la fondamentale elaborazione di scopi e contenuti degli stessi progetti allestitivi caratterizzati dalla relazione materiale/immateriale. Si tratta di un percorso articolato che attraversa i confini di varie discipline come il teatro, il cinema e l'arte visiva.

The contribution explores, also through the reading of some case studies, the constitutive and connotative aspects of what can be defined as the new 'frontier of museography'. A 'frontier' recognisable in the definition of museum structured according to the concept of 'integrated installation' which is mainly based on the combination of advanced technological equipment, art and interactivity of museographic content dissemination systems. In these last years several museum experiences have been developed, characterised by investigations on the new technological languages, but not neglecting the fundamental elaboration of aims and contents of the same exhibition projects characterised by the relation material/immaterial. This is an articulated path that crosses the boundaries of various disciplines such as theatre, cinema and visual art.

KEYWORDS

museo narrativo, multimedialità, interattività, allestimento integrato, ambienti sensibili

narrative museum, multimedia, interactivity, integrated layout, sensitive environments

Giuseppe Di Benedetto, Architect and PhD, is a Full Professor of Architectural and Urban Design at the Department of Architecture of the University of Palermo (Italy). He carries out research activities mainly in the field of reflection on the nodal elements of architecture and the analysis of the characters of its formative process; on the role of the ancient in the concrete of architecture and in the city; on the immateriality and multimediality of the narrative museum. Mob. +39 320/17.83.380 | E-mail: giuseppe.dibenedetto@unipa.it

In questi ultimi anni si sono sviluppate diverse esperienze espositive interattive, con la realizzazione di numerose installazioni e opere, nelle quali si è cercato di indagare le potenzialità insite nei nuovi linguaggi tecnologici, sempre in rapida mutazione ed evoluzione, ma cercando di non tralasciare la fondamentale elaborazione di scopi e contenuti propri della disciplina museografica e della sua lunga tradizione (Basso Peressut, Bosoni and Salvadeo, 2015). In questo percorso articolato che attraversa i confini di varie discipline come il teatro, il cinema, l'arte visiva, si è cercato di tenere in posizione centrale mezzi espressivi che in qualche modo riassumano molte di queste specificità (Di Marino, 2008). Infatti, con le video-ambientazioni e con gli ambienti sensibili si è tentato di dar vita a un incontro tra differenti conoscenze e a un dialogo aperto tra elementi fisici e dimensioni immateriali. «È proprio in questa relazione materiale/immateriale che prende senso la definizione di interattività e il suo utilizzo. Un'interattività intesa come pratica ed esperienza dei legami e degli intrecci tra due universi, uno dei quali, materiale, assai conosciuto e su cui si è fondata molta dell'espressività dell'uomo, e l'altro, immateriale, ancora da esplorare nelle sue varie dimensioni» (Studio Azzurro, 2003, p. 77).

La circostanza di adottare, nei progetti allestitivi, dei dispositivi che favoriscano questo tipo di interazione consente di chiamare il visitatore a un ruolo attivo, partecipante, co-protagonista di un sistema che amplifica e sfrutta le sue 'umane' potenzialità cognitive e sensoriali. Una centralità, questa del visitatore, in grado di assumere un significato simbolico per le responsabilità che l'individuo ha di fronte ai mutamenti epocali che le stesse tecnologie stanno imponendo. Non a caso Juhani Pallasmaa (2014a, 2014b), al di là di ogni apparente posizione di retroguardia, osserva la tragicità insita nella constatazione della necessità, in un tempo come il nostro, segnato più che mai dall'iperbole tecnologica e dalla conseguente percezione 'multidimensionale' del mondo e di noi stessi, di un ritorno delle nostre interiorità e delle nostre abilità corporee verso un mondo euclideo. Ovvero, se pensiamo al museo, un ritornare a quella sua condizione di profondo valore educativo – nel senso etimologico del termine 'educere' (trarre fuori) – nel substrato più profondo dell'abitare umano che appartiene a ciascuno di noi, alla nostra memoria, alla nostra dimensione biografica.

Per favorire questo dialogo incrociato si predispongono all'interno degli spazi espositivi dispositivi tecnologici, rigorosamente non esibiti, ma capaci soltanto di far sentire i loro effetti. Questi risultano agibili esclusivamente attraverso delle interfacce particolari che non si attivano attraverso indicazioni gestite da mouse e tastiere, bensì per mezzo di modalità comunicative tradizionali, usando il tatto, la voce, un gesto. Si intende così favorire una dimensione emotiva, senso-motoria, nel senso che il proprio corpo diviene una parte attiva di questa esperienza, mentre l'aspetto semantico è lasciato tra le righe, quasi per ultimo. Il digitale è utilizzato soltanto come una seconda pelle, ma non visibile o percepibile, che riveste gli oggetti e le materie degli elementi dell'esposizione (Branchesi, Curzi and Mandarano, 2016). I pixel si mescolano, co-

si, con le venature del legno, con le 'matericità' tradizionali degli elementi espositivi (legno, metallo, vetro), rivelando in questa miscela una qualità pittorica che li lega a una tradizione conosciuta e ne alimenta l'impatto narrativo. La progettazione museografica si adatta a una fruizione collettiva più che individuale, cosa a cui tendono in genere i moderni sistemi tecnologici, in modo, cioè, che l'esperienza non si sviluppi solo tra macchina e uomo, ma anche tra uomo e uomo per dare vita a un sistema relazionale che favorisce scambi e invita a una dialettica tra i fruitori.

Gli oggetti dell'esposizione in questo modo divengono un'esperienza, più che un dato rappresentato, e si configurano come contenitori 'dentro' cui, e quindi non solo più 'davanti', lo spettatore viene coinvolto: racconti non più soltanto da leggere ma da vivere. Tutto ciò definisce gli aspetti costitutivi e connotativi di quella che può essere definita la nuova 'frontiera della museografia', una 'frontiera' riconoscibile nella definizione di museo strutturato secondo il concetto di 'allestimento integrato' che si basa, prevalentemente, sul connubio tra strumentazioni tecnologiche avanzate, arte e interattività dei sistemi divulgativi dei contenuti museografici (Mandarano, 2019).

Il museo 'narrativo' | Sarà proprio il concetto di 'allestimento integrato', basato, prevalentemente, sul connubio tra strumentazioni tecnologiche avanzate, arte e interattività dei sistemi divulgativi dei contenuti museografici, a dar vita a ciò che si intende come museo 'narrativo' (Studio Azzurro, 2011). Il museo narrativo è, quindi, un museo che tendenzialmente contiene beni non tangibili, che mette in scena ciò che in una cultura è legato alla memoria, ai ricordi e alle testimonianze, un museo che racconta per immagini, un museo non enciclopedico che non vuole essere esaustivo rispetto a forme generaliste di apprendimento, è un museo dove il visitatore diviene un io narrante, l'attore principale che decide in che modo, dove e quando venire a conoscenza delle informazioni 'messe in scena' nel museo.

Quindi, esso è un museo non 'procedurale' ma 'emozionale' e orientato verso l'esperienza conoscitiva attraverso le emozioni e la totalità delle percezioni sensoriali. È un museo che diviene archivio dell'immaginario collettivo, dove la partecipazione e l'emotività con cui si partecipa sono il contenuto stesso del museo multimediale. È un museo che diviene luogo che ordina una ricerca personale: il visitatore può compiere un'intima esperienza formativa che si può concludere con l'acquisizione di conoscenze attraverso le reti informatiche anche al di fuori del museo. È un museo dai molti piani di lettura; un museo rituale che rimanda a un percorso iniziatico, un museo non solo pensato come involucro che contiene, ma anche un museo che nel suo progetto spaziale e allestitivo rappresenta e si rappresenta.

Molte esperienze condotte in Italia e nel mondo dal gruppo Studio Azzurro¹, veri e propri pionieri del 'museo narrativo' (Fig. 1), hanno segnato un passaggio importante anche per tutta una fascia di applicazioni che riguardano in particolare installazioni e allestimenti museali (Valentini, 2017). In tal senso vanno menzionati: il Baluardo, museo virtuale della città di Lucca, rea-

lizzato nel 1999 come prima esperienza museale di Studio Azzurro, pensata come video-installazione interattiva permanente articolata in «[...] quattro tappe; una sala introduttiva con dei monitor collegati a telecamere di sorveglianza dislocate nella città, un percorso per 'evocare' che attraverso proiezioni a sorpresa racconta aneddoti nelle diverse epoche cittadine, un ambiente per 'narrare' con il passaggio di immagini storiche e immagini in tempo reale e infine il percorso per 'informare' con diverse proiezioni, su pavimento interattivo, di antiche mappe lucchesi» (Di Marino, 2008, p. 56); i contemporanei (2007) musei Castello di Formigine e Museo della Montagna in Movimento nel Forte Albertino di Vinadio (Fig. 2). Il primo museo immaginato «[...] come vero e proprio 'organismo' che rivive, raccoglie e stratifica emozioni, sogni, desideri, sapere e identità e ne crea una nuova ogni volta che si ripete la magia dell'esperienza, rendendo il corpo pesante e dormiente dell'edificio, un 'essere' che respira, trasuda vite, atmosfere» (Studio Azzurro, 2016a, p. 35), il secondo ideato come museo «[...] che parla più che mostrare, che fa vivere più che contemplare» (Studio Azzurro, 2016b, p. 53), dove i volumi del forte «[...] divengono spazi narranti, contenitori di esperienze collettive in cui i racconti procedono a più livelli» (Studio Azzurro, 2007, p. 54).

Si è potuto constatare come le potenzialità comunicative di queste opere possano amplificarsi anche in senso didattico e ben adattarsi ai percorsi tematici legati alle necessità di musei dedicati. Sono proprio tali capacità di coinvolgimento esperienziale che trasformano questi luoghi sino a dare loro la forma di un vero e proprio organismo che 'respira', insieme al pubblico, le atmosfere e le storie della sua narrazione. Per tale ragione è indispensabile rafforzare le componenti evocative, percettive riflessive ed emozionali piuttosto che implementare soltanto spazi di approfondimento didascalici (Fig. 3).

Il museo narrativo interattivo, paradossalmente e nonostante l'imperversare odierno della digitalizzazione delle visite dei siti museali, è da intendersi, soprattutto, come un luogo non riproducibile nei termini di una modalità esperienziale a distanza che ne restituisce una fisicità virtuale priva di emozioni, ma piuttosto attraverso una strutturale cognizione sinestetica fondata su una stimolazione visiva, tattile, uditiva dove la pluralità sensoriale appare, al contempo, distinta e convivente. «Deve essere cioè un luogo irriproducibile, in cui è unica la possibilità di esperire in quel modo, in quel tempo e con altre persone, il contenuto che si vuole comunicare. E qui ritornano due concetti fondamentali tra quelli espressi: la capacità di accostare la fisicità della materia e dei corpi con la dimensione immateriale, virtuale, che caratterizza quest'epoca e che in tutta evidenza ne diviene il linguaggio dominante con cui occorre confrontarsi e sapersi esprimere» (Studio Azzurro, 2003, p. 78). Il secondo punto è proprio la capacità di manifestare il valore socializzante che si può ottenere in quest'ambito: il confronto costante del proprio attraversamento e della propria percezione con quella degli altri, insieme con altri, in relazione ad altri. È il modo per rendere più preziosa la fruizione museale. Per generare tutto ciò è indispensabile che il dispositivo elettronico, la macchina che



Fig. 1 | Studio Azzurro, multimedia itinerary 'Fabrizio De André – La Mostra', 2010 (source: Studio Azzurro, 2011).

Fig. 2 | Studio Azzurro, multimedia narrative museum La Montagna in Movimento, Fort Vinadio (Cuneo), 2007 (source: studioazzurro.com).

Fig. 3 | Studio Azzurro, multimedia path 'Dentro l'ultima cena – Il tredicesimo testimone', Vigevano Castle, 2010-2011 (source: studioazzurro.com).

produce il messaggio non sia resa visibile: la tecnologia, al contrario di quello che si immagina e che avviene, non deve esibire sé stessa, poiché questa modalità condizionerebbe negativamente il messaggio dispensato.

Un altro aspetto che l'applicazione delle nuove tecnologie può avere in modo significativo nella valorizzazione di un museo narrativo consiste nel recupero della cultura della 'narrazione vocale' che sembra essere stata esclusa dalle vicende museali e che invece può divenire centrale in questo e in molti altri casi. Il percorso avviene, in tal modo, non solo visione ma anche ascolto comune. Si potrà dare voce alla 'storia' del territorio, dei luoghi, della città, degli edifici, dei personaggi rilevanti attraverso 'affabulazioni sonore' che 'parlano' non solo della successione dei fatti, ma anche degli 'umori' della vita nella città e nella campagna in un'epoca lontana.

Eventi che attraverseranno, in certi momenti, tutto il museo interrompendolo nella sua narrazione continua.

Accanto a questi spazi fisici 'sensibili' per la loro capacità di reagire e di sollecitare molteplici sensorialità del visitatore in un luogo che, in quanto museo narrativo interattivo, espone sé stesso, occorre considerare altre possibilità offerte dalla rete internet. Non ci si riferisce, tuttavia, come già affermato, alla opportunità di poter visitare il museo anche da casa, poiché nulla dal punto di vista puramente ottico potrà mai sostituire un'esperienza conoscitiva in presenza; si fa riferimento invece all'evenienza di connettersi con altre iniziative, o musei, che possono completare, integrare il sapere o la memoria contenuta in questo spazio specifico. Un museo che, in quanto concepito come organismo, ha anche la possibilità di relazionarsi prefigurando un vero e proprio 'sapere' connesso. Non più, o non solo, un 'tempio' che custodisce nella sua cassaforte sacrale, ma un 'nodo' di una rete fluida che trasferisce e riceve dati, integra e compara. In questa logica anche un museo non particolarmente vasto potrà entrare nel circolo di questo sapere fluido e valorizzarsi anche come luogo fisico. Dalla realizzazione di questi 'ambienti sensibili' si potrà imparare moltissimo: si diviene spettatori/attori di altri spettatori/attori ed è in questo involontario museo antropologico, che si sovrappone a quello fruito, che si relazionano gesti e comportamenti e si attivano nuove o antiche socialità. Ciò induce a progettare per le persone e non per numeri, come spesso accade oggi (Mantellini, 2018).

Un'esperienza di museo narrativo | Secondo i principi sopra espressi è stato progettato negli spazi dell'Abbazia di Santa Maria La Nuova di Monreale, con la collaborazione di Studio Azzurro, il museo La Fabbrica di Guglielmo – Arte, Fede, Regalità nella Diocesi Monreale, primo caso nel meridione d'Italia di spazio espositivo permanente multimediale nel quale lo spettatore può immergersi progressivamente in una immensa esperienza polisensoriale.²

Il museo progettato per il Complesso monumentale Guglielmo II con il suo inestricabile sistema di gallerie e sale, con i suoi punti di affaccio privilegiato verso scenari paesaggistici e architettonici straordinari, contiene, nel suo intimo, il senso profondo del tema museale affrontato. La questione dell'immanente spiritualità dei luoghi e della loro sacralità ha certamente condizionato il progetto museografico sin dalle scelte iniziali in cui si è proposta un'azione che in qualche modo fosse risarcitoria rispetto alle trasfigurazioni subite dall'antico Complesso monastico a causa del processo di secolarizzazione iniziato nel 1866. La memoria stessa, soprattutto quella dell'antico cenobio benedettino, offuscata da lavori di restauro realizzati negli anni Novanta del Novecento, costituisce il tema cui il progetto ha tentato di dare forma, ospitando in successione concatenata di apparati allestitivi e scenografici, repertori iconografici, proiezioni, effetti luminosi, sonori e olfattivi, ricostruzioni virtuali, voci fuori campo, carichi del senso della storia che li rende elementi significanti, capaci di dialogare, facendoli risuonare, con i ricordi, i documenti, gli echi di atmosfere antiche che in questi specifici luoghi si con-

servano. «Allestendo si tessono, dunque, relazioni con uno spazio che accoglie, include, ospita; relazioni che comunque in ognuno degli ambiti architettonici interessati dell'edificio non tendono a celare, occultare, velare il 'contenitore', ma piuttosto tentano di leggerlo, commentarlo, evidenziarlo al fine di emblematizzarlo» (Di Benedetto, 2019, pp. 163, 164).

La storia narrata è quella ricca e complessa dell'Arcidiocesi di Monreale, analizzata negli aspetti religiosi, socio-antropologici e storico-artistici, letti nell'ambito del quadro generale del governo e della politica ecclesiastica dei re normanni nella Sicilia occidentale. Il percorso museale ha inizio per mezzo di alcune sale che costituiscono il 'prolegomeno multimediale e interattivo' delle sezioni espositive e si sviluppano lungo le tre gallerie ad est del Complesso monumentale, riassumibili in nuclei tematici che affrontano il mito storiografico del regno normanno; la fondazione dell'Abbazia benedettina e del Vescovado di Monreale nel quadro della politica regia e del controllo territoriale; la fisionomia della Diocesi: insediamenti, etnie, risorse, assetti territoriali. In particolare, sono state individuate tre fondamentali aree tematiche ciascuna con una propria localizzazione museale e narrativa (Fig. 4). La prima area tematica, che si sviluppa lungo la galleria centrale, affronta il tema del Duomo di Monreale e degli apparati musivi in esso contenuti. La seconda area, che trova posto nella galleria prospiciente il Chiostro dell'Abbazia benedettina, è dedicata al tema dell'architettura in età normanna e del sincretismo culturale. Infine, nella terza area tematica, localizzata nella galleria con affaccio sulla corte, sono affrontati, in rapida successione, i temi della Diocesi, del Regno e della regalità.

Tutto il percorso nella galleria centrale dedicata al Duomo è poi improntato a una sincera e non retorica conoscenza dei principali significati espressi dal monumento. I due battenti delle 'porte bronzee' raccontano del loro essere nella realtà del Duomo simbolo della porta del paradiso, e il fascio di luce verticale che si attiva superando la soglia fa comprendere il concetto dell'axis mundi di cui l'uomo, secondo il pensiero teologico benedettino, potrà per un istante esserne parte integrante (Figg. 5-7). Ulteriori effetti luminosi suggeriscono il ruolo esercitato dalla regolazione astronomica nella progettazione della cattedrale e le principali ierofanie della luce come quella riscontrabile a ogni alba del 15 agosto (il giorno dell'Assunta) in cui i raggi solari proiettati dalle finestre meridionali della Chiesa disegnano sul pavimento un ideale asse luminoso di congiunzione tra l'ingresso (Porta del Paradiso) e il Cristo Pantocratore (Figg. 8-10). Proprio al Pantocratore è dedicato uno dei momenti topici dell'allestimento museale risolto anche attraverso dei rimandi simbolici (come l'occhio del Cristo) ricavati dalla tradizione cristiana (Figg. 11, 12).

Come evidenza la scelta dei contenuti delle tre aree tematiche, per un'adeguata comprensione del ricchissimo patrimonio architettonico e artistico della Chiesa di Monreale non si può prescindere dalla conoscenza delle vicende della sua fondazione nel quadro della politica del regno normanno, della configurazione territoriale della Diocesi (che conta numerosissimi insedia-

menti musulmani, oggetto di recenti indagini storico-archeologiche), della documentazione patrimoniale della Chiesa stessa (pergamene, privilegi, platee). Sono stati attentamente valutati, in relazione alle recenti interpretazioni storiografiche, i temi della convivenza delle diverse etnie del regno, sia a Corte, dove il sincretismo culturale fa da contraltare a una serrata lotta politica fra diverse fazioni del composito schieramento politico del regno (gruppi funzionali, nobiliari, 'lombardi' Aleramici e loro seguito, ecclesiastici latini e greci), sia nel Regno, dove la differenziazione fra abitati rurali musulmani (particolarmente presenti nella Diocesi di Monreale, fino a consentire di definirla come l'ultimo 'cantone' musulmano della Sicilia) e abitati fortificati cristiani delinea una gerarchia sociale basata sulle discriminanti etniche e religiose.

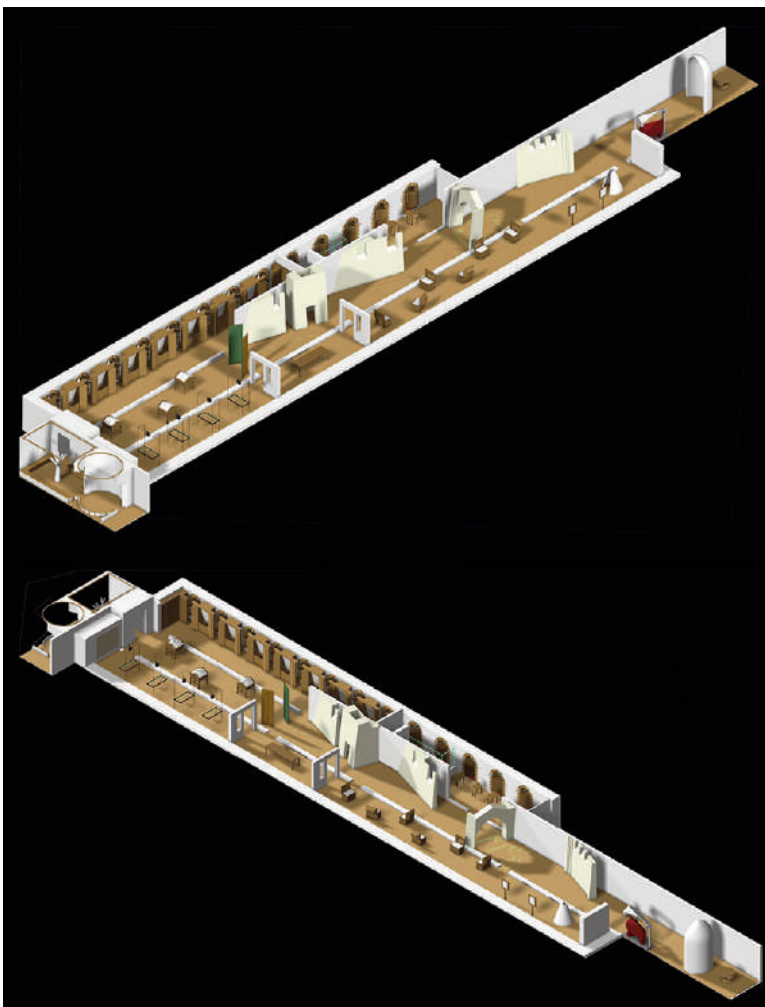
Conclusioni | «Il Museo è un'istituzione permanente al servizio della società e del suo sviluppo, aperta al pubblico, che acquisisce, conserva, ricerca, comunica e mostra – al fine di studiare, educare e divertire – testimonianze materiali dell'uomo e del suo ambiente»³. La definizione dell'ICOM Italia (International Council of Museums) pone l'accento sul nuovo ruolo, più autonomo e consapevole, che il museo ha acquisito negli ultimi anni, anche grazie alla crescita della domanda di spazi culturali da parte di un pubblico più attento ed esigente. Il processo di innovazione

che ha interessato la nozione di museo negli ultimi anni, vede oggi nell'istituzione museale non più semplicemente uno spazio destinato a ospitare una collezione, ma un luogo attivo di produzione e comunicazione, funzionale ai bisogni culturali e sociali della collettività e alla qualificazione del tempo libero. Oggi al museo non è dato solo il compito di raccogliere e conservare ma anche comunicare e sollecitare la partecipazione del pubblico attraverso una gestione creativa, multimediale, interattiva e dinamica, con l'uso della realtà. Esso diventa così una struttura autonoma e flessibile in grado di rispondere agilmente alle nuove esigenze: un vero e proprio 'strumento sussidiario' dell'apprendimento, un luogo di produzione di conoscenza, una struttura che offre una serie di servizi al pubblico e che, al tempo stesso, sia capace di attestarsi con una propria identità nel paesaggio culturale non solo locale.

Nelle istituzioni culturali in genere e nei musei di medie dimensioni, con un numero ridotto di personale, l'organizzazione dell'allestimento e del percorso museale dovrà essere flessibile, poco standardizzata e formalizzata e di facile gestione e manutenzione. Il museo non dovrà essere percepito come luogo di conservazione, chiuso e insensibile ai desideri del pubblico ma un sistema dinamico e aperto a una comunità che lo percepisce come tale. Per essere veramente accessibile, il museo dovrà esprimere i

propri contenuti culturali in maniera comprensibile e a diverse scale di lettura. Tutto ciò si potrà ottenere, certamente, attraverso un allestimento dinamico e interattivo che utilizzi sistemi multimediali, didattico-pedagogici e laboratoriali destinati sia a un pubblico adulto e culturalmente consapevole sia a un pubblico più giovane.

Tuttavia, affinché questo accada e non si generino processi di mera mercificazione culturale, segnati da dinamiche di omologazione massificante comportamentale, propri della nostra quotidianità a 'bassa risoluzione' (Mantellini, 2018), occorre che nell'esperienza museale-espositiva interattiva, cui si ricorre, sia riconoscibile la rinuncia alla sacralizzazione della tecnologia digitale e ad una esibizione fine a sé stessa. Lo scopo principale perseguito, al contrario, deve consistere nel tentare di utilizzare la nuova imperante tecnologia avanzata dei nostri tempi in modo non convenzionale ma emozionale, creando un corpo a corpo tra oggetto della narrazione e fruitore. Ed è proprio questo l'obiettivo progettuale di ogni museo narrativo: produrre allestimenti che, pur utilizzando moderne tecnologie, conservino «[...] uno spirito antico; un'arte 'comportamentale' che non sia qualcosa da guardare a distanza, ma un'esperienza collettiva da condividere, in cui potersi riconoscere e rispecchiare» (Studio Azzurro, 2003, p. 82). Tutto ciò nella consapevolezza che l'immagine 'poetica' – come quella assumibile percettivamente all'interno di uno spazio



Figg. 4, 5 | Narrative museum La Fabbrica di Guglielmo: Abbey of Santa Maria La Nuova of Monreale, axonometries of the intervention; Benedictine Abbey of Monreale: eidotypes and view of the Scriptorium (credits: G. Di Benedetto).



Figg. 6, 7 | Narrative Museum La Fabbrica di Guglielmo, Abbey of Santa Maria La Nuova of Monreale: Lecterns of Gravina; Cathedral double leaf doors and mosaics (credits: G. Di Benedetto, 2019).

museale interattivo – non può essere compresa soltanto «[...] nella sua essenza, con le sole abitudini dei riferimenti oggettivi. Soltanto la fenomenologia – cioè la considerazione dello scaturire dell'immagine in una coscienza individuale – può aiutarci a restituire la soggettività delle immagini stesse» (Bachelard, 1975, p. 8). Tuttavia, tutte queste soggettività-oggettività esperienziali non potranno mai essere specificate in termini concettuali, poiché l'immagine poetica è per sua natura – come affermato da Bachelard – 'variazionale' e non 'costitutiva'.

Occorre riconoscere, infatti, come l'esperienza sensibile percettiva e tattile, proprio perché idealmente 'collettiva', supera il dualismo tra oggettivismo e soggettivismo della dimensione fenomenologica dell'esperire estetico (Desideri, 2004), instaurando una feconda interrelazione tra 'attori/spettatori' compartecipanti dello statuto narrativo del museo. In ogni caso, al fine di travalicare qualsiasi dualità tra dimensioni soggettive od oggettive della sfera emotiva, affidiamoci alle parole di Jorge Luis Borges (2013, p. 86): «Sono cieco e ignorante ma intuisco che sono molte le strade. Quando si legge un romanzo, si guarda un film o un quadro, bisogna lasciarsi pervadere, arrendersi alla 'bellezza' e alla forza del racconto, del percorso che ci viene proposto. La ragione verrà dopo. Dopo le emozioni. Bisogna davvero essere liberi per riuscire ad amare i sogni degli altri, gli occhi degli altri».

In recent years, several interactive exhibition experiences have developed, with the creation of numerous installations and works, in which we have tried to investigate the potentialities inherent in the new technological languages, always in rapid mutation and evolution, but trying not to neglect the fundamental elaboration of purposes and contents proper to the museographic

discipline and its long tradition (Basso Peressut, Bosoni and Salvadeo, 2015). In this articulated path that crosses the boundaries of various disciplines such as theatre, cinema, and visual art, we have tried to keep in a central position expressive means that somehow summarise many of these specificities (Di Marino, 2008). In fact, with video-environments and sensitive environments, an attempt has been made to create an encounter between different knowledge and an open dialogue between physical elements and immaterial dimensions. According to Studio Azzurro (2003, p. 77), it is precisely in this material / immaterial relationship that the definition of interactivity and its use makes sense; an interactivity intended as practice and experience of the links and interweaving between two universes, one of which, material, well known and on which much of man's expressiveness has been founded, and the other, immaterial, yet to be explored in its various dimensions.

Adopting, in the exhibition projects, devices that favour this type of interaction allows to call the visitor to an active role, participant, co-protagonist of a system that amplifies and exploits its 'human' cognitive and sensory potential. Centrality, that of the visitor, able to assume a symbolic meaning for the responsibilities that the individual faces with the epochal changes that the same technologies are imposing. It is no coincidence that Juhani Pallasmaa (2014a, 2014b), beyond any apparent rearguard position, observes the tragedy inherent in the realisation of the need, in a time like ours, marked more than ever by technological hyperbole and the consequent 'multidimensional' perception of the world and ourselves, for a return of our inner selves and our bodily abilities towards a Euclidean world. Or, if we think of the museum, a return to its condition of profound educational value – in the etymological sense of the term 'educere' (to draw out) – in the deepest substratum of human

habitation that belongs to each of us, to our memory, to our biographical dimension.

In order to encourage this cross dialogue, technological devices are set up inside the exhibition spaces, strictly not exhibited, but only capable of making their effects felt. These are accessible only through special interfaces that are not activated through indications managed by mice and keyboards, but by means of traditional modes of communication, using touch, voice, gesture. The intention is to encourage an emotional, a sense-motor dimension, in the sense that one's own body becomes an active part of this experience, while the semantic aspect is left between the lines, almost to the end. The digital is used only as a second skin, but not visible or perceptible, which covers the objects and materials of the elements of the exhibition (Branchesi, Curzi and Mandarano, 2016). Pixels are thus mixed with wood grain, with the traditional 'materiality' of exhibition elements (wood, metal, glass), revealing in this mixture a pictorial quality that binds them to a known tradition and fuels their narrative impact. The museographic design adapts to a collective rather than individual fruition, something to which modern technological systems generally tend, in such a way, that is, that the experience does not develop only between machine and man, but also between man and man. In this way, a relational system develops that favour exchanges and invites a dialectic between users.

In this way, the objects of the exhibition become an experience, more than a represented fact, and are configured as containers 'inside' which, and therefore not only 'in front', the spectator is involved in. Tales not only to be read but to be lived. All this defines the constitutive and connotative aspects of what can be defined as the new 'frontier of museography'. A 'frontier' recognisable in the definition of museum structured according to the concept of 'integrated installation' that is based, mainly, on the combination of advanced technological instruments, art and interactivity of the systems of dissemination of museographic content (Mandarano, 2019).

The 'narrative' museum | It will be precisely the concept of 'integrated installation', based mainly on the combination of advanced technological instruments, art and interactivity of the dissemination systems of the museographic contents, that will give life to what is intended as a 'narrative' museum (Studio Azzurro, 2011). The narrative museum is, therefore, a museum that tends to contain non-tangible goods that stages what in a culture is linked to memory, memories and testimonies. It is a museum that narrates through images. It is a non-encyclopaedic museum that does not want to be exhaustive with respect to generalist forms of learning. It is a museum where the visitor becomes a narrator, the main actor who decides how, where and when to learn about the information 'staged' in the museum.

Therefore, it is not a 'procedural' museum, but an 'emotional' one, oriented towards the cognitive experience through emotions and the totality of sensory perceptions. It is a museum that becomes an archive of the collective imagination, where participation and the emotionality with which one participates are the very content

of the multimedia museum. It is a museum that becomes a place for personal research: the visitor can have an intimate formative experience that can end with the acquisition of knowledge through computer networks, even outside the museum. It is a museum with many levels of interpretation; a ritual museum that refers to an initiatory path, a museum not only conceived as a shell that holds, but also a museum that in its spatial and exhibition design represents and is represented.

Many experiments carried out in Italy and around the world by the Studio Azzurro¹ group, true pioneers of the 'narrative museum' (Fig. 1), have also marked an important transition for a whole range of applications that concern in particular museum installations and layouts (Valentini, 2017). In this sense, the following should be mentioned: the Baluardo, virtual museum of the city of Lucca, realised in 1999 as the first museum experience of Studio Azzurro, conceived as a permanent interactive video-installation articulated in four stages; an introductory room with monitors connected to surveillance cameras located in the city, a path to 'evoke' that through surprise projections tells anecdotes of the different periods of the city, an environment to 'narrate' through the passage of historical images and images in real time and finally the path to 'inform' with different projections, on an interactive floor, of ancient maps of Lucca (Di Marino, 2008, p. 56); the contemporary (2007) Castle Museum of Formigine and Museum of the Montagna in Movimento (Mountain in Motion) in the Albertine Fort of Vinadio (Fig. 2). The first museum imagined as a real 'organism' that relives, collects and stratifies emotions, dreams, desires, knowledge and identity and creates a new one every time the magic of the experience is repeated, making the heavy and sleeping body of the building, a 'being' that breathes, exudes lives, atmospheres (Studio Azzurro, 2016a, p. 35), the second conceived as a museum that speaks rather than showing that makes people live rather than contemplate (Studio Azzurro, 2016b, p.

53), where the volumes of the fort become narrating spaces, containers of collective experiences in which the stories proceed on several levels (Studio Azzurro, 2007, p. 54).

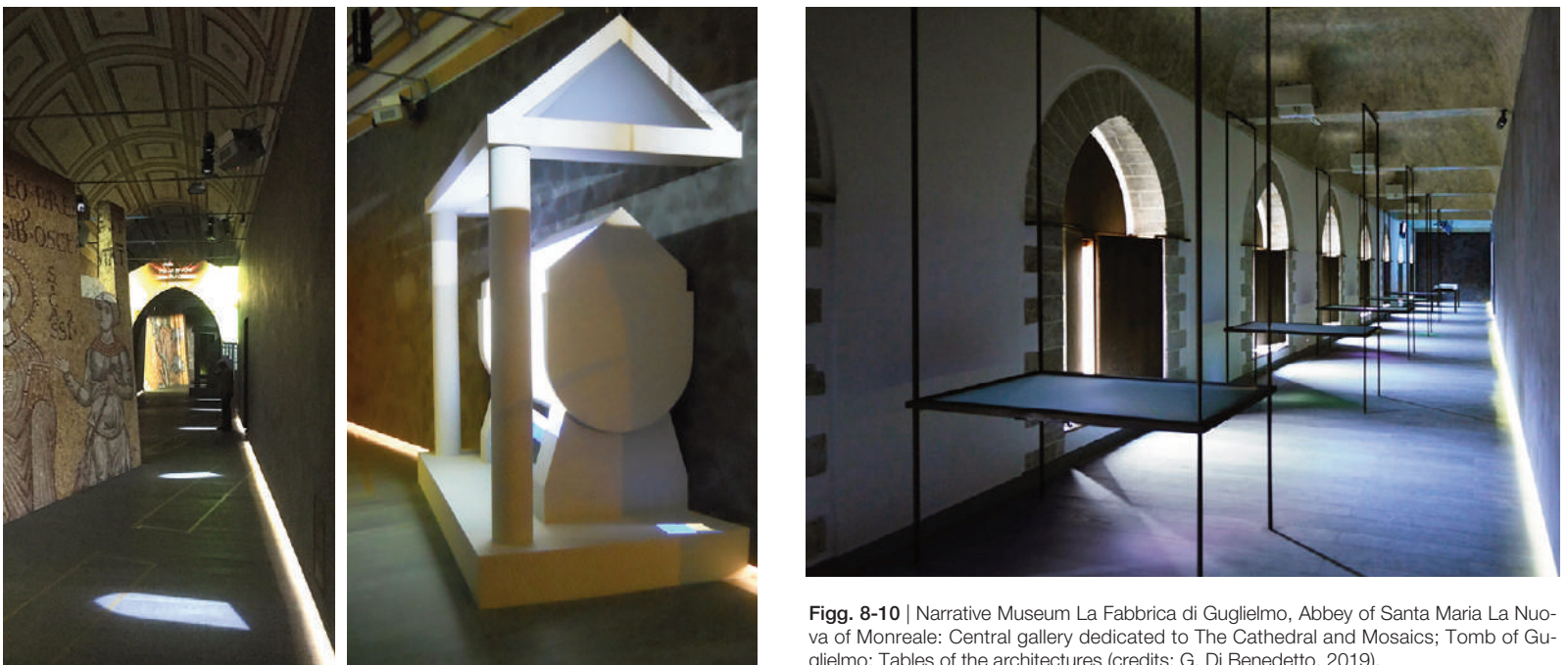
It was possible to see how the communicative potential of these works could be amplified also in a didactic sense and well adapted to the thematic paths linked to the needs of dedicated museums. It is precisely this capacity for experiential involvement that transforms these places to the point of giving them the form of a real organism that 'breathes', together with the public, the atmospheres and the stories of its narration. For this reason, it is essential to reinforce the evocative, perceptive, reflective and emotional components rather than merely implementing didactic in-depth study spaces (Fig. 3).

The interactive narrative museum, paradoxically and despite the current rage of digitisation of visits to museum sites, is to be understood, above all, as a place not reproducible in terms of an experiential mode at a distance that returns a virtual physicality devoid of emotions, but rather through a structural synaesthetic cognition based on a visual, tactile, auditory stimulation where the sensory plurality appears, at the same time, distinct and coexisting. In other words, it must be an irreproducible place, where the possibility of experiencing the content one wants to communicate in that way, at that time and with other people, is unique. And here we return to two fundamental concepts among those expressed: the ability to combine the physicality of matter and bodies with the immaterial, virtual dimension, which characterises this era and which clearly becomes the dominant language with which we must confront ourselves and know how to express ourselves (Studio Azzurro, 2003, p. 78). The second point is precisely the ability to manifest the socialising value that can be obtained in this sphere: the constant comparison of one's own crossing and perception with that of others, together with others, in relation to others. This is the way to make the museum experience more valuable. To generate all this, it is in-

dispensable that the electronic device, the machine that produces the message, is not made visible. That is, the technology, contrary to what one imagines and what happens, must not exhibit itself, since this mode would negatively condition the message dispensed.

Another aspect that the application of new technologies can have a significant impact on the enhancement of a narrative museum consists in the recovery of the culture of 'vocal narration' that seems to have been excluded from museum events and that instead can become central in this and many other cases. So, the path becomes not only a vision but also a common listening. It will be possible to give voice to the 'history' of the territory, of the places, of the city, of the buildings, of the relevant characters through 'sound affabulations' that 'speak' not only of the succession of facts, but also of the 'moods' of life in the city and in the countryside in a distant era. Events that will cross, at certain times, the whole museum, interrupting it in its continuous narration.

Alongside these physical spaces that are 'sensitive' in their ability to react to and solicit multiple senses of the visitor in a place that, as an interactive narrative museum, exposes itself, we need to consider other possibilities offered by the Internet. We are not referring, however, as already stated, to the opportunity of being able to visit the museum from home, since nothing from a purely optical point of view can ever replace a cognitive experience in presence. Instead, we are referring to the possibility of connecting with other initiatives, or museums, that can complete, integrate the knowledge or memory contained in this specific space. A museum that, insofar as it is conceived as an organism, also has the possibility of relating, prefiguring a true and proper connected 'knowledge'. No longer, or not only, a 'temple' that keeps in its sacred safe, but a 'node' of a fluid network that transfers and receives data, integrates and compares. In this logic, even a museum that is not particularly large will be able to enter the circle of this fluid knowledge and enhance itself as a physical place. A



Figg. 8-10 | Narrative Museum La Fabbrica di Guglielmo, Abbey of Santa Maria La Nuova of Monreale: Central gallery dedicated to The Cathedral and Mosaics; Tomb of Guglielmo; Tables of the architectures (credits: G. Di Benedetto, 2019).



Fig. 11, 12 | Narrative Museum La Fabbrica di Guglielmo, Abbey of Santa Maria La Nuova of Monreale: Central gallery with 'Triumphal Arch'; Apse of Christ Pantocrator (credits: G. Di Benedetto, 2019).

great deal can be learned from the creation of these 'sensitive environments': one becomes a spectator/actor of other spectators/actors. In this unintentional anthropological museum that overlaps with the one being used, gestures and behaviours are related, and new or old social relations are activated. This leads to design for people and not for numbers, as is often the case today (Mantellini, 2018).

A narrative museum experience | According to these principles, the museum La Fabbrica di

Guglielmo – Art, Faith, Royalty in the Diocese of Monreale has been designed in the Abbey of Santa Maria La Nuova in Monreale with the collaboration of Studio Azzurro. This is the first case in southern Italy of a permanent multimedia exhibition space in which the spectator can progressively immerse himself in an immense multi-sensory experience.²

The museum designed for the Guglielmo II Monumental Complex, with its inextricable system of galleries and rooms, with its points of privileged overlooking of extraordinary landscape and architectural scenarios, contains, in its depths, the profound sense of the museum theme addressed. The question of the immanent spirituality of the places and of their sacredness has certainly conditioned the museographic project since the initial choices in which an action was proposed that in some way compensated for the transfiguration suffered by the ancient monastic complex because of the process of secularisation that began in 1866. The memory itself, above all that of the ancient Benedictine monastery, obscured by restoration works carried out in the 1990s, constitutes the theme to which the project has attempted to give form, hosting in a concatenated succession of installation and scenic apparatus, iconographic repertoires, projections, luminous, sound and olfactory effects, virtual reconstructions, off-screen voices, charged with the sense of history that makes them significant elements, capable of dialoguing, making them resonate, with memories, documents, echoes of ancient atmospheres that are preserved in these specific places. By setting up one weaves, therefore, relationships with a space that welcomes, includes, hosts; relationships that, however, in each of the concerned architectural areas of the building do not tend to conceal, hide, and veil the 'container', but rather attempt to read it, comment on it, and highlight it in order to emblemize it (Di Benedetto, 2019, pp. 163, 164).

The story told is the rich and complex history of the Archdiocese of Monreale, analysed in its religious, socio-anthropological and historical-artistic aspects, read within the general framework of the government and ecclesiastical policy of the Norman kings in western Sicily. The museum itinerary begins by means of some rooms that constitute the 'multimedia and interactive prolegomenon' of the exhibition sections and develop along the three galleries to the east of the Monumental Complex, which can be summarised in thematic nuclei that deal with the historiographic myth of the Norman kingdom; the foundation of the Benedictine Abbey and the Bishopric of Monreale in the framework of the royal policy and territorial control; the physiognomy of the Diocese: settlements, ethnic groups, resources, territorial assets. In particular, three fundamental thematic areas have been identified, each with its own museum and narrative location (Fig. 4). The first thematic area, which develops along the central gallery, deals with the theme of the Duomo of Monreale and the mosaics it contains. The second area, which is located in the gallery facing the Cloister of the Benedictine Abbey, is dedicated to the theme of architecture in the Norman age and cultural syncretism. Finally, in the third thematic area, located in the gallery overlooking the court, are ad-

dressed, in rapid succession, the themes of the Diocese, the Kingdom and royalty.

The entire path through the central gallery dedicated to the Cathedral is marked by a sincere and non-rhetorical knowledge of the main meanings expressed by the monument. The double leaf of the 'bronze doors' reveals their being in the Cathedral, the symbol of the gate to paradise, and the vertical beam of light that is activated by crossing the threshold makes us understand the concept of the axis mundi of which man, according to Benedictine theological thought, can for a moment be an integral part (Fig. 5-7). Further luminous effects suggest the role played by astronomical regulation in the design of the cathedral and the main hierophanies of light such as the one found at every dawn on August 15th (the Assumption Day) in which the sun rays projected from the southern windows of the Church draw on the floor an ideal luminous axis of the conjunction between the entrance (the Gate of Paradise) and Christ Pantocrator (Fig. 8-10). Precisely to the Pantocrator is dedicated one of the topical moments of the museum setting, also resolved through symbolic references (such as the eye of God) taken from the Christian tradition (Fig. 11, 12).

As evidenced by the choice of content of the three thematic areas, for an adequate understanding of the rich architectural and artistic heritage of the Church of Monreale cannot be separated from the knowledge of the events of the foundation of the Church in the context of the policy of the Norman kingdom, the territorial configuration of the Diocese (which has many Muslim settlements, the subject of recent historical and archaeological surveys), the documentation of the Church itself (parchments, privileges, plates). In relation to recent historiographical interpretations, the themes of the coexistence of the different ethnic groups of the kingdom were carefully evaluated, both at Court, where cultural syncretism was the counterpart to a close political struggle between different factions of the composite political alignment of the kingdom (official groups, nobility, 'Lombard' Aleramic and their entourage, Latin and Greek ecclesiastics), both in the Kingdom, where the differentiation between Muslim rural settlements (particularly present in the Diocese of Monreale, to the point of allowing it to be defined as the last Muslim 'canton' of Sicily) and Christian fortified settlements outlines a social hierarchy based on ethnic and religious discrimination.

Conclusions | A museum is a permanent institution at the service of society and its development, open to the public, which acquires, preserves, researches, communicates and exhibits – in order to study, educate and entertain – material evidence of man and his environment³. The definition of ICOM Italy (International Council of Museums) emphasises the new role, more autonomous and aware, that the museum has acquired in recent years, thanks in part to the growth in demand for cultural spaces from a more attentive and demanding public. The process of innovation that has affected the notion of museum in recent years now sees the museum institution no longer simply as a space destined to house a collection, but as an active place of

production and communication, functional to the cultural and social needs of the community and to the qualification of free time. Today the museum is not only given the task of collecting and preserving, but also of communicating and soliciting the participation of the public through creative, interactive, multimedia and dynamic management, with the use of reality. It thus becomes an autonomous and flexible structure that can easily respond to new needs: a real 'subsidiary tool' of learning, a place of production of knowledge, a structure that offers a range of services to the public and that, at the same time, is able to establish its own identity in the cultural landscape not only local.

In cultural institutions in general and in medium-sized museums with a small number of staff, the organisation of the museum layout and itinerary should be flexible, not standardised and formalised, and easy to manage and maintain. It should not be perceived as a place of conservation, closed and insensitive to the desires of the public, but as a dynamic system open to a community that perceives it as such. To be truly accessible, the museum must express its cultural content in a comprehensible way and at different scales of reading. All of this can be certainly achieved through a dynamic and interactive layout that uses multimedia, didactic-pedagogical and laboratory systems intended both for an adult and culturally aware public and for a younger one.

However, in order for this to happen and not to generate processes of mere cultural commodification, marked by dynamics of massifying behavioural homologation, typical of our 'low

resolution' everyday life (Mantellini, 2018), it is necessary that in the interactive museum-exhibition experience, which is used, it is recognisable the renunciation of the sacralisation of digital technology and an exhibition as an end in itself. The main purpose pursued, on the contrary, must consist in trying to use the new prevailing advanced technology of our times in an unconventional but emotional way, creating a body to body between the object of the narration and the user. And this is precisely the design objective of every narrative museum: to produce displays that, while using modern technologies, preserve an ancient spirit; a 'behavioural' art that is not something to be looked at from a distance, but a collective experience to be shared, in which one can recognise oneself and reflect (Studio Azzurro, 2003, p. 82). All this in the awareness that the 'poetic' image – such as that which can be perceptively assumed within an interactive museum space – cannot be understood only in its essence, with only the habits of objective references. Only phenomenology – that is, the consideration of the arising of the image in an individual consciousness – can help us restore the subjectivity of the images themselves (Bachelard, 1975, p. 8). However, all of these experiential subjectivities-objectivities can never be specified in conceptual terms, since the poetic image is by its very nature – as Bachelard asserts – 'variational' and not 'constitutive'.

In fact, it is necessary to recognise how perceptive and tactile experience, precisely because it is ideally 'collective', overcomes the dualism between objectivism and subjectivism of the phenomenological dimension of aesthetic experi-

ence (Desideri, 2004), establishing a fruitful inter-relationship between 'actors/spectators' who share in the narrative status of the museum. In any case, in order to overcome any duality between subjective and objective dimensions of the emotional sphere, let's rely on the words of Jorge Luis Borges (2013, p. 86): «Sono cieco e ignorante ma intuisco che sono molte le strade. Quando si legge un romanzo, si guarda un film o un quadro, bisogna lasciarsi pervadere, arrendersi alla 'bellezza' e alla forza del racconto, del percorso che ci viene proposto. La ragione verrà dopo. Dopo le emozioni. Bisogna davvero essere liberi per riuscire ad amare i sogni degli altri, gli occhi degli altri».

Notes

1) Studio Azzurro is a collective of Italian artists who express themselves with the languages of new technologies. It was founded in 1982 by Fabio Cirifino, Paolo Rosa and Leonardo Sangiorgi. In 1995 Stefano Roveda, an expert in interactive systems, joined the group. For over 30 years their works have been exhibited and awarded in museums all over the world.

2) The museum La Fabbrica di Guglielmo – Art, Faith, Royalty in the Diocese of Monreale was conceived and set up by the design group formed by Giuseppe Di Benedetto with Pietro Faraone, Giovanni Nuzzo, Giovanni Pecorella and the consultancy of Leonardo Sangiorgi of Studio Azzurro (multimedia project and video installations).

3) For a more in-depth look at the definition of Museum, please refer to the webpage of ICOM Italy: icom.museum/en/ [Accessed 13 September 2021]. The International Council of Museums is the international non-governmental organisation to which about 40,000 members and museum professionals worldwide belong and is composed of 115 National Committees and 30 thematic International Committees.

References

Bachelard, G. (1975), *La poetica dello spazio*, Edizioni Dedalo, Bari.

Basso Peressut, L., Bosoni, G. and Salvadeo, P. (2015),

Mettere in scena, mettere in mostra, LetteraVentidue, Siracusa.

Borges, J. L. (2013), *La rosa profonda*, Adelphi, Milano.

Branchesi, L., Curzi, C. and Mandarano, N. (2016), *Comunicare il museo oggi – Dalle scelte museologiche al digitale*, Skira, Milano.

Desideri, F. (2004), *Forme dell'estetica – Dall'esperienza del bello al problema dell'arte*, Laterza, Roma-Bari.

Di Benedetto, G. (2019), *Progetto del museo – Dal Μovσείον al museo narrativo*, 40due edizioni, Palermo.

Di Marino, B. (ed.) (2008), *Studio Azzurro – Videoambienti, ambienti sensibili | Video and sensitive environments*, Feltrinelli, Milano.

Mandarano, N. (2019), *Musei e media digitali*, Carrocci, Roma.

Mantellini, M. (2018), *Bassa risoluzione*, Einaudi, Torino.

Pallasmaa, J. (2014a), *L'immagine incarnata – Immaginazione e immaginario nell'architettura*, Safarà, Pordenone.

Pallasmaa, J. (2014b), *La mano che pensa*, Safarà, Pordenone.

Studio Azzurro (ed.) (2016a), *Immagini sensibili*, Silvana editoriale, Milano.

Studio Azzurro (ed.) (2016b), *Montagna in movimento – Percorsi multimediali attraverso le Alpi meridionali*, Silvana editoriale, Milano.

Studio Azzurro (ed.) (2011), *Musei di narrazione –*

Ambienti, percorsi interattivi e altri affreschi multimediali, Silvana editoriale, Milano.

Studio Azzurro (ed.) (2007), *Il Castello di Formigine – Il museo multimediale, il tempo e lo spazio*, Silvana editoriale, Milano.

Studio Azzurro (2003), "Lo spazio che respira", in *Controspazio*, vol. 101, pp. 77, 78, 82.

Valentini, V. (ed.) (2017), *Studio Azzurro – L'esperienza delle immagini*, Mimesis, Milano.

IL CORPO FISICO DELL'ARCHITETTURA INTERATTIVA

Approcci scenario-based e generativo

THE BODY OF INTERACTIVE ARCHITECTURE

Scenario-based and generative approaches

Bianca Andaloro

ABSTRACT

La complessità della realtà, insieme fisica e virtuale, nella quale siamo immersi richiede una riflessione su come realizzare una integrazione tra il mondo del digitale e l'architettura contemporanea. In particolare, l'articolo intende esplorare il modo in cui le informazioni virtuali possano divenire materie progettuali, intervenendo anche sui caratteri spaziali e formali del costruito. Pertanto si tratteranno due diversi approcci nelle architetture interattive, uno scenario-based e un altro generativo, capaci di stabilire i confini fisici della relazione tra architettura e informazioni. Jade Eco Park, Translated Geometries e One Ocean Pavilion offrono una diversa chiave di lettura del rapporto tra uomo, edificio e ambiente circostante, in una relazione meta-testuale tra fisico e virtuale che richiama l'architettura contemporanea a una riflessione sulle potenzialità di questo fenomeno.


The complexity of reality, both physical and virtual, in which we are immersed requires a reflection on how to achieve integration between the digital world and contemporary architecture. In particular, the article intends to explore the way in which virtual information can become design material, also intervening on the spatial and formal characteristics of the built environment. Therefore, two different approaches in interactive architectures will be discussed, one scenario-based and the other generative, capable of establishing the physical boundaries of the relationship between architecture and information. Jade Eco Park, Translated Geometries and One Ocean Pavilion offer a different key to interpreting the relationship between man, building and surrounding environment, in a meta-textual relationship between the physical and the virtual that calls contemporary architecture to reflect on the potential of this phenomenon.

KEYWORDS

architettura interattiva, adattiva, resiliente, big data, informazioni

interactive, adaptive, resilient architecture, big data, information

Bianca Andaloro, Architect and PhD Candidate in Architectural Planning at the University of Palermo (Italy), has been a member of the In_Fra lab Research Unit since 2016. Her research focuses on resilience through adaptive architecture and digital systems. Mob. +39 347/57.15.617 | E-mail: bianca.andaloro@unipa.it

 Nel 1995 Nicholas Negroponte scrisse «Computing is not about computers any more. It is about living» (Negroponte, 1995, p. 6) in un volume che per molti versi anticipò lo sviluppo tecnologico degli anni successivi, a metà tra la visione e l'attuale ricerca del Media Lab del MIT, con cui l'informatico statunitense sosteneva la possibilità di integrare i sistemi digitali all'architettura, fiducioso in una quasi perfetta corrispondenza tra atomi e bit. E in effetti oggi il digitale non riguarda più esclusivamente l'informatica ma è fortemente integrato al quotidiano, al confine tra il mondo fisico e quello virtuale. La complessità del digitale ha infatti messo in atto negli anni una trasformazione silente e rapida, a vantaggio di una interrelazione tra aspetti in continuo cambiamento: il mondo contemporaneo si presenta così insieme ubiquo e iperlocale, interconnesso e individuale, digitale, fisico e virtuale. L'architettura ha inoltre con il digitale un rapporto di convivenza consolidato già a partire dalle teorizzazioni di Norbert Wiener (1948) sulla necessità di una sintesi tra biologia, neurofisica, teorie informazionali e strumenti matematici e poi con la successiva formalizzazione della capacità dell'architettura di acquisire i processi digitali (Negroponte, 1995) che in un primo momento ha dato luogo a esperimenti cibernetici.

Le recenti innovazioni in materia di intelligenza artificiale e robotica inoltre, elementi mancanti per una piena comprensione della complessità prefigurata dall'informatico statunitense (d'Estrée Sterck, 2005), connotano un sempre maggiore interesse per l'integrazione tra architettura e tecnologia, nella prefigurazione di scenari speculativi sui modi dell'abitare del prossimo futuro. Il valore aggiunto che l'attuale ricerca progettuale apporta però risiede nell'interesse per l'identificazione di sistemi che siano complessi e interconnessi, lontani dalla frammentazione della relazione tra architettura e tecnologia per settore rilevata da Sigfried Giedion (1948) all'inizio degli anni Cinquanta del Novecento¹. La sua lettura si fonda infatti principalmente sulla comprensione della 'anonymous history', tralasciando, senza intenzionalità dichiarata ma piuttosto per una mancanza di visione, l'insieme collettivo che oggi si rivela centrale.²

Alla repentina evoluzione tecnologica che si è susseguita negli ultimi decenni in fatto di materiali e processi si deve giustapporre la conseguente e sempre più rapida e diffusa produzione e accumulazione di dati (personali, collettivi e ambientali) che potremmo considerare come un primo momento di astrazione della realtà fisica nella quale viviamo (Kitchin, 2014). La Quarta Rivoluzione di cui parla Floridi, introducendo il termine di uomo 'inforge' e il concetto di 'infosfera' (Floridi, 2020), chiarisce la tensione dell'uomo verso una realtà governata dall'informazione, in cui la capacità di fare è diventata superiore a quella di prevedere gli effetti delle proprie azioni (Galimberti, 2011). Con l'introduzione e il perfezionamento dell'automazione, l'informatica ha inoltre introdotto la possibilità di sviluppare protocolli secondo regole e principi propri della scienza informatica, trasformandoli in informazioni e azioni progettuali. In questa ottica, è possibile affermare che la trasposizione in architettura di questi elementi propri del digitale ha contribuito a modificare, alterandoli, alcuni caratteri

architettonici, definendo così costruzioni insieme fisiche e virtuali. In particolare, risulta interessante riflettere sui caratteri di multi-matericità (attraverso l'uso di dati o processi di realtà virtuale), multi-temporalità (prevedendo spazi accessibili fisicamente e/o remotamente e in diversi momenti del giorno) e multi-scalarità (dettata dalla necessità di costituire un sistema complesso che funziona grazie alla relazione tra elementi compresi tra le scale nano e macro).

A tal fine, l'articolo si propone di approfondire l'architettura interattiva come il risultato, dal potenziale in continua espansione, di una stretta interrelazione tra architettura e tecnologica. Attraversando brevemente i due temi cardine di questa architettura, la centralità dei dati nel percorso euristico e l'interazione come occasione per sviluppare relazioni tra l'edificio, l'ambiente e l'utente, si prenderanno in esame alcuni casi studio esemplari che mettono in evidenza le potenzialità e i limiti di questo approccio. Infatti, questa trasformazione, ancora in atto, si basa sulla centralità del ruolo dei dati, captati ed estratti dal mondo circostante (dall'ambiente, dalle persone, dai dispositivi) e sui relativi limiti e aspetti potenziali; allo stesso tempo, si ritiene possibile rendere i dati una materia altra da sé, insieme elemento di comprensione della realtà e materia architettonica.

Il ruolo dei dati | Elementi di controllo e monitoraggio della realtà fisica nella quale viviamo, i dati costituiscono uno specchio della società e dei suoi bisogni (Picon, 2010). Oggi la raccolta dei dati biometrici, ambientali e di movimento accomuna la gran parte dei dispositivi quotidiani, in cambio di una maggiore performatività la quale sembra assecondare i bisogni dell'utente: in che modo può dunque l'architettura servirsi di questo impalcato così vasto ed eterogeneo? A fronte di un largo uso dei dati nella progettazione urbana di tipo parametrico, che evidenzia la continuità del rapporto tra i sistemi di progettazione digitali e le tecnologie più avanzate, per comprendere in che modo essi possano costituire un elemento centrale nella progettazione architettonica è fondamentale capire qual è il loro apporto in termini epistemologici.

Ackoff (1989) e, in tempi più recenti, Kitchin (2014) hanno affrontato la questione definendo i dati quali elementi grezzi, prodotto di un'astrazione del mondo fisico in categorie (intese quali forme rappresentative, numeri, simboli, immagini, suoni, etc.), privi dunque di qualsiasi significato proprio, eppure entrambi riflettono sulla centralità dei dati stessi e sul ruolo che essi ricoprono nel percorso verso la conoscenza. Il ruolo dei dati è centrale al giorno d'oggi proprio nel percorso di conoscenza che l'uomo applica per comprendere (eco)sistemi estranei ed eterogenei. Se si comprende dunque il passaggio da dati a informazioni, da significante a significato (includendo anche la possibilità di fare uso di database capaci di definire cluster di informazioni), allora si potranno definire 'dati con uno scopo' anche come elementi costitutivi del progetto di architettura (Fig. 1) e l'astrazione dei fenomeni naturali della realtà fisica diventa dato da elaborare per essere interpretato e produrre conoscenza (Kitchin, 2014).

È necessario evidenziare come, al di là del

valore epistemologico dei dati, le maggiori compagnie attive sul mercato (tra le più influenti Google, Apple, Alphabet e Microsoft) hanno nel corso degli ultimi decenni implementato i loro sistemi di raccolta, stoccaggio ed elaborazione dati per mettere a sistema dispositivi differenti tra loro (Fox, 2016). Alla base di questa tecnologia, che mira dunque a soddisfare i bisogni degli utenti o degli ambienti coinvolti, vi è il concetto di interattività, di scambio cioè di informazioni tra un dispositivo e un utente e viceversa, in una relazione duale che può prefigurare condizioni di apprendimento (d'Estrée Sterk, 2006). Sfruttare un tale avanzamento tecnologico anche in ambito architettonico può avere importanti ripercussioni sul modo di pensare e realizzare il progetto, come è già stato dimostrato a partire dalle prime sperimentazioni cibernetiche e come si verifica oggi attraverso i più recenti sistemi informatici, estratti dal mondo della computazione digitale e adottati nei processi progettuali³. La problematica che l'architettura contemporanea è oggi chiamata ad affrontare è dunque quella di individuare un modo per integrare questa grande mole di dati nel percorso vitale dell'edificio e di renderla performante per il suo funzionamento, in un contesto ibrido, fisico e virtuale.

Interazione come relazione | La ricerca di una più complessa relazione tra l'uomo, l'edificio e l'ambiente include anche la progettazione di un'architettura capace di confrontarsi (in maniera attiva o passiva) con le sollecitazioni ricevute dall'esterno; in questa ottica, l'architettura interattiva risulta un vettore di ricerca trainante per l'individuazione di nuove possibili relazioni fisiche e virtuali (Hespanhol et alii, 2017). L'interazione non va intesa limitatamente al singolo rapporto uomo-dispositivo/ambiente/edificio, ma in una visione più ampia che include un ecosistema di oggetti, ambienti ed edifici interconnessi tra di loro in un unico ecosistema (Fox, 2016). Pertanto, progettare un tale complesso sistema di relazioni rende necessario comprendere quale ruolo esse possano ricoprire nel progetto architettonico, definendo in questo modo il loro corrispondente corpo fisico: possono essere usati come informazioni in continuo aggiornamento oppure in combinazione tra di essi per produrre delle previsioni.

Sulla base di questa distinzione è possibile identificare due approcci differenti attraverso i quali il progetto si esprime: il primo di tipo scenario-based e il secondo di tipo generativo; il primo utilizza i dati raccolti a priori nell'ambiente per determinare e stimare delle condizioni tipiche o ricorrenti in un determinato luogo o in una specifica circostanza: degli scenari appunto, per elaborare un numero specifico di potenziali configurazioni spaziali o ambientali. Questo approccio permette la progettazione di un sistema interattivo di facile sviluppo (grazie alla facilità di riferimento di molti dati, soprattutto ambientali) e di verifica tramite processi di feedback loop durante l'intera fase di progettazione e messa in opera del progetto (Rosson and Carroll, 2002). Il secondo approccio invece prevede l'utilizzo di dati captati, elaborati e trasmessi in tempo reale tra i sistemi di input e output dell'edificio; in questo modo non è possibile determinare a priori delle condizioni attese, ma soltanto dei vincoli che permettono all'edificio di rispondere agli sti-

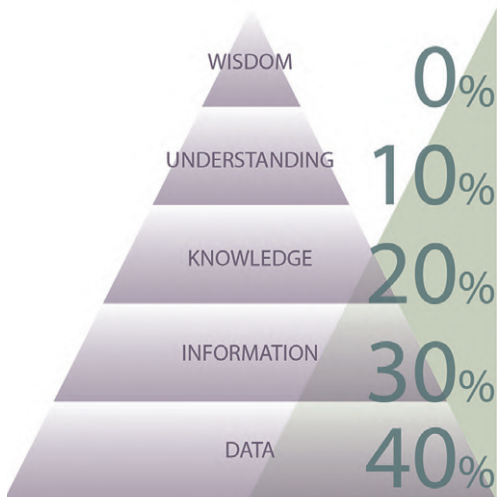


Fig. 1 | Structure of the human mind in the knowledge process (source: Ackoff, 1989).

Fig. 2 | Blur Building (2002) in Yverdon-les-Bains by Diller and Scofidio (source: dsrny.com).

moli ricevuti. Facendo inoltre uso delle più recenti tecnologie di Learning Machine l'edificio sarebbe in grado di comprendere i dati ricevuti e imparare dagli scenari precedenti.

I paragrafi che seguono mostreranno i limiti e le potenzialità dei due approcci progettuali attraverso degli esempi realizzati o in fase di prototipo, per comprendere quali implicazioni in termini fisico-spaziali (coinvolgendo forma, posizione e proprietà fisiche) l'architettura interattiva (o responsiva o adattiva) possa generare.

Progettare scenari possibili | Un primo embrionale esempio dell'approccio scenario-based va letto nelle sperimentazioni dello studio Diller and Scofidio, e in particolare nel Blur Building, Padiglione per l'Expo02 di Yverdon-les-Bains realizzato nel 2002, il primo edificio a dare consistenza fisica a una informazione virtuale (Fig. 2). Tramite la complessa rete di ugelli distribuiti lungo il perimetro dell'edificio, il sistema, che regola la connessione tra i sensori posti sul Lago Neuchâtel e gli attuatori, traduce in vaporizzazioni acquee i dati captati circa il tasso di umidità dello specchio d'acqua. Questi dati, elaborati in tempo reale, definiscono la facciata dell'edificio che ne è appositamente sprovvisto, suggerendo un cambio di prospettiva attorno al tema centrale del 'guardare'; se i visitatori si aspettano di vedere qualcosa una volta giunti al Padiglione, quello che vedranno è 'spectacularly (about) nothing' (Marotta, 2005), eppure saranno coscienti dei cambiamenti ambientali del sito che li circonda.

Qualche anno più tardi, ma all'interno di un filone di ricerca che mette insieme l'architettura e

le condizioni climatiche contingenti come motore di definizione formale della forma architettonica⁴, attraverso la progettazione meteorologica⁵, l'architetto svizzero Philippe Rahm offre un interessante esempio di applicazione dell'approccio interattivo scenario-based. In particolare, con il Jade Eco Park, progetto paesaggistico e architettonico per un parco di 70 ettari sul sito del vecchio aeroporto dell'isola di Taiwan. Per offrire una soluzione al clima tropicale umido della regione di Taichung, così come all'alto tasso di umidità dell'area fortemente urbanizzata, il progetto del Jade Eco park mira a ricreare degli spazi aperti dove queste condizioni critiche risultino attenuate, a favore di un migliore confort dei visitatori: la problematica ambientale, il clima in questo caso, diventa così il punto di vista determinante del progetto e il cuore delle elaborazioni computazionali necessarie per la sua realizzazione.

Grazie a un sistema di simulazione fluidodinamica computazionale (CFD) è stato infatti possibile elaborare tre mappature a gradazione dell'intera area basati su specifici parametri: le zone calde, le zone umide e quelle inquinate (Figg. 3-5). In questo modo i dati rilevati forniscono tre differenti visioni del sito di progetto, elaborate a partire da dati rilevati in condizioni ricorrenti. Dalla sovrapposizione delle tre elaborazioni, risultante in una spazialità inedita e casuale, è possibile determinare i dispositivi architettonici e naturali capaci di modificare la percezione delle condizioni climatiche a beneficio dei visitatori (Fig. 6). Si determina in questo modo una relazione indiretta tra il progetto e l'ambiente circostante, tale definire specifici dispositivi spaziali, siano essi costruiti o naturali. Tali dispositivi si articolano in tre categorie e forniscono lungo tutta l'estensione del parco, nei punti più critici, una soluzione migliorativa in termini di raffrescamento⁶, deumidificazione⁷ e disinquinamento⁸. Attraverso l'approccio scenario-based dunque il dato virtuale diventa strumento di progettazione che definisce una serie di dispositivi climatici (Philippe Rahm Architectes, 2017) che intervengono sulle condizioni esistenti, modificandole.

Progettare l'aleatorio | La progettazione generativa, come anticipato, mostra il suo carattere di interattività già nel suo iniziale processo di definizione, attraverso l'uso di continue relazioni tra parametri e vincoli, capaci di generare soluzioni formali e strutturali molto complesse. Il ruolo del dato (nello specifico ambito dell'architettura interattiva, rilevato dall'esterno) immesso nel sistema è nuovamente centrale nel processo e può essere utilizzato sia nella sua forma statica che dinamica. In questo modo dunque non solo l'edificio è progettato per comprendere il dato reale, ma anche per comprenderlo attraverso sistemi di Machine Learning; in questo aspetto risiede il valore predittivo del processo, che si presta alla progettazione di architetture capaci anche di adattarsi ai cambiamenti dell'ambiente esterno (Antonini, 2019), imparando da esso.

Un esempio di questo approccio è One Ocean Pavilion, padiglione tematico progettato dallo studio austriaco SOMA per l'Expo 2012 in Yeosu (Corea del Sud): l'edificio richiama nella for-

ma l'ambiente marino cui la città è strettamente legata anche attraverso la scelta di un sistema di lamelle mobili, poste sulla facciata principale dell'edificio (Fig. 7), la cui realizzazione in polimeri rinforzati con fibre di vetro è frutto di una collaborazione con l'Università ITKE di Stoccarda, nell'ambito di una ricerca congiunta sull'applicazione di meccanismi biologici alla scala architettonica⁹. Il sistema di facciata, realizzato attraverso modellazione parametrica, permette un miglioramento delle condizioni di ventilazione e raffrescamento interno grazie al movimento delle lamelle, collegate tramite un sistema informatico a degli attuatori. Come in un paradigma swarm (Oosterhuis, 2006), ogni lamella è collegata individualmente a un attuatore, così che il sistema possa agire su un singolo elemento o sull'intera facciata. Gli attuatori, posti alle estremità degli elementi, rispondono al variare della temperatura esterna e dei venti cui l'edificio è particolarmente esposto, modificandone l'apertura, l'inclinazione e la rotazione per un migliore comfort interno (Figg. 8, 9).

Un altro esempio di questo approccio è Translated Geometries, progetto sperimentale elaborato all'interno dell'Institute for Advanced Architecture of Catalonia (IAAC) nel 2014; realizzato attraverso prototipi di diversa scala, il sistema adattivo progettato utilizza uno schema modulare che richiama i lavori dell'artista Ron Resch¹⁰ per definire un sistema capace di modificare la sua forma sulla base di sollecitazioni esterne quali calore, umidità e illuminazione. Il sistema, proposto sia come elemento verticale (facciata) sia come elemento orizzontale (copertura), ma più genericamente come involucro, è composto da un reticolo strutturale in SMP (Shape Memory Polymer) al quale sono ancorati degli attuatori capaci di innescare meccanismi di espansione e compressione in base alle informazioni rilevate (Figg. 10, 11). Il progetto, ispirato alle ricerche sui materiali shape-shifting del MIT¹¹ ha ulteriormente testato le potenzialità del sistema di essere costituito da reticoli singolarmente autonomi (Fig. 12), capaci di modificare l'involucro nelle sue singole parti o nella sua totalità.

Entrambi questi esempi mostrano le potenzialità di un sistema generativo che fa uso di dati reali in costante aggiornamento nella definizione non tanto di singoli elementi tecnologici, quanto piuttosto di diverse configurazioni spaziali che l'edificio può definire nell'interazione con i suoi utenti e con l'ambiente esterno. Inserire i dati virtuali nella progettazione dunque permette ancora una volta una più consapevole comprensione del fenomeno naturale e la definizione di relazioni spaziali inedite.

Conclusioni | A partire dalla lettura degli esempi discussi è possibile comprendere in che modo una ricerca basata su una nuova relazione tra edificio, ambiente e utente possa oggi costituire un elemento di rilievo nella progettazione della contemporaneità. La complessità proposta dall'architettura interattiva, al limite tra il fisico e il digitale, permette infatti di immaginare un cambio di paradigma nel processo di elaborazione del progetto di architettura, antepo-
nendo la personalizzazione alla standardizzazione e la variabilità alla serialità, ma le condizioni, che al giorno d'oggi regolano i processi economici, generano

la difficoltà di applicazione di questi sistemi alla grande scala.

Come dimostrano i casi citati, la progettazione adattiva, identificata come l'evoluzione delle varianti responsive e interattive (Elmokadem et alii, 2018), risulta ancora un ambito di esplorazione scientifica, a opera principalmente di unità di ricerca tecnologicamente molto specializzate. A fronte di questo limite però, si rileva la grande facilità di distribuzione dei processi tecnologici attraverso sistemi spesso open source che rendono accessibili i software di sviluppo computazionale. Inoltre, la multi-matericità che i progetti interattivi mettono in pratica, giustifica un continuo scambio di conoscenze tra ambiti di ricerca e prototipazione diversi tra loro (dove architettura, scienze, tecnologia ed etica convivono), rendendo possibile in un futuro prossimo la diffusione alla grande scala di sistemi di progettazione interreattiva, responsiva e adattiva.

La scelta poi di un approccio strutturato sulla base dell'utilizzo di dati pre-definiti (scenario-based) o captati in tempo reale (predittivo, generativo), permette l'applicazione dell'interattività alle diverse scale architettoniche, a partire dallo spazio pubblico (ambito in cui essa è ampiamente radicata) fino alla scala dell'edificio. Con questa finalità inoltre si ritiene possibile prefigurare scenari progettuali in cui l'architettura adattiva possa assolvere allo scopo di progettare per fini resilienti, fornendo un valido contributo ai coevi cambiamenti ambientali.

In conclusione, la ricerca di una interazione tra edificio, ambiente esterno e utente, può costituire un potente strumento di conoscenza che il progetto può controllare e gestire, arricchendosi di materiali digitali e processi computazionali. A partire dall'integrazione dei dati tra le materie architettoniche, è oggi compito dei progettisti sapere leggere le potenzialità dei sistemi in-

terattivi per definire 'nel progetto' e 'attraverso il progetto' nuove relazioni fisiche e virtuali. Agendo dunque sulle invarianti architettoniche al fine di creare una relazione meta-testuale con il mondo virtuale delle informazioni, si può rendere possibile una piena integrazione dell'edificio con sistemi di larga scala: definendo la connessione tra il fisico e il virtuale, questa può costituire un elemento cardine per un consapevole avanzamento di conoscenza a beneficio dell'uomo.

In 1995, Nicholas Negroponte wrote «Computing is not about computers any more. It is about living» (Negroponte, 1995, p. 6) in a volume that in many ways anticipated the technological development of the following years, somewhere between the vision and the current research of the MIT Media Lab. Negroponte argued that it was possible to integrate digital systems into architecture, confident in an almost perfect correspondence between atoms and bits. In fact, today the digital world is no longer exclusively about information technology, but is strongly integrated into everyday life, on the borderline between the physical and virtual worlds. Over the years, the complexity of the digital world has in fact brought about a silent and rapid transformation, to the benefit of an interrelationship between constantly changing aspects: the contemporary world is thus both ubiquitous and hyperlocal, inter-connected and individual, digital, physical and virtual. Furthermore, architecture has a well-established relationship with the digital since Norbert Wiener's (1948) theories on the need for a synthesis between biology, neurophysics, information theories and mathematical tools, and then with the later formalisation of the ability of architecture to acquire digital process-

es (Negroponte, 1995), which initially gave rise to cybernetic experiments.

Recent innovations in the field of artificial intelligence and robotics, missing elements for a full understanding of the complexity foreshadowed by the American computer scientist (d'Estree Sterck, 2005), connote an increasing interest in the integration between architecture and technology, in the prefiguration of speculative scenarios on the ways of living in the near future. The added value that current design research brings, however, lies in the interest in identifying systems that are complex and interconnected, far from the fragmentation of the relationship between architecture and technology by sector noted by Sigfried Giedion (1948) at the beginning of the 1950s¹. His reading is in fact based mainly on the understanding of the 'anonymous history', leaving out, without any discernible intention but rather due to a lack of vision, the collective whole that today reveals itself to be central.²

In addition to the rapid technological development of materials and processes over the last few decades, there is also the consequent and increasingly rapid and widespread production and accumulation of data (personal, collective and environmental), which could be considered as a first state of abstraction of the physical reality in which we live (Kitchin, 2014). The Fourth Revolution of which Floridi speaks, introducing the term 'infor' man and the concept of 'infosphere' (Floridi, 2020), clarifies the human tension towards a reality governed by information, where the ability to do has become superior to the ability to foresee the effects of one's actions (Galimberti, 2011). With the introduction and refinement of automation, computer science has also introduced the possibility of developing protocols according to the rules and principles of computer science, transforming them into in-

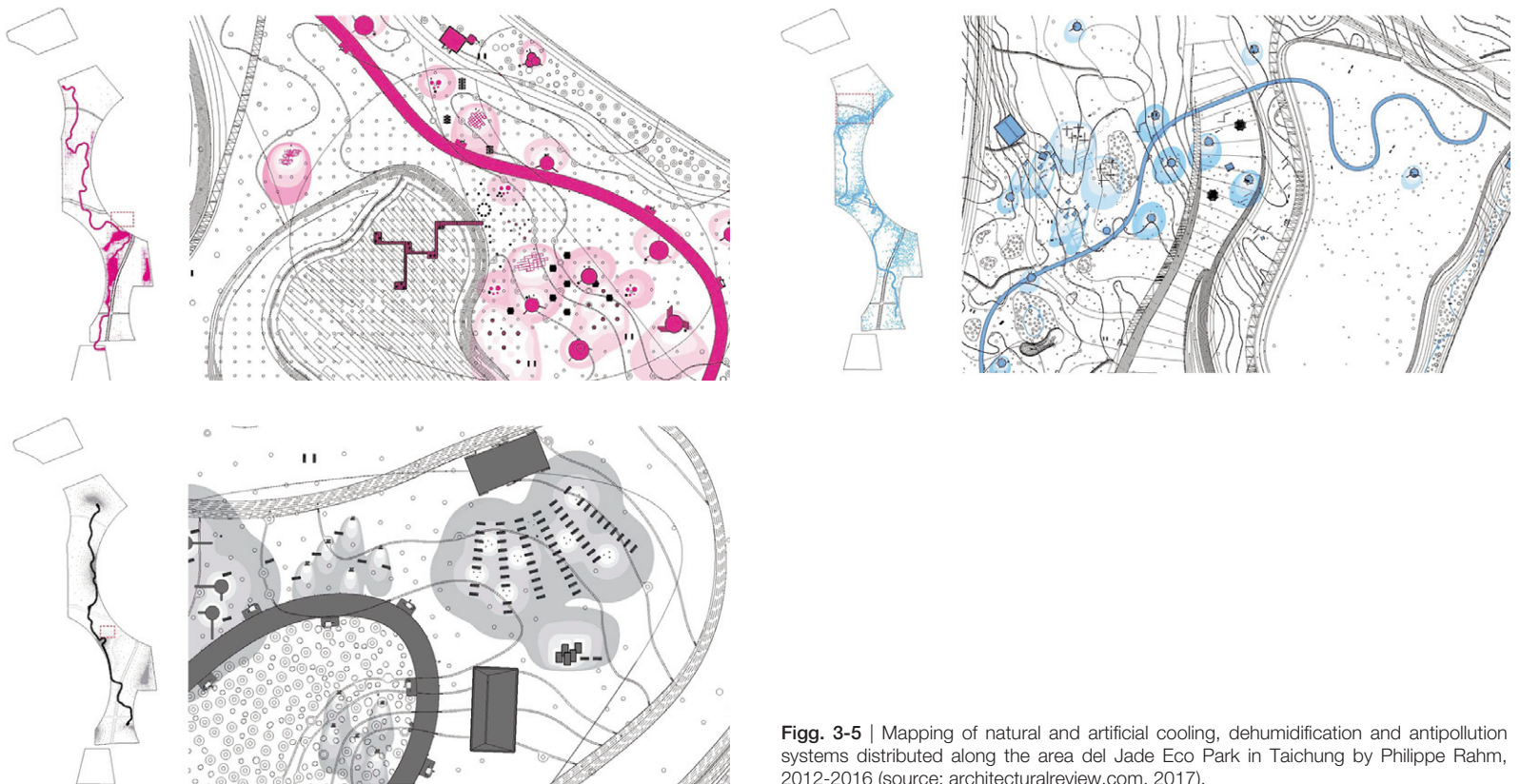
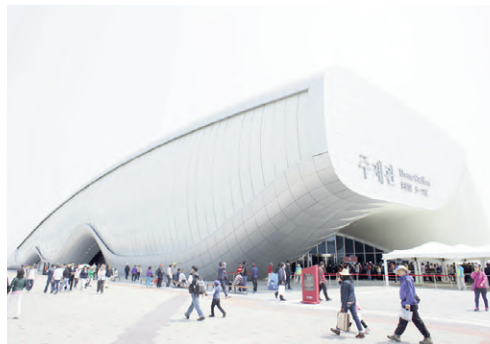


Fig. 3-5 | Mapping of natural and artificial cooling, dehumidification and antipollution systems distributed along the area del Jade Eco Park in Taichung by Philippe Rahm, 2012-2016 (source: architecturalreview.com, 2017).



Fig. 6 | Overlapping of the three mappings for the final definition of the Jade Eco Park project (source: architecturalreview.com, 2017).

Fig. 7-9 | Detail of the slats on the façade of One Ocean Pavilion (2012) in Yeosu by soma architects, and two of its different configurations (source: transsolar.com, 2015; soma-architecture.com, 2015).



formation and design actions. From this point of view, it is possible to state that the transposition of these digital elements into architecture has contributed to modifying and altering certain architectural features, thus defining constructions that are both physical and virtual. In particular, it is interesting to reflect on the characteristics of multi-materiality (through the use of data or virtual reality processes), multi-temporality (providing spaces accessible physically and/or remotely and at different times of the day) and multi-scalarity (driven by the need to constitute a complex system that operates thanks to the relationship between elements on the nano and macro scales).

To this end, the article aims to explore interactive architecture as the result, with its ever-expanding potential, of a close interrelationship between architecture and technology. By briefly going through the two key themes of this architecture, the centrality of data in the heuristic path and interaction as an opportunity to develop relationships between the building, the environment and the user, some exemplary case studies will be examined that highlight the potential and the limits of this approach. This transformation, still in progress, is based on the centrality of

the role of data, captured and extracted from the surrounding world (from the environment, from people, from devices) and its limits and potential aspects. At the same time, it is considered possible to make data a material other than itself, both an element of understanding reality and an architectural material.

The role of data | Elements of control and monitoring of the physical reality in which we live, data constitute a mirror of society and its needs (Picon, 2010). Today, the collection of biometric, environmental and movement data is common to most everyday devices, in exchange for greater performativity which seems to meet the needs of the user. So how can architecture make use of this vast and heterogeneous platform? Given the widespread use of data in parametric urban design, which highlights the continuity of the relationship between digital design systems and the most advanced technologies, in order to understand how they can constitute a central element in architectural design, it is essential to understand what their contribution is in epistemological terms.

Ackoff (1989) and, more recently, Kitchin (2014) have addressed this issue by defining da-

ta as raw elements, the product of an abstraction of the physical world into categories (understood as representative forms, numbers, symbols, images, sounds, etc.), thus lacking any meaning of their own. Yet they both reflect on the centrality of data itself and the role it plays in the journey towards knowledge. The role of data is central nowadays precisely in the knowledge path that man applies to understand foreign and heterogeneous (eco)systems. If one understands the transition from data to information, from signifier to signified (including the possibility of making use of databases capable of defining information clusters), then 'data with a purpose' can also be defined as constituent elements of architectural design (Fig. 1). The abstraction of natural phenomena of physical reality, therefore, becomes data to be processed in order to be interpreted and produce knowledge (Kitchin, 2014).

It is necessary to highlight how, beyond the epistemological value of data, the major companies active on the market (among the most influential Google, Apple, Alphabet and Microsoft) have over the last decades implemented their data collection, storage and processing systems to systemise different devices (Fox, 2016). Underlying this technology, which thus aims to meet the needs of the users or environments involved, is the concept of interactivity, i.e. the exchange of information between a device and a user and vice versa, in a dual relationship that can prefigure learning conditions (d'Estrée Sterk, 2006). Exploiting such a technological advancement also in the architectural field can have important repercussions on the way of thinking and realizing the design, as it has already been demonstrated starting from the first cybernetic experiments and as it is verified today through the most recent computer systems, extracted from the world of digital computation and adopted in the design processes³. The problem facing contemporary architecture today is therefore that of identifying a way of integrating this vast amount of data of data into the building's life cycle and making it perform well in a hybrid context, both physical and virtual.

Interaction as relation | The search for a more complex relationship between man, the building and the environment also includes the design of an architecture capable of dealing (actively or passively) with the solicitations received from the outside. In this perspective, interactive architecture is a leading research vector for the identification of new possible physical and virtual relationships (Hespanhol et alii, 2017). Interaction should not be understood limited to the single human-device/environment/building relationship, but in a broader vision that includes an ecosystem of objects, environments and buildings interconnected in a single ecosystem (Fox, 2016). Therefore, designing such a complex system of relationships makes it necessary to understand what role they can play in architectural design, thus defining their corresponding physical body: they can be used as continuously updated information or in combination with each other to produce predictions.

On the basis of this distinction, it is possible to identify two different approaches through which the project is expressed: the first is scenario-

based and the second is generative. The former uses data collected a priori in the environment to determine and estimate typical or recurring conditions in a given place or circumstance: scenarios, to elaborate a specific number of potential spatial or environmental configurations. This approach allows the design of an interactive system that is easy to develop (due to the ease of retrieval of many data, especially environmental data) and to verify through feedback loop processes throughout the design and implementation phase of the project (Rosson and Carroll, 2002). The second approach uses data captured, processed and transmitted in real time between the input and output systems of the building. Thus, it is not possible to determine expected conditions a priori, but only constraints that allow the building to respond to the stimuli received. Using the latest Learning Machine technologies, the building would be able to understand the data received and learn from previous scenarios. Furthermore, by making use of the latest Learning Machine technologies, the building would be able to understand the data received and learn from previous scenarios.

The following paragraphs will show the limits and potentials of the two design approaches through realised or prototyping examples, to understand what implications in physical-spatial terms (involving shape, position and physical properties) the interactive (or responsive or adaptive) architecture may generate.

Designing possible scenarios | A first embryonic example of the scenario-based approach

can be found in the experiments of the Diller and Scofidio studio, and in particular in the Blur Building, the Pavilion for Expo02 in Yverdon-les-Bains realizzato nel 2002, the first building to give physical substance to virtual information (Fig. 2). Through the complex network of nozzles distributed around the perimeter of the building, the system, which regulates the connection between the sensors located on Lake Neuchâtel and the actuators, converts the data collected on the humidity level of the lake into water sprays. This data, processed in real time, defines the façade of the building, which is purposely not equipped with it, suggesting a change of perspective around the central theme of 'looking'. If visitors expect to see something when they arrive at the Pavilion, what they will see is 'spectacularly (about) nothing' (Marotta, 2005), yet they will be aware of the environmental changes in the site around them.

A few years later, but within a line of research that brings together architecture and contingent climatic conditions as an engine for the formal definition of architectural form⁴, through meteorological design⁵, Swiss architect Philippe Rahm offers an interesting example of application of the interactive scenario-based approach. In particular, with the Jade Eco Park, a landscape and architectural project for a 70-hectare park on the site of the old airport on the island of Taiwan. In order to offer a solution to the humid tropical climate of the Taichung region, as well as to the high humidity of the highly urbanised area, the Jade Eco park project aims to recreate open spaces where these critical conditions are miti-

gated, in favour of improved comfort for visitors. The environmental issue, climate in this case, thus becomes the determining point of view of the project and the heart of the computational elaborations necessary for its realisation.

Thanks to a computational fluid dynamics (CFD) simulation system, it was possible to elaborate three graded mappings of the entire area based on specific parameters: hot zones, wet zones and polluted zones (Fig. 3-5). In this way, the measured data provide three different visions of the project site, elaborated from data measured under recurrent conditions. From the superimposition of the three elaborations, resulting in an unprecedented and random spatiality, it is possible to determine the architectural and natural devices capable of modifying the perception of the climatic conditions to the benefit of the visitors (Fig. 6). In this way an indirect relationship between the project and the surrounding environment is determined, such as to define specific spatial devices, whether built or natural. These devices are divided into three categories and provide along the whole extension of the park, in the most critical points, an improved solution in terms of cooling⁶, dehumidification⁷ and de-pollution⁸. Through the scenario-based approach, therefore, the virtual data becomes a design tool that defines a series of climatic devices (Philippe Rahm Architectes, 2017) that intervene on the existing conditions, modifying them.

Designing the aleatory | Generative design, as anticipated, shows its character of interactivity already in its initial definition process, through

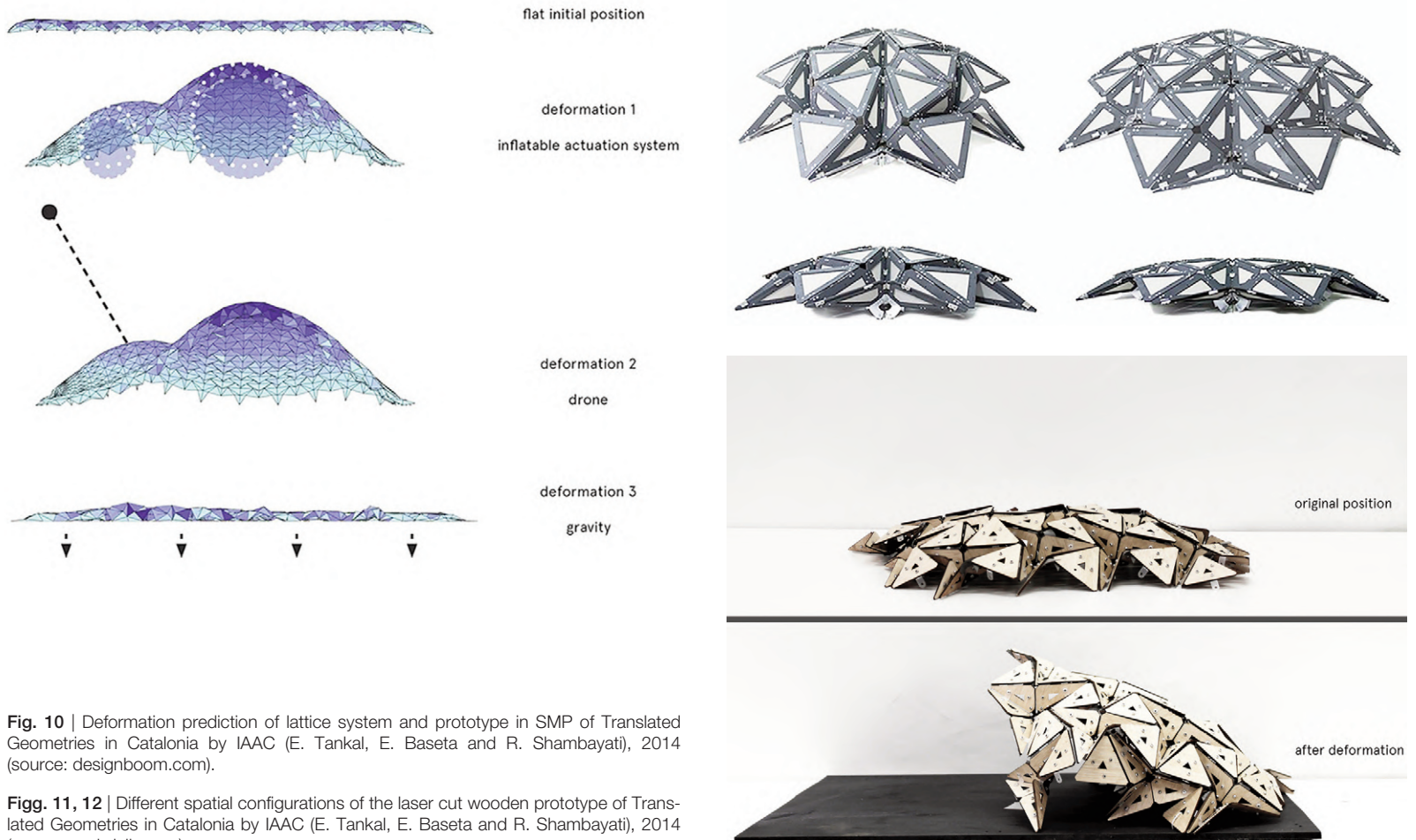


Fig. 10 | Deformation prediction of lattice system and prototype in SMP of Translated Geometries in Catalonia by IAAC (E. Tankal, E. Baseta and R. Shambayati), 2014 (source: designboom.com).

Figg. 11, 12 | Different spatial configurations of the laser cut wooden prototype of Translated Geometries in Catalonia by IAAC (E. Tankal, E. Baseta and R. Shambayati), 2014 (source: archdaily.com).

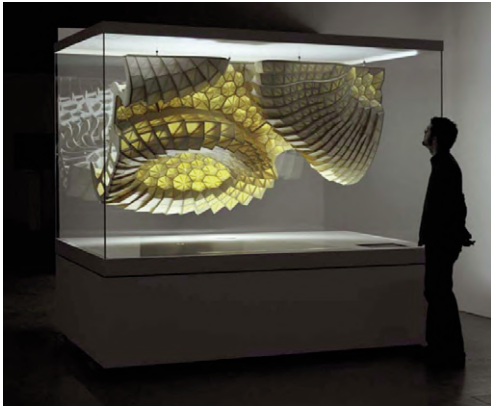


Fig. 13 | Hygroscope by ICD (M. Achim and S. Reichert, with Transsolar Climate Engineering GmbH), Centre Pompidou, 2012 (source: achimmenges.net, 2012).

Fig. 14 | Hygroskin (2013) by ICD (M. Achim, O. D. Krieg and S. Reichert), FRAC Centre Orleans (source: archdaily.com).



the use of continuous relationships between parameters and constraints, capable of generating very complex formal and structural solutions. The role of the data (in the specific field of interactive architecture, detected from the outside) introduced into the system is again central to the process and can be used both in its static and dynamic form. In this way, therefore, not only is the building designed to understand the real data, but also to understand it through Machine Learning systems. In this aspect lies the predictive value of the process, which lends itself to the design of architectures that are also able to adapt to changes in the external environment (Antonini, 2019), learning from it.

An example of this approach is One Ocean Pavilion, a thematic pavilion designed by Austrian studio SOMA for Expo 2012 in Yeosu (South Korea). The building's shape recalls the marine environment to which the city is closely linked, also through the choice of a system of movable slats placed on the building's main façade. The slats (Fig. 7), made of glass fibre reinforced polymers, are the result of a collaboration with the ITKE University of Stuttgart, as part of a joint research project on the application of biological mechanisms to the architectural scale⁹. The facade system, created using parametric modelling, improves internal ventilation and cooling through the movement of slats, which are connected by a computer system to actuators. As in a swarm paradigm (Oosterhuis, 2006), each slat is individually connected to an actuator, so that the system can act on a single element or on the whole facade. The actuators, placed at the ends of the elements, respond to changes in the external temperature and the winds to which the building is particularly exposed, modifying their opening, inclination and rotation for better internal comfort (Figg. 8, 9).

Another example of this approach is Translated Geometries, an experimental project developed within the Institute for Advanced Architecture of Catalonia (IAAC) in 2014. Created through prototypes of different scales, the adaptive system designed uses a modular scheme that reminiscent of the works of artist Ron Resch¹⁰ to define a system capable of modifying its form on

the basis of external stresses such as heat, humidity and lighting. The system, proposed both as a vertical element (facade) and as a horizontal element (roof), but more generically as an envelope, is composed of a structural grid in SMP (Shape Memory Polymer) to which actuators are anchored, capable of triggering expansion and compression mechanisms based on the information detected (Figg. 10, 11). The project, inspired by research on shape-shifting materials at MIT¹¹ further tested the potential of the system to be made up of individually autonomous grids (Fig. 12), capable of modifying the envelope in its individual parts or as a whole.

Both of these examples show the potential of a generative system that makes use of constantly updated real data in the definition not so much of single technological elements, but rather of different spatial configurations that the building can define in its interaction with its users and the external environment. Inserting virtual data into the design therefore once again allows a more conscious understanding of the natural phenomenon and the definition of new spatial relationships.

Conclusions | By reading the examples discussed, it is possible to understand how research based on a new relationship between the building, the environment and the user can today constitute an important element in contemporary design. The complexity proposed by interactive architecture, on the borderline between the physical and the digital, makes it possible to imagine a paradigm shift in the process of designing architecture, putting personalisation before standardisation and variability before seriality. These conditions, which nowadays govern economic processes, introduce the difficulty of applying these systems on a large scale.

As the aforementioned cases show, adaptive design, identified as the evolution of responsive and interactive variants (Elmokadem et alii, 2018), is still an area of scientific exploration, mainly by technologically highly specialised research units. Against this limitation, however, we note the great ease of distribution of technological processes through often open source systems that make computational development software accessible. In addition, the multi-materiality that interactive projects bring into practice justifies a continuous exchange of knowledge between different research and prototyping fields (where architecture, science, technology and ethics coexist), making it possible in the near future for systems of interactive, responsive and adaptive design to be disseminated on a large scale.

The choice of a structured approach based on the use of pre-defined data (scenario-based) or data collected in real time (predictive, generative), allows the application of interactivity at different architectural scales, from public space (where it is widely rooted) to the scale of the building. With this aim, it is also considered possible to prefigure design scenarios in which adaptive architecture can fulfil the purpose of designing for resilient purposes, providing a valid contribu-

Fig. 15 | livMatS Pavilion (2021) by ICD/ITKE, University of Stuttgart (source: archdaily.com).

tion to contemporary environmental changes.

In conclusion, the search for an interaction between building, external environment and user, can be a powerful knowledge tool that the project can control and manage, enriching itself with digital materials and computational processes. Starting with the integration of data be-

tween architectural materials, it is now the task of designers to be able to interpret the potential of interactive systems to define new physical and virtual relationships in the project and through the project. By acting on architectural invariants to create a meta-textual relationship with the virtual world of information, it is possible to fully in-

tegrate the building with large-scale systems: by defining the connection between the physical and the virtual, this can be a key element for a conscious advancement of knowledge to the benefit of man.

Notes

1) «To control mechanization demands an unprecedented superiority over the instruments of production. It requires that everything be subordinated to human needs» (Giedion, 1948, p. 714).

2) Giedion (1948) focuses his research published in *Mechanization Takes Command* on the evolution of mechanisation and automation and their impact on the everyday sphere. He, therefore, emphasises from the outset the centrality of a portion of history that he considers fundamental for understanding society in different epochs. He refers here to the 'anonymous history', the history forgotten and omitted by historians that instead reveals all the most profound changes and innovations in technological and cultural terms. Elements such as domestic furnishings, sanitation systems, cultivation, slaughtering and cooling systems are part of his research on the subject. An entire chapter is devoted to the evolution of kitchen elements and the social repercussions of time-induced changes.

3) Starting with Wiener's research on cybernetics as a new science between mathematics and computer science, the figures of Gordon Pask, Cedric Price and John and Julia Frazer worked together on the application of the new discoveries in architecture. On the one hand, we saw the reintroduction of certain human faculties in the field of architecture: language, command, control and, above all, the ability to learn. On the other hand, an increasing number of computational elements and processes became an integral part of the design process, in particular flowcharts and feedback loops.

4) Reference is made here to Philippe Rahm's decades of research, which culminated in a doctoral thesis in 2021 entitled *Histoire de l'Architecture* at the Université Paris-Saclay (ComUE) in Paris and was supported by numerous meteorological projects.

5) The theme proposed by Philippe Rahm is part of a wider field of research linked to eco-based design, focusing on the relationship between architecture and the environment in a circular perspective of sustainability. His production, both cultural and material, concerns the conception of an innovative architecture that considers climate as a language for architecture through its meteorological transformations. Climatic phenomena such as convection, conduction or evaporation, for example, thus become new tools for architectural composition, in the light of recent and increasingly sudden climate changes which require a rethinking of design and construction methods. The Swiss architect's projects are therefore conceived between the micro-scale of the physiological and the macro-scale of the meteorological in a constant relationship between the building and the outside, proposing new ways of living and conceiving space.

6) In particular, cooling devices fall into six types: natural cooling, cooling, convective cooling devices, Anticyclone or Underground Breeze; conductive cooling devices, Night Light or Vertical Night; evaporative cooling devices, Stratus Cloud or Blue Sky Drizzle; and reflective cooling devices, Moon Light or Long Waves Filters.

7) In particular, dehumidification devices protect visitors from rainfall and reduce excess humidity in the air. They consist of 'natural shelters' made up of trees with dense foliage, 'mechanised devices' that absorb moisture

from the air through floating roots and finally 'artificial' dehumidification devices (Dry Cloud or Desert Wind) that use silicate gel to achieve the ideal condition.

8) The problem of pollution is central to the liveability of such a large site, located in a very dense urban fabric. The aim of the planned devices is not only to reduce air pollution, but also noise and mosquitoes.

9) Reference is made here to the strand of research conducted by the Institute for Computational Design (University of Stuttgart) on the possibility of defining a metereosensitive architecture, interactive with respect to environmental variations but through natural processes and materials that do not involve the use of mechanical or electronic controls to function (Menges and Reichert, 2015). In particular, the Hygroscope (2012), Pad HygroSkin (2013) and livMatS Pavilion (2021) projects show the adaptation of static structures to different climatic stresses through material characteristics (Figg, 13-15).

10) Artist, computer scientist and geometer, Ron Resch contributed towards the end of the twentieth century to research into the experimentation of geometric forms capable of generating complex patterns and modifying surfaces in form. His research into the folding of geometric forms, contemporary with Gilles Deleuze's reflections on the reinterpretation of the Baroque, reveals the centrality of the theme of form as an element capable of generating numerous different morphological transformations. The combination of geometric, mathematical and computer systems has enabled the artist to apply his studies to complex polyhedral surfaces and to create numerous prototypes and installations on different scales.

11) Reference is made here to the research conducted at MIT by the engineer Anette Hosoi on the application of non-rigid materials to robotics. In particular, Squishy Robot (produced in 2104) is a material composed of a special porous polyurethane foam capable of passing rapidly from a rigid to a malleable state, according to changes in temperature. The research carried out by MIT is part of a broader framework that aims to transfer the properties and processes typical of biological systems to the technological field.

References

- Ackoff, R. (1989), "From Data to Wisdom", in *Journal of Applied Systems Analysis*, vol. 16, pp. 3-9.
- Antonini, E. (2019), "Incertezza, fragilità, resilienza | Uncertainty, fragility, resilience", in *Agathòn / International Journal of Architecture Art and Design*, vol. 6, pp. 6-13. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/612019 [Accessed 19 October 2021].
- d'Estrée Sterk, T. (2006), "Responsive Architecture – User-centered Interactions within the Hybridized Model of Control", in Oosterhuis, K. and Feireiss, L. (eds), *Game, Set and Match II – On Computer Games, Advanced Geometries and Digital Technologies*, Episode Publishers, Rotterdam, pp. 494-501.
- d'Estrée Sterk, T. (2005), "Building upon Negroponte – A hybridized model of control suitable for responsive architecture", in *Automation in Construction*, vol. 14, issue 2, pp. 225-232. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.autcon.2004.07.003 [Accessed 19 October 2021].
- Elmokadem, A., Ekram, M., Waseef, A. and Nashaat,

B. (2018), "Kinetic Architecture – Concepts, History and Application", in *International Journal of Science and Research*, vol. 7, issue 4, pp. 750-758. [Online] Available at: ijsr.net/get_abstract.php?paper_id=ART20181560 [Accessed 19 October 2021].

Floridi, L. (2020), *La quarta rivoluzione – Come l'infosfera sta trasformando il mondo*, Raffaello Cortina Editore, Milano.

Fox, M. (ed.) (2016), *Interactive Architecture – Adaptive world*, Princeton Architectural Press, New York.

Galimberti, U. (2011), *L'uomo nell'età della tecnica*, Alboversorio, Senago.

Giedion, S. (1948), *Mechanization takes command*, Oxford University Press, New York.

Hespanhol, L., Haeusler, M. H., Tomitsch, M. and Tscherteu, G. (2017), *Media Architecture Compendium – Digital Placemaking*, Avedition, Stuttgart.

Kitchin, R. (2014), *The Data Revolution – Big Data, Open Data, Data Infrastructures and Their Consequences*, SAGE Publications, Thousand Oaks (US). [Online] Available at: dx.doi.org/10.4135/9781473909472 [Accessed 19 October 2021].

Marotta, A. (2005), *Diller + Scofidio Blurred Theater*, EdilStampa, Roma.

Menges, A. and Reichert, S. (2015), "Performative Wood: Physically Programming the Responsive Architecture of the HygroScope and HygroSkin Projects", in *Architectural Design*, vol. 85, issue 5, pp. 66-73. [Online] Available at: onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ad.1956 [Accessed 19 October 2021].

Negroponte, N. (1995), *Being digital*, Vintage Books, New York.

Oosterhuis, K. (2006), "Swarm architecture II", in Oosterhuis, K. and Feireiss, L. (eds), *Game, Set and Match II – On Computer Games, Advanced Geometries and Digital Technologies*, Episode Publishers, Rotterdam, pp. 14-28.

Philippe Rahm Architectes, P. (2017), *Form Follows Climate – About a Meteorological Park in Taiwan*, Oil Forest League, Vulture.

Picon, A. (2010), *Digital Culture in Architecture – An Introduction for the Design Professions*, Birkhäuser, Basel.

Rosson, M. B. and Carroll, J. M. (2002), "Scenario-Based Design", in Jacko, J. and Sears, A. (eds), *The Human-Computer Interaction Handbook – Fundamentals, Evolving Technologies and Emerging Applications*, CRC Press, Boca Raton (US), pp. 1032-1050.

Wiener, N. (1948), *Cybernetics – Or Control and Communication in the Animal and the Machine*, Kessinger, New York.

SMART CONSTRUCTION OBJECT Strumenti per riprogrammare la città

SMART CONSTRUCTION OBJECTS Tools for reprogramming the city

Riccardo Pollo, Matteo Giovanardi, Matteo Trane

ABSTRACT

L'attenzione al tema della Smart City nella transizione verso modelli di sviluppo circolari deriva dal suo potenziale relativo al governo di fenomeni e processi sempre più complessi. Le informazioni prodotte dalle tecnologie ICT, introducendo approcci di tipo data-driven, consentono di 'riprogrammare' il funzionamento del sistema urbano, quale ecosistema complesso in cui materia ed energia si trasformano di continuo. A partire dall'analisi di esperienze di ricerca condotte a livello europeo, il contributo intende far emergere potenzialità e barriere legate agli Smart Construction Object. L'integrazione tecnologica-digitale, l'uso dei dati e l'affermarsi di nuovi modelli economici gestionali basati sui servizi vengono indagati in riferimento ai sistemi di facciata, quali componenti capaci di generare e condividere informazioni in grado di regolare input e output del sistema metabolico urbano.

The focus on the concept of Smart Cities in the shift towards circular development models derives from the ability to govern increasingly complex phenomena and processes. By introducing data-driven approaches, the information produced by ICT technologies allows us to 'reprogram' the functioning of the urban system, as a complex ecosystem in which matter and energy are continuously transformed. Starting from the analysis of research experiences carried out at the European level, this paper aims to explore potential and real barriers related to Smart Construction Objects in urban processes. Technological-digital integration, the use of data, and the emergence of new economic management models based on services are investigated with reference to façade systems, as components able to generate and share information to govern the input and output of the urban metabolic system.

KEYWORDS

IoT, processo edilizio, metabolismo urbano, componenti edilizi intelligenti, facciate intelligenti

IoT, building process, urban metabolism, smart construction object, smart façade

Riccardo Pollo, Architect and PhD, is an Associate Professor in Architectural Technology at the Interuniversity Department of Regional and Urban Studies and Planning (DIST), Politecnico di Torino (Italy). His research activity concerns sustainable architectural and urban design, architectural design management and quality. Mob. +39 348/97.92.428 | E-mail: riccardo.pollo@polito.it

Matteo Giovanardi, Architect, is a PhD student at the Department of Management, Production and Design (DIGEP), Politecnico di Torino (Italy). He carries out research in the field of IoT technologies in the building process investigating the integration of digital enabling technologies in innovative façade systems. Mob. +39 339/60.10.339 | E-mail: matteo.giovanardi@polito.it

Matteo Trane is a PhD student at the Interuniversity Department of Regional and Urban Studies and Planning (DIST), Politecnico di Torino (Italy). He carries out research in the field of environmental design and SDGs achievement, with a focus on topics related to microclimate modelling and simulation, and urban metabolism. Mob. +39 347/67.18.481 | E-mail: matteo.trane@polito.it

Hyperhabitat – Reprogramming the World: era questo il nome scelto per l'installazione curata da Vicente Guallart per la XI Mostra Internazionale di Architettura della Biennale di Venezia (2008), che esplorava il potenziale dell'Information Technology (IT) nel 'riorganizzare' il mondo, dalla scala del singolo oggetto a quella globale (Figg. 1, 2). Si trattava, dunque, di prefigurare una realtà 'ibrida', in cui la sfera del mondo fisico sarebbe stata interamente riprogrammata secondo i principi di una rete virtuale (Guallart Architects, 2008). In altri termini, l'idea era quella di definire una struttura multiscalare in grado di collegare qualsiasi elemento attraverso un'entità digitale, capace di identificare e infine stabilire nuovi sistemi relazionali. In questa prospettiva, l'utilizzo delle reti e delle tecnologie dell'informazione avrebbe costituito l'opportunità per ristabilire gerarchie, connessioni e rapporti tra gli elementi dell'ambiente costruito, l'ambiente naturale e l'uomo.

A distanza di oltre un decennio, la 'provocazione' dell'architetto e urbanista spagnolo possiede ancora i caratteri della dimensione futura. Ad ogni modo, alcune esperienze virtuose legate alla gestione delle reti di servizi in ambito urbano si iniziano ad intravedere nell'ambito dei progetti di Smart City (SC). Il concetto di SC si configura infatti quale risposta tecnologica, organizzativa, gestionale ed etica in grado di rispondere alle sfide poste dal mutevole contesto ambientale, sociale ed economico. L'attributo 'smart' associato al concetto di 'città' conferma il ruolo centrale del dato nella gestione dei processi urbani, inteso non solo come elemento conoscitivo per la progettazione urbana, ma come informazione diffusa e accessibile su elementi, infrastrutture e luoghi della città stessa (Losasso, 2015). L'ibridazione in corso tra tecnologie ICT e 'città di pietra' produce asset urbani molto diversi da quelli che la storia ci ha consegnato (Faroldi, 2018), all'interno dei quali la presenza diffusa delle reti informative – nuovo paradigma dell'hyperhabitat urbano – promuove processi basati su relazioni peer-to-peer volte a creare nuove strutture e relazioni multiscalari (Guallart Architects, 2008). Nell'alveo della visione hyperhabitat si inserisce anche l'approccio legato alla Self Sufficient City (Guallart, 2010), che associa lo scambio di informazioni a scala globale con la produzione locale dei beni, in una città in cui sia possibile produrre risorse, lavorare, vivere a livello locale pur rimanendo connessi a livello globale.

La capacità di produrre e rielaborare una grande mole di dati per migliorare l'efficienza dei servizi, le modalità d'uso e la competitività economica dell'intero sistema portano a concepire la città come un insieme di istanze misurabili e in stretta relazione reciproca. Tale fenomeno, ascrivibile al concetto di 'datification' (Mayer-Schöenberger and Cukier, 2013), comporta la codifica in dato – e, dunque, informazione – di molti aspetti della nostra vita, cui è attribuibile un valore. Si prefigura così l'idea di una città in cui Pubbliche Amministrazioni, gestori e progettisti siano in grado di riprogrammare costantemente il funzionamento sulla base dei dati raccolti e rielaborati in real-time grazie ad algoritmi matematici avanzati. La SC si incardina oggi su un'intelligenza ambientale (Ratti and Claudel, 2017)

capace di ottimizzare/contrarre input e output di processi complessi, tra i quali la gestione dei rifiuti, la fornitura energetica o la mobilità. Ipotizzando una diffusione capillare delle reti è infatti possibile prefigurare la modellazione di un Metabolismo Urbano Smart (Shahrokni, Lazarevic and Brandt, 2015) per il governo delle città attraverso il monitoraggio continuo dei flussi di materia, energia e informazione (Pollo, Trane and Giovanardi, 2021). In questo contesto la città e ogni sua parte diventano dunque potenziali generatori di informazioni, in una logica in cui ogni edificio costituisce un nodo di un network globale (Rifkin, 2019). Come in un sistema interrelato e connesso, la SC necessita pertanto di una struttura capillare e diffusa sul territorio, quale primo livello di conoscenza necessario alla comprensione dei fenomeni in atto (Fig. 3).

Il contributo affronta il tema del cambiamento generato dalle tecnologie ICT nel settore delle costruzioni al fine di promuovere approcci nuovi, in linea con i principi dell'Economia Circolare, mirati alla creazione di un modello conoscitivo diffuso di Metabolismo Urbano. In particolare, all'interno del perimetro applicativo e concettuale della SC si intende far emergere il ruolo potenziale dell'informazione prodotta da componenti edilizi intelligenti. A partire, infatti, dalla relazione tra Internet of Things (IoT) e Smart Construction Object (SCO), l'articolo indaga i benefici attivabili dall'introduzione delle logiche di Product As a Service nei sistemi di facciata, quali componenti strategici nella regolazione dei flussi di energia e materia del sistema edilizio, nonché urbano.

Smart Construction Objects | L'evoluzione delle SC è abilitata da Smart Building (SB) e SCO, quali integrazione tra conoscenze scientifiche e tecnologiche contemporanee, nonché trasposizione dell'IoT nel sistema edilizio. In particolare, gli SCO vengono definiti come materiali, strumenti, dispositivi, componenti o strutture capaci di rilevare, elaborare e condividere informazioni in modo che abbiano autonomia e consapevolezza e possano interagire tra loro al fine di consentire all'utente un migliore processo decisionale (Niu et alii, 2016). Il loro funzionamento, basato anch'esso su un uso attivo e pervasivo delle tecnologie ICT, sfrutta l'intelligenza portata dall'IoT per offrire agli utenti nuove funzioni, servizi e modi di interazione. Al tempo stesso, l'introduzione della componente immateriale all'interno del sistema edificio ne modifica le modalità progettuali e di gestione, prefigurando una diversificazione formale e prestazionale. Le applicazioni in questo contesto, seppur ancora in fase sperimentale, hanno evidenziato come la capacità di un oggetto fisico di produrre e condividere informazioni sul nostro vissuto o sul suo funzionamento possa generare nel lungo periodo profitti superiori al suo stesso valore (Ciribini, 2019). Il loro campo di applicazione, così come confermato dalle esperienze in corso, è vasto ed in parte ancora inesplorato, ma promette ricadute dirette sul ruolo che i diversi stakeholder rivestono nella gestione del processo edilizio (Niu et alii, 2016).

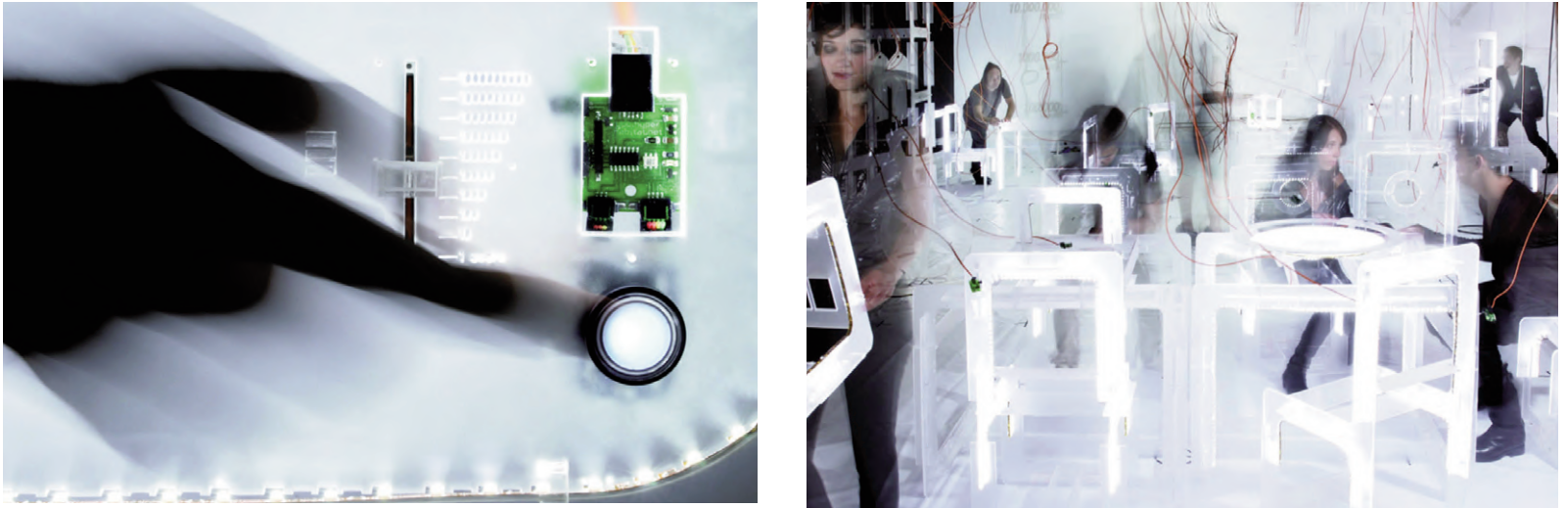
I vantaggi di una sempre più stretta relazione tra IoT e componenti edilizi si evidenziano oggi nel monitoraggio delle fasi costruttive e nell'efficientamento energetico degli edifici. In entrambi i contesti, i benefici tangibili e immediati in termi-

ni di riduzione dei tempi/costi – attivabili tramite un approccio feedback-loop – rappresentano un aspetto chiave nella diffusione di tali prodotti sul mercato. Sempre più frequenti, infatti, sono le esperienze legate all'integrazione di sensori ed attuatori per il monitoraggio dei consumi idrici ed energetici, la regolazione del sistema edificio-impianto, la logistica o la verifica dello stato di avanzamento di un cantiere. Inoltre, essendo «[...] elementi consustanziali in grado di modificare la natura e l'identità del produttore di componenti in erogatore di servizi» (Ciribini, 2019), gli SCO introducono logiche di 'digital servitization' nel mercato delle costruzioni. L'espressione, facente riferimento all'erogazione di servizi digitali incorporati in un prodotto fisico, stimola una potenziale ridefinizione della prassi progettuale, imponendo il superamento della sola consistenza oggettiva: all'oggetto fisico si associano dunque nuove funzionalità, customizzabili e modificabili di continuo grazie proprio all'adattabilità delle tecnologie digitali.

Nel dominio del settore delle costruzioni, tali tecnologie possono promuovere appalti di servizi e procedure contrattuali basate sulla performance (Energy Performance Contract, Project Financing, Leasing), grazie a un controllo continuo e affidabile delle prestazioni e delle risorse impiegate, sia per il fornitore che per il cliente. La produzione di dati legati agli interventi di riqualificazione energetica, ad esempio, incentiva l'introduzione di nuovi attori sul mercato immobiliare favorendo business trasversali a più settori economici-produttivi (European Commission, 2020).

Il binomio IoT-SCO costituirebbe l'infrastruttura fisico-cibernetica necessaria per un progresso nel settore delle costruzioni, un'evoluzione fondata sui flussi di informazioni in grado di agevolare una maggiore interdipendenza tra le imprese coinvolte (Vendrell-Herrero et alii, 2017). Infatti, un'acquisizione maggiore di dati consente alle istituzioni finanziarie di ridurre drasticamente i rischi di investimento dovuti a una mancata standardizzazione dei progetti. L'estensione nel tempo del servizio associato a un bene favorisce, infine, l'introduzione di modelli economici basati sui principi di Product As a Service, Pay Per Use e Product Service Systems, grazie ai quali è possibile ripensare le modalità di produzione e uso dei beni nel settore delle costruzioni. L'esperienza condotta dall'Università di Delft nel promuovere il concetto di Façade Leasing (Azcárate-Aguerre, Den Heijer and Klein, 2018) costituisce un primo caso applicativo (Fig. 4). La trasformazione di un componente edilizio in un servizio multifunzionale e customizzabile direttamente dal cliente consente, da un lato, di riformulare i legami contrattuali tra cliente e fornitore, dall'altro, una maggiore attenzione rispetto ai parametri morfologici e prestazionali del bene fisico durante l'intera vita utile (Fig. 5).

Facciate intelligenti | L'evoluzione tecnologica dei sistemi di facciata presuppone la progettazione di componenti non solo altamente efficienti e capaci di adattarsi al mutare delle condizioni ambientali (Scalisi, 2020), ma anche digitalmente avanzate. Il crescente numero di esperienze ricollegabili al tema evidenzia un quadro prestazionale dell'involucro edilizio reso ancora più complesso dal suo ruolo strategico nel bilancio ener-



Figg. 1, 2 | 'Hyperhabitat' exhibition, Biennale di Venezia 2008 (credits: Guallart Architects, 2008).

getico ed economico dell'intero edificio (Fig. 6). La tendenza a trasformare le attività di riqualificazione energetica in nuove forme di investimento economico ha accelerato lo sviluppo di strumenti in grado di monitorare in continuo i livelli prestazionali e consentire azioni correttive qualora non vengano rispettati.

In questo contesto si muovono le esperienze del progetto ELISIR che, studiando le potenzialità associate al ruolo degli SCO per le attività di retrofit, testa l'idea di un isolamento a cappotto capace di rilevare eventuali comportamenti statici inconsueti e di serramenti intelligenti in grado di controllare gli apporti termici della radiazione solare (Rinaldi et alii, 2020). Il progetto, nell'ottica di attivare un processo innovativo virtuoso nell'ambito della componentistica edilizia, coinvolge i soggetti della ricerca accademica e di piccole e medie imprese. L'adattività del componente edilizio è anche al centro del progetto di ricerca RENOEZEB (Arnesano et alii, 2019) in cui le performance dell'edificio sono ottimizzate grazie all'integrazione di sensori e attuatori in componenti prefabbricati di involucro attraverso soluzioni plug&play in grado di comunicare con i sistemi di regolazione impiantistica (Fig. 7).

Lo studio di soluzioni digitalmente integrate, frutto della collaborazione e della partecipazione di stakeholder differenti, anticipano le richieste di un mercato ancora restio all'introduzione di componenti 'attivi' e complessi. Emergono quindi schemi di gestione economica orientati a fornire un servizio più che un prodotto, nonché la possibilità di convergere verso schemi di economia circolare, segnati dal continuo recupero e reimpiego di materia ed energia. Alle esperienze che tentano di regolare i flussi energetici al fine di ridurre i consumi del sistema edificio-impianto si aggiungono quelle finalizzate al controllo dei flussi materici, del comfort e alla logistica. La promozione di un approccio circolare all'interno del processo edilizio comporta un'attenzione maggiore alla correlazione tra le diverse fasi del ciclo di vita, ridefinendo processi produttivi, modalità di gestione e rapporti economico-finanziari tra i diversi stakeholder coinvolti nella filiera.

Una maggior complessità dovuta alla necessità di governare conoscenze trasversali e alla

volontà di creare nuovi legami tra i diversi attori viene, in parte, superata tramite la condivisione dell'informazione, quale linguaggio univoco e multiscalarare. Se, da un lato, il potenziale materiale informativo prodotto costituisce la base per ripensare anche la connotazione espressiva e percettiva della SF stessa, dall'altro l'attivazione di processi di feedback-loop consente di verificare l'efficacia delle strategie adottate e di informare le logiche del Design for Disassembly (Spisito and Scalisi, 2020). Il mercato richiede oggi una maggior trasparenza nella tracciabilità e nella conoscenza dei materiali utilizzati, al fine di ripensare le modalità di reintroduzione degli stessi nei cicli produttivi una volta giunti al loro fine vita tecnologico.

In quest'ottica, l'approccio del progetto BAMB (Building As a Material Bank) ha consentito l'istituzione di un inventario materico per ogni edificio, per prevenire la produzione di rifiuti da demolizione e costruzione e consentirne una corretta gestione (Heinrich and Lang, 2019). Il progetto individua nell'utilizzo congiunto di BIM e tecnologie ICT la possibilità di creare una value chain dei materiali, in grado peraltro di fornire, dai produttori agli utenti finali, una consapevolezza nuova rispetto al 'valore residuo' della materia, innescando potenziali dinamiche comportamentali 'pro-ambientali' (Fig. 8). A partire da standard aperti ed interoperabili tra i diversi software di progettazione e produzione come gli IFC, Niu et alii (2019) hanno messo a punto un sistema per la produzione di moduli di facciata prefabbricati in grado di conservare tutte le informazioni tecnico-economiche in una memoria integrata nel componente, 'dialogando' con le macchine di movimentazione presenti in cantiere tramite Bluetooth per ottimizzare i tempi di installazione e aumentare la sicurezza in cantiere (Fig. 9).

L'elaborazione dei dati raccolti, correlati alla conoscenza della vita utile dei singoli componenti o allo stato di conservazione degli stessi, potrebbe incentivare attività di manutenzione predittiva al fine di estenderne la service life. In questo ambito, alcune esperienze integrano i principi della supply chain nella filiera produttiva dei componenti edilizi per mezzo di tecnologie RFID (Lee et alii, 2013) e di schemi per la produzione, conservazione e gestione dei dati nel tempo, in un

modello Digital Twin in grado di contenere le informazioni necessarie alla gestione ottimale dei flussi materici (Fig. 10). In quest'ottica risulta facile immaginare come una tale infrastruttura informativa possa rappresentare un valore aggiunto per l'immobile stesso. Nelle attività di due diligence, ad esempio, sia per la compravendita sia per l'affidamento di servizi, la possibilità di valutare il comportamento negli anni di un sistema di facciata o tracciarne le attività di manutenzione garantirebbe un supporto (o una maggiore trasparenza) negli investimenti immobiliari.

La possibilità di ripensare i sistemi di facciata come superfici dinamiche, sensibili e responsive apre infine a scenari di ricerca promettenti anche nel campo del monitoraggio dei parametri ambientali. È ipotizzabile, ad esempio, una mappatura urbana dei principali fenomeni microclimatici e della propagazione di inquinanti nocivi per la salute dell'uomo mediante una rete capillare e diffusa di sensori, di cui le facciate degli edifici costituirebbero il supporto. Le esperienze in corso al Politecnico di Torino¹ nel monitoraggio della diffusione delle polveri sottili PM_{2,5} e PM₁₀, attraverso sensori low-cost (Fig. 11) integrabili nei serramenti, testimoniano come la conoscenza real-time delle condizioni ambientali esterne possa rappresentare un vantaggio nell'evidenziare pattern di distribuzione degli inquinanti e possibili correlazioni tra questi e i caratteri morfologici e materici dell'ambiente costruito, nell'ottica di promuovere una città sana (Giovanardi, Giusto and Pollo, 2020; Fig. 12).

Conclusioni | La transizione digitale verso una città in grado di mitigare la propria impronta ecologica richiede un'infrastruttura virtuale integrata nell'impianto urbano (Fig. 13). Gli approcci processuali emergenti (SC e SB) e l'evoluzione del prodotto edilizio verso un servizio integrato (SCO e SF) rappresentano dunque un possibile volano verso la transizione ecologica, nell'ottica in cui questi possano garantire un maggiore controllo su processi, fenomeni, eventi più o meno prevedibili. La necessità di rinnovamento radicale nei processi e nei prodotti imposta dall'emergenza ambientale comporta dunque una terza transizione, ovvero quella dall'industria delle costruzioni all'industria dell'ambiente costru-

to, basata su economie digitali ed estesa alla scala urbana. In quest'ottica, il monitoraggio continuo e la ri-programmazione di fenomeni e processi alla scala urbana diventano strumenti imprescindibili per uno sviluppo che individua nella sostenibilità la principale strategia future-proofing (Del Nord, 2016). Il grado di maturazione tecnologica dell'IoT e la crescente facilità di accesso alla rete consente di immaginare una città dotata di un apparato sensibile in cui anche i componenti edilizi, e in particolare l'involucro, divengono nodi diffusi dell'infrastruttura ICT, interagendo con gli utenti e fornendo indicazioni in tempo reale sul loro funzionamento, sulla manutenzione e sui parametri ambientali.

Il modello economico circolare ridefinisce il processo edilizio nelle modalità produttive, di gestione e nei rapporti economico finanziari tra i diversi stakeholder coinvolti nella filiera. Se, da un lato, la promozione di tali principi impone un'innovazione di prodotto e di nuove logiche progettuali per superare il semplice paradigma del riciclo, dall'altro richiede un aggiornamento dei processi, in una dimensione transdisciplinare e di collaborazione tra gli stakeholders coinvolti. La gestione delle informazioni prodotte dalla digitalizzazione implica infine un decisivo e diretto coinvolgimento della cittadinanza. In quest'ottica, la gestione degli aspetti relativi alla privacy e all'uso dei dati da parte di soggetti commerciali coinvolti nell'infrastruttura ICT e IoT diventano questioni dirimenti, che necessitano di maggiore dibattito e regolamentazione, non più rimandabili.

Nel campo della cybersecurity gli episodi legati ad un uso improprio o non trasparente delle informazioni esistono e sono sempre più frequenti, e necessitano di un condiviso e aggiornato protocollo globale. È pertanto auspicabile anche la presenza di soggetti pubblici nella definizione dei protocolli per la gestione delle reti

(Rifkin, 2019). Di fatto, la raccolta del dato, ad alta risoluzione spazio-temporale, e l'informazione elaborata, disponibile a produttori e consumatori, può costituire un potente mezzo verso il 'decoupling' tra crescita economica e impatto sull'ambiente (Santarius, Pohl and Lange, 2020), attraverso la promozione di una dimensione autopoietica dei sistemi insediativi, raggiungibile per mezzo di una conoscenza diffusa, accessibile, pervasiva.

Hyperhabitat – Reprogramming the World: this was the name chosen for the installation curated by Vicente Guallart at the XI International Architecture Exhibition of the Venice Biennale (2008). It explored the potential of Information Technology (IT) in 'reorganizing' the world, from the single object to the global scale (Fig. 1, 2). The idea was to prefigure a hybrid reality, in which the physical world would be entirely reprogrammed according to the principles of a virtual network (Guallart Architects, 2008). In other words, the concept was to define a multi-scalar structure to connect all elements across a digital entity. An information structure capable of identifying and establishing new relational systems. In this perspective, the network and information technologies would represent the opportunity to re-establish hierarchies, connections, and relationships between the elements of the built environment, the natural one, and man.

More than a decade later, the 'provocation' of the Spanish architect and urbanist still has the characteristics of a future dimension. However, some virtuous experiences in Smart City projects related to the management of complex networks of services in an urban environment are beginning to show their first benefits. The SC concept

is defined as a technological, organizational, managerial, and ethical response to the challenges posed by the ever-changing environmental, social, and economic context. The attribute 'smart' linked to the 'city' confirms the central role of data in the management of urban processes. Indeed, urban data is understood not only as a cognitive element for urban design but also as widespread and accessible information on elements, infrastructures, and places of the city itself (Losasso, 2015). The current hybridization between ICT technologies and the 'stone city' produces urban assets which are very different from those that history has delivered to us (Fardoli, 2018). The widespread presence of information networks – the new paradigm of the urban hyperhabitat – promotes processes based on peer-to-peer relationships aimed at creating new multi-scalar structures and relationships (Guallart Architects, 2008). This vision includes hypotheses related to the Self Sufficient City (Guallart, 2010), which associate the exchange of information on a global scale with the local production of goods, a city in which it is possible to produce resources, work and live on a local level while remaining connected on a global level.

The ability to produce and process a large amount of data in order to improve the efficiency of services, the way they are used, and the economic competitiveness of the whole system lead to conceive the city as a set of measurable instances in a close mutual relationship. This phenomenon, defined as 'datification' (Mayer-Schöenberger and Cukier, 2013), involves data – and information – of many aspects of our lives, to which a value is attributable. Thus, the idea of a city in which public administrations, managers and designers can constantly reprogram the functioning according to data collected and processed in real-time is reconfigured through advanced

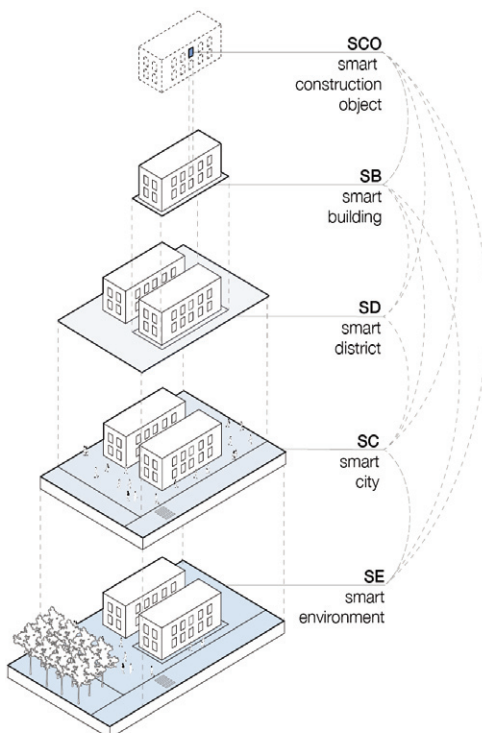


Fig. 3 | Digital urban infrastructure (credit: M. Giovanardi).



Fig. 4 | Façade Leasing project developed by TU Delft (credit: J. F. Azcárate-Aguerre, 2015).

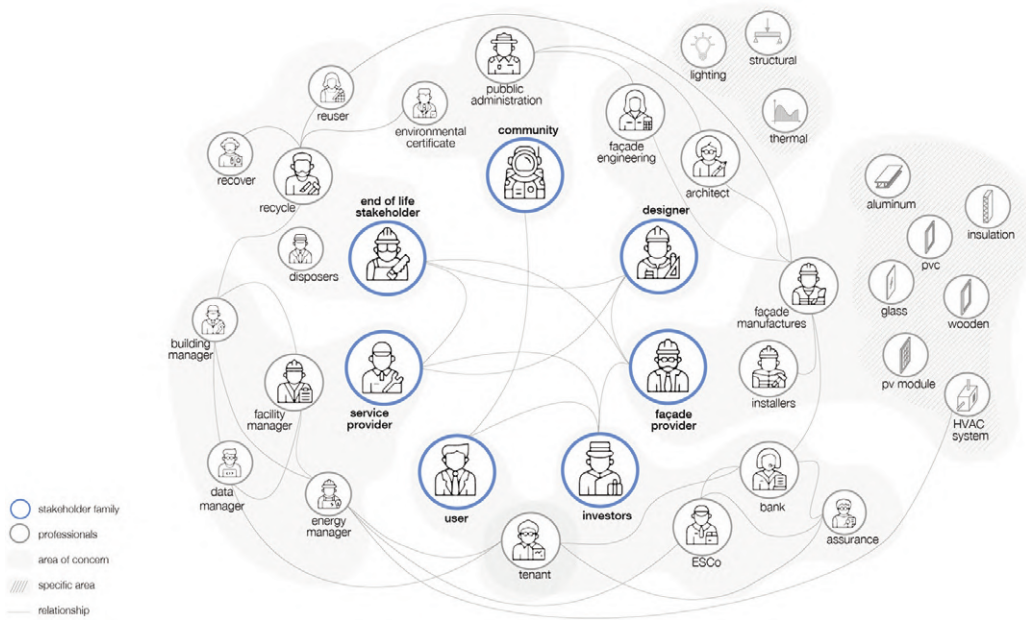


Fig. 5 | Stakeholder map in façade sector (credit: M. Giovanardi).

mathematical algorithms. SC today hinges on an environmental intelligence (Ratti and Claudel, 2017) able to optimize/contract inputs and outputs of complex processes, including waste management, energy supply or mobility. Assuming a widespread diffusion of networks, it is possible to prefigure the Smart Urban Metabolism (Shahrokni Lazarevic and Brandt, 2015) implementation for the governance of cities through the continuous monitoring of matter, energy and information flows (Pollo, Trane and Giovanardi, 2021). In this context, the city and each of its parts become potential generators of information, according to a logic by which each building constitutes a node in the global network (Rifkin, 2019). As in an interrelated and connected system, the SC, therefore, needs a capillary and widespread structure on the territory, as the first level of knowledge required to understand the phenomena in action (Fig. 3).

This paper addresses the issue of change brought by ICT technologies in the construction sector in order to promote new approaches, in line with the principles of Circular Economy, aimed at the creation of a widespread cognitive model of Urban Metabolism. Within the SC boundary, the authors intend to bring out the potential role of information produced by intelligent building components. Starting from the relationship between Internet of Things (IoT) and Smart Construction Object (SCO), this article explores the benefits that can be activated by the introduction of the logic of Product as a Service in façade systems, as a strategic component in the regulation of energy and matter flows on the building and urban scale.

Smart Construction Object | The evolution of SC is enabled by the spread of the concepts of Smart Building (SB) and SCO, as integration between contemporary scientific and technological knowledge, as well as the transposition of IoT into the building system. Specifically, SCOs are defined as materials, tools, devices, components, or structures capable of sensing, process-

ing, and sharing information so that they have autonomy and awareness and can interact with each other to enable better decision making by the user (Niu et alii, 2016). Their operation, also based on the active and pervasive use of ICT technologies, takes advantage of the intelligence brought by the IoT to offer users new functions, services and ways of interacting. At the same time, the introduction of the immaterial component within the building system changes its design and management methods, prefiguring both formal and performance diversification. Although still in an experimental phase, applications in this context have shown how the ability of a physical object to produce and share information about our experience or its operation can generate profits higher than its own value in the long run (Ciribini, 2019). Their field of application, as confirmed by current experiences, is wide and in part still unexplored, but promises direct spillovers on the role that different stakeholders play in the management of the building process (Niu et alii, 2016).

The benefits that can be derived from the increasingly close relationship between IoT and building components are now evident in the monitoring of construction phases and the energy efficiency of buildings. In both contexts, tangible and immediate benefits in terms of time/cost reduction – which can be activated through a feedback-loop approach – represent a key aspect in the market diffusion of such products. More and more frequent are the experiences related to the integration of sensors and actuators for the monitoring of water and energy consumption, the regulation of the building-installation system, logistics or the verification of the progress of a construction site. Moreover, ‘being consubstantial elements able to change the nature and identity of the component manufacturer into a service provider’ (Ciribini, 2019), SCOs introduce ‘digital servitization’ approaches in the construction market. This expression, which refers to the provision of digital services embedded in a physical product, encourages a potential redefinition of

the design practice, as the product is much more than just an object; in other words, the physical object is associated with new functionalities that can be customized and modified continuously thanks to the adaptability of digital technologies.

In the domain of the construction sector, these technologies can further promote service contracts and contractual procedures based on performance (e.g., Energy Performance Contract, Project Financing, Leasing), thanks to continuous and reliable control of performance and resources used, both for the supplier and the client. The production of data related to energy requalification interventions, for example, promotes the introduction of new players in the real estate market by fostering cross-sectoral business across multiple economic-productive sectors (European Commission, 2020).

The IoT-SCO combination would thus constitute the physical-cybernetic infrastructure required for continuous progress in the construction sector, an evolution based on continuous flows of information and knowledge that can facilitate greater interdependence among the businesses involved (Vendrell-Herrero et alii, 2017). Indeed, increased data acquisition allows financial institutions to drastically reduce investment risks due to a lack of project standardization. Finally, the extension over time of the service associated with an asset favours the introduction of economic models based on services. The Product as a Service, Pay Per Use and Product Service Systems approaches allow us in fact to rethink how goods are produced and used in the construction sector. The experience carried out by the University of Delft in promoting the Façade Leasing concept (Azcarate-Aguerre, Den Heijer and Klein, 2018) constitutes a first application case (Fig. 4). The transformation of the building component into a multifunctional and customizable service directly on behalf of the customer allows, on the one hand, to redesign the contractual ties between customer and supplier, and on the other hand, a greater attention with regard to the morphological and performance parameters of the physical asset throughout its useful life (Fig. 5).

Smart façade | The technological evolution of façade systems develops from designing components that are highly efficient, adaptive to environmental conditions (Scalisi, 2020) and digitally advanced. The growing number of experiences in this field sheds light on the complexity of the performances attributable to a building framework, considering also its strategic role in the energetic and economic balance of the entire building (Fig. 6). The tendency to transform energy requalification into new forms of economic investment has been boosting the development of tools able both to continuously monitor performance levels and correct them if needed.

In this context, the experience of the ELISIR project is researching the potential of the role of SCOs for retrofit activities, testing a coat insulation, detecting suspected static movements and a smart window regulating thermal contributions via solar radiation (Rinaldi et alii, 2020). Broadly speaking, the project aims to activate a virtuous innovation process in the field of build-

ing components, and it involves both academic research and small and medium enterprises. In the research project RENOZEB (Arnesano et alii, 2019), the adaptivity of the building components is further investigated. Here the building performances are optimized thanks to the integration of sensors and actuators in prefabricated envelope components; plug&play solutions eventually communicate with plant regulation systems (Fig. 7).

The research on digital integration is likely to be the result of the collaboration between different stakeholders, whose participation anticipates the demands of the market sometimes still resistant to the introduction of complex and multifunctional components. Therefore, what is emerging is that new economic management schemes are more and more oriented towards providing a service rather than a product, as well as a general converging towards circular economy schemes, with the continuous recovery and reuse of materials and energy. In addition to these experiences, aimed at reducing the energy consumption of the building-plant system, there is also ongoing research-oriented to the control, comfort and logistics of material flows. The promo-

tion of a circular approach within the building process involves greater attention to all phases of the life cycle, redefining production processes, management methods and economic-financial relationships between the different stakeholders involved in the chain.

Governing transversal knowledge and creating new links between various players is complex, but these could be partially overcome by sharing information, as a unique and multi-scalar language. Indeed, the potential information produced might lead to rethinking the SF as a system where the activation of feedback-loop processes would make it possible to assess the effectiveness of the strategies adopted, eventually enabling the Design for Disassembly (Sposito and Scalisi, 2020). Nowadays the market requires greater transparency in the traceability and profiling of the materials used, to finally rethink the ways of reintroducing them into production cycles once they have reached their technological end of life.

With this in mind, in the BAMB (Building as a Material Bank) project, they created a material inventory for each building, aimed at preventing the production of demolition and construction

waste and promoting its proper management (Heinrich and Lang, 2019). The project jointly uses BIM and ICT technologies to create a value chain of materials, to finally provide new awareness about the 'residual value' of the material to both producers and users, triggering new forms of 'pro-environmental' behaviour (Fig. 8). Starting from open and interoperable standards between different designs and production software such as IFC, Niu et alii (2016) have developed a system for the production of prefabricated façade modules able to both store technical-financial information in an integrated memory and to communicate with the handling machines via Bluetooth to optimize their installation (Fig. 9).

Data processing pertaining to the quality and the maintenance status of single components could finally stimulate predictive maintenance activities in order to extend the single components' service life. In this context, some experiences integrate the supply chain concept in the building components production by using RFID technologies (Lee et alii, 2013). They also set a data production, storage and management scheme over time in a Digital Twin model

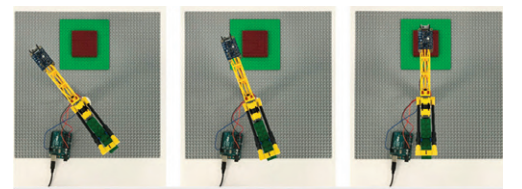
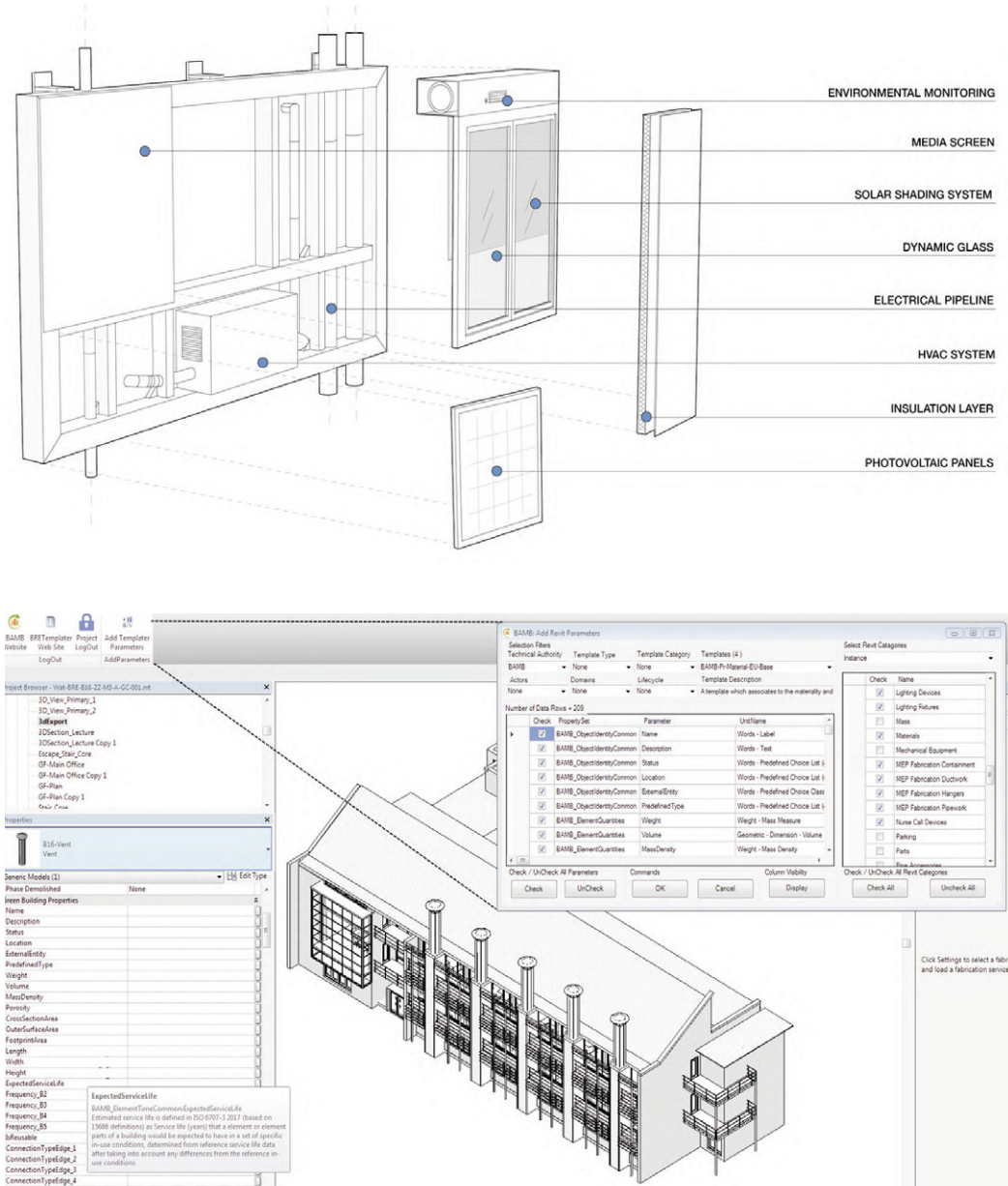


Fig. 6 | Multifunctional façade concept (credit: M. Giovanardi).

Fig. 7 | Plug&Play façade developed in RENOZEB project (credit: RENOZEB).

Fig. 8 | Open BIM platform to show, stock, and share building information (credit: BAMB Project).

Fig. 9 | The autonomy lab test for the SCO management system (source: Niu et alii, 2019).

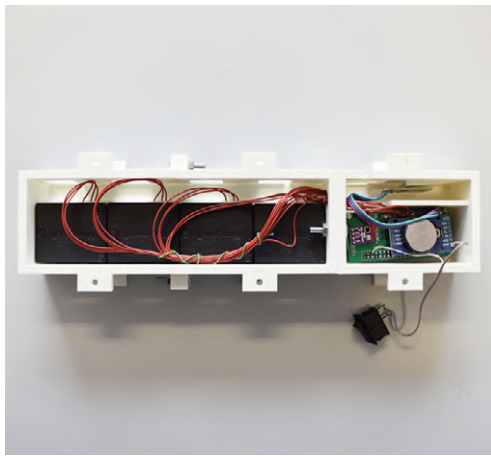
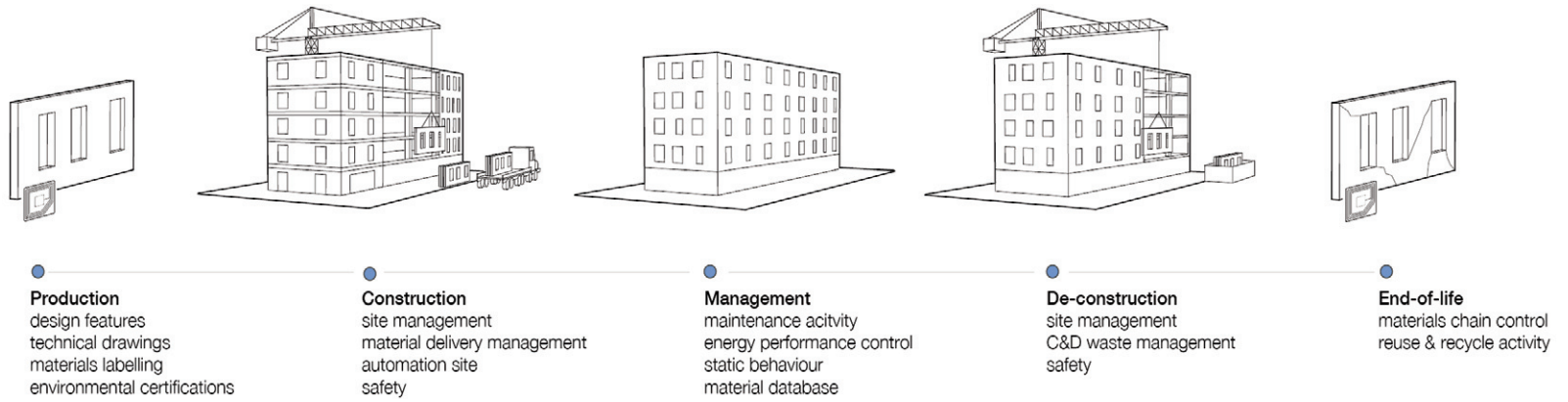


Fig. 10 | Potential information collected over the life of a façade using RFID sensors (credit: M. Giovanardi).



Fig. 11 | PM sensor case developed by DAUIN, Politecnico di Torino (credit: M. Giovanardi).

Fig. 12 | Proof of concept for Smart Windows (credit: M. Giovanardi).

containing the information for the optimal management of material flows (Fig. 10). From this perspective, it should be easy to imagine how such an information infrastructure could represent added value for the building itself. In due diligence activities, for example, both for buying and selling and for contracting services, assessing the behaviour over time of a façade system or the traceability of maintenance activities would ensure greater transparency for real estate investments.

Finally, the possibility of rethinking façade systems as dynamic, sensitive, and responsive surfaces opens up promising research scenarios also in the field of monitoring environmental parameters. As an example, a digital infrastructure for mapping the main microclimatic phenomena and the propagation of pollutants could be enabled by the communication between these diffused smart components and a central urban data centre. The ongoing experiences in progress at the Polytechnic of Turin¹ in monitoring the spread of particulate matter (PM2.5 and PM10) by low-cost sensors (Fig. 11) that can be integrated into the windows are proving how real-time knowledge of outdoor environmental conditions can highlight patterns of pollutant distribution and possible correlations between these and the morphological and material characteristics of the built environment, with a view to promoting a healthy city (Giovanardi, Giusto and Pollo, 2020; Fig. 12).

Conclusions | The digital transition to a city able to mitigate its ecological footprint needs a virtual infrastructure to be embedded in the urban system (Fig. 13). The emerging SC and SB approach with the evolution of the building product towards an integrated service (SCO and SF) can result in a driver towards the ecological transition. From this perspective, their pervasive presence is likely to guarantee greater control over processes, phenomena, and more or less predictable events. Therefore, the current environment emergency needs a deep process and product renewal, thus implying a (third) transition: from the construction industry to a built environment industry, based on digital economies and extended to the urban scale. Urban processes and phenomena monitoring and re-programming could be generally assumed to play a key role in a sustainable and future-proof devel-

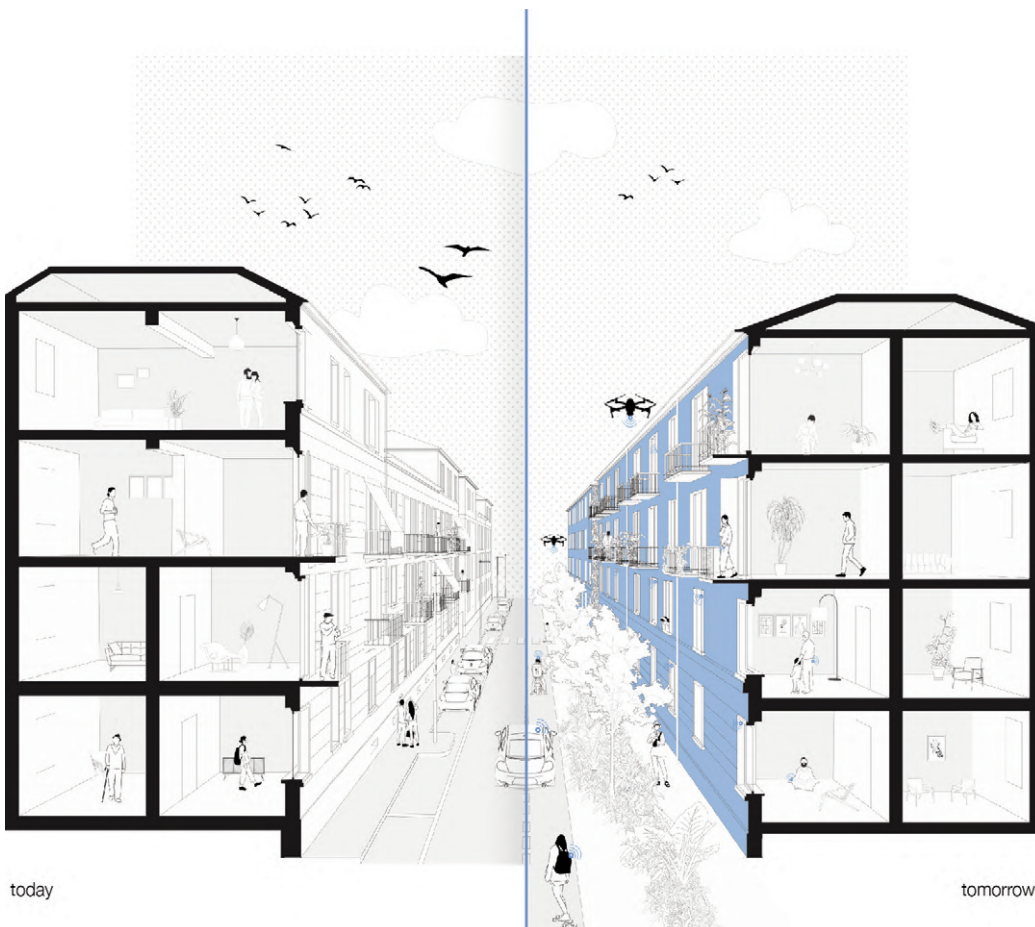


Fig. 13 | Future 'senseable' façade concept (credit: M. Giovanardi).

opment (Del Nord, 2016). The technological maturity of the IoT and the increasingly easy access to the network may lead to imagining a city equipped with a sensitive apparatus. Here the building components, and the envelope in particular, would become widespread nodes of the ICT infrastructure, interacting with users and providing real-time indications on their actions, maintenance and environmental parameters.

As discussed, the circular economic model redefines the building process in the production, management and financial relationships between the stakeholders involved, too. On the one hand, adopting such a renewed approach requires product innovation and new design logics to overcome the recycling paradigm. On the other

hand, it calls for an update of the processes, in a transdisciplinary dimension and collaboration between the stakeholders. Finally, the management of information produced by digitalization implies a decisive and direct engagement of citizenship. From this perspective, the issues concerning privacy and use of data by entities which are part of the ICT and IoT infrastructure become central and still need more debate and regulation, no longer postpone-able.

The risks of improper or non-transparent use of information (cybersecurity) exist and are going to become more and more frequent. Its regulation would require a shared and updated global protocol, for which the active role of governmental bodies would be desirable (Rifkin, 2019). In

fact, the collection of high spatio-temporal resolution open data and the information arising might represent the enabling element for the 'decoupling' between economic growth and environmental impact (Santarius, Pohl and Lange, 2020). To this end, the autopoietic dimension of settlement systems would be achieved also by means of widespread, accessible and pervasive knowledge.

Acknowledgements

The contribution is the result of a common reflection of the authors. Nevertheless, the introductory paragraph has to be attributed to M. Trane, the paragraphs 'Smart Construction Object' and 'Smart façade' to M. Giovanardi and 'Conclusions' to R. Pollo.

Note

1) The experiences mentioned refer to the PRIN 2017 'TECH-START – Key enabling TECHNOlogies and Smart environment in the Age of gReen economy, convergent innovations in the open space/building system for climate mitigation' (Associated Investigator of the Research Unit of the Politecnico di Torino: Prof. R. Pollo).

References

Arnesano, M., Bueno, B., Pracucci, A., Magnagni, S., Casadei, O. and Revel, G. M. (2019), "Sensors and control solutions for Smart-IoT façade modules", in *2019 IEEE International Symposium on Measurements & Networking (M&N)*, pp. 1-6. [Online] Available at: ieeexplore.ieee.org/document/8805024/ [Accessed 24 October 2021].

Azcárate-Aguerre, J. F., Den Heijer, A. and Klein, T. (2018), "Integrated façades as a Product-Service System – Business process innovation to accelerate integral product implementation", in *Journal of Façade Design and Engineering*, vol. 6, issue 1, pp. 41-56. [Online] Available at: doi.org/10.7480/jfde.2018.1.1840 [Accessed 17 October 2021].

Ciribini, A. L. C. (2019), "Gli Smart Construction Object – Illustri sconosciuti", in *Ingenio*, 11/02/2019. [Online] Available at: ingenio-web.it/22561-gli-smart-construction-object-illustri-sconosciuti [Accessed 18 October 2021].

Del Nord, R. (2016), "Potenzialità dell'area tecnologica in tema di 'ricerca progettuale'", in Perriccioli, M. (ed.) *Pensiero tecnico e cultura del progetto – Riflessioni sulla ricerca tecnologica in architettura*, FrancoAngeli, Milano, pp. 121-126.

European Commission (2020), *Private finance for energy efficiency – New solutions for funding Europe's energy transition*. [Online] Available at: cordis.europa.eu/article/id/422225-private-finance-for-energy-efficiency-new-solutions-for-funding-europes-energy-transition [Accessed 13 September 2021].

Faroldi, E. (2018), "Architectural intelligence", in *Techné | Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 1, special series, pp. 7-8. [Online] Available at: doi.org/10.13128/Techne-23561 [Accessed 21 October 2021].

Giovanardi, M., Giusto, E. and Pollo, R. (2020), "Infrastrutture digitali nei componenti di involucro per la gestione degli edifici", in Perriccioli, M., Rigillo, M., Russo Ermolli, S. and Tucci, F. (eds), *Design in the digital age – Technology, nature, culture*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna (RN), pp. 238-242.

Gualart Architects (2008), *Hyperabitat – Reprogramming the world*. [Online] Available at: gualart.com/projects/hyperhabitat-reprogramming-the-world [Accessed 12 October 2021].

Gualart, V. (2010), *Self-sufficient city*, Actar Publishers, New York.

Heinrich, M. and Lang, W. (2019), *Material Passports – Best practice – Innovative solutions for a transition to a Circular Economy in the built environment*, TUM University, Monaco. [Online] Available at: bamb2020.eu/wp-content/uploads/2019/02/BAMB_MaterialsPassports_BestPractice.pdf [Accessed 15 October 2021].

Lee, J. H., Song, J. H., Oh, K. S. and Gu, N. (2013), "Information lifecycle management with RFID for material control on construction sites", in *Advanced Engineering Informatics*, vol. 27, pp. 108-119. [Online] Available at: dx.doi.org/10.1016/j.aei.2012.11.004 [Accessed 15 October 2021].

Losasso, M. (2015), "Rigenerazione urbana – Prospettive di innovazione | Urban regeneration – Innovative perspectives", in *Techné | Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 10, pp. 4-5. [Online] Available at: doi.org/10.13128/Techne-17492 [Accessed 11 October 2021].

Mayer-Schöenberger, V. and Cukier, K. (2013), *Big data – Una rivoluzione che trasformerà il nostro modo di vivere e già minaccia la nostra libertà*, Garzanti, Milano.

Niu, Y., Lu, W., Chen, K., and Huang, G. Q. (2016), "Smart Construction Object", in *Journal of Computing in Civil Engineering*, vol. 30, issue 4, pp. 1-10. [Online] Available at: [dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000550](https://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000550) [Accessed 15 October 2021].

Niu, Y., Lu, W., Xue, F., Liu, D., Chen, K., Fang, D. and Anumba, C. (2019), "Towards the 'third wave' – An SCO-enabled occupational health and safety T management system for construction", in *Safety Science*, vol. 111, pp. 213-223. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.ssci.2018.07.013 [Accessed 10 September 2021].

Pollo, R., Trane, M. and Giovanardi, M. (2021), "Urban Metabolism, modelli interdisciplinari e progetto a scala microurbana | Urban Metabolism, interdisciplinary models and design at micro-urban scale", in *Techné | Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 21, pp. 154-164. [Online] Available at: doi.org/10.13128/techne-9857 [Accessed 22 October 2021].

Ratti, C. and Claudel, M. (2017), *Le città di domani – Come le reti stanno cambiando il futuro urbano*, Einaudi, Torino.

Rifkin, J. (2019), *Un Green Deal globale – Il crollo della civiltà dei combustibili fossili entro il 2028 e l'audace piano economico per salvare la Terra*, Mondadori, Milano.

Rinaldi, S. Bellagente, P., Ciribini, A. L. C., Tagliabue, L. C., Poli, T., Mainini, A. G., Speroni, A., Cadena, J. D. B. and Spagnolo, S. L. (2020), "A Cognitive-Driven Building Renovation for Improving Energy Efficiency – The Experience of the ELISIR Project", in *Electronics*, vol. 9, pp. 1-20. [Online] Available at: doi.org/10.3390/electronics9040666 [Accessed 10 October 2021].

Santarius, T., Pohl, J. and Lange, S. (2020), "Digitalization and the decoupling debate – Can ICT help to reduce environmental impacts while the economy keeps growing?", in *Sustainability*, vol. 12, pp. 1-20. [Online] Available at: doi.org/10.3390/su12187496 [Accessed 05 October 2021].

Scalisi, F. (2020), "Adaptive facade and Phase Change Materials (PCMs) – A sustainable approach for building construction", in Scalisi, F. (ed.), *From Mega to Nano | The Complexity of a Multiscalar Project*, Palermo University Press, Palermo, pp. 44-69. [Online] Available at: doi.org/10.19229/978-88-5509-189-3/432020 [Accessed 17 October 2020].

Shahrokni, H., Lazarevic, D. and Brandt, N. (2015), "Smart Urban Metabolism – Towards a Real-Time Understanding of the Energy and Material Flows of a City and Its Citizens", in *Journal of Urban Technology*, vol. 22, issue 1, pp. 65-86. [Online] Available at: doi.org/10.1080/10630732.2014.954899 [Accessed 21 October 2021].

Sposito, C. and Scalisi, F. (2020) "Ambiente costruito e sostenibilità – Materiali riciclati e Design for Disassembly tra ricerca e buone pratiche | Built environment and sustainability – Recycled materials and Design for Disassembly between research and good practices", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 8, pp. 106-117. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/8102020 [Accessed 17 October 2020].

Vendrell-Herrero, F., Bustinza, O. F., Parry, G. and Georgantzis, N. (2017), "Servitization, digitization and supply chain interdependency", in *Industrial Marketing Management*, vol. 60, pp. 69-81. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.indmarman.2016.06.013 [Accessed 23 October 2021].

STRATEGIE E APPROCCI 'GREEN'

Un contributo dall'off-site e
dall'upcycling dei container marittimi dismessi

'GREEN' STRATEGIES AND APPROACHES

A contribution from the off-site and
upcycling of discarded shipping containers

Francesca Scalisi, Cesare Sposito

ABSTRACT

La Terra versa oggi in una condizione di vulnerabilità che gran parte degli studiosi attribuisce a un modello di crescita infinita inseguita su un pianeta con risorse limitate. In relazione a questo contesto ambientale critico il contributo si propone di stimolare nuove prassi per il settore delle costruzioni suggerendo una visione sistemica che faccia ricorso contemporaneamente a più approcci sostenibili e circolari e che, combinando tecniche e tecnologie tradizionali e innovative, consenta l'eliminazione di scarti e rifiuti. In particolare, l'articolo illustra le potenzialità della prefabbricazione nel contenimento degli impatti ambientali diretti e indiretti rispetto a un'equivalente costruzione convenzionale e una recente ricerca sull'upcycling dei container marittimi dismessi assumendoli come buona pratica per valorizzare un prodotto industriale giunto a fine vita (e per questo considerato un rifiuto) re-inserendolo in una economia 'circolare' con un uso diverso da quello originario, attraverso un riciclo non distruttivo e migliorandone al contempo valore, qualità e prestazioni.

The Earth is in a vulnerable state that most scholars attribute to a model of infinite growth on a planet with limited resources. Taking into account this critical environmental context, the paper wants to stimulate new practices for the building industry by suggesting a systemic vision that simultaneously uses multiple sustainable and circular approaches and allows eliminating scraps and waste, by combining traditional and innovative techniques and technologies. In particular, the article shows the potential of off-site in reducing environmental direct and indirect impacts compared to an equivalent conventional construction and recent research on the upcycling of discarded sea containers: they are used as a good practice to enhance an industrial end-of-life product (therefore considered a waste) by re-inserting it into a 'circular' economy with a different use than its original one, through non-destructive recycling and, at the same time, improving its value, quality and performance.

KEYWORDS

sostenibilità, approcci progettuali, prefabbricazione, riuso, container marittimi dismessi

sustainability, design approaches, off-site, reuse, discarded shipping containers

Francesca Scalisi, Architect and PhD, is the Research Manager at the Research Department of DEMETRA Ce.Ri.Med. (Euro-Mediterranean Documentation and Research Center), Palermo, Italy. Her research areas concern the sustainability of the built environment for energy conservation of buildings, green materials, and nanotechnologies. E-mail: demetracerimed.scalisi@gmail.com

Cesare Sposito, Architect and PhD, is an Associate Professor of Building Technology at the Department of Architecture, University of Palermo (Italy). His research mainly focuses on environmental sustainability, innovative materials for architecture, nanomaterials, energy saving in buildings, and the conservation process focusing on sheltering systems for archaeological sites. Mob. +39 328/00.89.765. E-mail: cesare.sposito@unipa.it

Viviamo in un uno dei momenti storici più critici per il nostro pianeta e per l'umanità, nel cosiddetto Antropocene, termine con il quale alla fine degli anni Settanta del Novecento il geologo sovietico E. V. Shantser (cit. in Foster, Holleman and Clark, 2019) individua un'era geologica caratterizzata da grandi cambiamenti territoriali e climatici dipendenti non solo dall'azione geologica ma soprattutto da quella sociale, economica, produttiva e insediativa dell'essere umano. Quale data di inizio per l'Antropocene Crutzen e Stoermer (2000) hanno proposto la seconda metà del XVIII secolo evidenziando come, da allora, le attività antropiche e il progresso (scientifico e tecnologico) abbiano prodotto effetti tangibili ed esponenzialmente accelerati sul nostro pianeta, da un lato, rendendo precario l'equilibrio del suo ecosistema, dall'altro, incidendo su sicurezza, salute, benessere nonché sulla disponibilità di beni e mezzi di sussistenza dei suoi abitanti (Meadows et alii, 1972; Apreda, D'Ambrosio and Di Martino, 2019). Anche Thomas L. Friedman (2016) rileva una condizione in continua e veloce evoluzione: il pianeta che popoliamo già nel 2030 sarà molto diverso da quello che conosciamo perché soggetto alle tre 'forze' della Legge di Moore con la tecnologia, del Mercato con la globalizzazione e di Madre Natura con il cambiamento climatico e la perdita di biodiversità che pressano tutte contemporaneamente sul costruito, dalle città al paesaggio.

Il cambiamento climatico non è però solo un pericolo in sé ma rappresenta – per dirla alla Amitav Ghosh (2017) – un 'moltiplicatore di minacce' che stressa e amplifica l'instabilità e l'insicurezza già presenti in alcune aree del mondo, compreso l'economia: secondo il World Economic Forum (WEF, 2021) a livello globale, lo scenario più catastrofico con un aumento della temperatura fino a 3,2 °C potrebbe spazzare via fino al 18% del PIL mondiale già entro la metà del secolo. Tutto questo, naturalmente, con costi paurosi anche in termini di vite umane. Secondo un recente rapporto sui disastri da cambiamenti climatici della World Meteorological Organization (WMO, 2021), tra il 1970 e il 2019 oltre 2 milioni di persone sono morte a causa di eventi climatici estremi e le perdite economiche sono state pari a 3,64 trilioni di dollari. In Europa, le morti per caldo estremo potrebbero aumentare da 2.700 a 90.000 ogni anno entro il 2100. Causa ed effetto dei suddetti fenomeni sono da ricondurre, secondo la Commissione dell'Intergovernmental Panel on Climate Change delle Nazioni Unite (IPCC, 2018), al costante aumento del surriscaldamento atmosferico che potrebbe comportare un innalzamento delle temperature medie globali di circa 5,8 °C entro la fine del secolo corrente. Nel complesso, è evidente che l'impronta ecologica collettiva di molti Paesi abbia già superato notevolmente la relativa 'biocapacità' (Beyers and Wackernagel, 2019): questa condizione odierna fa sì che la maggior parte dei Paesi industrializzati siano identificati come 'creditori ecologici' (Świąder et alii, 2020).

Studi e report ci consegnano scenari allarmanti e dati che dimostrano come uno dei principali responsabili della cattiva salute del nostro pianeta sia individuabile nel settore delle costruzioni: nel 2018 esso ha assorbito il 35% del consumo energetico mondiale e prodotto il 38%

delle emissioni annue di gas serra, dati certamente preoccupanti ma nulla in confronto alle previsioni del 2050 quando la domanda di energia aumenterà di circa il 50% e quella per il raffrescamento degli edifici triplicherà rispetto ai valori del 2010 (IEA, 2021; Figg. 1, 2). Un recente report dell'European Environment Agency (EEA, 2019) riferisce poi che nei Paesi europei il settore delle costruzioni produce circa un terzo dei rifiuti totali¹, mentre dal punto di vista delle risorse è all'origine di circa il 50% delle estrazioni di materie prime²; tra le ricadute negative sull'ambiente del processo produttivo dei Paesi nel vecchio continente sono da segnalare le emissioni nazionali di GHG³ comprese tra il 5 e il 12% (European Commission, 2020a) e la notevole quantità di energia (di difficile calcolo) necessaria per la dismissione di materiali e componenti, oggi prevalentemente conferiti in discarica (Crawford, Mathur and Gerritsen, 2017).

Anche il tema dell'abitare si trova in uno stato di grave emergenza, da un lato, perché all'aumento esponenziale della popolazione è corrisposto un proporzionale incremento nella difficoltà di trovare alloggi e servizi adeguati a prezzi accessibili, dall'altro, perché l'incontrollato fenomeno dello spostamento di massa verso le città più grandi ha innescato una crescita dei ritmi di urbanizzazione spesso senza un'adeguata pianificazione. L'accrescimento della domanda abitativa nelle grandi città (insieme alla citata stima di dieci miliardi di individui sul pianeta entro il 2050) è un fenomeno che interessa tutte le fasce di reddito e che sembra lontano dal trovare una battuta d'arresto. Non sono poi da trascurare gli effetti della globalizzazione sulla mobilità per alcune categorie di lavoratori (ad esempio i liberi professionisti) o per gli studenti che hanno necessità di alloggi temporanei e il modello emergente dello smart working che richiede flessibilità degli spazi e adattabilità delle funzioni. A queste criticità si sovrappongono altre questioni che amplificano gli effetti della crisi economica globale la quale porta con sé emergenza sociale, disoccupazione e precarietà; solo per citarne alcune, uno sviluppo finanziario incentrato sulla disuguaglianza, un crescente divario tra redditi e prezzi di mercato degli alloggi, una diversificazione della domanda abitativa (come ad esempio quella richiesta dall'invecchiamento della popolazione), l'aumento dei flussi migratori di massa e le numerose calamità naturali.

La Homelessness World Cup Foundation (HWCF, 2019) riferisce di una condizione di emergenza abitativa variegata, in relazione ai contesti geografici in esame, ma sostanzialmente allarmante sotto molti aspetti. Se nella sola Hong Kong, ad esempio, circa 200.000 abitanti vivono nelle cosiddette 'case-bara' (unità abitative delle dimensioni di un armadio; Fig. 3), nel continente europeo la situazione di alcuni Stati è altrettanto critica: in Austria, il 70% delle persone senza fissa dimora si trova a Vienna; la Grecia ha visto aumentare gli sfratti del 70% dall'inizio della crisi economica del 2008, mentre in Francia il numero dei senzatetto è aumentato del 50% in dieci anni. Situazione tutt'altro che rosea anche oltreoceano: in Venezuela, dal 2014 è iniziato un processo di sfollamento forzato che ha visto 3,4 milioni di persone lasciare la propria terra per rifugiarsi in Paesi vicini come il Perù, nel quale 700.000

persone nel 2017 sono rimaste senza casa a causa di frane e inondazioni. Questi solo alcuni dei dati che descrivono un quadro universalmente instabile ulteriormente aggravato dalla pandemia in atto (Rogers and Power, 2020).

Se da un lato durante i lockdown del 2020 si è verificata una, seppur contenuta, contrazione delle emissioni di CO₂, la pandemia da Covid-19 ha però amplificato la condizione di crisi e vulnerabilità ambientale in cui versa il nuovo millennio incidendo anche su politiche economiche e sociali, su relazioni e aspettative individuali e collettive, su accessibilità a beni e servizi, benessere, salute e sicurezza degli individui aumentandone le disuguaglianze. Nella complessità di tale nuova condizione, le interdipendenze e le interazioni tra le diverse crisi divengono fattori moltiplicatori di rischio determinando quella che recentemente Edgar Morin (2020) ha definito 'policrisi' (ambientale, sanitaria, economica, sociale, ecc.).

In questo contesto emergenziale, dal carattere globale e strutturale, il contributo si propone di attivare nuove prassi fondate su una visione sistemica che faccia ricorso contemporaneamente a più filosofie progettuali sostenibili e circolari con un approccio più consapevole e adeguato alla transizione ecologica che ci troviamo a mettere in atto e che, combinando tecniche e tecnologie tradizionali e innovative, consenta di eliminare scarti e rifiuti del settore delle costruzioni. Nello specifico il contributo, dopo aver illustrato le potenzialità della prefabbricazione nel contenimento degli impatti ambientali diretti e indiretti rispetto a un'equivalente costruzione convenzionale, riporta gli esiti di una recente ricerca sull'upcycling dei container marittimi dismessi: attraverso l'esame dei punti di forza e delle criticità dei progetti sperimentali presi in esame, la ricerca indica come sia possibile valorizzare un prodotto industriale giunto a fine vita, e per questo considerato un rifiuto, re-inserendolo in una economia 'circolare' con uso diverso da quello originario, attraverso un riciclo non distruttivo e migliorandone al contempo valore, qualità e prestazioni.

Pensiero, politiche, strategie e approcci per superare la crisi ambientale

Per attivare possibili riflessioni sui complessi processi antropici e mitigare gli effetti ambientali che caratterizzano la nostra era appare opportuno delineare il quadro di riferimento ripercorrendo le tappe che hanno segnato non solo l'evoluzione del pensiero 'ecologista' ma anche le politiche in atto, le strategie e gli approcci teorizzati per affrontare la policrisi con la quale il nostro presente non può non confrontarsi. La consapevolezza che l'incontrollata attività antropica generi irreversibili conseguenze in termini di impatto ambientale sul nostro pianeta non è recente ma databile all'inizio della seconda metà dello scorso secolo. Tra i pionieri che hanno stimolato le coscienze sulla questione ambientale sono da citare Rachel Carson (1962), la quale solleva i primi interrogativi sulla liceità per l'uomo di avocare a sé il controllo della natura e denuncia al contempo i rischi dell'uso indiscriminato in agricoltura di sostanze chimiche inquinanti e letali per l'uomo e la natura, Barnett e Morse (1963) che teorizzano i primi principi dell'economia ambientale e Victor

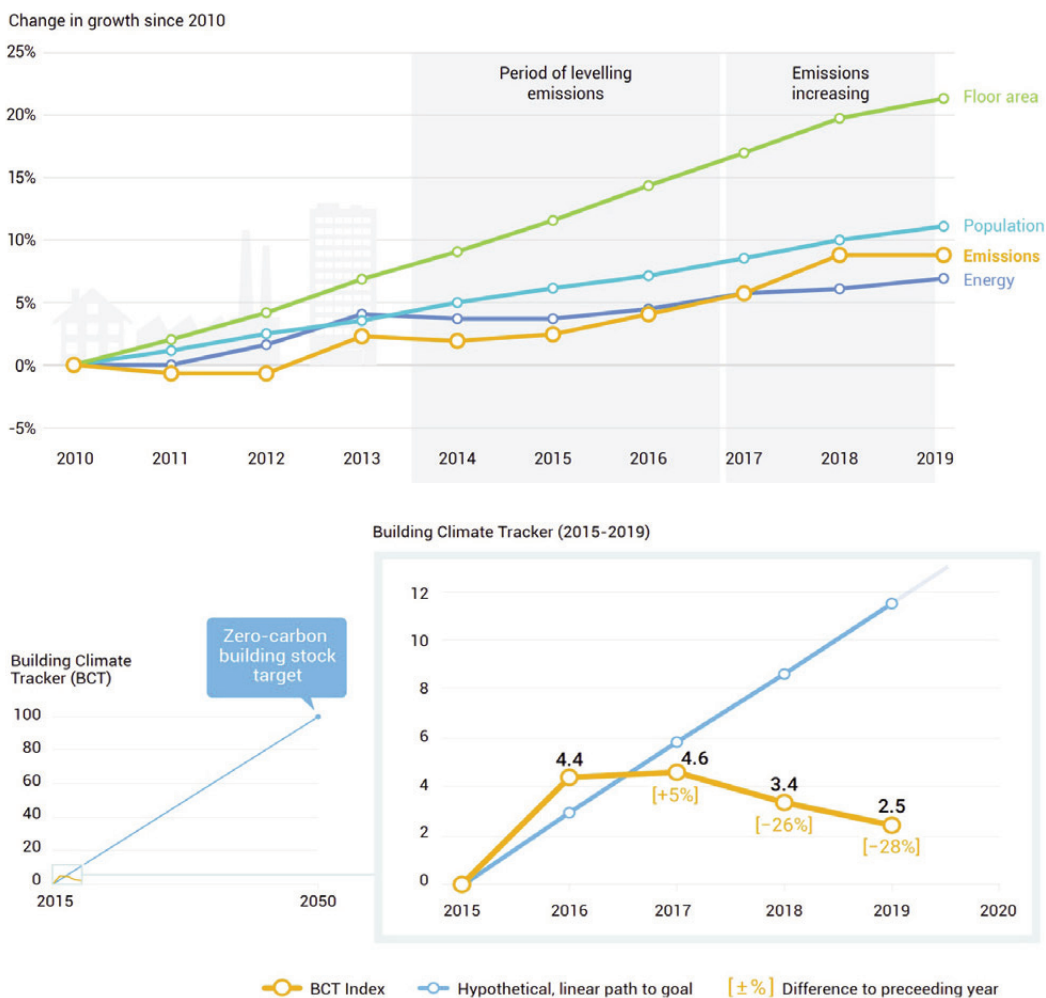


Fig. 1, 2 | Change in global drivers of trends in buildings energy and emissions 2010-2019 (source: IEA, 2020). The Buildings Climate Tracker (BCT) by Global-ABC tracks the building industry’s progress all over the world to decarbonise using data from seven global indicators to show progress made since 2015. The index includes indicators on actions and impact and highlighted that the annual progress to decarbonise is slowing down and has almost halved from 2016 to 2019. While the actions to reduce CO₂ emissions in the building industry are growing, the annual rate of improvement is decreasing. To be carbon-neutral by 2050, all the stakeholders of the building process must increase decarbonisation actions and their impact by 5 points (source: EEA, 2021).

Next page

Fig. 3 | Looking upward at the Yick Cheong Building in Hong Kong (credit: B. Lieu Song, 2019); A typical subdivided flat in Hong Kong (credit: Tyrone Siu/Reuters, 2019).

Papanek (1971) che fa appello a un design caratterizzato dall’inclusione, dalla giustizia sociale e dalla sostenibilità rigettando ogni forma di consumismo e ponendo le basi per una progettazione sensibile e responsabile in un mondo carente di risorse.

A questi contributi seguono poi il rapporto *The Limits of Growth* (Meadows et alii, 1972; Meadows, Meadows and Randers, 2004), nel quale si evidenzia l’insostenibilità di un modello di crescita improntato sull’utilizzo sconsiderato delle risorse e sull’inquinamento ambientale e la prima Conferenza delle Nazioni Unite sull’Ambiente Umano a Stoccolma – all’interno della quale si istituisce lo United Nations Environment Programme – tutti prodomi che ispirano il noto rapporto *Our Common Future* (noto anche come *Rapporto Brundtland*) nel quale viene formulata la prima definizione di ‘sviluppo sostenibile’: «[...] Humanity has the ability to make development sustainable to ensure that it meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs» (WCED, 1987, p. 15). Tale definizione è più volte citata e integrata con nuove e specifiche declinazioni da numerosi documenti istituzionali di indirizzo strategico che si susseguono fino ai nostri giorni a ritmo sempre più incalzante, a partire dall’Agenda 21 (UN, 1992), un articolato Programma (una sorta di manuale) scaturito dalla Conferenza di Rio che individua le azioni da intraprendere a livello globale e locale in ogni area interessata dalle emergenze climatico-ambientali e socio-economiche e specifica i mezzi di ese-

cuzione del programma stesso (strumenti scientifici, finanziari e giuridici, formazione, informazione, cooperazione internazionale).

Con l’inizio del nuovo millennio vengono messe a punto nuove indicazioni che mirano a colmare alcune lacune presenti nelle precedenti linee guida e l’Unione Europea assume un ruolo di primo piano con il pacchetto Clima-Energia 20-20-20 (European Commission, 2009) attraverso il quale promuove nuove iniziative in diversi settori per raggiungere ambiziosi traguardi ambientali orientati a uno scenario di ‘futuro preferibile’. Tra i documenti che hanno maggiormente inciso sulle attuali politiche governative sono da citare *The Future We Want* (UN, 2012) con nuovi Obiettivi di Sviluppo Sostenibile e l’Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile (accordo siglato nel 2015 dai Governi dei 193 Paesi membri dell’ONU), un Programma d’Azione per l’umanità e il pianeta con 17 Obiettivi e 169 traguardi «[...] integrated and indivisible and balance the three dimensions of sustainable development: the economic, social and environmental» (UN – General Assembly, 2015, p. 1); questo importante documento dimostra come la transizione verso la sostenibilità passi non solo attraverso azioni sul costruito ma anche per valori che pongono l’uomo al centro del processo. Nello stesso anno l’Unione Europea adotta il Piano d’Azione dal titolo *L’Anello Mancante*, un pacchetto di misure finalizzato a guidare la transizione verso un’economia circolare attraverso la competitività e la crescita di un’economia sostenibile incentrata su riuso e riciclo di

materiali in una logica di rifiuto come ‘risorsa’ (European Commission, 2015).

Parallelamente prendono corpo nuovo approcci e teorie economiche come la Biomimicry (Benyus, 1997), il Cradle to Cradle (McDonough and Braungart, 2002), l’Economia della Felicità (Kahneman, 2007), la Blue Economy (Pauli, 2009), la Circular Economy (Ellen MacArthur Foundation, 2010), la Sharing Economy (Botsman and Rogers, 2010), la Crescita Qualitativa (Capra and Henderson, 2013) e la Decrescita Serena (Latouche, 2015; Raworth, 2017), incentrati sulla sobrietà, sul senso del limite e sulle ‘8 R’ (Rivalutare, Riconcettualizzare, Ristrutturare, Ridistribuire, Rilocalizzare, Ridurre, Riusare, Riciclare) come possibili risposte alle emergenze del pianeta, ma anche sulle sei aree di azione RESOLVE (REgenerate, Share, Optimise, Loop, Virtualise e Exchange; Ellen MacArthur Foundation 2015a) per le imprese e i Paesi che intendono muoversi verso l’economia circolare, in un’ottica di sviluppo sostenibile e salvaguardia delle generazioni future (European Commission, 2018). L’economia circolare emerge quindi come un nuovo modello che ripensa uno sviluppo economico del tutto indipendente dal consumo di risorse finite non rinnovabili (Ellen MacArthur Foundation, 2015b), così come suggerito prima da Walter R. Stahel (1976) che delinea i caratteri di un’economia in ‘loop’ con maggiori benefici sul lavoro, sullo sviluppo economico, sul risparmio di risorse e sul controllo dei rifiuti, poi da Frosch and Gallopoulos (1989) promotori di un ‘ecosistema biologico’ nel quale gli scarti dei pro-



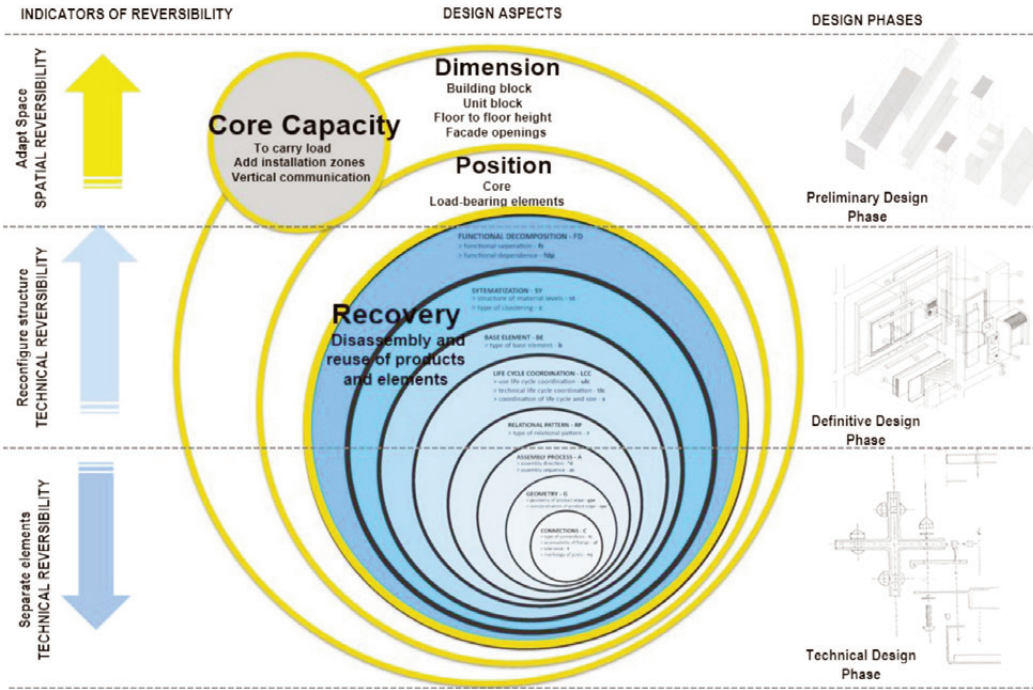
About 10 feet



About 6 feet

By Jin Wu/The New York Times; Photograph by Tyrone Siu/Reuters

To shared toilet and kitchen



cessi industriali divengono materie prime per altri processi e infine da McDonough and Braungart (1998, 2002, 2013) secondo i quali la progettazione dovrebbe basarsi su due cicli circolari, tecnico e biologico, nei quali le risorse vengono trattate il più a lungo possibile con una perdita minima di qualità e scarti.

Rispetto al tema ambientale, oggi il mondo intero guarda all'Unione Europea per i numerosi programmi, attività, azioni e risorse finanziarie che ha promosso e messo in campo nell'ultimo ventennio. L'European Green Deal (European Commission, 2019), presentato come 'innovativo, trasformativo e rivoluzionario' (Ossewaarde and Ossewaarde-Lowtoot, 2020) propone una 'nuova strategia di crescita' per la costruzione di una 'economia moderna, efficiente nella gestione delle risorse e competitiva'; esso prevede non solo la riduzione delle emissioni di CO₂ ma anche un innalzamento degli standard di vita e nuove opportunità di lavoro legati a nuovi modelli di produzione, di consumo, di organizzazione sociale e costruito, il tutto attraverso specifiche stra-

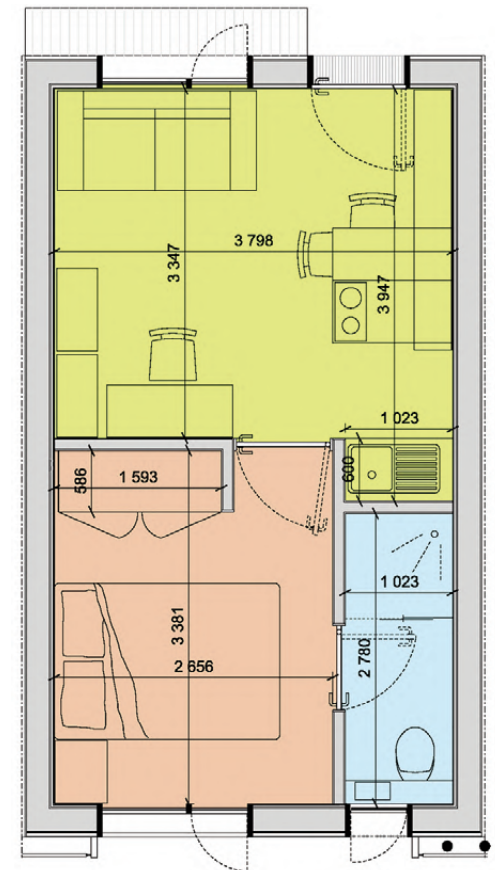


Fig. 4 | Reversible building protocol integrating spatial and technical aspects of reversibility (source: Durmisevic, 2018).

Fig. 5 | Y-Cube by Rogers Stirk Harbour + Partners (2015): The cluster with 20 modules; The module during the laying stage; The floor plan of the housing unit (credit: G. Smith, 2015).

HOT CLIMATE AREA

	<p><i>Project</i> Container of Hope <i>Building type</i> Detached house <i>Designer / Year</i> Saxe Architecture / 2011 <i>Location</i> San José, Costa Rica <i>Floor area / No. of levels</i> 90 sqm / 1 <i>No. of containers</i> 2 (40') <i>Building cost</i> 36.000 €</p>
	<p><i>Project</i> Container House <i>Building type</i> Detached house <i>Designer / Year</i> TRS Studio Architects / 2019 <i>Location</i> Lima, Peru <i>Floor area / No. of levels</i> 60 sqm / 2 <i>No. of containers</i> 2 (40') <i>Building cost</i> N.d.</p>
	<p><i>Project</i> Container House <i>Building type</i> Detached house <i>Designer / Year</i> Plannea Arquitectura / 2019 <i>Location</i> La Compania, Chile <i>Floor area / No. of levels</i> 95 sqm / 1 <i>No. of containers</i> 2 (40') <i>Building cost</i> N.d.</p>
	<p><i>Project</i> WFH House <i>Building type</i> Detached house <i>Designer / Year</i> Arcgency Architecture / 2012 <i>Location</i> Wuxi, China <i>Floor area / No. of levels</i> 180 sqm / 2 <i>No. of containers</i> 3 (40') <i>Building cost</i> N.d.</p>
	<p><i>Project</i> Container 1 House <i>Building type</i> Detached house <i>Designer / Year</i> S. Irrazaval / 2010 <i>Location</i> Santiago, Chile <i>Floor area / No. of levels</i> 93 sqm / 1 <i>No. of containers</i> 2 (40') + 2 (20') <i>Building cost</i> 73.000 €</p>
	<p><i>Project</i> House CH-O <i>Building type</i> Detached house <i>Designer / Year</i> LAD Studio / 2018 <i>Location</i> Perugia, Italy <i>Floor area / No. of levels</i> 200 sqm / 2 <i>No. of containers</i> 4 (40') + 1 (20') <i>Building cost</i> N.d.</p>
	<p><i>Project</i> Incubo House <i>Building type</i> Detached house + studio <i>Designer / Year</i> Maria José Trejos / 2013 <i>Location</i> San José, Costa Rica <i>Floor area / No. of levels</i> 400 sqm / 2 <i>No. of containers</i> 8 (40') <i>Building cost</i> N.d.</p>
	<p><i>Project</i> Oruga House <i>Building type</i> Detached house <i>Designer / Year</i> S. Irrazaval / 2012 <i>Location</i> Santiago, Chile <i>Floor area / No. of levels</i> 350 sqm / 2 <i>No. of containers</i> 6 (40') + 6 (20') <i>Building cost</i> 402.500 €</p>
	<p><i>Project</i> Squirrel Park <i>Building type</i> Detached townhouses <i>Designer / Year</i> Hall & Morris / 2017 <i>Location</i> Oklahoma City, USA <i>Floor area / No. of levels</i> 540 sqm / 2 <i>No. of containers</i> 16 (40') <i>Building cost</i> 885.700 €</p>
	<p><i>Project</i> Tony's Farm <i>Building type</i> Accommodation <i>Designer / Year</i> Playze Studio / 2011 <i>Location</i> Shanghai, China <i>Floor area / No. of levels</i> 1.060 sqm / 3 <i>No. of containers</i> 41 (40') + 30 (20') <i>Building cost</i> 3.200.000 €</p>
	<p><i>Project</i> Medical Compound <i>Building type</i> Medical accommodation <i>Designer / Year</i> TAMassociati / 2010 <i>Location</i> Soba, Khartoum, Sudan <i>Floor area / No. of levels</i> 2.310 sqm / 1 <i>No. of containers</i> 7 (40') + 95 (20') <i>Building cost</i> 1.376.750 €</p>

COLD CLIMATE AREA

	<p><i>Project</i> Upcycle House <i>Building type</i> Detached house <i>Designer / Year</i> Lendager Arkitekter / 2013 <i>Location</i> Nyborg, Denmark <i>Floor area / No. of levels</i> 129 sqm / 1 <i>No. of containers</i> 2 (40') <i>Building cost</i> 140.000 €</p>
	<p><i>Project</i> House 28 <i>Building type</i> Detached house <i>Designer / Year</i> Edwards Architecture Studio / 2018 <i>Location</i> Wye River, Australia <i>Floor area / No. of levels</i> 70 sqm / 1 <i>No. of containers</i> 1 (40') + 1 (20') <i>Building cost</i> N.d.</p>
	<p><i>Project</i> Urban Rigger <i>Building type</i> Student housing <i>Designer / Year</i> Bjarke Ingles Group / 2016 <i>Location</i> Copenhagen, Denmark <i>Floor area / No. of levels</i> 680 sqm / 2 <i>No. of containers</i> 9 (40') <i>Building cost</i> 1.500.000 €</p>
	<p><i>Project</i> EBA51 <i>Building type</i> Student housing <i>Designer / Year</i> Holzer Kobier Architekturen / 2014 <i>Location</i> Berlin, Germany <i>Floor area / No. of levels</i> 650 sqm / 4 <i>No. of containers</i> 20 (40') <i>Building cost</i> 1.187.940 €</p>
	<p><i>Project</i> Carroll House <i>Building type</i> Townhouse <i>Designer / Year</i> LOT-EK Architecture / 2016 <i>Location</i> New York, USA <i>Floor area / No. of levels</i> 465 sqm / 4 <i>No. of containers</i> 15 (40') + 6 (20') <i>Building cost</i> 2.448.902 €</p>
	<p><i>Project</i> Stow-Away Hotel <i>Building type</i> Apart-Hotel <i>Designer / Year</i> Doone Silver Kerr / 2019 <i>Location</i> London, UK <i>Floor area / No. of levels</i> 685 sqm / 5 <i>No. of containers</i> 25 (30') <i>Building cost</i> 753.500 €</p>
	<p><i>Project</i> Cité a'Docks <i>Building type</i> Student housing <i>Designer / Year</i> Atelier Cattani Architetti / 2010 <i>Location</i> Le Havre, Francia <i>Floor area / No. of levels</i> 3.880 sqm / 4 <i>No. of containers</i> 100 (40') <i>Building cost</i> 4.800.000 €</p>
	<p><i>Project</i> Drivelines Studio Apartments <i>Building type</i> Residential building <i>Designer / Year</i> LOT-EK Architecture / 2017 <i>Location</i> Johannesburg, South Africa <i>Floor area / No. of levels</i> 7.000 sqm / 7 <i>No. of containers</i> 140 (40') <i>Building cost</i> N.d.</p>
	<p><i>Project</i> CPH Village <i>Building type</i> Student housing <i>Designer / Year</i> Arcgency Architecture / 2018 <i>Location</i> Copenhagen, Danimarca <i>Floor area / No. of levels</i> 7.200 sqm / 2 <i>No. of containers</i> 180 (40') <i>Building cost</i> N.d.</p>

Tab 1 | Synoptic overview of the twenty projects selected for the first phase of the research (credit: research group, 2020).

tegie e finanziamenti che favoriscono una 'equa transizione' anche per i cittadini più vulnerabili. Prime colonne portanti dell'European Green Deal sono la Renovation Wave (European Commission, 2020a), finalizzata a stimolare la ristrutturazione degli edifici a favore della neutralità climatica e della ripresa, il Circular Economy Action Plan (European Commission, 2020b) e il NextGenerationEU, uno strumento finanziario che mette a disposizione circa 750 miliardi di euro per l'attuazione della transizione ecologica e digitale degli Stati membri.

Tuttavia, fino ad oggi gli sforzi globali si sono prevalentemente concentrati sulla riduzione delle emissioni di CO₂ attraverso una maggiore efficienza energetica e l'impiego di energia da fonti rinnovabili. Efficienza delle risorse e crescita circolare sono state indicate come base del programma di sviluppo promosso dalla New Climate Economy (NCE, 2018) e dal World Resources In-

stitute (WRI, 2020) secondo i quali la 'crescita' può essere 'disaccoppiata' dai suoi impatti negativi sull'ambiente. Ciononostante laddove si tende alla sostenibilità si da prevalenza a un'economia circolare con circuiti del riciclo 'chiusi', trascurando le indicazioni di esperti e ricercatori secondo i quali per raggiungere gli ambiziosi obiettivi posti da Parigi è ormai indispensabile ridurre quantità/volume di risorse naturali non rinnovabili impiegate ma soprattutto quella degli scarti derivati (Hickel, 2019; EEB, 2020). La European Environment Agency (EEA, 2021) ha recentemente rilevato che l'auspicato 'disaccoppiamento' non sta avvenendo e potrebbe anche non essere mai realizzato, supportando tale affermazione con dati secondo i quali l'Europa risulta tra le prime regioni al mondo per consumi e 'pressione' sull'ambiente e l'economia circolare alimenta una strategia di crescita indirizzata al consumo di risorse: durante il 2019 soltanto il 12%

del materiale è stato riciclato nell'Unione Europea mentre nel resto del mondo la circolarità è in calo (Circle Economy, 2021).

In un recente contributo David Ness (2021, p. 24) sottolinea come l'Unione Europea abbia recentemente «[...] riconosciuto l'inadeguatezza degli approcci tradizionali a promuovere i cambiamenti richiesti [e che una consistente riduzione] delle pressioni e degli impatti sull'ambiente [esige] trasformazioni radicali verso una diversa tipologia di economia e di società». Per rilanciare il 'patto verde' la European Commission (2021) ha infatti promosso il New European Bauhaus attraverso un concorso di idee⁴ per il Patrimonio costruito e naturale indirizzato a designer, architetti, artigiani, ingegneri, scienziati e creativi che hanno sottoposto progetti in grado di declinare le tre dimensioni chiave di uno dei Programmi portanti del prossimo settennio europeo: sostenibilità, estetica e inclusione. In una seconda fase del programma, che terminerà entro il 2023, si realizzeranno i progetti pilota, mentre nell'ultima fase (che si concluderà entro il 2024) si dissemineranno i risultati verso il più ampio pubblico possibile in Europa e nel mondo.

Sempre David Ness (2021, p. 25) si chiede se la nostra società sia matura per affrontare questa fase di transizione ecologica e per «[...] svilupparsi e prosperare in termini di qualità (ad esempio propositi, solidarietà, empatia), piuttosto che di quantità (ad esempio durata dei materiali), in modo più equo [e se possa] aiutare allo scopo 'la ragion d'essere' del Nuovo Bauhaus e la sua ambizione ispiratrice». Christian Bason et alii (2020) sono positivi al riguardo interpretando il New European Bauhaus come un innovativo vettore di una vasta gamma di obiettivi interconnessi, a ognuno dei quali è richiesto di essere audace, ispiratore negli ambiti sociale, culturale e politico, costruire identità condivise trasformando un'avanguardia in una 'nuova ondata' di cambiamento sistemico per le necessarie transizioni ecologica e digitale. Secondo Mario Lo-sasso e Simona Verde (2020) le politiche in atto per contrastare la condizione ambientale di poli-crisi in cui versa il nostro pianeta richiede per il prossimo futuro urgenti azioni locali – a partire dagli interventi in un'ottica di Green City Approach (OECD, 2016) di riqualificazione e rigenerazione urbana e ambientale – inserite però in una strategia globale capace, da un lato, di affrontare senza esitazione questioni di natura socio-economica, dall'altro, di intervenire con azioni multiple consentano di realizzare scenari futuri positivi e rendano l'ambiente costruito più sostenibile (in termini di impatto), più resiliente e meno esposto ai rischi ambientali, trasformando le crisi in opportunità.

Se l'Unione Europea fa appello alla creatività di tecnici e scienziati e alla interdisciplinarietà dei saperi, è utile ricordare che esistono già approcci e metodi progettuali che consentono di misurare la sostenibilità dell'intervento e il benessere degli utenti con indicatori di tipo qualitativo e quantitativo. Oltre alle certificazioni ambientali, al Life Cycle Assessment, all'Extended Life

Casa Container 1

Tipologia edilizia: Abitazione unifamiliare
 Progettisti: S. Irrarrazaval Del Piano + C. Irrarrazaval
 Ubicazione: Chicuro, Santiago - Chile
 Anno di progetto: 2010
 Anno di realizzazione: 2010
 Bibliografia: Irrarrazaval S. (2010), "Casa Container 1", in AFD Portfolio, no. 75, pp. 14-19
 Fonte climatica



SCHEDA DI VALUTAZIONE GENERALE

Stato di avanzamento

Caratteristiche in chiave di un'economia circolare

Utilizzo di elementi / componenti edilizi riciclati e riutilizzati

Utilizzo di elementi / componenti edilizi riciclati e riutilizzati

Utilizzo di elementi / componenti edilizi riciclati e riutilizzati

Contesto d'insediamento

Urbano centrale

Urbano periferico

Rurale

Tipologia d'impianto

Con sviluppo prevalente in pianta

Con sviluppo prevalente in alzato

Compatto

Permeabile

PUNTI DI FORZA

- Sviluppo orizzontale dei container

- Fondazioni poco invasive e riutilizzate (ex barriere stradali)

- Strutturazione della ventilazione incrociata

- Ottimizzazione degli spazi abitativi

- Predilezione allo sfruttamento delle unità

- Predilezione efficace in tre fasi (solo il 10% è stato realizzato in loco)

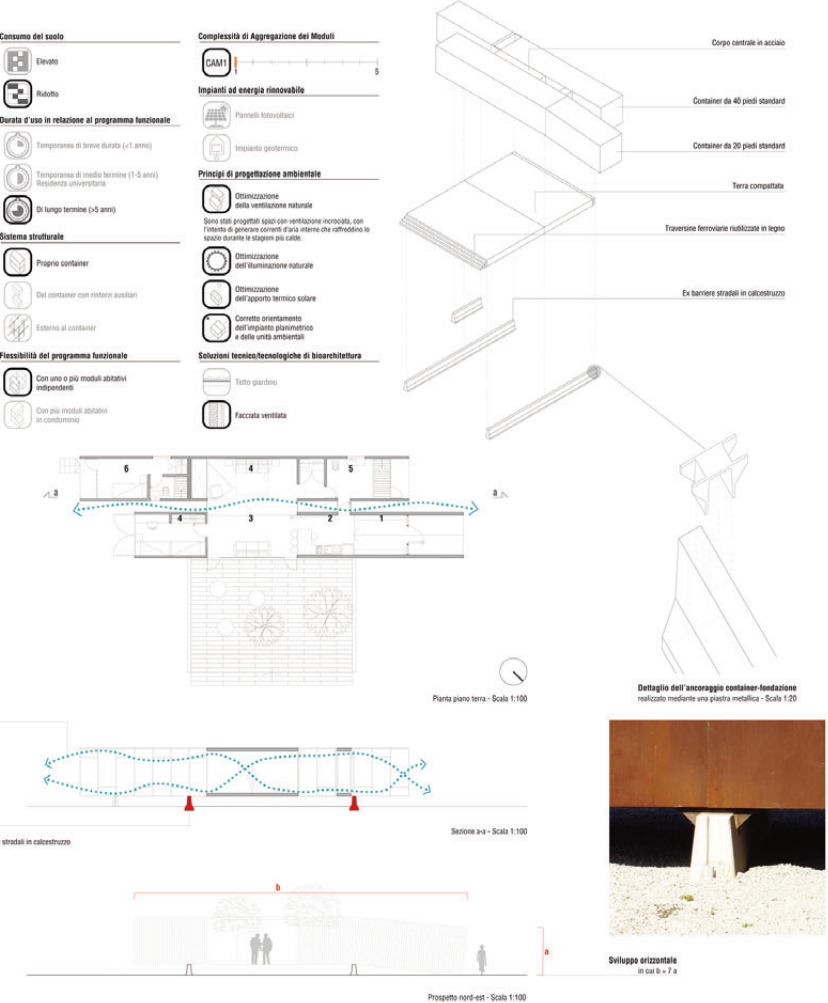
- Corretto smontamento dell'impianto

CRITICITÀ

- Presenza di ponti termici

- Isolamento termico realizzato con materiali non ecologici e non disassemblabili

- Uso di rivestimenti ad alto impatto ambientale



Figg. 6, 7 | Container House 1 in Santiago (Cile), designed by Sebastián Irrarrazaval, 2010 (image processing: C. La Pietra and S. Militello, 2021).

Cycle Costing, alla Environmental Product Declaration, etc., uno degli approcci a cui occorre fare riferimento è quello dello Zero Waste, fondato sul crescente quantitativo di rifiuti e scarti prodotto dal pericoloso combinato di sfruttamento estensivo delle risorse naturali e utilizzo inefficiente dei materiali nella fase di fine vita (Pietzsch, Ribeiro and Medeiros, 2017; Baratta, 2021). Nell'ultimo ventennio, dopo aver promosso prodotti più ecologici con la Integrated Product Policy (European Commission, 2001) e un processo edilizio ambientalmente virtuoso attraverso il Life-Cycle Thinking (European Commission, 2003), la Commissione Europea ha varato una serie di disposizioni utili a favorire il recupero, trattamento e riuso dei prodotti (European Commission, 2008, 2016) introducendo l'Extended Producer Responsibility: al produttore è demandata la responsabilità e la gestione della fase del ciclo di vita nella quale il prodotto diviene un rifiuto. Ma se alcuni Paesi Europei 'virtuosi' hanno attivato norme⁵, meccanismi e processi che consentono una discreta percentuale di riuso o riciclo dei rifiuti prodotti (Germania, 56%; Austria, 54%; Corea del Sud, 54%, Gales, 52%; European Environmental Bureau and Eunomia, 2019) molti altri sono ancora sotto la soglia del 30% (Portogallo, 29%; Grecia, 21%; Cipro, 15%; Romania, 11%; Statista, 2021); tutte percentuali comunque ancora troppo basse per il raggiungimento degli obiettivi di Parigi che ci inducono a sostenere che è necessario passare a un approccio strategico più ambizioso, quello appunto dello Zero Waste, trasformando il rifiuto da problema a risorsa, eliminandolo dal processo di produzione, sistematicamente e preventivamente, senza demandare alla fase di fine vita la risoluzione dei problemi.

Una possibile strategia 'multi approccio' per l'edilizia | Nel settore delle costruzioni, al fine di valorizzare le risorse materiali e garantirne l'efficienza nell'uso riducendone consumo e spreco, un approccio 'consolidato' è individuabile nel Life Cycle Design che tiene conto dell'intero ciclo di vita di sistemi, materiali e componenti valorizzando i requisiti del 'riuso adattabile', della durabilità, della decostruzione e dell'upcycling in vista di un suo reinserimento nei processi produttivi (Gruppo di Lavoro Economia Circolare di GBC Italia, 2020). Nello specifico, il Design for Longevity si caratterizza per durabilità di materiali e componenti, elevati standard costruttivi, possibilità di miglioramento, aggiornamento, rifunzionalizzazione e reimpiego (con l'upcycling), riduzione dei costi e facilità di manutenzione, tutti requisiti che prolungano la vita utile di un fabbricato e diminuiscono la produzione di rifiuti nel breve e medio periodo (Wang, Li and Tam, 2015, ARUP, 2016). A confronto lo Zero Waste è un approccio più 'estremo' che elimina il rifiuto dall'intero ciclo produttivo e può ridurre sensibilmente la pressione sull'ambiente introducendo un nuovo paradigma che vede coinvolti tutti i settori produttivi (anche se apparentemente poco affini) in termini di 'permeabilità' affinché i flussi del bilancio di materia siano pari a zero, ovvero affinché i rifiuti e i sottoprodotti di un settore possano essere reimpiegati integralmente in altri. Altro approccio è quello dell'upcycling, un recente paradigma 'ecologico' riferibile ai molte

plici percorsi 'circolari' oggi praticabili, con il quale si migliorano (o al limite si mantengono) valore, qualità e prestazioni di un componente attraverso un riciclo non distruttivo e senza restituire il componente alla materia prima (Worrell and Reuter, 2014).

Di particolare interesse strategico è anche l'Open Building, declinazione 'circolare' di una progettazione che tiene conto delle eventuali necessità di modifiche o adattamenti durante il ciclo di vita di un edificio in relazione ai cambiamenti sociali, funzionali e tecnologici del momento. Il promotore del concetto di 'edificio aperto' è John N. Habraken (1972) a cui seguono altri studiosi e ricercatori che definiscono teorie e metodologie progettuali per rendere le architetture flessibili, adattabili, modulari, ampliabili. Tra quelli più rilevanti si ricorda S. Brand (1994) con i Shearing Layers of Change: all'interno del sistema edilizio, l'ecclettico statunitense individua una

struttura principale ed elementi secondari che classifica come 'strati più lenti' e 'strati più veloci' nel processo di obsolescenza, per poi sostenere che agli utenti vanno consegnate abitazioni che possono facilmente adattarsi al cambiamento di usi e funzioni con componenti e materiali poco costosi e che per aumentare la vita di un edificio, il cambiamento degli strati più 'veloci' non deve essere ostacolato da quelli più 'lenti'. Si creano così le basi per soluzioni costruttive flessibili, dinamiche, differenziate, interscalari, incentrate sulla separabilità dei componenti che hanno cicli di vita differenti.

Costola dell'Open Building è il Design for Disassembly che impiega prevalentemente sistemi costruttivi a secco e prefabbricati e consente di separare e disassemblare, senza ricorrere a demolizione, gli elementi tecnici, i componenti e i materiali che compongono il manufatto in ogni sua fase del ciclo di vita (Cruz Rios, Chong and

COMPONENTE	PROVENIENZA	SECONDA VITA	DATI RILEVANTI	MESSA IN OPERA	STRATIGRAFIA	ICONOGRAFIA
1. CHIUSURA VERTICALE INFERIORE Rivestimento esterno LAMIERA DI ACCIAIO sp. 2 mm	<ul style="list-style-type: none"> Obtenuto da componenti riciclate Obtenuto da materie prime non rinnovabili Alto valore di energia incorporata Obtenuto da componenti associate 	<ul style="list-style-type: none"> Disassemblabile Riciclabile Riutilizzabile 	<ul style="list-style-type: none"> Resistenza al fuoco Impermeabilità Necessità di mezzi di sollevamento ordinari 	<ul style="list-style-type: none"> La lamiera che costituisce il rivestimento esterno viene agganciata in modo meccanico ad una sottostuttura metallica a profilo tubolare, generando una facciata ventilata che facilita il raffrescamento interno. 		
Isolante termico POLIURETANO SPRAY sp. 30 mm	<ul style="list-style-type: none"> Obtenuto da materie prime non rinnovabili Alto valore di energia incorporata Obtenuto da componenti potenzialmente tossiche 	<ul style="list-style-type: none"> Non disassemblabile Riciclabile Non riutilizzabile 	<ul style="list-style-type: none"> Compatibilità con ogni tipo di superficie Infiammabilità Azzeramento degli sprechi di materiale 	<ul style="list-style-type: none"> La schiuma viene spruzzata nella struttura della lamiera sfruttando la sua capacità di aderire anche a superfici irregolari senza bisogno di supporti. 		
Parere del contenitore LAMIERA DI ACCIAIO COMP-TEK sp. 3 mm	<ul style="list-style-type: none"> Componente originale del contenitore Obtenuto da materie prime non rinnovabili Alto valore di energia incorporata Obtenuto da componenti associate 	<ul style="list-style-type: none"> Disassemblabile Riciclabile Riutilizzabile 	<ul style="list-style-type: none"> Dimensioni standardizzate Elevata resistenza meccanica Resistenza al fuoco Impermeabilità Necessità di mezzi di sollevamento ordinari 	<ul style="list-style-type: none"> La parete del contenitore viene colorata direttamente in loco, insieme con schiuma in poliuretano, ottenendo un isolamento a cappotto. 		
Barriera al vapore in POLIETILENE sp. 0,35 mm	<ul style="list-style-type: none"> Obtenuto da materie prime non rinnovabili Alto valore di energia incorporata Obtenuto da componenti associate 	<ul style="list-style-type: none"> Non disassemblabile Riciclabile Non riutilizzabile 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilità di trasporto manuale Prestigiosità al taglio su misura Resistenza al fuoco 	<ul style="list-style-type: none"> La barriera al vapore viene posata sullo strato di isolamento in legno, in modo aderente e resistente ad urti e trascinamento, prevenendo fenomeni di condensa. 		
Rivestimento interno in doghe di LEGNO sp. 25 mm	<ul style="list-style-type: none"> Obtenuto da materie prime naturali Basso valore di energia incorporata Obtenuto da componenti associate 	<ul style="list-style-type: none"> Disassemblabile Riciclabile Riutilizzabile 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilità di trasporto manuale Riciclabile Prestigiosità al taglio su misura Infiammabilità Permeabilità all'acqua 	<ul style="list-style-type: none"> Le doghe in legno vengono fissate mediante dadi ad un'armatura metallica costituita da profili con sezione a C. 		
Rivestimento esterno LAMIERA DI ACCIAIO sp. 2 mm	<ul style="list-style-type: none"> Obtenuto da componenti riciclate Obtenuto da materie prime non rinnovabili Alto valore di energia incorporata Obtenuto da componenti associate 	<ul style="list-style-type: none"> Disassemblabile Riciclabile Riutilizzabile 	<ul style="list-style-type: none"> Resistenza al fuoco Impermeabilità Necessità di mezzi di sollevamento ordinari 	<ul style="list-style-type: none"> La lamiera che costituisce il rivestimento esterno viene agganciata in modo meccanico ad una sottostuttura metallica a profilo tubolare, generando una facciata ventilata che facilita il raffrescamento interno. 		
Isolante termico POLIURETANO SPRAY sp. 30 mm	<ul style="list-style-type: none"> Obtenuto da materie prime non rinnovabili Alto valore di energia incorporata Obtenuto da componenti potenzialmente tossiche 	<ul style="list-style-type: none"> Non disassemblabile Riciclabile Non riutilizzabile 	<ul style="list-style-type: none"> Compatibilità con ogni tipo di superficie Infiammabilità Azzeramento degli sprechi di materiale 	<ul style="list-style-type: none"> La schiuma viene spruzzata nella struttura della lamiera sfruttando la sua capacità di aderire anche a superfici irregolari senza bisogno di supporti. 		
Superficie superiore contenitore LAMIERA DI ACCIAIO COMP-TEK sp. 3 mm	<ul style="list-style-type: none"> Componente originale del contenitore Obtenuto da materie prime non rinnovabili Alto valore di energia incorporata Obtenuto da componenti associate 	<ul style="list-style-type: none"> Disassemblabile Riciclabile Riutilizzabile 	<ul style="list-style-type: none"> Dimensioni standardizzate Elevata resistenza meccanica Resistenza al fuoco Impermeabilità Necessità di mezzi di sollevamento ordinari 	<ul style="list-style-type: none"> La superficie superiore del contenitore viene colorata direttamente in loco, insieme con schiuma in poliuretano, ottenendo un isolamento a cappotto. 		
Barriera al vapore in POLIETILENE sp. 0,35 mm	<ul style="list-style-type: none"> Obtenuto da materie prime non rinnovabili Alto valore di energia incorporata Obtenuto da componenti associate 	<ul style="list-style-type: none"> Non disassemblabile Riciclabile Non riutilizzabile 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilità di trasporto manuale Prestigiosità al taglio su misura Resistenza al fuoco 	<ul style="list-style-type: none"> La barriera al vapore viene posata sullo strato di isolamento in legno, in modo aderente e resistente ad urti e trascinamento, prevenendo fenomeni di condensa. 		
Rivestimento soffitto in doghe di LEGNO sp. 25 mm	<ul style="list-style-type: none"> Obtenuto da materie prime naturali Basso valore di energia incorporata Obtenuto da componenti associate 	<ul style="list-style-type: none"> Disassemblabile Riciclabile Riutilizzabile 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilità di trasporto manuale Riciclabile Prestigiosità al taglio su misura Infiammabilità Permeabilità all'acqua 	<ul style="list-style-type: none"> Le doghe in legno vengono fissate mediante dadi ad un'armatura metallica costituita da profili con sezione a C. 		
Superficie inferiore contenitore LAMIERA DI ACCIAIO COMP-TEK sp. 3 mm	<ul style="list-style-type: none"> Componente originale del contenitore Obtenuto da materie prime non rinnovabili Alto valore di energia incorporata Obtenuto da componenti associate 	<ul style="list-style-type: none"> Disassemblabile Riciclabile Riutilizzabile 	<ul style="list-style-type: none"> Elevata resistenza meccanica Resistenza al fuoco Impermeabilità Necessità di mezzi di sollevamento ordinari 	<ul style="list-style-type: none"> La lamiera che costituisce il rivestimento inferiore del contenitore viene mantenuta a contatto con l'ave pavimento in legno del contenitore. 		
Pavimento del contenitore COMPENSATO MARINO sp. 28 mm	<ul style="list-style-type: none"> Componente originale del contenitore Obtenuto da materie prime naturali Basso valore di energia incorporata 	<ul style="list-style-type: none"> Disassemblabile Riciclabile Riutilizzabile 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilità di trasporto manuale Riciclabile Prestigiosità al taglio su misura Infiammabilità 	<ul style="list-style-type: none"> Il pannello in compensato è fornito dalla struttura originaria del contenitore di cui costituisce l'assemblaggio. Il pannello viene modificato come base supporto per la pavimentazione sovrastante. 		
Strato di separazione in doghe di POLIETILENE sp. 0,30 mm	<ul style="list-style-type: none"> Obtenuto da materie prime non rinnovabili Alto valore di energia incorporata Obtenuto da componenti associate 	<ul style="list-style-type: none"> Non disassemblabile Riciclabile Non riutilizzabile 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilità di trasporto manuale Prestigiosità al taglio su misura Resistenza al fuoco 	<ul style="list-style-type: none"> La barriera al vapore viene posata sullo strato di isolamento in legno, in modo aderente e resistente ad urti e trascinamento, prevenendo fenomeni di condensa. 		
Pavimentazione in doghe di LEGNO sp. 25 mm	<ul style="list-style-type: none"> Obtenuto da materie prime naturali Basso valore di energia incorporata Obtenuto da componenti associate 	<ul style="list-style-type: none"> Disassemblabile Riciclabile Riutilizzabile 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilità di trasporto manuale Prestigiosità al taglio su misura Infiammabilità Permeabilità all'acqua 	<ul style="list-style-type: none"> Le doghe vengono posate mediante la tecnica flottante, che non prevede l'uso di colle o viti ma il serramento mediante dadi, applicando da top in superficie la tutta la superficie. 		

Grau, 2015; Akinade et alii, 2017). Nel Piano di Manutenzione (elaborato tecnico del progetto esecutivo) specifici grafici possono esplicitare le modalità della disassemblabilità (Baiani and Altamura, 2021): in tal modo i sub-sistemi utilizzati, compreso gli impianti, saranno sempre facilmente accessibili, sostituibili e adeguabili alle sopraggiunte normative o necessità d'uso mentre gli strati funzionali dei diversi componenti saranno facilmente separabili grazie a sistemi di fissaggio e connessione per i quali sarà previsto il necessario grado di tolleranza dimensionale. Il fine è sempre il successivo riuso o riciclo di materiali, elementi e componenti edilizi che mantengono caratteristiche e prestazioni iniziali anche in configurazioni differenti; si limita così l'impiego di nuove risorse naturali e si valorizzano l'energia incorporata e l'integrità formale di quanto già prodotto.

Un approccio progettuale incentrato specificatamente sulla reversibilità e sulla flessibilità degli spazi è poi quello del Reversible Building Design per il quale Durmisevic (2018; Fig. 4) individua le tre dimensioni che ne definiscono il carattere di trasformabilità e consentono di aprire opportunità per una vasta gamma di nuove proposte qualitative per gli edifici e i suoi sistemi, prodotti e materiali: 1) la dimensione della flessibilità spaziale dell'edificio; 2) la dimensione della flessibilità tecnica dei sistemi e del prodotto; 3) la dimensione della flessibilità materiale che può modificare il carattere di un edificio da lineare a circolare. Le interfacce definiscono poi il grado di libertà tra i componenti, attraverso la progettazione del profilo del prodotto e la specifica del tipo di 'connessione'. Esemplificato da Peter Rice (1994) come 'il luogo principe del dettaglio', il 'giunto', 'nodo' o 'articolazione' è un elemento che

ha alimentato il dibattito dell'Architettura Moderna e di quella Contemporanea (De Giovanni and Sposito, 2019) e che oggi torna nuovamente alla ribalta poiché dal punto di vista tecnico influenza sia la sua tenuta termica sia il potenziale di smontaggio dei manufatti. In quest'ottica il Reversible Building Design predilige le 'connessioni a secco' e una logica di assemblaggio secondo la quale gli elementi che hanno un lungo ciclo di vita e sono realizzati con materiali di lunga durata sono assemblati per primi e smontati per ultimi (Durmisevic, 2019).

Gli approcci fin qui riportati possono essere letti come il frutto di un 'processo culturale ecologico' iniziato cinquant'anni fa, quando la crisi energetica degli anni '70 ha messo a nudo la fragilità di un modello di sviluppo basato sulla 'crescita infinita' e il pensiero 'ecologico' ha iniziato a prendere forma mettendo in discussione non solo i principi scientifici ed economici consolidati nei due secoli precedenti ma anche la dialettica uomo/ambiente e il concetto di antropocentrismo. A partire dal Rapporto Brundtland del 1987 il settore delle costruzioni ha attivato riflessioni di varia natura e metabolizzato i temi del dibattito teorico sul costruire sostenibile per superare l'ossimoro della locuzione 'sviluppo sostenibile' e la dipendenza energetica dalle fonti fossili, mirando gradualmente a un modello economico improntato alla decrescita, alla circolarità e all'ecologia urbana. La transizione ecologica ha arricchito nel tempo il concetto di 'green' con i principi dell'inclusione sociale e dell'universalità, mentre si consolidava una nuova visione sistemica per la quale il costruito è parte di un ecosistema armonico in cui l'artificiale si deve relazionare con il naturale, l'uomo con l'ambiente, in una logica 'dinamica' regolata dal principio della reciproca adattività (Scalisi, 2020).

Ma se sul piano teorico la 'visione ecologica' sembra ormai matura per affrontare la grande crisi climatica e ci consente di sperare in un futuro roseo grazie anche alle potenzialità che derivano dall'attuale transizione digitale e dalle sue tecnologie abilitanti, sul piano della pratica non possiamo non considerare due criticità: la prima è che rimane alto e insostenibile l'impatto antropico sull'ambiente con importanti responsabilità per il settore edilizio, tra i pochi cronicamente in ritardo nell'aggiornare i propri processi e prodotti; la seconda è che il potenziale delle politiche e delle risorse (umane e finanziarie) a disposizione non riesce a esprimersi pienamente, traducendosi in azioni prevalentemente sporadiche, come nel caso del Queen Elizabeth Olympic Park di Londra (Jiménez-Rivero and García-Navarro, 2017; Sposito and Scalisi, 2020), o dal ritmo troppo lento. E a chi sostiene che la transizione ecologica ha un costo elevato e richiede risorse finanziarie ingenti che potrebbero essere impegnate in altri settori è il caso di far presente quanto invece costerebbe all'uomo e al pianeta non farla: i cambiamenti climatici rappresentano una importata voce passiva nei bilanci economici di ogni nazione e «[...] soprattutto, per le nuove generazioni, per le quali il futuro non è una variabile



Fig. 8, 9 | Oruga House in Santiago (Cile), designed by Sebastián Irrarrazaval, 2011 (image processing: C. La Pietra and S. Militello, 2021).

ipotetica, ma la dimensione concreta di un'«esistenza ancora in larga parte in divenire e che a noi spetta di tutelare» (Santolini, 2021).

Le potenzialità 'green' delle costruzioni 'off-site' | Gli obiettivi della Renovation Wave for Europe – raddoppiare nell'arco di dieci anni gli interventi di riqualificazione sul patrimonio esistente tramite efficientamento energetico, con recupero e riuso dei materiali – includono in sé l'implicita finalità di salvaguardare il consumo di suolo indirizzando verso approcci di tipo circolare e a zero rifiuti (TRL and WRAP, 2010); non sempre però è possibile assicurare una 'seconda vita' agli edifici esistenti indipendentemente dal programma funzionale, così come è impensabile che l'impatto sull'ambiente del settore delle costruzioni si possa risolvere senza realizzare nuova edilizia. In questo caso, la combinazione di più approcci progettuali, dallo Zero Waste al Life Cycle Design e al Design for Longevity, dall'Open Building al Design for Disassembly e al Reversible Building Design, rappresenta una soluzione che può rispondere alle tre inderogabili istanze della sostenibilità (ambientale, sociale ed economica) minimizzando le emissioni di CO₂ e garantendo alloggi di qualità a prezzi accessibili a tutti.

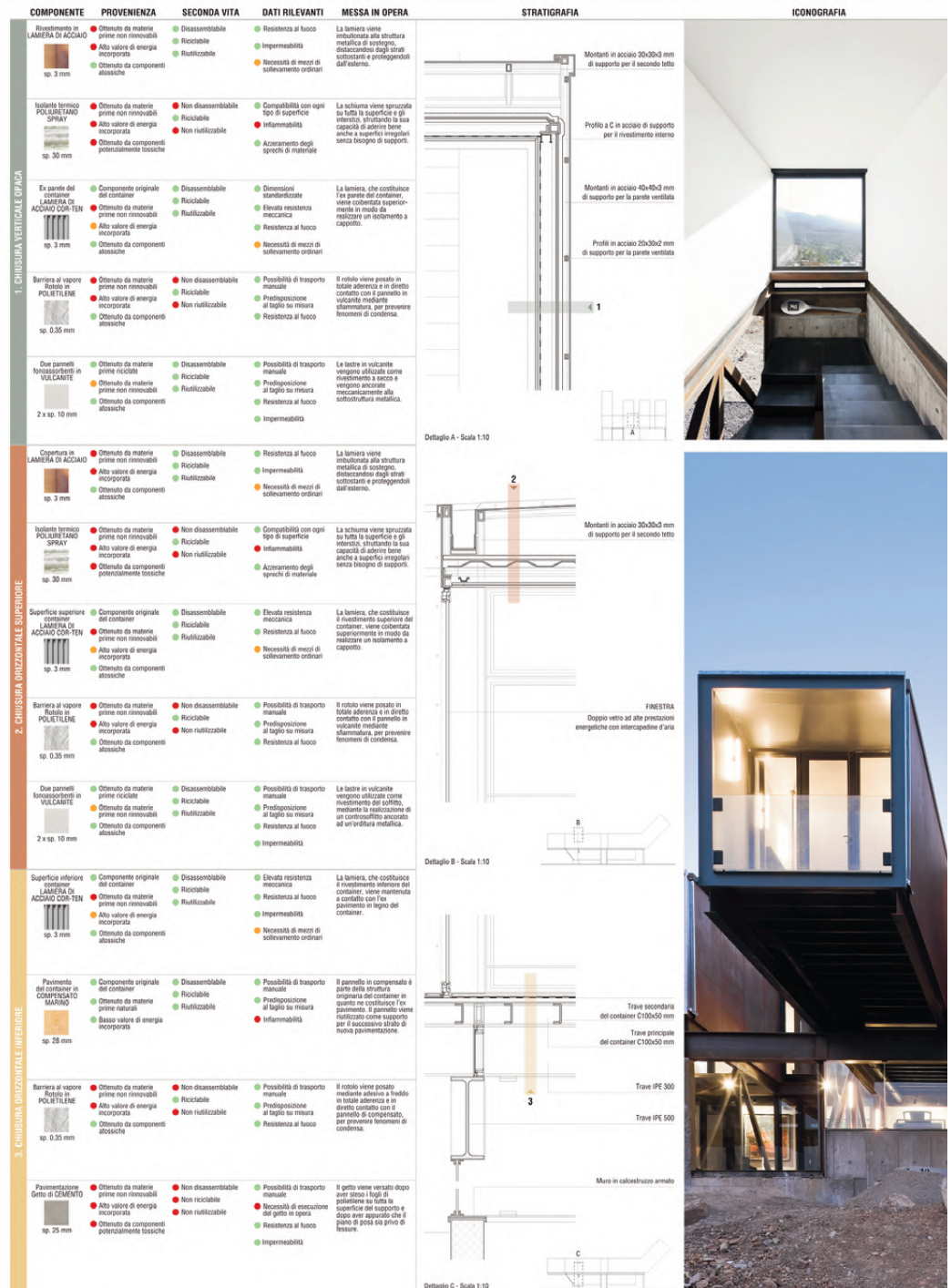
Tra i sistemi costruttivi che più si prestano ad accogliere nel processo edilizio tutti gli approcci citati vi sono sicuramente quelli a secco basati sulla prefabbricazione di componenti ed elementi edilizi. Se la prima ondata di prefabbricazione della seconda metà del Novecento si è caratterizzata per una grande quantità di alloggi costituiti da grandi edifici che hanno prodotto la standardizzazione del linguaggio architettonico, una mancata integrazione con le culture abitative locali ed effetti che negli anni hanno determinato un'emergenza sociale, urbana e tecnologica, la seconda ondata del nuovo Millennio (in ambito internazionale denominata 'off-site') non solo riesce a esprimere una varietà del linguaggio architettonico prima impensabile ma impiega tecnologie digitali e materiali/elementi/componenti sostenibili ed efficienti, che rispondono pienamente agli attuali standard di qualità e non tradiscono le aspettative di un'utenza che ha ormai maturato una 'cultura ecologica dell'abitare'. Contesti ad alta industrializzazione con una consolidata tradizione nella prefabbricazione edilizia, come Stati Uniti, Giappone, Olanda, Germania, Svezia e Regno Unito, rifiutando la logica della 'taglia unica' dimostrano che oggi è possibile produrre una nuova generazione di alloggi a un prezzo accessibile, temporanei o permanenti, e in tempi contenuti, pur offrendo una vasta gamma di soluzioni di alta qualità per contesti ed esigenze diversi: l'abitazione prefabbricata è pertanto concepita come un prodotto industriale 'su misura' (Smith and Quale, 2017) grazie all'innovazione digitale che ha reso possibile, nei processi di progettazione e di produzione, standard qualitativi e controlli più rigorosi per ridurre sensibilmente errori e difetti.

Rispetto all'accessibilità, un esempio degno di nota è Y-Cube (Fig. 5), progettato nel 2015 da Rogers Stirk Harbour + Partners per conto della YMCA London South West a Mitcham (UK) per risolvere la crisi degli alloggi nella metropoli londinese. Y-Cube è un sistema 'modulare volu-

metrico' la cui posa in opera in situ avviene indifferentemente con aggregazione orizzontale o verticale; con la stessa facilità e velocità con cui i moduli sono posizionati possono essere delocalizzati. Ogni unità è realizzata e assemblata in fabbrica con materiali di alta qualità, ecologici (la struttura ad esempio è in legno proveniente da foreste sostenibili) ed energeticamente efficienti (il modulo è ben isolato per ridurre i costi di esercizio sia in regime estivo sia invernale). I cluster prevedono aggregazioni da 24 a 40 unità: i moduli di 26 mq hanno i servizi tecnologici del tipo 'plug and play', quindi già integrati e pronti a essere collegati con le reti esterne. Il costo di realizzazione, grazie alla prefabbricazione e al preassemblaggio, è abbastanza basso e produce benefici sia allo sviluppatore che al locatario: il primo può rientrare dell'investimento in conto capitale entro 10 anni, il secondo può risparmiare

circa il 35% del canone del mercato londinese. Sebbene il sistema abbia nella rigidità compositiva il proprio limite, la giustapposizione dei blocchi consente la possibilità di configurare spazi interstiziali (ad esempio corti e cortili) che favoriscono le relazioni di vicinato e la convivialità tra gli abitanti.

Un altro punto di forza delle costruzioni 'off-site' è rappresentato dalla sensibile riduzione delle emissioni di CO₂ e dei costi energetici in fase di esercizio, oltre che di scarti di produzione e sprechi. Una recente ricerca di due studiosi cinesi (Sandanayake and Zhang, 2019) ha messo a confronto due realizzazioni a Chengdu, situata nel sud-ovest della Cina, per indagare gli impatti diretti e indiretti di una costruzione 'off-site' rispetto a un'equivalente convenzionale. I risultati dello studio, condotto tramite un'analisi LCA e prendendo in esame le emissioni incorporate dai



materiali e quelle dovute alle attività di trasporto e realizzazione dell'opera, mostrano come nel contesto cinese una costruzione 'off-site' possa raggiungere un risparmio di emissioni di gas serra di 41,05 kgCO₂-eq/m² con una riduzione dell'8,40% rispetto alla costruzione convenzionale, percentuale che può attestarsi all'11,35% se in presenza di un processo di produzione ottimizzato; inoltre lo studio evidenzia come la disponibilità di materiali locali e il trasporto siano fattori cruciali nella definizione della sostenibilità ambientale poiché entrambi possono ridurre le emissioni di gas serra di un ulteriore 16-20%, se si impiegano materiali sostenibili e se la distanza tra la fabbrica e il sito di costruzione non è superiore ai 112 Km. Sebbene i risultati dello studio vadano riferiti a un contesto produttivo, quello cinese, notoriamente poco sensibile alle questioni ambientali, i valori numerici

testimoniano che l'edilizia 'off-site' può aumentare sensibilmente la sostenibilità del costruito.

L'upcycling dei container marittimi dismessi

Molti sono gli artefatti dismessi che possono avere una 'seconda vita' ed essere reinseriti nell'economia con funzioni differenti, aumento di valore, qualità e prestazioni attraverso un riciclo 'non distruttivo', e tra questi i container da trasporto marittimo. Nonostante il primo riuso in edilizia dei container non sia databile con certezza, è possibile immaginare che la nuova funzione abitativa sia stata una risposta spontanea al loro costante accumulo nei depositi di tutto il mondo, rappresentando una ghiotta occasione per sperimentare sistemi costruttivi alternativi, dal carattere tutt'altro che temporaneo, e capaci di contribuire alla risoluzione delle citate crisi. Ma quali sono le ragioni e le condizioni del loro inutilizzo?

In relazione all'uso, alla localizzazione geografica e alla manutenzione, un generico container è progettato per garantire una vita nominale di oltre 30 anni; tuttavia, la durata media di servizio in ambito internazionale si aggira intorno ai 20 anni (Hosney Radwan, 2015). Il suo impiego prevede che, una volta raggiunta la destinazione, il container venga svuotato per poi tornare al luogo di partenza; spesso però la fase di 'rientro' risulta essere più costosa di quella con 'carico' perché il container è privo di nuova merce da trasportare (Elrayies, 2017); tale condizione ha determinato negli anni il problematico fenomeno del loro accumulo nei porti (Cabrera Vergara, 2016). La Consultantsea Ltd. stima che nel 2016, a fronte dei 23 milioni di unità in servizio e dei 6 milioni di nuova produzione, la quantità di container in disuso ha raggiunto quota 14 milioni (Hoffmann, Stahlbock and VoB, 2020) prevalentemente accumulati nei Paesi con un'economia legata alle importazioni; tale polarizzazione si è poi acuita durante l'emergenza pandemica quando grandi esportatori, come ad esempio la Cina, hanno interrotto l'export o quando grandi quantità di container a pieno carico arrivate a destinazione non sono più ripartite a causa delle restrizioni pandemiche (Costas, 2021). Logistica e costi operativi determinano quindi un ciclo di vita del container di tipo 'lineare', nel quale la fase finale rappresenta una criticità sia in termini economici sia ambientali.

I container marittimi sono parallelepipedi realizzati con acciaio corten le cui specifiche costruttive e dimensionali sono stabilite dalle normative ISO 668:2020, ISO 1161:2016 e ISO 14963:2003. I moduli che maggiormente si prestano a un impiego in edilizia sono gli High Cubes, con larghezza, lunghezza e altezza rispettivamente pari a cm 244, 1220 e 290. Dal punto di vista strutturale, il container 'marittimo' si compone di un telaio in profili d'acciaio, di chiusure verticali e orizzontali in lamiera grecata di acciaio (spessore mm 2), di un pavimento in compensato marino (spessore mm 28), fissato meccanicamente su una griglia di traverse di acciaio, e di un'apertura a due battenti. In prossimità dei nodi del volume sono presenti dei raccordi angolari standardizzati, cubi forati che permettono di assemblare i moduli in verticale e in orizzontale e di ancorarli al suolo mediante l'uso di specifici elementi anch'essi di acciaio.

La tesi secondo la quale i container possano essere riutilizzati per l'edilizia all'interno di un'economia circolare con considerevoli benefici ambientali è avvalorata da diversi studi e ricerche. Secondo Vijayalaxmi (2010) lo smaltimento di un singolo contenitore da 40 piedi richiede circa 8.000 KWh di energia per la fusione dell'acciaio impiegato, mentre per il riutilizzo potrebbe essere sufficiente lo sfruttamento di circa il 5% della suddetta energia; inoltre il riuso dell'acciaio, in termini di benefici ambientali, consente un risparmio di circa 1.130 Kg di minerale di ferro, 450 Kg di carbone e 55 Kg di calcare. Un altro recente progetto di ricerca (Giorgi, Lavagna and Ginelli, 2021), finanziato dal bando SmartLiving del-

Stow-Away Hotel

Tipologia edilizia: Aparthotel
 Progettati: Doone Silver Kerr
 Ubicazione: Waltham, Londra - Regno Unito
 Anno di progetto: 2019
 Anno di realizzazione: 2019
 Bibliografia: AA.VV. (2020), "Container Hotel in London", in D27All: Modular prefabricated, no. 06/2020, pp. 42-49
 Faccia climatica

Sistema di Koper: CH
 Dati dimensionali
 • Superficie totale: 231 mq
 • Superficie totale costruita: 685 mq
 • Superficie unità abitativa: 18,4 mq
 • Numero di livelli: 5
 • Numero di container: 25
 • Tipologia di container impiegati: 30' High Cube (2,43 x 3,1 x 2,89 M)
 Costo totale dell'intervento
 750.000 €
 Costo al m²
 1.100 €



SCHEDA DI VALUTAZIONE GENERALE

Stato di avanzamento

Caratteristiche in chiave di un'economia circolare

- Utilizzo di elementi / componenti edili riciclati o riutilizzati
- Utilizzo di elementi / componenti edili riciclabili o riutilizzabili
- Utilizzo di elementi / componenti edili disassemblabili

Contesto d'insediamento

- Urbano centrale
- Urbano periferico
- Rurale

Tipologia d'impianto

- Con sviluppo prevalente in pianta
- Con sviluppo prevalente in alzo
- Compatto
- Permeabile

Consumo del suolo

- Elevato
- Ridotto

Durata d'uso in relazione al programma funzionale

- Temporaneo di breve durata (<1 anno) Atemporale
- Temporaneo di medio termine (1-5 anni)
- Di lungo termine (>5 anni)

Sistema strutturale

- Proprio container
- Del container con rinforzi ausiliari
- Esterno al container

Flessibilità del programma funzionale

- Con zero o più moduli abitativi indipendenti
- Con più moduli abitativi in condominio

Complessità di Aggregazione dei Moduli

CAM2

Impianti ed energia rinnovabile

- Panelli fotovoltaici
- Panelli "grid connect" in copertura (trasmissione nella rete elettrica nazionale / rete elettrica in eccesso)
- Sistema di recupero del calore (con pompe di calore ad aria)

Principi di progettazione ambientale

- Ottimizzazione della ventilazione naturale
- Ottimizzazione dell'illuminazione naturale
- Ottimizzazione dell'apporto termico solare
- La facciata presenta elementi di schermatura solare
- Corretto orientamento dell'impianto (pianimetria e delle unità ambientali)

Soluzioni tecnico-tecnologiche di bioarchitettura

- Netto giardino
- Facciata ventilata

PUNTI DI FORZA

- Sviluppo verticale dell'impianto (i container sono accostati mediante connessione standard)
- Indipendenza dei moduli strutturali
- Presenza di isolamenti in facciata
- Integrazione di pannelli fotovoltaici
- Corretto orientamento dell'impianto
- Ottimizzazione degli spazi abitativi esterni
- Finiture realizzate con materiali ecologici
- Impiego di isolamento acustico

CRITICITÀ

- Presenza di ponti termici
- Isolamento termico realizzato con materiali non ecologici e non disassemblabili

- LEGENDA**
- Ingresso
 - Spazi comuni
 - Come
 - Servizi
 - Unità abitativa individuale
 - Unità abitativa individuale per disabili

Sistema di collegamenti verticali

Struttura intelaiata in acciaio per i collegamenti verticali

Container da 30 piedi High Cube

Schemature in acciaio

Accanoroni

Connessione plug-in

Tappetino fonoassorbente in neoprene

Raccordi angolari del container

Piastra con pini in acciaio

Dettaglio del sistema di connessione plug-in tra quattro container adiacenti - Scala 1:10

Panelli fotovoltaici

Schemature dall'irraggiamento solare

Sezione a-a - Scala 1:100

Schema di accostamento dei moduli

Sezione a-a - Scala 1:200

Prospetto Sud-Est

Scala 1:200

Pianta piano terra

Scala 1:100

Pianta primo piano

Scala 1:200

Figg. 10, 11 | Stow-Away Hotel in London (UK), designed by Doone Silver Kerr Architects, 2019 (image processing: C. La Pietra and S. Miltello, 2021).

la Regione Lombardia e che ha visto coinvolti BFC Sistemi, Whiteam, il Politecnico di Milano, UNI e 20 aziende nazionali ed internazionali, ha applicato il metodo Life Cycle Assessment (allineandosi per approccio metodologico ad alcuni studi già presenti in letteratura) al prototipo cHOM genius per valutare gli impatti derivanti dal riuso di container in cinque scenari differenti: 1) container nuovi e acciaio 100% riciclato; 2) container riusati e acciaio 59% riciclato; 3) container nuovi e acciaio 59% riciclato; 4) container riusati e acciaio vergine; 5) container nuovi e acciaio vergine. In aggiunta è stata condotta una valutazione LCA comparativa tra le soluzioni di progetto e le soluzioni con tecnologie convenzionali per i subsistemi tecnologici della chiusura orizzontale inferiore, della chiusura orizzontale superiore e della chiusura verticale opaca, definendo come confine del sistema 'from cradle to site' e ipotizzando gli impatti di fine vita vicino allo zero, poiché il prototipo oggetto di valutazione interamente disassemblabile e tutti i componenti e i materiali riusabili o riciclabili, non vengono conferiti in discarica.

Lo studio rivela che con il riuso di un container in acciaio riciclato al 100% è possibile ridurre del 51% le emissioni di CO₂ rispetto all'impiego di container nuovi e acciaio vergine la cui struttura portante incide sull'embodied carbon per il 54% e sull'embodied energy per il 41%, mentre nel prototipo cHOMgenius ha un'incidenza solo del 7% per entrambi gli impatti.

Anche le valutazioni sui subsistemi tecnologici a secco (interamente reversibili) del prototipo confrontati con soluzioni a umido di tipo convenzionale ci riportano dati interessanti. Il sistema di chiusura verticale proposto (composto dallo strato resistente verticale del container, da un isolamento in vetro cellulare e dal sistema di rivestimento misto in laminato, fibrocemento e in alluminio con sottostruttura anch'essa in alluminio) evita il 35% delle emissioni di CO₂, ma solo l'1,3% del consumo di energia a causa dell'elevata embodied energy dell'isolante e della sottostruttura, compensabile comunque con una maggior durata e una manutenzione dei materiali notevolmente ridotta. Il sistema di chiusura orizzontale superiore del prototipo (costituito dalla parte superiore del container e dagli strati di isolamento e di impermeabilizzante, anche questa volta posato a secco) rispetto alla equivalente soluzione convenzionale (struttura di solaio in latero cemento 16+4, cordolo in c.a., strato di isolamento di 20 cm in XPS, massetto di pendenza e finitura interna in intonaco) garantisce una riduzione dell'impatto dell'87% in termini di emissioni di CO₂ e del 68% in termini di energia incorporata, valori simili a quelli riscontrati nel sistema di chiusura orizzontale inferiore.

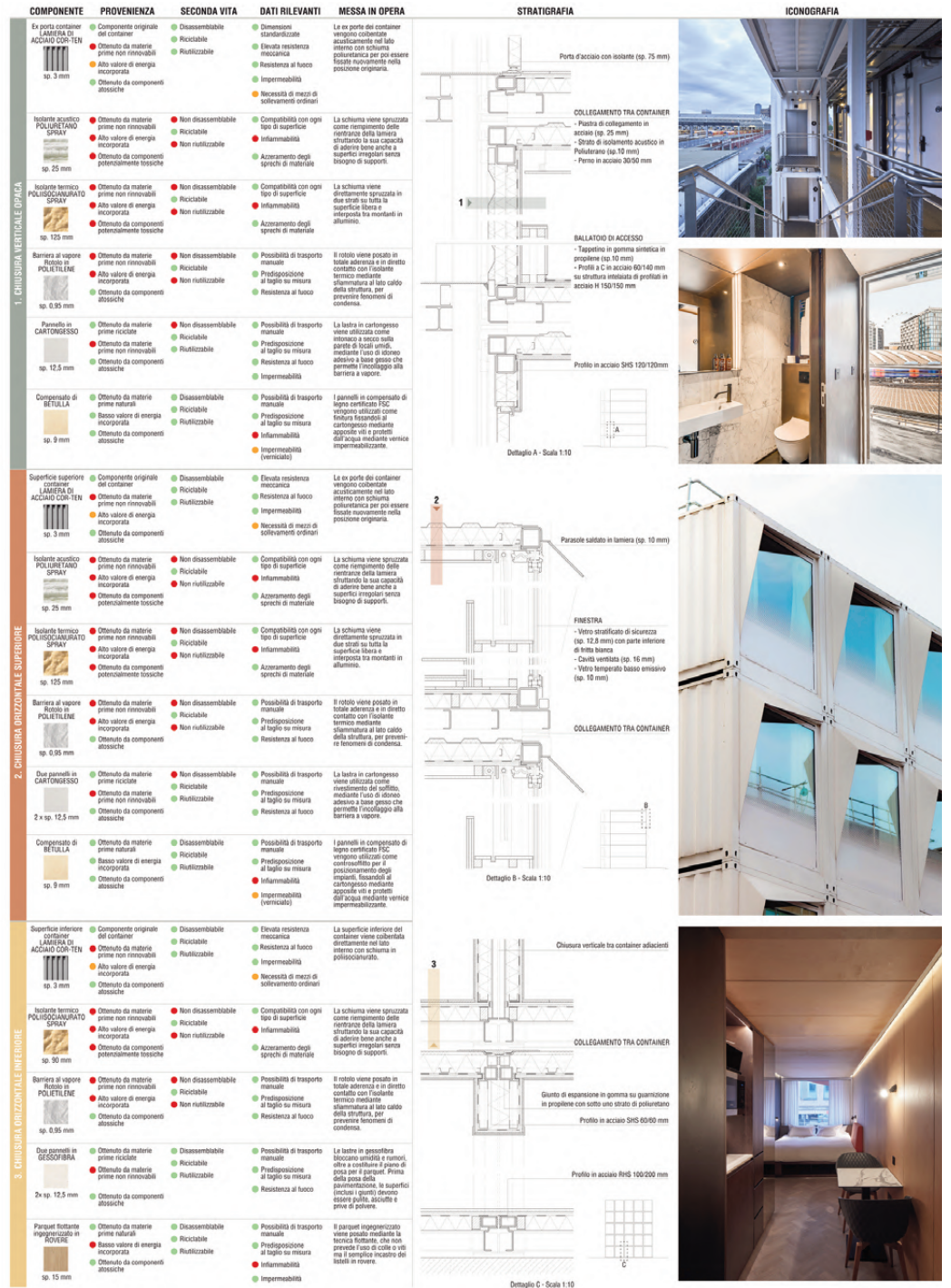
Sebbene questi dati sembrano sufficienti a giustificare il riutilizzo a fine vita di un container da trasporto nell'edilizia residenziale, ad oggi il suo impiego è stato piuttosto sporadico, prevalentemente frenato da pregiudizi di natura culturale (perché associato a un carattere temporaneo), estetica e 'compositiva'. Progettisti e committenti illuminati hanno invece saputo valorizzare, con interventi di riuso, i punti di forza del container: materiali durevoli, tempi di costruzione certi e con una riduzione dal 40% al 60% rispetto ai sistemi tradizionali (Elmokadem et alii, 2019),

facile trasportabilità, modularità e flessibilità aggregativa, costi di realizzazione contenuti.

La ricerca e l'approccio metodologico | In questo contesto ambientale critico e culturale complesso, caratterizzato da politiche, strategie e approcci diversi ma tutti finalizzati alla sostenibilità del settore delle costruzioni, un gruppo di ricercatori⁶, tra cui gli autori del presente contributo, ha condotto una ricerca autofinanziata nel biennio 2020-21 dal titolo Il Riuso dei Container nell'Edilizia Residenziale – Buone Pratiche Sostenibili e Criticità finalizzata a fornire linee guida e soluzioni costruttive (in particolare quelle tecniche conformi dei nodi) flessibili, sostenibili e accessibili attraverso il riuso/upcycling dei container dismessi come moduli abitativi. Lo studio ha interessato venti opere già realizzate, presentate dagli autori come 'sostenibili' e pubblicate su

riviste specializzate (Arkétipo, Detail, ARQ Portfolio, Divisare, L'Industria delle Costruzioni, Architecture Australia, Arquitectura Viva, SteelDoc, DBZ, Materia, ecc.) nel periodo 2010-2021 (Tab. 1). I casi studio sono stati selezionati perché rappresentano vere e proprie opere di architettura contemporanea (e non il risultato di una produzione industriale in serie) ma anche perché sono stati ritenuti significativi rispetto ad aspetti insediativi/tipologici e alle soluzioni tecniche adottate nel loro contesto geografico/climatico.

Non essendo entrati in possesso di certificati energetici o certificazioni ambientali che attestassero il livello di efficienza e sostenibilità ambientale dei progetti in questione, lo studio si è basato sull'individuazione di pregi e criticità degli involucri edilizi, sull'analisi dei loro componenti e dei relativi sistemi di posa in opera analizzando il materiale pubblicato (piante, sezioni, particolari



costruttivi, fotografie e costo di realizzazione), mentre in alcuni casi si è utilizzata anche un'ulteriore documentazione fornita dai progettisti.

Si è proceduto quindi, da un lato, a selezionare progetti con soluzioni compositive di diversa natura e con elevati gradi di flessibilità e complessità dell'organismo strutturale, al fine di mettere in luce le svariate possibilità architettonico-espressive che è possibile concepire con il modulo del container, dall'altro, a raggrupparli per zone geografiche/climatiche, tenendo conto dei requisiti di comfort abitativo che il container deve soddisfare. Sono state pertanto prodotte delle schedature-tipo in cui sono riportati i dati del progetto e i criteri e i parametri individuati per determinare e misurarne la qualità e la sostenibilità complessiva.

I criteri di valutazione presi in esame, a cui è stato attribuito uno stesso 'peso' e un punteggio

da 1 a 3, sono relativi a: progetto (qualità architettonica, compattezza e permeabilità dei volumi, flessibilità della composizione e del programma funzionale); previsione della durata del programma funzionale; costo di realizzazione per metroquadrato di superficie realizzata; distanza tra il luogo di prefabbricazione e il sito di collocazione del container; sistema strutturale (impiego della struttura propria del container, presenza di rinforzi ausiliari o di struttura esterna); soluzioni costruttive a secco e grado di smontabilità di materiali, elementi e componenti (senza perdita di materiale e prestazioni) per un successivo reimpiego; efficienza energetica dell'involucro (corretto posizionamento della coibentazione, intercapedini di ventilazione naturale e assenza di ponti termici); integrazione di impianti a energia rinnovabile; materiali, elementi o componenti edilizi naturali, ecologici, locali, riciclati o riciclabili; bioar-

chitettura in termini di consumo di suolo e interazione con l'ecosistema locale rispetto a esposizione e soleggiamento/ventilazione naturale.

L'analisi dei punti di forza e delle criticità dei singoli casi studio ha consentito la stesura di un quadro sinottico corredato dal materiale grafico considerato più caratterizzante (piante, sezioni, prospetti, assonometrie) per il progetto esaminato, mentre la restituzione dei nodi costruttivi alla scala del dettaglio (scala 1:10) ha fornito il supporto per la stesura di un abaco dei materiali, elementi e componenti dell'involucro, valutati in base alle loro caratteristiche 'green' e propensione al riciclo, al riutilizzo e alla facilità di disassemblaggio, ma anche in base alle eventuali criticità in termini di efficienza energetica.

I casi studio | Per brevità di trattazione, dei venti casi studio indagati se ne riportano sei che risultano emblematici dei pregi e delle criticità più diffuse nei casi analizzati rispetto ai citati parametri di valutazione e in relazione alle aree geografiche a clima caldo e a clima freddo. Il primo caso studio è la Casa Container 1 (Figg. 6, 7) a Santiago in Cile, un'abitazione unifamiliare progettata nel 2010 dall'architetto Sebastián Irrarázaval. L'impianto prevede l'utilizzo di quattro container e si sviluppa orizzontalmente lungo due fasce parallele, una in acciaio corten e l'altra in legno di pino, distanziate ma connesse da un corpo centrale in acciaio, multiuso, suddiviso da un'unica parete scorrevole che identifica la zona notte a sud-est e la zona giorno a nord-ovest. Gli ambienti sono illuminati da grandi aperture vetrate disposte alle estremità delle unità e protette dall'irraggiamento solare grazie alla loro posizione arretrata rispetto al filo esterno dei container. I container sono ancorati mediante piastre metalliche alle fondazioni, le quali sono costituite da barriere stradali in calcestruzzo dismesse che assicurano un impatto minimo sul terreno e permettono la ventilazione delle fondazioni. Per contrastare il surriscaldamento dell'unità abitativa durante i mesi più caldi sono stati predisposti sia degli infissi dotati di aperture superiori e inferiori che sfruttano la ventilazione incrociata sia un involucro con parete ventilata, realizzata mediante saldatura a una sottostruttura di montanti verticali, e isolamento a cappotto. Dal punto di vista della sostenibilità dell'intervento, due le criticità rilevate: la schiuma poliuretanica per il cappotto, materiale tutt'altro che ecologico che compromette il disassemblaggio e il riutilizzo di diversi elementi dell'involucro, e la presenza di ponti termici in corrispondenza del solaio inferiore.

La Casa Oruga (Figg. 8, 9) anch'essa a Santiago, in Cile, è il secondo caso studio, un'abitazione unifamiliare progettata nel 2011 dall'architetto Sebastián Irrarázaval. I dodici container sono collocati trasversalmente alle curve di livello in uno schema di fasce parallele opportunamente distanziate per permettere ai flussi d'aria di raffreddare naturalmente i volumi sfruttando la ventilazione incrociata. I volumi sono prevalentemente illuminati da grandi aperture nei container di testa con un arretramento rispetto al filo esterno che

EBA 51

Tipologia edilizia: Complesso di alloggi per studenti
Progettista: Holzer Kobler Arkitekturen
Ubicazione: Treptow, Berlino - Germania
Anno di progetto: 2013
Anno di realizzazione: 2014
Riferimento: AA.VV. (2017). "Student village in Berlin" in DETAIL. Serial Construction, no. 7-8/2017, pp. 22-25
Fascia climatica

Sistema di Azioni: 7/9
Dati dimensionali
• Superficie totale: 11.000 mq
• Superficie totale container: 800 mq
• Superficie unità abitative: 56 mq - 52 mq - 78 mq
• Numero di livelli: 4
• Numero di container impiegati: 20 da 40' High Cube (2,47 x 12,1 x 2,89 m)
Costo totale dell'intervento
1.187.340 €
Costo al mq
1.522 €



SCHEDA DI VALUTAZIONE GENERALE

Stato di avanzamento		Consumo del suolo		Complessità di Aggregazione dei Moduli		
Caratteristiche in chiave di un'economia circolare	<ul style="list-style-type: none"> Utilizzo di elementi / componenti edilizi riciclati e riutilizzati Utilizzo di elementi / componenti edilizi riciclabili e riutilizzabili Utilizzo di elementi / componenti edilizi riutilizzabili 	<ul style="list-style-type: none"> Elevato Ridotto 	<ul style="list-style-type: none"> Il container solo collegati tra loro tramite connessioni standard twist-lock 	<ul style="list-style-type: none"> Impianti ad energia rinnovabile Pannelli fotovoltaici Impianto geotermico 	<ul style="list-style-type: none"> Principi di progettazione ambientale Optimizzazione della ventilazione naturale Optimizzazione dell'illuminazione naturale Optimizzazione dell'aspetto termico solare Controllo orientamento dell'aspetto planimetrico e delle unità ambientali 	
Contesto d'insediamento	<ul style="list-style-type: none"> Urbano centrale Urbano periferico Rurale 	<ul style="list-style-type: none"> Temporanea di breve durata (<1 anno) Temporanea di medio termine (1-5 anni) Residenza universitaria Di lungo termine (>5 anni) 	<ul style="list-style-type: none"> Proprio container Del container con infissi ausiliari Ponti in acciaio vengono usati in corrispondenza delle aperture, degli usci e tra due moduli adiacenti Esterno al container 	<ul style="list-style-type: none"> Soluzioni tecnico/tecnologiche di bioarchitettura Tetto giardino Tipologia di tetto verde estensivo per coperture non piane Facciate ventilate 		
Tipologia d'impianto	<ul style="list-style-type: none"> Con sviluppo prevalente in pianta Con sviluppo prevalente in alzata Compatta Permeabile 	<ul style="list-style-type: none"> Proprio container Del container con infissi ausiliari Ponti in acciaio vengono usati in corrispondenza delle aperture, degli usci e tra due moduli adiacenti Esterno al container 	<ul style="list-style-type: none"> Con uno o più moduli abitativi indipendenti Con più moduli abitativi in condominio 			

PUNTI DI FORZA

Dinamismo ottenuto grazie ai moduli-container

- Valorizzazione della matericità del container
- Presenza del tetto verde
- Uso di connessioni standard tra container
- Pianificazione del contesto di inserimento
- Optimizzazione degli spazi abitativi interni
- Optimizzazione dell'orientamento

CRITICITÀ

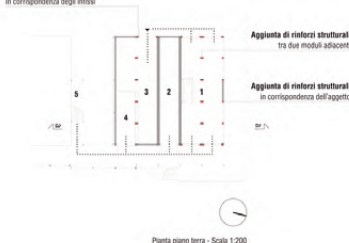
- Prefabbricazione dipendenza e tentata dal luogo di progetto (in Serbia)
- Stabilità strutturale dell'insieme (non prevede un'eventuale riconfigurazione)
- Necessità di rinforzi ausiliari in acciaio
- Disposizione dell'impianto planimetrico che non attenua l'orientamento

LEGENDA

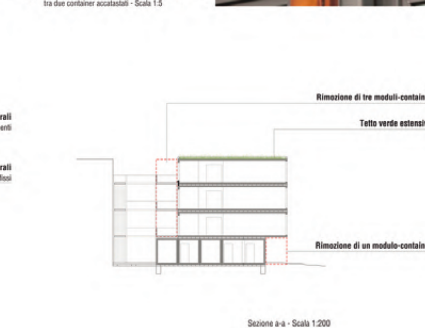
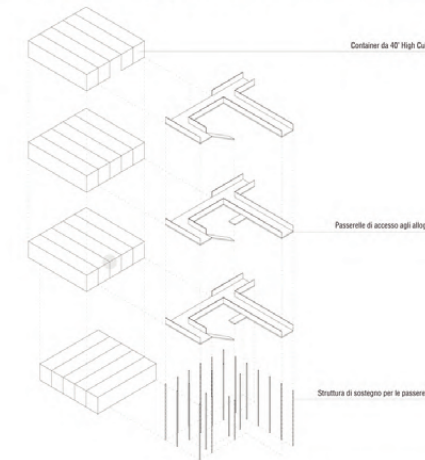
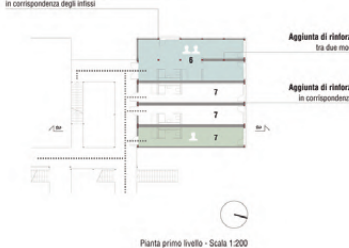
- Uscio
- Lavanderia
- Sala comune
- Magazzino
- Collegamenti verticali
- Unità abitativa doppia
- Unità abitativa individuale



Aggiunta di rinforzi strutturali in corrispondenza degli infissi



Aggiunta di rinforzi strutturali in corrispondenza degli infissi



Figg. 12, 13 | EBA51, student housing complex in Berlin (Germany), designed by Holzer Kobler Arkitekturen, 2013 (image processing: C. La Pietra and S. Miltello, 2021).

schermata dall'irraggiamento solare. Dal punto di vista dell'efficienza termica dell'involucro, la presenza di una parete e di un tetto ventilati, realizzati con una sottostruttura metallica, rappresentano una soluzione conforme rispetto al contesto climatico. Diverse le criticità riscontrate: i moduli sono sostenuti da una struttura ausiliaria in acciaio che incide negativamente sulla sostenibilità del progetto, incrementando la quantità di energia incorporata del sistema, criticità riscontrabile anche nel piano seminterrato per la presenza di una struttura in cemento armato che non rientra nella logica dell'upcycling; l'uso di schiuma poliuretana per l'isolamento a cappotto garantisce perfetta aderenza alle superfici ma allo stesso tempo non garantisce la disassemblabilità e il riuso di alcuni componenti; l'organismo architettonico risulta avere un carattere monolitico che non lascia spazio a eventuali riconfigurazioni, poiché la scelta di alcuni materiali utilizzati e l'assenza di connessioni meccaniche tra i moduli ne pregiudicano la flessibilità; i nodi strutturali evidenziano la presenza di ponti termici in corrispondenza del solaio inferiore.

Il terzo caso studio è lo Stow-Away Hotel (Figg. 10, 11) di Londra, un aparthotel progettato nel 2019 dallo studio Doone Silver Kerr Architects. L'impianto prevede l'utilizzo di venticinque container collegati, in orizzontale e in verticale mediante connessioni plug-in appositamente progettate. Ogni container funziona come una struttura autonoma indipendente, in modo che, a seconda delle necessità future, possa essere sbulonato e trasferito in un altro sito, al pari del sistema di distribuzione verticale realizzato con un telaio di travi e pilastri in acciaio imbullonati. Il fronte principale occidentale si caratterizza per la presenza di oggetti in acciaio con funzione di schermatura dei raggi solari e di infissi con la parte inferiore opaca per assicurare la privacy degli ospiti. L'efficienza energetica è garantita dai pannelli fotovoltaici in copertura e da scambiatori di calore e recuperatori entalpici; anche in questo caso si rileva una scarsa attenzione alla disassemblabilità dei componenti (per l'impiego del poliuretano spray) e la presenza di ponti termici in facciata determinata dagli elementi di connessione lasciati a vista.

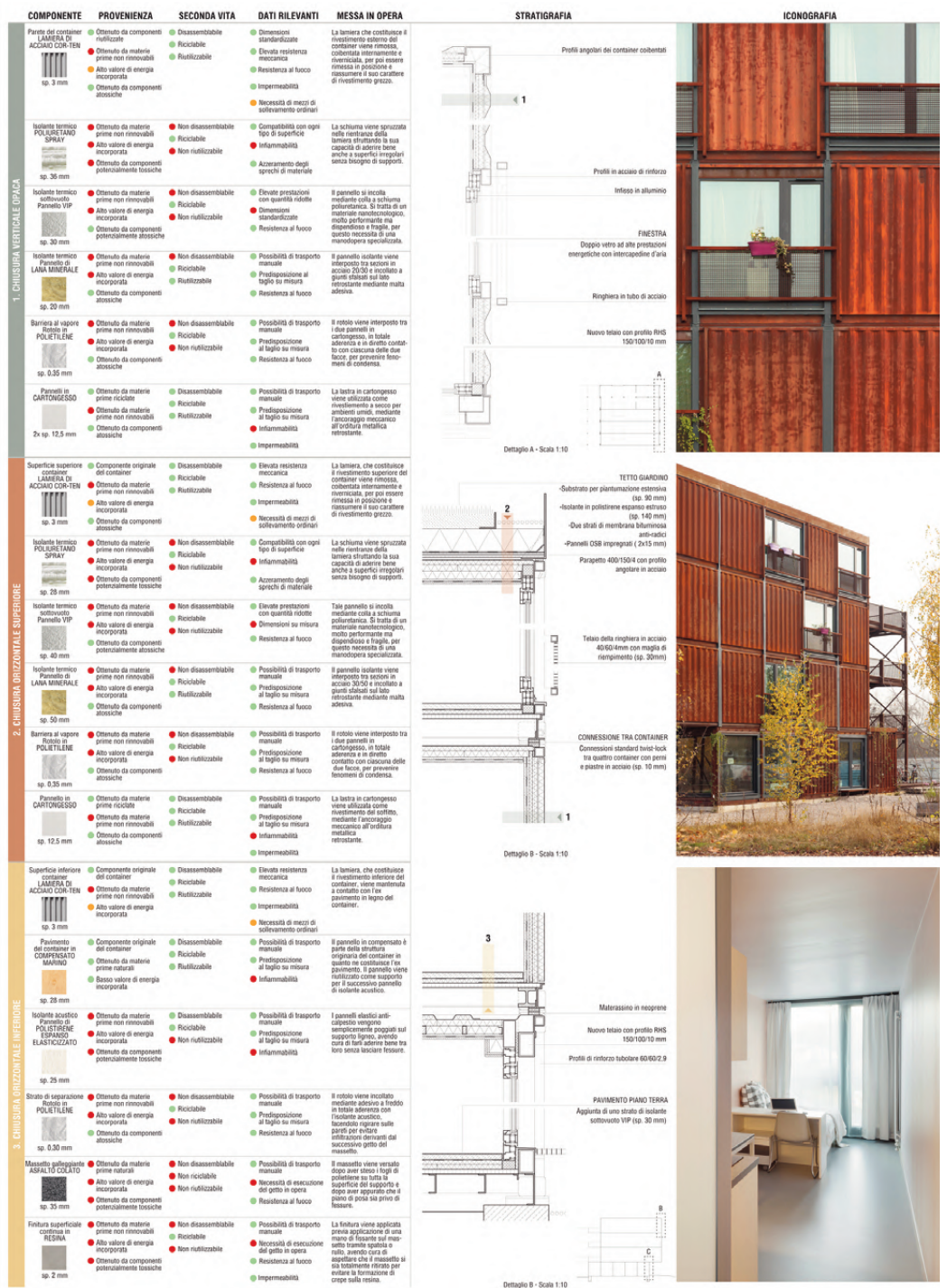
Il quarto caso studio è EBA51 (Figg. 12, 13), un complesso di alloggi per studenti a Berlino, progettato dallo studio Holzer Kobler Arkitekten nel 2013. Dal punto di vista compositivo, i venti container impiegati si configurano come due blocchi, uno dei quali comprende i tre piani superiori con asse ortogonale e in oggetto rispetto al piano terra. I progettisti hanno posto maggiore attenzione alla sostenibilità dell'edificio in fase di esercizio piuttosto che in fase di realizzazione, da un lato, eliminando i ponti termici in corrispondenza dei nodi tramite la collocazione dello strato isolante all'interno delle unità abitative (scelta adeguata alla collocazione geografica dell'intervento), dall'altro, prevedendo grandi aperture per favorire l'ingresso di luce e calore e un tetto verde estensivo per ridurre le dispersioni termiche. Due le criticità principali rilevate: la particolare aggregazione dei blocchi ha richiesto rinforzi ausiliari in acciaio in corrispondenza di sbalzi e aperture, pregiudicando possibili riconfigurazioni del sistema; la scelta di alcuni componenti, come i massetti gettati in ope-

ra, non risultano conformi ai principi di sostenibilità ambientale e di economia circolare.

I Cité a-Docks a Le Havre (Figg. 14, 15) in Francia sono alloggi per studenti, progettati nel 2010 dall'Atelier Cattani Architetti, frutto della volontà di riqualificare l'area portuale della città invitandovi cento container con la nuova destinazione residenziale: al semplice accatastamento, tuttavia, viene preferita un'immagine di leggerezza e permeabilità raggiunta con l'impiego di una sovrastruttura in acciaio sulla quale sono fissati i container e che genera nuovi spazi di socialità tramite corridoi, terrazze e balconi. I container sono posizionati sulla nuova griglia strutturale con oggetti differenti che conferiscono dinamismo alla composizione dell'impianto e ottimizzano le prestazioni energetiche dei moduli grazie alle zone d'ombra e ai canali di ventilazione che si determinano. Nonostante la nuova struttura in acciaio

contribuisca ad aumentare l'impronta di carbonio e l'energia incorporata del sistema, quest'ultimo si arricchisce di un alto grado di flessibilità nello scomporre e riaggregare singole unità abitative nel tempo.

L'ultimo caso studio è la Carroll House (Figg. 16, 17), abitazione unifamiliare realizzata dallo studio LOT-EK Architecture and Design nel 2016 a Brooklyn, New York, in un lotto di testata con due fronti su strada. I progettisti hanno caratterizzato la costruzione in risposta all'esigenza di privacy dei proprietari senza però rinunciare all'illuminazione naturale e alla dotazione di spazi esterni, realizzando una struttura a terrazzamenti che nasconde una serie di piattaforme a cascata poste sul retro dell'edificio. Il fabbisogno di energia della costruzione è soddisfatto dall'integrazione di pannelli fotovoltaici in alcune porzioni delle pareti dei container ma tale intervento ha causato il fra-



zionamento di parte dei ventuno moduli container che, riassamblati in altri punti dell'edificio, hanno richiesto rinforzi ausiliari in acciaio per assicurare la stabilità strutturale complessiva, compromettendo il riuso dei moduli in nuove configurazioni.

Discussione delle risultanze e sviluppi futuri

Dal quadro sinottico riportato nella Figura 18 – riferito ai soli sei casi riportati nel presente contributo – è possibile identificare due differenti approcci da parte dei progettisti: un gruppo si è concentrato sull'ottimizzazione del sistema costruttivo a secco e/o sull'impiego di materiali eco-compatibili mentre altri hanno privilegiato l'efficienza energetica in fase di esercizio, sfruttando l'interazione con l'ecosistema locale in termini di esposizione e soleggiamento/ventilazione naturale e integrando impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili con l'efficienza ener-

getica dell'involucro. Nello specifico, tra i progetti del primo gruppo si segnalano i Cité A-Docks, pensati e realizzati secondo la filosofia del DfD con soluzioni costruttive interamente a secco e connessioni meccaniche che non compromettono il futuro riutilizzo dei singoli componenti; tuttavia, la stessa attenzione non è stata riservata all'impronta ecologica di tutti i materiali utilizzati, come nel caso dei pannelli isolanti in polistirene espanso che, seppur riciclabili, hanno un'elevata energia incorporata. Tra i progetti del secondo gruppo sono invece da segnalare per l'elevata efficienza energetica la Casa Oruga (contesto climatico caldo) con il suo cappotto e involucro (tetti e pareti) ventilato e l'EBA51 (contesto climatico freddo) nel quale è stato previsto un isolamento sullo strato interno dell'involucro; in entrambi i casi però si ricorre a materiali altamente energivori come il poliuretano spray e i pannelli

isolanti sottovuoto VIP oppure a massetti gettati in opera che limitano la disassemblabilità dei componenti.

Rispetto alla collocazione geografico/climatica dei casi studio e all'efficienza delle soluzioni tecniche adottate si può dedurre che l'uso residenziale del modulo container risulta più conveniente nei Paesi a clima freddo, in quanto il posizionamento dello strato isolante sul lato interno dell'involucro permette, da un lato, un'adeguata risposta ai requisiti di comfort abitativo, dall'altro, il mantenimento delle pareti originali del container senza la necessità di integrare ulteriori elementi di rivestimento, scelta questa che oltre a produrre importanti economie di realizzazione consente anche il riuso di tutte le componenti del contenitore. Tuttavia, seppur inserite in un contesto a clima caldo (in Cile), la Casa Container 1 e la Casa Oruga hanno raggiunto una buona efficienza energetica grazie a un involucro ventilato e un isolamento a cappotto. Dal punto di vista del rapporto sostenibilità/accessibilità, il costo di costruzione al metroquadrato di ogni caso studio ha evidenziato come non vi sia una corrispondenza proporzionale tra gli edifici con costo di realizzazione più elevato e il loro effettivo grado di sostenibilità: infatti, la Casa Container 1, la cui realizzazione ha un costo di 784,90 €/m², ha ottenuto un punteggio maggiore rispetto alla Carroll House, il cui costo è circa 4,5 volte più oneroso. Dall'analisi fatta emerge altresì come non sia possibile determinare un evidente legame di proporzionalità tra una specifica strategia di sostenibilità e il suo costo di realizzazione, al contrario di ciò che ci si potrebbe aspettare, per esempio, nei casi studio con impianti a energia rinnovabile integrati.

Rispetto poi alla flessibilità d'uso – nella sua declinazione di 'open building' e nella sua applicazione con il Design for Disassembly – si rileva come la stessa non emerga come requisito individuato dai progettisti nella fase di ideazione, ad eccezione fatta per lo Stow-Away di Londra – che rifiuta il concetto di obsolescenza dell'intero organismo architettonico (più che in termini di materiali e componenti) prevedendo futuri sviluppi del manufatto a cui rispondere con una logica di facile scomposizione e ri-aggregazione dei singoli moduli – e per i Cité A-Docks, nei quali l'approccio DfD è riscontrabile sia nei sottosistemi costruttivi (ad esempio nei pannelli di chiusura dell'involucro) sia nella presenza di una sovrastruttura alla quale i moduli dei container (in composizione libera) sono vincolati con connessione meccanica.

In sintesi, dal quadro sinottico (Fig. 18) emerge che, nonostante i progetti fossero stati dichiarati come 'buone pratiche sostenibili', alla sostenibilità dichiarata dai progettisti non corrisponde una sostenibilità effettiva, poiché rispetto ai criteri definiti dallo studio nessuno dei casi indagati ha ottenuto il massimo punteggio. Pertanto, al termine dell'indagine il gruppo di ricerca ha ipotizzato una proposta di retrofitting dell'involucro sullo Stow-Away Hotel strumentale a dimostrare come sarebbe stato possibile per i pro-

Cité a'Docks

Tipologia edilizia: Complesso di alloggi per studenti
Progettisti: Atelier Cattani Architetti
Ubicazione: Le Havre, Normandia - Francia
Anno di progetto: 2010
Anno di realizzazione: 2010
Bibliografia: Orosi H. (2013), "Cité a'Docks in Le Havre", in ARCHITOP. Pre-Edizione n. 71/2013, pp. 66-75
Fascia climatica

Sistema di Rapp. Clt
Dati dimensionali
• Superficie lotto: 2.491,43 mq
• Superficie totale costruita: 3.550 mq
• Superficie unità abitativa: 24 mq
• Numero di livelli: 4
• Numero di container: 110
• Tipologia di container impiegati: 40' High Cube (7,43 x 12,1 x 2,89 m)
Costo totale dell'intervento: 4.500.000 €
Costo al m²: 1.237 €



SCHEDA DI VALUTAZIONE GENERALE

Stato di avanzamento

Caratteristiche in chiave di un'economia circolare

- Utilizzo di elementi / componenti edili riciclati e realizzati
- Utilizzo di elementi / componenti edili riciclabili e riutilizzabili
- Elementi / componenti edili riassamblabili

Contesto d'insediamento

- urbano centrale
- urbano periferico
- ruota

Tipologia d'impianto

- Con sviluppo prevalente in pianta
- Con sviluppo prevalente in alzata
- Compatto
- Permeabile

Consumo del suolo

- Elevato
- Ridotto

Durata d'uso in relazione al programma funzionale

- Temporanea di breve durata (<1 anno) - Flessibilità avvertibile
- Temporanea di medio termine (1-5 anni) - Flessibilità avvertibile
- Di lungo termine (>5 anni)

Sistema strutturale

- Proprio container
- Dal container con rinforzi ausiliari
- Esterno al container - Caccia container e trallegge ad un telaio portante in acciaio tramite piastre ambulatorie.

Flessibilità del programma funzionale

- Con uso di più moduli abitativi indipendenti
- Con più moduli abitativi in contiguità

Complessità di Aggregazione dei Moduli

CAMA

Impianti ad energia rinnovabile

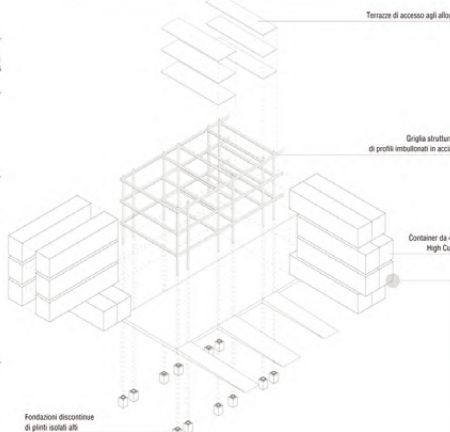
- Pannelli fotovoltaici
- Impianto geotermico

Principi di progettazione ambientale

- Ottimizzazione della ventilazione naturale - Il gioco di ribaltamenti tra i container e la griglia strutturale contribuisce al ricambio di correnti naturali d'aria.
- Ottimizzazione dell'illuminazione naturale
- Ottimizzazione dell'apporto termico solare - L'orientamento e la posizione sulla griglia strutturale con sbalzi differenti, schermandosi a vicenda dai raggi solari.
- Corretto orientamento dell'impianto geotermico e delle unità ambientali

Soluzioni tecnico/tecnologiche di bioarchitettura

- Tetto giardino
- Facciata ventilata



PUNTI DI FORZA

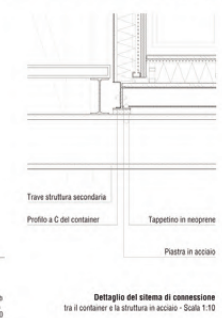
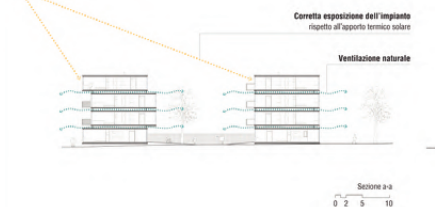
- Dinamismo e trasparenza dell'insieme (viene evitato l'effetto accatastamento dei container)
- Indipendenza dei moduli abitativi (possibilità di riconfigurazione)
- Produttività totalmente erogata all'alle
- Ottimizzazione degli spazi abitativi minimi
- Ottimizzazione della ventilazione naturale
- Corretto orientamento dell'impianto

CRITICITÀ

- Impiego di connessioni tra i container progettate ad hoc
- La struttura secondaria necessita l'utilizzo di grandi quantità di acciaio

LEGENDA

- 1. Rampa di accesso
- 2. Scale
- 3. Terracce di accesso agli alloggi
- 4. Unità abitativa individuale



Figg. 14, 15 | Cité a-Docks in Le Havre (France), designed by Atelier Cattani Architetti, 2010 (image processing: C. La Pietra and S. Militello, 2021).

gettisti risolvere le criticità riscontrate in termini di sostenibilità ambientale senza compromettere l'aspetto estetico-formale del progetto. Uno sviluppo successivo della ricerca, che rappresenta anche il suo limite nell'attuale stesura, può riguardare degli approfondimenti su due dei casi studio che sono risultati più sostenibili (la Casa Container per le zone a clima caldo e i Cité A-Docks per quelle a clima freddo) in termini di LCA dei materiali impiegati e di efficienza energetica dell'involucro anche in relazione al soleggiamento e all'azione dei venti nel loro contesto.

Riflessioni conclusive | Traguardare la transizione ecologica per superare la crisi ambientale è oggi una priorità ineludibile per la quale non possiamo permetterci di temporeggiare, poiché abbiamo visto che essa agisce come fattore moltiplicatore di crisi minando le aspettative delle generazioni future alle quali abbiamo il dovere di lasciare un pianeta sano e un ecosistema armonico in cui l'artificiale si deve relazionare con il naturale, l'uomo con l'ambiente, in una logica 'dinamica' di reciproca adattività. Dopo aver maturato in oltre mezzo secolo questa consapevolezza, abbiamo oggi a disposizione, da un lato, politiche, strategie e risorse finanziarie adeguate, grazie anche all'Unione Europea che è stata capace di coniugare etica ambientale, sviluppo e sostegno sociale, dall'altro, approcci progettuali (dalto Zero Waste al Life Cycle Design e al Design for Longevity, dall'Open Building al Design for Disassembly e al Reversible Building Design) condivisi e dibattuti dalla comunità scientifica internazionale che offrono ampi margini di sperimentazione e operatività in chiave di sostenibilità del costruito ma rispetto ai quali la ricerca, non sempre con un ruolo di primo piano, è stata spesso condotta con il limite della settorialità disciplinare.

Gli ingenti stanziamenti europei (NextGenerationEU) e del Governo italiano (PNRR) sull'innovazione ecologica (così come su quella digitale) confermano il ruolo strategico della ricerca e l'importanza di sperimentazioni e scambi di buone pratiche in un'economia 'green' basata sull'uso efficiente di risorse non rinnovabili e sull'eco-innovazione di processi e prodotti per abbattere la produzione di emissioni di CO₂ e di rifiuti. Questo obiettivo può essere raggiunto, in tutti gli ambiti del costruito, superando il limite attuale rappresentato da una mancata azione coordinata da una 'regia illuminata' priva di una visione sistemica e non fondata su una prassi metodologica di tipo multi e interdisciplinare, ascalare e intersettoriale capace di integrare contemporaneamente saperi, professionalità, discipline e settori di produzione differenti (talvolta apparentemente poco affini) per razionalizzare e ottimizzare, combinando tecnologie tradizionali e innovative, da un lato, tutti gli aspetti che entrano in gioco nell'intervento trasformativo e nelle sue dimensioni di processo, di progetto e di prodotto, dall'altro, i flussi di materia in entrata e in uscita perché siano equivalenti, ovvero affinché i rifiuti e i sottoprodotti di un settore possano essere reimpiegati integralmente in altri.

Abbiamo presentato alcune esperienze di architetture residenziali 'off-site' e altre realizzate tramite l'upcycling dei container marittimi i quali costituiscono un valido esempio di come sia pos-

sibile valorizzare un prodotto industriale giunto a fine vita, e per questo considerato un rifiuto, re-inserendolo in una economia 'circolare' con uso diverso da quello originario. Dei casi studio abbiamo evidenziato pregi e criticità ma soprattutto le potenzialità offerte qualora l'approccio progettuale miri contestualmente all'eliminazione totale di rifiuti e scarti nelle fasi di produzione e di realizzazione dell'opera, all'ottimizzazione della sua sostenibilità ambientale e alla riduzione della sua energia incorporata, alla massima durabilità dei materiali, pur senza limitare la variabilità linguistica e compositiva del progetto, la sua flessibilità d'uso, l'accessibilità per le classi meno abbienti e la smontabilità e riasssemblabilità del manufatto, tutte potenzialità che devono trovare luce sin dalle prime fasi di progettazione e ideazione dell'opera a cui si deve, secondo il VII General Union Environment Action Programme dal

titolo Living Well, within the Limits of Our Planet (European Parliament and the Council of European Union, 2013), la responsabilità dell'80% dell'impatto ambientale del prodotto.

Già quindi nelle prime fasi di progettazione e ideazione, tanto dell'opera architettonica quanto di un qualunque prodotto, è importante prevedere la figura di un regista che svolga un complesso lavoro di coordinamento tra i diversi saperi; a tale scopo l'area della Tecnologia dell'Architettura può offrire un primo significativo contributo dal punto di vista metodologico nella strutturazione dei processi produttivi ed edilizi, mettendo a disposizione anche la propria consolidata esperienza nell'ambito delle valutazioni predittive ex-ante ed ex-post degli impatti in un'ottica sistemica, da un lato, attraverso una vasta gamma di strumenti⁷ informatizzati, database, indicatori e indici già a disposizione che consentono



di valutare le criticità ambientali, sociali ed economiche della sostenibilità (Mussinelli and Tagliata, 2016), dall'altro, sfruttando appieno le nuove tecnologie abilitanti e gli algoritmi di machine learning che rendono possibile, ad esempio, la stima della quantità di rifiuto da costruzione e demolizione già in fase progettuale. Degna di nota a tal proposito è una recente ricerca sperimentale di André Nagalli (2021) che ha evidenziato come una rete neurale artificiale con algoritmi basati sulla regolarizzazione bayesiana, utilizzando due soli cicli di addestramento, sia in grado di ottenere nel 43,3% dei 330 casi studio ottimi risultati in termini di previsione della quantità di rifiuti generati dal processo edilizio.

Un secondo significativo contributo può riguardare la definizione di una dimensione meta-progettuale che metta a sistema i punti di forza degli 'approcci sostenibili' citati, in particolare per la prefabbricazione e l'upcycling, tramite la

formulazione di indicazioni, schemi e abachi con una vasta gamma di soluzioni aggregative e tecniche conformi (con particolare attenzione ai nodi e alle connessioni) per l'involucro edilizio in ragione del contesto climatico di riferimento, prevedendo l'impiego di elementi e componenti da posare in opera a secco secondo le logiche e il protocollo del DfD (Durmisevic, 2018) ma capaci di garantire un elevato livello di flessibilità (materica, geometrica e di linguaggio architettonico) tale da non incorrere nel rischio di una prefabbricazione 'anonima' e 'uniformante' già superata dalle recenti sperimentazioni.

Nonostante diversi studi e ricerche consentano di affermare che i sistemi 'off-site' rappresentino una valida alternativa ai sistemi costruttivi convenzionali a umido (Oliveira et alii, 2018, Rics, 2020, WBDG Sustainable Committee, 2021) e lo studio sull'upcycling dei container marittimi dismessi mostri, in un'ottica 'zero rifiuti', che è

possibile un loro riuso a fine vita attraverso un riciclo 'non distruttivo', per un'ampia diffusione di questi due approcci è necessario, da un lato, fare ricorso alle tecnologie digitali e a nuove competenze professionali per affrontare complessità e dinamiche proprie dell'Industria 4.0 e sfruttarne appieno potenzialità e opportunità, dall'altro, superare le barriere – non tutte fondate – che la NHBC Foundation (2016) ha fatto emergere con una ricerca sulle costruzioni 'off-site' volumetriche.

L'indagine ha evidenziato che gli utenti percepiscono la prefabbricazione come un sistema costruttivo non familiare, poco flessibile nel soddisfare richieste 'su misura', economico e poco durevole e pertanto lontano dalla solidità di una costruzione tradizionale, mentre le imprese hanno il timore degli elevati costi iniziali dell'impianto di produzione, di logistiche di trasporto e cantiere, di non riuscire a reperire manodopera specializzata e, soprattutto, di una mancata risposta dal mercato. Lo stesso studio conclude suggerendo alcune azioni che possano abbattere queste barriere e favorire l'impiego di sistemi costruttivi prefabbricati come, ad esempio, diffondere, da parte dei produttori di Modern Methods of Construction, analisi su costi/benefici e casi di studio di buone pratiche, incoraggiare i fornitori di elementi e componenti edilizi a entrare nel mercato; a questi aggiungiamo una inadeguata formazione dei tecnici ma anche in datati modelli d'impresa e mancanza di relazioni tra i diversi attori del processo (e tra i settori produttivi) nella gestione dei flussi di risorse.

In definitiva, se la strada verso la neutralità climatica è ancora lunga da percorrere possiamo comunque essere ottimisti perché abbiamo – per tutti gli ambiti del costruito – sia gli strumenti per pensare e operare in un'ottica circolare 'estrema' (chiudendo il ciclo della materia attraverso la definizione di strategie di progettazione 'sistemiche' e 'multi approccio') sia la conoscenza delle barriere che ne frenano lo sviluppo. È tuttavia presumibile che il nuovo modello 'multi approccio' prenderà campo e si consoliderà definitivamente come prassi operativa quando le materie prime non rinnovabili diventeranno difficilmente reperibili e molto costose, mentre i materiali provenienti da riciclo saranno largamente disponibili e con costi accessibili, ma soprattutto quando si diffonderà la consapevolezza che la riduzione dei livelli di carbonio e dei consumi non può essere misurata con parametri matematici e che il valore di un edificio accresce se può essere facilmente rinnovato e trasformato acquisendo costantemente nel tempo nuovi livelli di cultura e identità (Macchi, 2017).



We are living in one of the most difficult historic moments for our planet and humanity, the so-called Anthropocene. In the late 1970s, the Soviet geologist E. V. Shantser (quoted in Foster, Holleman and Clark, 2019) identified a geological era characterized by great territorial and climatic changes depending not only on the geological

Fig. 16, 17 | Carroll House in New York (US), designed by LOT-EK Architecture and Design, 2016 (image processing: C. La Pietra and S. Militello, 2021).

action but above all on the social, economic, productive and settlement action of the human being. Crutzen and Stoermer (2000) have proposed the second half of the 18th century as a start date for the Anthropocene. They highlighted that, since then, human activities and (scientific and technological) progress have produced tangible and exponentially accelerated effects on our planet, on the one hand, making the balance of its ecosystem precarious, and on the other, affecting safety, health, well-being as well as the availability of goods and livelihoods for its inhabitants (Meadows et alii, 1972; Apreada, D'Ambrosio and Di Martino, 2019). Thomas L. Friedman (2016) also observed a continuous and quickly changing condition. The planet we live on, in 2030 will already be very different from the one we know, because it will be affected by the three 'forces' of Moore's Law for technology, by the Market for globalization and by Mother Nature for climate change and the loss of biodiversity. The three forces simultaneously push on buildings, from cities to the landscape.

However, climate change alone is not dangerous but is – as Amitav Ghosh (2017) would say – a 'threat multiplier' stressing and amplifying the instability and insecurity already present in some areas of the world, including the economy. According to the World Economic Forum (WEF, 2021), at a global level, the most catastrophic scenario with a temperature increase up to 3.2 °C could wipe out up to 18% of the global GDP by the middle of the century. Of course, this has high costs also in terms of human lives. According to a recent report on climate change disasters made by the World Meteorological Organization (WMO, 2021), between 1970 and 2019 more than 2 million people have died because of extreme weather events and economic losses amounted to 3.64 trillion dollars. In Europe, deaths due to extreme heat could increase from 2,700 to 90,000 every year by 2100. According to the Intergovernmental Panel Commission on Climate Change of United Nations (IPCC, 2018), the causes and effects of these phenomena are due to the constant increase in global warming which could lead to a rise in global average temperatures of about 5.8 °C by the end of the current century. In general, the collective ecological print has already significantly exceeded the 'biocapacity' of many Countries (Beyers and Wackernagel, 2019). This current condition makes most industrialized countries 'ecological creditors' (Świąder et alii, 2020).

Studies and reports present alarming scenarios and data that show that the building industry is one of the main causes of the poor health of our planet. In 2018 it absorbed 35% of global energy consumption and produced 38% of annual greenhouse gas emissions. These data surely are very alarming, but are nothing compared to the 2050 outlook, when the energy demand will increase by about 50% and the demand for building cooling will triple compared to 2010 (IEA, 2021; Figg. 1, 2). A recent report made by the European Environment Agency (EEA, 2019) reveals that in the European countries the building industry produces a third of the total waste¹, while from a resources point of view it originates about 50% of raw materials extraction². Among the negative effects on the environment from the production process of the countries in Europe, there

are the national GHG emissions³ between 5 and 12% (European Commission, 2020a) and the impressive energy quantity (difficult to measure) necessary for the disposal of materials and components, today mainly disposed of in landfills (Crawford, Mathur and Gerritsen, 2017).

Even the housing situation is in a serious emergency, on the one hand, because the exponential increase in the population is matched by a proportional increase in the difficulty of finding adequate accommodation and services at affordable prices. On the other, because the uncontrolled mass migratory flows towards bigger cities have triggered a growth in urbanization often without adequate planning. The increase of the housing demand in big cities (together with the aforementioned estimate of ten billion humans on the planet by 2050) affects all income brackets and seems far from coming to a stop. We should not overlook the effects of globaliza-

tion on mobility for some categories of workers (for example freelancers) or for students who need temporary accommodation and the emerging model of remote working that requires flexibility of spaces and adaptability of functions.

These critical issues overlap with other issues that amplify the effects of the global economic crisis. The latter carries social emergency, unemployment and precariousness – just to name a few – a financial development centred on inequality, a growing gap between income and housing market prices, diversification of housing demand (such as the houses required by an ageing population), an increase in mass migration flows and numerous natural disasters.

The Homelessness World Cup Foundation (HWCF, 2019) highlights a diverse emergency housing condition, concerning the geographical contexts under consideration, but substantially alarming. In Hong Kong alone, for example, about

The image displays a detailed architectural facade system design. It consists of three main parts: a table of material properties, a stratigraphic section, and photographs of the building facade and interior.

Table of Material Properties:

COMPONENTE	PROVENIENZA	SECONDA VITA	DATI RILEVANTI	MESSA IN OPERA
Piastra del container LAMIERA DI ACCIAIO CON-TEN sp. 3 mm Isolante termico Schottura rigata in CELLULOSA ESPANSA sp. 100 mm Pannello in CARTONGESSO sp. 12,5 mm Quayt impregnato Finito in BTUNE sp. 4 mm Isolante termico Schottura rigata in POLIURETANO ESPANSA sp. 60 mm Strato isolante BTUNE sp. 2 mm Lattaia di COMPENSATO sp. 15 mm Superficie superiore del container LAMIERA DI ACCIAIO CON-TEN sp. 3 mm Isolante termico Schottura rigata in CELLULOSA ESPANSA sp. 140 mm Pannello in CARTONGESSO sp. 12,5 mm Pannello di legno impregnato in MORGANO sp. 6 mm Superficie inferiore del container LAMIERA DI ACCIAIO CON-TEN sp. 3 mm Pavimento del container in COMPENSATO MARINO sp. 13 mm Isolante termico Schottura rigata in CELLULOSA ESPANSA sp. 140 mm Pannello di legno impregnato in MORGANO sp. 6 mm	• Ottenuto da componenti • Ottenuto da materie prime non rinnovabili • Alto valore di energia incorporata • Ottenuto da componenti atossici • Ottenuto da materie prime riciclate • Alto valore di energia incorporata • Ottenuto da componenti potenzialmente atossici • Ottenuto da materie prime riciclate • Alto valore di energia incorporata • Ottenuto da componenti atossici • Ottenuto da materie prime riciclate • Alto valore di energia incorporata • Ottenuto da componenti potenzialmente atossici • Componente originale del container • Ottenuto da materie prime non rinnovabili • Alto valore di energia incorporata • Ottenuto da componenti atossici • Ottenuto da materie prime riciclate • Alto valore di energia incorporata • Ottenuto da componenti potenzialmente atossici • Componente originale del container • Ottenuto da materie prime non rinnovabili • Alto valore di energia incorporata • Ottenuto da componenti atossici • Componente originale del container • Ottenuto da materie prime riciclate • Alto valore di energia incorporata • Ottenuto da componenti potenzialmente atossici	• Disassemblabile • Riciclabile • Riutilizzabile • Non disassemblabile • Riciclabile • Riutilizzabile • Non disassemblabile • Riciclabile • Riutilizzabile • Disassemblabile • Riciclabile • Riutilizzabile • Disassemblabile • Riciclabile • Riutilizzabile • Disassemblabile • Riciclabile • Riutilizzabile • Disassemblabile • Riciclabile • Riutilizzabile • Disassemblabile • Riciclabile • Riutilizzabile	• Dimensione standardizzata • Elevata resistenza meccanica • Resistenza al fuoco • Impermeabilità • Necessità di mezzi di sollevamento ordinari • Compatibilità con ogni tipo di superficie • Resistenza al fuoco • Azzeramento degli sprechi di materiale • Possibilità di trasporto manuale • Predisposizione al taglio su misura • Infiammabilità • Impermeabilità • Possibilità di trasporto manuale • Predisposizione al taglio su misura • Infiammabilità • Impermeabilità • Compatibilità con ogni tipo di superficie • Resistenza al fuoco • Azzeramento degli sprechi di materiale • Elevata resistenza meccanica • Resistenza al fuoco • Necessità di mezzi di sollevamento ordinari • Dimensione standardizzata • Elevata resistenza meccanica • Resistenza al fuoco • Impermeabilità • Necessità di mezzi di sollevamento ordinari • Elevata resistenza meccanica • Resistenza al fuoco • Impermeabilità • Necessità di mezzi di sollevamento ordinari	• La lamiera verticale, che costituisce il rivestimento esterno del container, viene rimossa e riciclabile, per poi essere rimessa in cantiere e riutilizzata in suo cantiere di rivestimento a griglia e moliscolica. • La fibra di cellulosa viene pensata mediante rivestimento a secco e contenuta per il passaggio degli impianti, assicurando alla struttura metallica retrostante di supporto. • La lattaia in cartongesso viene utilizzata come rivestimento a secco e contenuta per il passaggio degli impianti, assicurando alla struttura metallica retrostante di supporto. • Il mantello a vista viene fissato in cantiere con il supporto prima di sfilmatura con canello a gas protetto. • Il pannello in schiuma rigata per le pareti è adatto all'applicazione sotto quote per tutti i casi, in quanto resiste a temperature superiori a 150 °C. e va incollato a punti stabiliti su una struttura di supporto. • Il sigillante viene applicato a caldo e viene laminato con il supporto prima di sfilmatura con canello a gas protetto. • Il pannello in compensato viene utilizzato come supporto per gli strati che costituiscono la tipologia di tetto caldo. • La lamiera, che costituisce il rivestimento superiore del container, viene rimossa e riciclabile, per poi essere rimessa in cantiere. • La schiuma viene spazzata nella struttura della lamiera, che costituisce il rivestimento superiore del container, viene rimossa e riciclabile, per poi essere rimessa in cantiere. • La lamiera, che costituisce il rivestimento inferiore del container, viene rimossa e riciclabile, per poi essere rimessa in cantiere. • Il pannello in compensato è parte della struttura del container. Il pannello viene realizzato come supporto per il successivo strato di isolante. • La cellula rigata viene applicata con un processo di pressatura. Il risultato è una lamiera aderente al pannello in legno e seguita alla sua incapsulatura viene applicata una seconda lamiera di legno, creando una sorta di sandwich. • Il pannello viene usato come rivestimento del pavimento e fissato al pannello inferiore mediante apposite viti. • La lamiera, che costituisce il rivestimento inferiore del container, viene rimossa e riciclabile, per poi essere rimessa in cantiere. • Il pannello in compensato è parte della struttura del container. Il pannello viene realizzato come supporto per il successivo strato di isolante.

STRATIGRAFIA: Shows a cross-section of the facade system with labels for components like 'Lamiera in acciaio inossidato (sp. 0,9 mm)', 'Profilo in acciaio SHS 76x76', 'FINESTRA', 'Doppio vetro ad alte prestazioni energetiche con intercapedine d'aria', 'Appoggio fast-lock tra i placcati di rivestimento', and 'Profilo in acciaio di rinforzo RHS 100x120x10'. It also includes 'GRADINI - Legno lamellare (sp. 10 mm) - Lattini in legno (sp. 30 mm)'.

ICONOGRAFIA: Includes photographs of the building facade and an interior view of a hallway.

Legenda: Dettaglio A - Scala 1:10

200,000 citizens live in the so-called 'coffin homes' (housing units the size of a wardrobe; Fig. 3). In Europe, the situation of some Countries is also critical: in Austria, 70% of homeless people are in Vienna, Greece has seen evictions increase by 70% since the beginning of the 2008 economic crisis, while in France the number of homeless people has increased by 50% in ten years.

The situation is far from being good even overseas. Since 2014, in Venezuela, a process of forced displacement has begun: 3.4 million people had to flee their homeland to take refuge in neighbouring countries: in Peru, in 2017, 700,000 people became homeless due to landslides and floods. These are some of the data showing a universally unstable overview, further worsened by the ongoing pandemic (Rogers and Power, 2020).

During the 2020 lockdowns there was a limited contraction of CO₂ emissions, but the Covid-19 pandemic has increased the environmental crisis and vulnerability conditions of the new millennium also affecting economic and social policies, individual and collective relationships and expectations, accessibility to goods and services, well-being, health and safety of individuals, and increased inequalities. In the complexity of this new condition, the interdependencies and interactions between the various crises become risk multiplying factors, determining what Edgar Morin (2020) has recently called 'polycrisis' (environmental, health, economic, social, etc.).

In this emergency context, with global and structural characteristics, the paper proposes to implement new practices based on a systemic vision that simultaneously uses multiple sustainable and circular design philosophies and with a more aware and adequate approach to the ecological transition that we are implementing, and which, by combining traditional and innovative techniques and technologies, allow eliminating scraps and waste in the building industry. In particular – after having dealt with the potential of off-site in reducing environmental direct and indirect impacts compared to an equivalent conventional building – the article reports the results of recent research on the upcycling of discarded sea containers. By examining the strengths and problems of the experimental projects examined, the research shows how it is possible to enhance an industrial end-of-life product – therefore considered a waste – by re-inserting it into a 'circular' economy with a different use than its original purpose, through non-destructive recycling and, at the same time, improving its value, quality and performance.

Thoughts, policies, strategies and approaches to overcome the environmental crisis | To implement possible thoughts on complex human processes and mitigate environmental effects that characterize our era, it seems appropriate to outline the reference framework by retracing the steps that have marked not only the evolution of the 'ecological' thought but also the current policies, the strategies and approaches theorized to face the polycrisis ahead. The awareness that uncontrolled human activity generates irreversible consequences for the environmental impact on our planet is not recent but can be dated to the beginning of the second half of the last century. Among the pioneers that have promoted aware-

ness on environmental issues were Rachel Carson (1962) who was the first one to question the legitimacy for man to claim control over nature and at the same time denounced the risks for man and nature to indiscriminate using polluting and lethal chemicals in agriculture, Barnett and Morse (1963) who theorized the first principles of environmental economy, and Victor Papanek (1971) who appealed to a design characterized by inclusion, social justice and sustainability, rejecting all forms of consumerism and laying the foundations for sensitive and responsible design in a world lacking resources and energy.

After these contributions, The Limits of Growth report followed (Meadows et alii, 1972; Meadows, Meadows and Randers, 2004). It highlighted the unsustainability of a growth model based on the reckless use of resources and environmental pollution and the first United Nations Conference on the Human Environment in Stockholm – when the United Nations Environment Program was established – forerunners that inspired the well-known Our Common Future report (also known as the Brundtland Report) in which the first definition of 'sustainable development' was created: «[...] Humanity has the ability to make development sustainable to ensure that it meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs» (WCED, 1987, p. 15). This definition was quoted multiple times and was integrated with new and specific variations from numerous institutional documents of strategic aim that came in succession up to the present day at an increasingly fast pace, starting with Agenda 21 (UN, 1992). It was a complex Program, (a sort of manual) originating from the Rio Conference which identifies the actions to be taken at a global and local level in each area affected by climatic-environmental and socio-economic emergencies and specifies the means of implementation of the program (scientific, financial and legal, training, information, international cooperation).

At the beginning of the new millennium, new indications were developed, aiming to fill some gaps of the previous guidelines and the European Union took on a leading role with the Climate and Energy 20-20-20 Package (European Commission, 2009). It promoted new initiatives in different sectors to reach ambitious environmental goals aimed at a 'preferable future' scenario. Some of the worth-mentioning documents having had the greatest impact on current government policies are The Future We Want (UN, 2012) with new Sustainable Development Goals and the 2030 Agenda for Sustainable Development (signed in 2015 by 193 UN member states), an Action Program for humanity and the planet with 17 Goals and 169 targets «[...] integrated and indivisible and balance the three dimensions of sustainable development: the economic, social and environmental» (UN – General Assembly, 2015, p. 1). This important document shows that the shift towards sustainability takes place not only through actions on buildings but also through values that place man at the centre of the process. In the same year, the European Union adopted the Action Plan called Closing the Loop, a package of measures aimed at guiding the transition towards a circular economy through competitiveness and growth of a sustainable econo-

my focused on reuse and recycling of materials, seeing waste as a 'resource' (European Commission, 2015).

At the same time, new economic approaches and theories were formed, such as Biomimicry (Benyus, 1997), Cradle to Cradle (McDonough and Braungart, 2002), Economics of Happiness (Kahneman, 2007), Blue Economy (Pauli, 2009), Circular Economy (Ellen MacArthur Foundation, 2010), Sharing Economy (Botsman and Rogers, 2010), Qualitative Growth (Capra and Henderson, 2013) and Serene De-growth (Latouche, 2015; Raworth, 2017), focused on sobriety, on the idea of limits and on the '8 R' (Re-evaluate, Reconceptualize, Restructure, Redistribute, Relocate, Reduce, Reuse, Recycle) as possible responses to the planet's emergencies, but also on the six areas of the ReSOLVE action (REgenerate, Share, Optimise, Loop, Virtualise e Exchange; Ellen MacArthur Foundation 2015a) for companies and Countries aiming to shift towards a circular economy, with the aim of sustainable development and of safeguarding future generations (European Commission, 2018). Therefore, the circular economy is a new model rethinking an economic development completely separated from the use of non-renewable limited resources (Ellen MacArthur Foundation, 2015b), as it was suggested first by Walter R. Stahel (1976) – who outlined the characteristics of a 'loop' economy with greater benefits on work, economic development, resource-saving and waste control – then by Frosch and Gallopoulos (1989) – who promoted a 'biologic ecosystem' where the waste of industrial processes become raw materials for other projects/objects – and finally, by McDonough and Braungart (1998, 2002, 2013): according to them, the design should be based on two looping cycles, a technical and a biological one, where resources are kept for as long as possible with minimal loss of quality and waste.

Concerning the environmental subject, the whole world takes the European Union as a model for its many programs, activities, actions and funds promoted and implemented over the last twenty years. The European Green Deal (European Commission, 2019), presented as 'innovative, transformative and revolutionary' (Ossewaarde and Ossewaarde-Lowtoo, 2020) proposed a 'new growth strategy' to build a 'modern economy, efficient in resource management and competitive'. It envisages not only the reduction of CO₂ emissions but also an increase in living standards and new opportunities for work linked to new production, consumption, social and built organization models, all through specific strategies and funds that promote a 'fair transition' even for the most vulnerable citizens. The first pillars of the European Green Deal are the Renovation Wave (European Commission, 2020a) – aimed at stimulating the renovation of the buildings towards climate neutrality and recovery – the Circular Economy Action Plan (European Commission, 2020b) and the NextGenerationEU, a financial tool that provides about 750 billion euros for the implementation of the ecological and digital transformation of the Member States.

However, up to date, the global efforts were mostly focused on the reduction of CO₂ emissions, through greater energy efficiency and the

use of energy from renewable sources. Resource efficiency and circular growth were the basis of the development program fostered by the New Climate Economy (NCE, 2018) and the World Resources Institute (WRI, 2020): according to them, the 'growth' can be 'separated' from its negative impacts on the environment. However, when sustainability is the aim, a circular economy with 'closed' recycling circuits is prevalent and ignores the indications of experts and researchers saying that to achieve the ambitious objectives set by Paris it is essential to reduce the quantity/volume of non-renewable natural resources used, but above all of the derived waste (Hickel, 2019; EEB, 2020). The European Environment Agency (EEA, 2021) has recently affirmed that the hoped 'separation' is not happening and might never be implemented, supporting this idea with data showing Europe as one of the first areas in the world for consumption and 'stress' on the environment and where the circular economy fuels a growth strategy aimed at the consumption of resources: in 2019, only 12% of materials were recycled in the European Union, while in the rest of the world circularity is decreasing (Circle Economy, 2021).

In a recent contribution, David Ness (2021, p. 28) underlined how the European Union has recently recognised «[...] that conventional approaches are insufficient to make the major shifts required, [and that a considerable reduction] of environmental pressures and impacts would require fundamental transformations to a different type of economy and society». To resume the 'green pact' the European Commission (2021) has launched the New European Bauhaus with a call for projects⁴ for the built and natural heritage meant for designers, architects, artisans, engineers, scientists and creatives who have submitted projects capable of describing the three key dimensions of one of the main programs of the next seven years in Europe: sustainability, aesthetics and inclusion. The second stage of the program, which will end by 2023, will create pilot projects. In the last stage, which will end by 2024, the results will be disseminated to the widest possible audience in Europe and around the world.

David Ness (2021, p. 29) wonders if our society is ready to face this stage of ecological transition to «[...] develop and grow in quality (e.g. purpose, solidarity, empathy), rather than in quantity (e.g. material standards of living), in a more equitable way [and if it could help] the 'raison d'être' for the New Bauhaus and its driving ambition». Christian Bason et alii (2020) have a positive opinion on it, interpreting the New European Bauhaus as an innovative medium for a wide range of interconnected objectives. Each one needs to be bold, inspiring in the social, cultural and political areas, to build shared identities by transforming an avant-garde into a 'new wave' of systemic change for the necessary ecological and digital transitions. According to Mario Losasso and Simona Verde (2020), the current policies to fight against the environmental condition of polycrisis of our planet need urgent local actions in the near future, starting from the projects with a Green City Approach (OECD, 2016) to urban and environmental redevelopment and regeneration, added in a global strategy capable, on the one hand, to tackle socio-economic issues without hesitation, and on the other, to work with multiple actions to

create positive future scenarios and make the built environment more sustainable (in terms of impact), more resilient and less exposed to environmental risks, transforming a crisis into an opportunity.

If the European Union calls upon the creativity of technicians and scientists and the interdisciplinary nature of knowledge, it is useful to recall that there are already design approaches and methods that allow measuring the sustainability of the work and the well-being of the users with qualitative and quantitative markers. In addition to environmental certifications, Life Cycle Assessment, Extended Life Cycle Costing, Environmental Product Declaration, etc. one of the reference approaches is Zero Waste: it is based on the growing quantity of waste produced by the dangerous combination of extensive exploitation of natural resources and inefficient use of materials in the end-of-life stage (Pietzsch, Ribeiro and Medeiros, 2017; Baratta, 2021). Over the last twenty years, after launching more ecological products with the Integrated Product Policy (European Commission, 2001) and a more virtuous building process with the Life-Cycle Thinking (European Commission, 2003), the European Commission has adopted a series of provisions useful for promoting the recovery, treatment and reuse of products (European Commission, 2008, 2016); it introduced the Extended Producer Responsibility: the producer is asked to take on the responsibility and management of the life cycle stage when the products become waste. Some 'virtuous' European Countries have implemented regulations⁵, mechanisms and processes allowing a fair percentage of reuse or recycling of waste (Germany, 56%; Austria, 54%; South Korea, 54%, Wales, 52%; European Environmental Bureau and Euronomia, 2019) while many other Countries are under the threshold of 30% (Portugal, 29%; Greece, 21%; Cyprus, 15%; Romania, 11%; Statista, 2021); however, these percentages are too low to reach the Paris goals. This leads us to believe that it is necessary making a more ambitious strategic approach, the Zero Waste, transforming waste from a problem to a resource, eliminating it from the production process, systematically and in advance, without delegating to the end-of-life stage to solve all the problems.

A possible 'multi approach' strategy for the building industry | In the building industry, in order to enhance the material resources and ensure their use efficiency by reducing consumption and waste, a 'consolidated' approach can be the Life Cycle Design: it considers the whole life cycle of systems, materials and components, enhancing the requirements of 'adaptable reuse', durability, deconstruction and upcycling to reintegrate them into production processes (Gruppo di Lavoro Economia Circolare di GBC Italia, 2020). In particular, Design for Longevity is characterized by the durability of the materials and components, high building standards, possibility to improve, update, repurpose, and reuse (with the upcycling), reduce the costs and ease of maintenance; these requirements extend the service life of a building and decrease the production of waste in the short and medium-term (Wang, Li and Tam, 2015, ARUP, 2016).

In comparison, Zero Waste is a more 'extreme' approach that eliminates waste from the whole

production cycle and can significantly reduce the stress on the environment by introducing a new paradigm that involves all production sectors (even if apparently not very similar) in terms of 'permeability' so that the material balance flows are net-zero, or so that the waste and by-products of a sector can be fully reused in others. Another approach is the upcycling, a recent 'ecological' paradigm, concerning the many 'circular' paths viable to date, useful to improve (or maintain) values, quality and performance of a component, through non-destructive recycling and without returning the component to the raw material (Worrell and Reuter, 2014).

The Open Building is also of special strategic interest, a 'circular' variation of a design taking into account any need for changes or adaptations during the life cycle of a building, concerning the current social, functional and technological changes. The promoter of the 'open building' concept is John N. Habraken (1972), followed by other scholars and researchers that established theories and design methods to make architecture flexible, adaptable, modular, expandable. One of the most important was Brand (1994), with his *Shearing Layers of Change*: within the building system, the eclectic American identified the main structure and secondary elements that he classified as 'slower layers' and 'faster layers' in the process of obsolescence; moreover, he argued that users must receive homes that can easily adapt to changing uses and functions with affordable components and materials and that to increase the life of a building, the change of the 'faster' layers must not be hindered by the 'slower' ones. This creates the basis for flexible, dynamic, differentiated, inter-scalar building solutions, focused on the separability of components that have different life cycles.

Part of the Open Building is Design for Disassembly (DfD) that uses mostly dry building systems and off-site construction and allows separating and disassembling, without resorting to demolition, the technical elements, components and materials that make up the artefact in each stage of its life cycle (Cruz Rios, Chong and Grau, 2015; Akinade et alii, 2017). In the Maintenance Plan (technical report of detailed design) specific graphics can explain the methods of disassembly (Baiani and Altamura, 2021): as a result, the subsystems used, including the services, will always be easily accessible, replaceable and adaptable to the new regulations or needs of use, while the functional layers of the different components will be easily separable thanks to fastenings and connection systems for which it will be established the necessary level of dimensional tolerance. The aim is always to reuse and recycle the building materials, elements and components that maintain the initial characteristics and performances also in different layouts; therefore, the use of new natural resources is limited and the embodied energy and the formal integrity of what is already produced are enhanced.

Building Design is a design approach aimed at reversibility and flexibility of spaces. For it, Durmisevic (2018; Fig. 4) highlighted the three dimensions that define the transformability nature and allowed to get new opportunities for a wide range of new qualitative proposals for buildings and their systems, products and materials: 1) the

building spatial flexibility; 2) the technical flexibility of the systems and the product; 3) the material flexibility that can change the nature of a building from linear to circular. The interfaces establish the freedom level between the components, by designing the product profile and the specification of the type of 'connection'. Exemplified by Peter Rice (1994) as the 'essence of detail', the 'joint', or 'connections' has fueled the debate of Modern and Contemporary Architecture (De Giovanni and Sposito, 2019) and today is again under the spotlight, since from a technical point of view, it influences both its thermal resistance and the disassembly potential of the artefacts. In this context, the Reversible Building Design prefers 'dry connections' and an assembly logic according to which the elements with a long-life cycle and made of long-lasting materials are assembled first and disassembled last (Durmisevic, 2019).

The approaches mentioned so far can be un-

derstood as the result of an 'ecological cultural process' started fifty years ago, when the 1970s energy crisis exposed the fragility of a development model based on 'infinite growth' and 'ecological' thinking started to emerge, by questioning not only the scientific and economic principles consolidated in the previous two centuries but also the man-environment dialectic and the concept of anthropocentrism. From the 1987 Brundtland Report, the building industry has started to think about different subjects, and to process the subjects of the theoretical debate on the sustainable building to overcome the oxymoron 'sustainable development' and the energy dependence on fossil sources, gradually aiming at an economic model based on degrowth, circularity and urban ecology. Over time, the ecologic transition has enriched the 'green' concept with the principles of social inclusion and universality, while a new systemic vision was being consolidated. It con-

siders the buildings as part of a harmonic ecosystem where artificial must connect to nature, and man to the environment, in a 'dynamic' logic ruled by the principle of mutual adaptivity (Scalisi, 2020).

In theory, the 'ecological vision' now seems ready to face the great climate crisis and allows us to hope for a better future, thanks also to the potential coming from the current digital transition and its enabling technologies, but, in practice, we have to consider two problems: the first one is the high and intolerable impact of man on the environment, and in which the building sector has a large share of responsibility since it is among the few industries chronically late in updating their processes and products; the second one is the not fully expressed potential of (human and financial) policies and resources available, resulting in mainly sporadic actions, as in the case of the Queen Elizabeth Olympic Park in London (Jiménez-Rivero and García-Navarro, 2017; Sposito and Scalisi, 2020), or having a too slow pace. We should remind those affirming that the ecological transition has a high cost and that requires huge financial resources that could be used in other sectors, how much it would cost humanity and the planet not to do it: climate change is an important passive voice in the budgets of every nation and 'mostly for the new generations; for them, the future is not a hypothetical variable, but a concrete dimension of existence mostly in progress and that we need to protect' (Santolini, 2021).

The 'green' potential of 'off-site' buildings | The goals of the Renovation Wave for Europe – to double renovation projects on the existing heritage for energy efficiency, by recovering and reusing materials, in the next ten years – include the implicit purpose of safeguarding soil consumption by aiming at circular and zero-waste approaches (TRL and WRAP, 2010). However, it is not always possible to provide a 'new life' to existing buildings regardless of the functional program, just as it is unthinkable that the impact on the environment of the building industry can be solved by avoiding creating new buildings. In this case, the combination of different design approaches, Zero Waste, Life Cycle Design, Design for Longevity, Open Building, Design for Disassembly and Reversible Building Design, is a solution that can answer the three mandatory requirements of sustainability (environmental, social and economic) by minimizing CO₂ emissions and ensuring quality accommodation at affordable prices.

Some of the most suitable building systems for using all the aforementioned approaches in the building process are certainly dry ones, based on off-site building components and elements. The first wave of off-site projects in the second half of the 1990s was characterized by a large number of dwellings made up of big buildings that have caused the standardization of the architectural language, a lack of integration with local living cultures and effects that, over the years, have determined a social, urban and technological emergency. The second wave of the new millen-

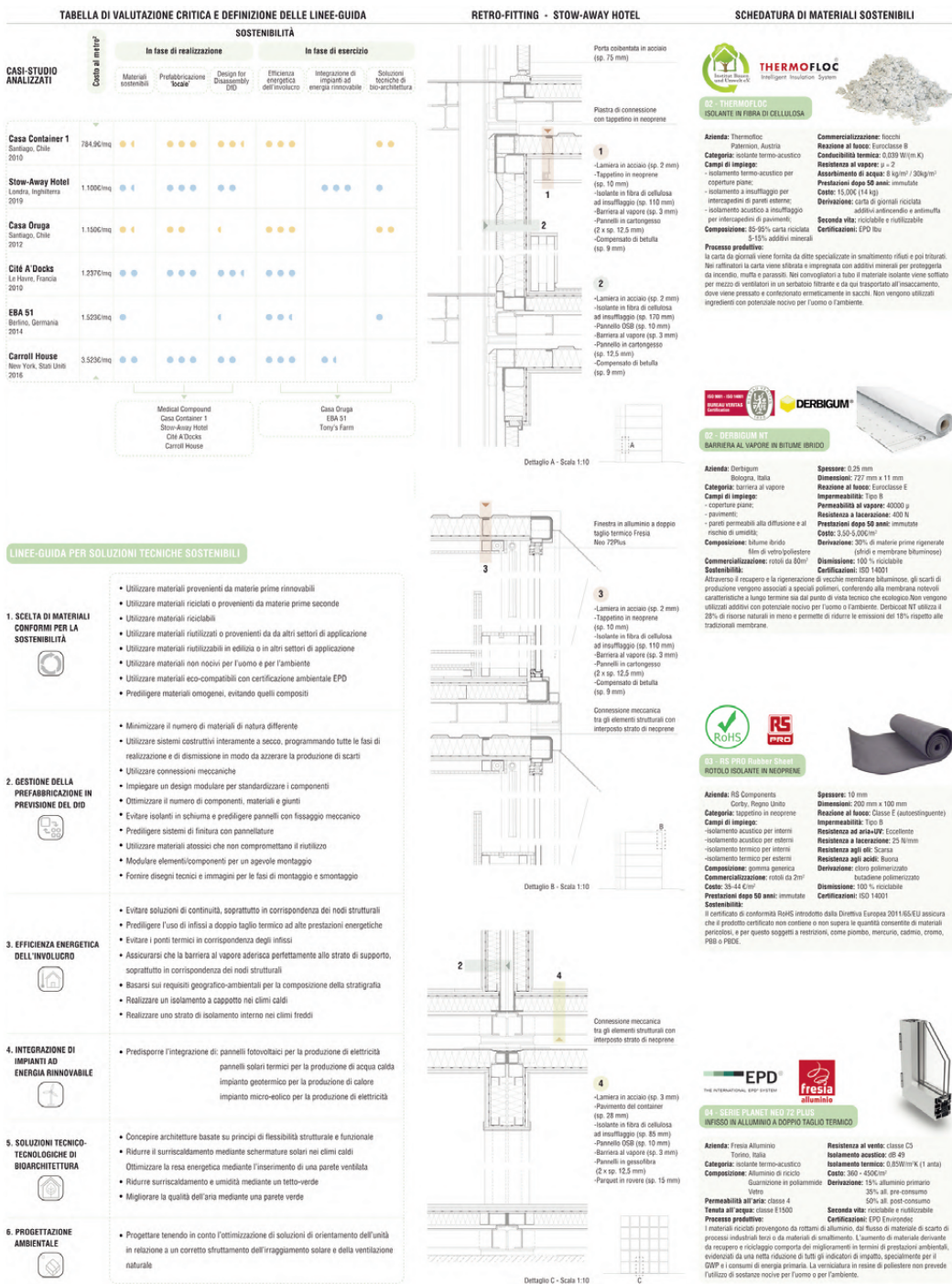


Fig. 18 | Synoptic overview with the evaluation of the six projects presented in the paper; a proposal for retrofitting the Stow-Away Hotel envelope (credit: research group, 2020).

nia (internationally called 'off-site') not only can express a previously unthinkable varied architectural language but uses digital technologies and sustainable and efficient materials / elements / components, which fully meet current quality standards and do not betray the expectations of users who now appreciate an 'ecological living culture'. Highly industrialized countries with a well-established tradition of the off-site building – such as the United States, Japan, Holland, Germany, Sweden and the United Kingdom – by refusing the logic of 'one-size-fits-all' show that today is possible to produce a new generation of houses at an affordable price, temporary or permanent, and in short times while offering a wide range of high-quality solutions for different contexts and needs. The off-site home was conceived as an industrial 'customized' product (Smith and Quale, 2017) thanks to digital innovation that has made it possible, in the design and production processes, quality standards and more rigorous controls to significantly reduce errors and flaws.

For accessibility, an example worth mentioning is the Y-Cube (Fig. 5), designed in 2015 by Rogers Stirk Harbour + Partners on behalf of YMCA London South West in Mitcham (UK) to solve the housing crisis in London. Y-Cube is a 'volumetric modular' system, whose installation took place equally with horizontal or vertical assembly. The modules can be relocated with the same ease and speed as their installation. Each unit was made and assembled in the factory with high quality, ecological materials (the structure, for example, is made of wood from sustainable forests) and energy-efficient materials (the module is well insulated to reduce operating costs both in summer and in winter). The clusters provide aggregations from 24 to 40 units: the modules of 26 square meters have 'plug and play' technological services, therefore, they are already integrated and ready to be connected with external networks. The cost of construction, thanks to off-site and pre-assembly, is quite affordable and provides both the developer and the tenant with benefits: the former can return on their initial investment within 10 years, the latter can save about 35% in the London market rent. Although the limit of the system is its rigid layout, the juxtaposition of the blocks allows creating interstitial spaces (for example courtyards and yards) that favour neighbourly relations and conviviality between the residents.

Another strength of off-site buildings is the remarkable reduction of CO₂ emissions and the energy costs during operation, as well as production scraps and waste. A recent research carried out by two Chinese scholars (Sandanayake and Zhang, 2019) has compared two artefacts in Chengdu (located in southwest China) to investigate the direct and indirect impacts of an 'off-site' building compared to a conventional building. The results of the study carried out with an LCA analysis and examining the emissions embodied in the materials and the emissions due to transport and the creation of the artefact, show how in China an 'off-site' building can reach a saving in greenhouse gas emissions of 41.05 kg-CO₂-eq/m² with a reduction of 8.40% compared to conventional construction, a percentage that can account for 11.35% in case of an optimized production process. Moreover, the study highlights that the availability of local materials and

transport are crucial in defining environmental sustainability as both can reduce greenhouse gas emissions by an additional 16-20% if sustainable materials are used and the distance between the factory and the site of construction is less than 112 Km. Although the results of the study need to be referred to the Chinese production context, known to be not so sensitive to environmental issues, the values testify that 'off-site' construction can significantly increase the sustainability of the buildings.

Upcycling discarded shipping containers |

Many discarded artefacts can have a 'new life' by being reintroduced in the economy with different functions, increasing in value, quality, and performance through a 'non-disruptive' recycling. One category of these artefacts is sea shipping containers. Although it is not possible to accurately date the first reuse of the containers in the building industry, we can imagine that their new housing function was a spontaneous response to their constant accumulation in warehouses around the world. They represented a great opportunity to experiment with alternative building systems, far from being temporary, and capable of contributing to solving the aforementioned crises. What are the reasons and conditions for their disuse?

A generic container is designed to guarantee a nominal life of over 30 years, according to its use, location, and maintenance; however, the average service life worldwide is about 20 years (Hosney Radwan, 2015). After the container has reached its destination, it should be emptied and returned to the place of departure but the 'return' stage often is more expensive than shipping them with a 'load' because the container has not got new goods to transport (Elrayies, 2017). Over the years, this condition caused the problematic accumulation phenomenon in the ports (Cabrera Vergara, 2016). Consultantsea Ltd. estimated that in 2016 – together with 23 million units in service and 6 million newly produced – the quantity of unused containers has reached 14 million (Hoffmann, Stahlbock and VoB, 2020); they are mostly accumulated in Countries with an economy based on importation. This polarization worsened during the pandemic emergency when big exporters, such as China, stopped exporting or when large quantities of fully loaded containers arrived at their destination but were no longer shipped due to pandemic restrictions (Costas, 2021). Logistics and operating costs determine a 'linear' life cycle for containers, in which the final phase is a problem both from an economic and environmental point of view.

Shipping containers are parallelepipeds made of Corten steel whose construction and sizes are established by the ISO 668:2020, ISO 1161:2016 and ISO 14963:2003 standards. The modules more suited to be used in the building industry are High Cubes, 244 cm wide, 1220 cm long and 290 cm tall. The shipping container structure has a casing made of steel profiles, vertical and horizontal panels in corrugated steel sheets (2 mm thick), a marine plywood floor (28 mm thick), and mechanically fastened on a grid of steel crossbeams, and has swinging doors. Next to the joints of the container, there are standard corner fittings, hollow cubes, that allow vertical and horizontal assembling of the modules and to anchor them to the

ground through the use of specific elements also made of steel.

The thesis affirming that containers can be reused for construction within a circular economy with considerable environmental benefits is supported by various studies and researches. According to Vijayalaxmi (2010), the disposal of a single 40 feet tall container needs about 8,000 kWh of energy to melt the steel used, while for its reuse it could be used only 5% of that energy. Moreover, the reuse of steel, in terms of environmental benefits, saves about 1,130 kg of iron ore, 450 kg of coal and 55 kg of limestone. Another recent research project (Giorgi, Lavagna and Ginelli, 2021), funded by the SmartLiving competition of the Lombardy Region, involved BFC Sistemi, Whiteam, the Polytechnic University of Milan, UNI and 20 national and international companies, has used the Life Cycle Assessment method (aligning to some studies already in the literature for the methodological approach) to the prototype cHOMgenius to evaluate the impacts deriving from the reuse of containers in five different scenarios: 1) new containers and 100% recycled steel; 2) reused containers and 59% recycled steel; 3) new containers and 59% recycled steel; 4) reused containers and virgin steel; 5) new containers and virgin steel. Moreover, it was carried out a comparative LCA evaluation between the design solutions and the solutions with conventional technologies for the technological subsystems of the lower horizontal cladding, and the opaque vertical cladding, defining 'from cradle to site' as the boundary of the system and guessing net-zero end-of-life impacts since the evaluated prototype can be fully disassembled and all the components and reusable or recyclable materials are not sent to landfills.

The study shows that reusing a container in 100% recycled steel can reduce CO₂ emissions by 51%, as opposed to using new containers and virgin steel, whose load-bearing structure accounts for 54% of embodied carbon and 41% of embodied energy, while the cHOMgenius prototype accounts only 7% for both impacts. The evaluations on the dry technological subsystems (entirely reversible) of the prototype compared with conventional wet solutions also provide interesting data.

The proposed vertical cladding system (consisting of the vertical resistant layer of the container, cellular glass insulation and the mixed laminated cladding system, fibre cement and aluminium cladding system with an aluminium substructure) avoids 35% of CO₂ emissions, but only 1.3% of energy consumption due to the high embodied energy of the insulation and the substructure, counterbalanced by a longer service life and a significantly reduced maintenance of the materials. The upper horizontal cladding system of the prototype (consisting of the upper part of the container and the insulation and waterproofing layers, once again laid dry) compared to the equivalent conventional solution (16+4 concrete and masonry flooring system, reinforced concrete seam, 20 cm insulation layer in XPS, sloping screed and internal plaster finish) guarantees an 87% reduction of CO₂ emissions and a 68% reduction of embodied energy, similar values are found in the lower horizontal cladding system.

Although these data seem sufficient to justify

the reuse of a shipping container at its end-of-life stage in home buildings, currently its use has been rather sporadic, mainly held back by cultural (because associated with temporality), aesthetic and 'compositional' prejudices. Enlightened designers and clients have been able to enhance, with reuse projects, the strengths of the container: durable materials, certain construction times with a reduction ranging from 40% to 60% compared to traditional systems (Elmokadem et alii, 2019), ease of transport, aggregative modularity and flexibility, low construction costs.

Research and methodological approach | In this critical and complex environmental and cultural contexts, characterized by different policies, strategies and approaches all aimed at the sustainability of the building industry, a group of researchers⁶, including the authors of this paper, has carried out a self-funded research in 2020-21 called *Riuso dei Container nell'Edilizia Residenziale – Buone Pratiche Sostenibili e Criticità*. The research was aimed at providing guidelines and building solutions (in particular the compliant techniques of the joints) flexible, sustainable and accessible through the reuse/upcycling of discarded containers as housing modules. The study dealt with twenty works already created and presented by the authors as 'sustainable' on specialized magazines (Arkétipo, Detail, ARQ Portfolio, Divisare, L'Industria delle Costruzioni, Architecture Australia, Arquitectura Viva, SteelDoc, DBZ, Materia, etc.) from 2010-2021 (Tab. 1). The case studies were selected because they are veritable works of contemporary architecture (and are not the result of an industrial assembly production) but also because they have been considered relevant compared to settlement/typological aspects and the technical solutions used in their climatic context.

Not having energy certificates or environmental certifications attesting the level of efficiency and environmental sustainability of the projects in question, the study was based on the identification of the qualities and problems of the building envelopes, on the analysis of their components and their installation systems by analysing the published material (maps, sections, construction details, photographs and construction costs), while in some cases additional documentation provided by the designers was also used.

Therefore, on the one hand, we selected projects with different compositional solutions and with high levels of flexibility and complexity of the structure, in order to highlight the various architectural-expressive possibilities that can be created with the container. On the other hand, we grouped them by geographical/climatic zones, taking into account the living comfort requirements that the container must satisfy. Therefore, model files have been produced. The data of the project and the criteria and parameters identified to determine and measure its quality and overall sustainability are reported on them.

The evaluation criteria taken into consideration, which were given the same 'weight' and a score from 1 to 3, concern: the project (architectural quality, compactness and permeability of volumes, flexibility of composition and functional program); foreseeing the duration of the functional program; construction cost per square meter

of built surface area; distance between off-site and the location of the container; structural system (use of the container structure, presence of auxiliary supports or external structure); dry building solutions and capacity of materials disassembly, elements and components (without losing material and performance) for subsequent reuse; energy efficiency of the envelope (correct positioning of the insulation, natural ventilation gaps and absence of thermal bridges); integration of renewable energy systems; natural, ecological, local, recycled or recyclable building materials, elements or components; bio-architecture in terms of soil consumption and interaction with the local ecosystem for exposure and natural light/ventilation.

The analysis of the strengths and problems of each case study allowed drafting a synoptic framework accompanied by the most symbolic images (maps, sections, perspective drawings, axonometries) for the project examined, while the replication of the building joints to the detailed scale (scale 1:10) provided the support to draft a chart of the materials, elements and components of the envelope, evaluated based on their 'green' characteristics and tendency to recycle, reuse and ease of disassembly, but also based on any critical issues in terms of energy efficiency.

Case studies | For the sake of brevity, of the twenty case studies examined we will mention the six that are emblematic of the most common values and problems in the cases analysed concerning the aforementioned evaluation parameters and the geographic areas with hot and cold climates. The first case study is the Container House 1 (Figg. 6, 7) in Santiago in Chile, a single-family house designed in 2010 by the architect Sebastián Irrarázaval. The project used four containers and spreads horizontally on two parallel levels, one in corten steel and the other in pinewood, distant but connected by a central body in steel, multipurpose, divided by a single sliding wall that separates the night area in the south-east and the living area in the north-west. The rooms are lit by large glass windows placed at the ends of the units and protected from solar radiation thanks to their position, set back from the external plan of the containers. The containers are anchored with metal plates to the foundations, which consist of discarded concrete road barriers that ensure a minimum impact on the soil and allow the ventilation of the foundations. To tackle the overheating of the housing unit during the warmer months both windows and doors have been installed with upper and lower openings that exploit the cross-ventilation and an envelope with a ventilated wall, being welded to a substructure of vertical pillars and external insulation. For the sustainability of the intervention, two issues were found: the polyurethane foam for the insulation is not an ecological material, it compromises the disassembly and reuse of different elements of the envelope and the presence of thermal bridges on the lower slab.

The Oruga House (Figg. 8, 9), the second case study, is also in Santiago in Chile. It is a single-family house designed in 2011 by the architect Sebastián Irrarázaval. The twelve containers were placed transversely to the contour lines in a pattern of parallel levels suitably spaced to allow the air flows to naturally cool the volumes by using

cross ventilation. The volumes are mostly illuminated by big windows in the corner containers, set back from the external plan that shields from solar radiation. Regarding the thermal efficiency of the envelope, the presence of ventilated wall and roof, made with a metal substructure, represents a perfect solution for the climatic context. Several critical issues were found: the modules are supported by a retaining steel structure that negatively affects the sustainability of the project, increasing the amount of embodied energy in the system. The same problem can be found in the basement due to the presence of a reinforced concrete structure that does not fit into the logic of upcycling. The use of polyurethane foam to external insulation guarantees perfect adhesion to surfaces but does not guarantee the disassembly and reuse of some components. The architecture system has monolithic characteristics which leave no room for reconfiguration because some materials used and the absence of mechanical joints between the modules affect their flexibility. The structural joints highlight the presence of thermal bridges on the lower slab.

The third case study is the Stow-Away Hotel (Figg. 10, 11) in London, an apart-hotel designed in 2019 by Doone Silver Kerr Architects. The project envisaged the use of twenty-five containers, linked horizontally and vertically via specially designed plug-in connections. Each container works as an independent structure, therefore, according to future needs, it could be unbolted and moved to another location, like the vertical load distribution system made with a frame of bolted steel beams and pillars. The main western façade is characterized by the presence of steel overhangs with the function of shielding the sun's rays and window frames with an opaque lower part to ensure the privacy of guests. The energy efficiency is guaranteed by photovoltaic modules on the roofing and by heat exchangers and enthalpy recuperators. Also, in this case study, there is little attention to the disassembly of the components (due to the use of polyurethane spray to acoustically insulate the rooms from the nearby railways), and the presence of thermal bridges on the façade determined by visible joints.

The fourth case study is the EBA51 (Figg. 12, 13), a student housing complex in Berlin, designed in 2013 by Holzer Kobler Arkitekturen. Concerning its layout, the twenty containers used were set as two blocks, one including the three upper floors with an orthogonal axis protruding from the ground floor. The designers have focused more on the sustainability of the building in the use stage than in the creation stage. On the one hand, by eliminating the thermal bridges at the joints by placing the insulating layer inside the housing units (suitable for the geographical location of the project), on the other, by providing large windows to facilitate the lighting and heat, and an extensive green roof to reduce heat loss. Two main problems were detected: the particular aggregation of the blocks required auxiliary steel supports on the overhangs and openings, jeopardizing a possible reconfiguration of the system. Some of the components chosen, such as cast in place screeds, do not comply with the principles of environmental sustainability and circular economy.

The Cité a-Docks in Le Havre (Figg. 14, 15), France, is a student accommodation, designed

in 2010 by Atelier Cattani Architetti, originating from the will to requalify the port of the city, by integrating into it one hundred containers with a new residential intended use. However, instead of simply stacking them, an image of lightness and permeability was preferred and was achieved by using a steel superstructure on which the containers were fastened and which created new spaces for social relations thanks to hallways, terraces and balconies. The containers were placed on a new structural grid with different overhangs that give dynamism to the configuration of the system and optimized the energy performance of the modules thanks to the recesses and the ventilation ducts created. Although the new steel backbone contributed to improving the carbon footprint and the embodied energy of the system, the latter gained high flexibility in breaking down and re-aggregate individual housing units over time.

The last case study is the Carroll House (Fig. 16, 17), a single-family house made in 2016 by LOT-EK Architecture and Design in Brooklyn, New York, corner lot with two sides on the road. The designers have defined the building by answering the privacy need of the owners, without giving up on natural lighting and outdoor spaces, creating a terraced building, hiding a series of cascade platforms located at the back of the building. The energy demand of the building was fulfilled by the integration of photovoltaic modules in some areas of the walls of the containers. However, this operation has caused the fractioning of part of the twenty-one container modules that, reassembled in other parts of the building, required auxiliary steel supports to ensure overall structural stability, compromising the reuse of the modules in new layouts.

Discussion on results and future developments | From the synoptic overview shown in Figure 18 – referring only to the six cases mentioned in this paper – it is possible to identify two different approaches used by designers: one group has focused on the improvement of the dry building system and/or on the use of environmentally friendly materials while others have focused on energy efficiency in the operation stage, using the interaction with the local ecosystem, in terms of exposure and natural light/ventilation and integrating systems to produce energy from renewable sources with an energy-efficient envelope. In particular, among the projects of the first group, there is the Cité A-Docks, designed and created following the DfD philosophy, with completely dry construction solutions and mechanical connections which do not compromise the future reuse of individual components; however, the ecological footprint did not get the same attention on all the materials used, as in the case of expanded polystyrene insulation panels, although recyclable, they have a high embodied energy. Among the projects of the second group, we want to highlight the Oruga House (warm climate) for its high energy efficiency with its ventilated insulation and envelope (roofs and walls) and the EBA51 (cold climate) in which insulation has been provided for the inner layer of the envelope. In both cases, highly energy-intensive materials were used, such as polyurethane spray, VIP vacuum insulating panels or cast in place screeds that limit the disassembly of the components.

Concerning the geographical/climatic location of the case studies and the efficiency of the technical solutions adopted, it can be deduced that the residential use of the container module is more convenient in cold climate countries, as the location of the insulating layer on the internal side of the envelope allows, on the one hand, an adequate response to the living comfort requirements, and on the other, to keep the original container walls without the need to integrate additional cladding elements. In addition, to create significant savings in construction, this choice also allows the reuse of all the components of the container. However, even if located in a context with warm weather (Chile), Container House 1 and Oruga House have gained a good energy efficiency thanks to a ventilated envelope and external insulation.

Concerning the relation sustainability/access, the building cost per square meter of each case study has shown that there is no proportional correspondence between the buildings with the highest building cost and their actual sustainability level. The Container House 1 – building cost of 784.90 €/m² – has a higher score than the Carroll House, whose cost was approximately 4.5 times more. From the analysis, it emerged also that it is not possible to establish a clear proportional connection between a specific sustainability strategy and its implementation cost, contrary to what one might expect, for example, in case studies with integrated renewable energy systems.

Concerning use flexibility (in the sense of ‘open building’ and applied with Design for Disassembly) it is noted that it does not emerge as a requirement identified by the designers in the design phase. An exception is the Stow-Away in London since it refuses the concept of obsolescence of the entire architectural structure (more than in terms of materials and components) by foreseeing future developments of the artefact to be countered with an easy decomposition and re-aggregation logic of the individual modules. Another exception is the Cité A-Docks, where the DfD approach can be found in the building subsystems (e.g. envelope cladding panels) and in a superstructure to which the container modules (with a free layout) are connected with mechanical joints.

In a nutshell, from the synoptic overview (Fig. 18) it emerged that, even if the projects were ‘good sustainable practices’, to the sustainability declared by the designers does not correspond an actual sustainability, since, compared to the criteria set by the study, none of the studied cases obtained the maximum score. Therefore, at the end of the analysis, the research group has suggested retrofitting the envelopes on the Stow-Away Hotel, useful to show how the designers could have solved the problems detected on environmental sustainability without compromising the aesthetic-formal aspect of the project. A later development of the research, that currently is also its limit, can concern the detailed studies on two of the case studies that proved to be more sustainable (Container House for warm climates and Cité A-Docks for cold climates) for the LCA of the materials used and the energy efficiency of the envelope, and also for the amount of sunshine and the action of the winds in their specific context.

Final considerations | Aiming at the ecological

transition to overcome the environmental crisis is today an unavoidable priority for which we cannot afford to wait. We have seen that it becomes a multiplier of crisis, undermining the expectations of future generations to whom we must leave a healthy planet and a harmonious ecosystem, in which the artificial must connect to nature, man to the environment, in a ‘dynamic’ logic of mutual adaptivity. In over half a century, we have reached this awareness, and today, we have at our disposal, on the one hand, adequate policies, strategies and financial resources, thanks also to the European Union which has been able to combine environmental ethics, development and social support. While, on the other, design approaches (Zero Waste, Life Cycle Design, Design for Longevity, Open Building, Design for Disassembly, Reversible Building Design) shared and discussed in the international scientific community, offer ample room for experimentation and operation in terms of sustainability of the buildings but on which research – not always with an important role – has often been carried out limited by disciplinary sectoriality.

The considerable funds from the European Union (NextGenerationEU) and the Italian Government (PNRR) on the ecological (and digital) innovation confirm the strategic role of research and the importance of experimentation and of the exchange of good practices in a ‘green’ economy based on the efficient use of non-renewable resources and on the eco-innovation of processes and products to reduce the CO₂ emissions and waste. This objective can be reached, in all the building fields, by overcoming the current limit represented by the lack of action coordinated by an ‘enlightened direction’ without a systemic vision and not based on a multi and interdisciplinary, ascalar and intersectoral methodological practice capable of simultaneously integrating knowledge, professionalism, disciplines and different production sectors (sometimes apparently not very similar) to rationalize and optimize, by combining traditional and innovative technologies. On the one hand, all the aspects that come into play in the transformative intervention and its process, project and product dimensions, and on the other, the material flows incoming and outgoing so that they are equivalent, or so that the waste and by-products of one sector can be fully reused in others.

We have presented some examples of ‘off-site’ residential architectures and others made by upcycling shipping containers, that show well how to enhance an industrial product that has reached its end-of-life stage and is considered a waste, by putting it back into a ‘circular’ economy with a different use from its original purpose. We have highlighted the strengths and problems of the case studies, but mostly the potential offered if the design approach aimed to fully eliminate waste in the production and creation of the work, to optimize its environmental sustainability and to reduce its embodied energy, to get fully durable materials; these aims should not limit the linguistic and compositional variability of the project, its flexibility of use, accessibility for the lower-income classes and the disassembly and reassembly of the building. These potentialities should be implemented from the earliest stages of design and creation of the work, which accounts for 80% of

the product's environmental impact according to the VII General Union Environment Action Programme entitled Living Well, within the Limits of Our Planet (European Parliament and the Council of European Union, 2013).

Already in the first design and creation phases of the architectonic work and of any product it is important to envisage a supervisor that coordinates the different pieces of knowledge. To this purpose, Building Technology can give a first important contribution from a methodological point of view in structuring production and construction processes in making available its consolidated experience in the field of foreseeing evaluations before and after the impacts in a systemic logic on the one hand, through a wide range of computerized tools⁷, databases, indicators and indices already available that allow assessing the environmental, social and economic problems of sustainability (Mussinelli and Tartaglia, 2016), and on the other, making full use of the new enabling technologies and machine learning algorithms that allow, for example, to estimate the amount of construction and demolition waste already in the design phase.

Moreover, it is worth mentioning an experimental research by André Nagalli (2021) that has highlighted how an artificial neural network with algorithms based on Bayesian regularization, using only two training cycles, can obtain excellent results in 43.3% of the 330 case studies, on forecasting the quantity of waste generated by the building process.

A second significant contribution can concern the definition of a meta-design dimension that systemizes the strengths of the 'sustainable approaches' mentioned, in particular, for off-site and upcycling, by formulating indications, diagrams and charts with a wide range of aggregative and compliant technical solutions (particularly focusing on joints and connections) for the building envelope based on the climatic context of reference, providing for the use of elements and components to be dry installed pursuant the logic and protocol of the DfD (Durmisevic, 2018). However, they should be able to provide for a high level of flexibility (material, geometric and architectural language) such as not to risk an 'anonymous'

and 'uniform' off-site building already overcome by recent experiments.

Although the different studies and research allow affirming that 'off-site' systems are a valid alternative to wet conventional building systems (Oliveira et alii, 2018, Rics, 2020, WBDG Sustainable Committee, 2021) and the study on the upcycling of discarded sea containers shows, with the aim of 'net zero waste', that is possible to reuse them at their end-of-life stage through a 'non-disruptive' recycle, for the wide dissemination of these approaches, we need, on the one hand, to make use of digital technologies and new professional skills to address the complexity and dynamics of Industry 4.0 and take full advantage of its potential and opportunities, and on the other, overcoming the barriers – not all justified – that NHBC Foundation (2016) made emerge thanks to a research on volumetric 'off-site' buildings.

The survey has shown that users see off-site as an unfamiliar building system, inflexible in satisfying 'custom' requests, cheap and not very durable, therefore, far from the solidity of traditional construction, while, the companies are afraid of the high initial costs of the production plant, transport and building site logistics, of not being able to find skilled workers and, above all, of a lack of response from the market. The study ends by suggesting some actions that could break down barriers and favour the use of off-site building systems, for example, the creators of Modern Methods of Construction could publish cost/benefit analysis and case studies of good practices, encourage suppliers of building elements and components to enter the market. Moreover, we add the inadequate training of technicians but also old business models and lack of relationships between the different players in the process (and between production sectors) to manage resource flows.

In conclusion, there is still a long road ahead for climate neutrality, but we can be optimistic because we have – for all areas of construction – the tools to think and work both in a circular 'extreme' practice (closing the cycle of matter by defining 'systemic' and 'multi-approach' design strategies) and knowing the obstacles that hinder their development. It can be assumed that the new

'multi-approach' development model will diffuse and consolidate as an operational practice when the non-renewable raw materials will become difficult to find and very expensive, while the recycled materials will be widely available and affordable, but mostly when the awareness that the reduction of carbon levels and consumption cannot be measured with mathematical parameters and that the value of a building increases if it can be easily renovated and transformed, constantly gaining new levels of culture and identity over time (Macchi, 2017).

Acknowledgements

The contribution, resulting from a common reflection, is to be assigned in equal parts to both Authors.

Notes

1) Other studies help to focus on the main health problems of our planet. Most countries of the world, especially developing countries, have to face the problem of waste management. It is directly linked to a philosophy based on

consumption, although it often neglects the consequences on the environment and human health 'in the long run, more insidious and, therefore, more dangerous' (Baratta, 2021, p. 35). The close connection between climate change and economic inequality within and between different Countries was highlighted by the Oxfam (2015) report – a network of 18 organizations with offices in 90 different countries. According to it, the poorest half of the world's population is responsible for only about 10% of global emissions and lives mainly in the most vulnerable countries to climate change, while the richest 10% of the world

population is responsible for about 50% of global emissions. The average footprint of those who are in the richest category (1%) could be 175 times higher than those belonging to the poorest 10%. The developing countries, with 97% of the world's population growth (approximately 80 million per year), continuously request energy to try to match the standard of living of Western countries. For this reason, to rebalance the per capita impact and respect the objective of the Paris Agreement, according to the United Nations (UNEP, 2020) the richest 1% should decrease its emissions by at least 30 times so that the poorest

50% could increase theirs by about three times. Moreover, according to the United Nations (UN, 2019), in 2050, we will have to deal with a population growth that will reach ten billion people, of which 75% are concentrated in cities and urban areas. If the cities of the future will become crucial metropolises for the sustainability of the whole planet, the increase in the population will determine a greater demand for energy and higher CO₂ emissions in the atmosphere, which have already increased between 2010 and 2019 respectively by 6% and 8% (IEA, 2021).

2) Another scenario that is anything but promising was laid out in the study carried out by the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2018) on the estimates on the global consumption of materials. It has increased by eight times in the last century compared to the previous one, reaching in 2011 about 79 billion tons of materials produced, of which about 40% is used in the building industry. The study hypothesizes that in 2060 the global extraction of raw materials will double up to 167 billion tons and above all that the demand for metal extraction will grow faster, rising from 7 to 19 billion tons per year. Today, the greenhouse gas emissions due to iron and steel production, together with cement, sand and gravel production, account for nearly a quarter of all global emissions and a sixth of the energy demand, making these materials highly energy-intensive.

3) Although the 2010/31/EU Directive has indicated the end of 2020 as the deadline to create Zero Energy Building (nZEB), the 2020 report by the International Environmental Agency (IEA, 2021) certified an alarming delay in its implementation. In 2019, compared to the previous year, the total amount of global energy consumed remained unchanged while CO₂ emissions (direct and indirect) resulting from the operation of the buildings have increased up to 10 GtCO₂, the highest level ever recorded, mainly due to the use of fossil fuels in the homes. Moreover, the report shows that the consumption of electricity required by the buildings is almost 55% of the global electricity consumption. It estimates that to achieve the goal of a net-zero carbon building stock by 2050, the direct CO₂ emissions of buildings should decrease by 50% by 2030 and indirect emissions, linked to energy production, should decrease by 60%. To make it clear what it means to reach these objectives, just think that during the Covid-19 pandemic and its lockdowns, the CO₂ emissions of the global energy sector decreased only by 7%.

4) The New European Bauhaus is a 'bridge' between science and technology, and art and culture worlds, laying the bases for a cultural educational project with an evolving programmatic system. The issues addressed concern climate change, through the use of traditional building techniques and the reuse of materials considering the circular economy, the solutions for the co-evolution of the built environment and the protection of biodiversity, as processes for the regeneration of spaces and social inclusion (physical, social and economical accessibility), products and processes that can contribute to a sustainable lifestyle, circular economy and transformation of the Cultural Heritage for the life of the community, mobilization of culture for building a sustainable community, innovative housing solutions and educational models that integrate the values of sustainability, inclusion and aesthetics both in content and in learning processes. It all goes through networking and sharing complex and widespread knowledge, such as architecture, engineering, design, craftsmanship, new technologies and renewable energy pieces of knowledge (European Commission, 2021).

5) In Italy, to spread an approach to buildings life cycles and sustainability and circularity criteria, the Minimum Environmental Criteria (CAM) were regulated by the ministerial decree n. 259 dated 06/11/2017 and applied by the article n. 34 of Legislative Decree 50/2016, concerning Green Public Procurements (GPPs). There are many obligations envisaged by the CAMs, and among these: at least 50% of the total weight of the building components and off-site elements must be disassembled and

therefore must guarantee, at the end-of-life, selective demolition and the reuse or recycling process of materials; the building must contain in its weight at least 15% of recovered or recycled material. Moreover, there are the verification criteria provided by the CAMs, which stimulate the use of certifications that make the environmental Life Cycle profile of a product transparent, promoting, for example, type III environmental labels compliant with the UNI EN 15804 standard, including the Environmental Product Declarations (EPDs).

6) The research team is made up of Professor C. Sposito (University of Palermo), Architect F. Scalisi (Head of Department of Research – DEMETRA Ce.Ri.Med., Euro-Mediterranean Documentation and Research Center) and two young Designers, C. La Pietra and S. Militello.

7) For more information see the webpage: sftool.gov [Accessed 03 December 2021].

References

- Akinade, O. O., Lukumon, O. O., Ajayi, S. O., Bilal, M., Alaka, H. A., Owolabi, H. A., Bello, S. A., Jaiyeobac, B. E. and Kadiric, K. O. (2017), "Design for Deconstruction (DFD) – Critical success factors for diverting end-of-life waste from landfills", in *Waste Management*, n. 60, pp. 3-13. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.wasman.2016.08.017 [Accessed 16 October 2021].
- Apreda, C., D' Ambrosio, V. and Di Martino, F. (2019), "A climate vulnerability and impact assessment model for complex urban systems", in *Environmental Science & Policy*, vol. 93, pp. 11-26. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.envsci.2018.12.016 [Accessed 10 November 2021].
- ARUP (2016), *The Circular Economy in the Built Environment*. [Online] Available at: arup.com/perspectives/publications/research/section/circular-economy-in-the-built-environment [Accessed 16 October 2021].
- Baiani, S. and Altamura, P. (2021), "Reversible design in the reuse of the existing buildings – Experiments on public housing districts in Rome", in Scalisi, F. (ed.), *A new life for landscape, architecture and design*, Palermo University Press, Palermo, pp. 136-157.
- Baratta, A. F. L. (2021), "Dalle politiche per la circolarità delle risorse alla strategia zero rifiuti | From resource circularity policies to the zero-waste strategy", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 9, pp. 32-41. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/932021 [Accessed 10 November 2021].
- Barnett, H. J. and Morse, C. (1963), *Scarcity and Growth – The Economics of Natural Resource*, Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Bason, C., Conway, R., Hill, D. and Mazzucato, M. (2020), *A new Bauhaus for a Green Deal*. [Online] Available at: ucl.ac.uk/bartlett/public-purpose/sites/public-purpose/files/new_bauhaus_cb_rc_dh_mm_0.pdf [Accessed 20 October 2021].
- Benyus, J. M. (1997), *Biomimicry – Innovation Inspired by Nature*, Harpercollins, New York.
- Beyers, B. and Wackernagel, M. (2019), *Ecological Footprint, managing our biocapacity budget – Global Footprint Network*, New Society Publishers, Gabriola Island (Canada).
- Botsman, R. and Rogers, R. (2010), *What's mine is yours*, Harper Business, London.
- Brand, S. (1994), *How Buildings Learn – What Happens After They're Built*, Viking, New York.
- Cabrera Vergara, M. (2016), "La cargotectura como herramienta de exploración arquitectónica colectiva", in *Revista de arquitectura*, vol. 21, n. 31, pp. 47-54. [Online] Available at: doi.org/10.5354/0719-5427.2016.42545 [Accessed 22 September 2021].
- Capra, F. and Henderson, H. (2013), *Crescita qualitativa – Per un'economia ecologicamente sostenibile e socialmente equa*, Aboca Edizioni, Arezzo.
- Carson, R. (1962), *Silent Spring*, Houghton Mifflin Harcourt, Boston.
- Circle Economy (2021), *The Circularity Gap Report 2021*. [Online] Available at: circle-economy.com/resources/circularity-gap-report-2021 [Accessed 20 October 2021].
- Costas, P. (2021), "Shipping Options Dry Up as Businesses Try to Rebuild from Pandemic", in *The Wall Street Journal*, newspaper online, 12/09/2021. [Online] Available at: [wsj.com/articles/shipping-options-dry-up-as-businesses-try-to-rebuild-from-pandemic-11631439002](https://www.wsj.com/articles/shipping-options-dry-up-as-businesses-try-to-rebuild-from-pandemic-11631439002) [Accessed 12 September 2021].
- Crawford, R. H., Mathur, D. and Gerritsen, R. (2017), "Barriers to improving the environmental performance of construction waste management in remote communities", in *Procedia Engineering*, n. 196, pp. 830-837. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.014 [Accessed 16 October 2021].
- Crutzen, P. J. and Stoemer, E. F. (2000), "The Anthropocene", in *IGBP Newsletter*, n. 41, pp. 17-18. [Online] Available at: igbp.net/download/18.316f18321323470177580001401/1376383088452/NL41.pdf [Accessed 30 October 2021].
- Cruz Rios, F., Chong, W. K. and Grau, D. (2015), "Design for Disassembly and Deconstruction – Challenges and Opportunities", in *Procedia Engineering*, n. 118, pp. 1296-1304. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.485 [Accessed 16 September 2021].
- De Giovanni, G. and Sposito, C. (2019) "Dettagli d'autore – Dal disegno manuale dei grandi Maestri a quello digitale delle Archistar | Master's details – From hand-made drawing of the great masters to the digital drawing of Starchitects", in *Techne | Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 18, pp. 99-109. [Online] Available at: doi.org/10.13128/techne-7516 [Accessed 15 October 2021].
- Durmisevic, E. (2019), *Circular economy in construction design strategies for reversible buildings*, BAMB, Netherlands. [Online] Available at: bamb2020.eu/wp-content/uploads/2019/05/Reversible-Building-Design-Strategies.pdf [Accessed 18 October 2021].
- Durmisevic, E. (2018), *Reversible Building Design Guidelines and Protocol*, BAMB, report code WP310|UT. [Online] Available at: bamb2020.eu/wp-content/uploads/2018/12/Reversible-Building-Design-guidelines-and-protocol.pdf [Accessed 19 September 2021].
- EEA – European Environment Agency (2021), *Growth without economic growth – Narratives for Change*. [Online] Available at: eea.europa.eu/downloads/eed0c89209641548564b046abcaf43e/1617707707/growth-without-economic-growth.pdf [Accessed 20 October 2021].
- EEA – European Environment Agency (2019), *The European Environment – State and outlook 2020 – Knowledge for transition to a sustainable Europe*. [Online] Available at: eea.europa.eu/publications/soer-2020 [Accessed 17 October 2021].
- EEB – European Environmental Bureau (2020), *A circular economy within ecological limits – Why we need to set targets to reduce EU resource consumption and waste generation in the new Circular Economy Action Plan*. [Online] Available at: mk0eeborgicuyctuf7e.kinstacdn.com/wp-content/uploads/2020/02/A-circular-economy-within-ecological-limits.pdf [Accessed 26 October 2021].
- Ellen MacArthur Foundation (2015a), *Delivering the Circular Economy – A Toolkit for Policymakers*. [Online] Available at: ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation_PolicyMakerToolkit.pdf [Accessed 18 October 2021].
- Ellen MacArthur Foundation (2015b), *Growth Within – A Circular Economy Vision for a Competitive Europe*. [Online] Available at: ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation_Growth-Within_July15.pdf [Accessed 16 October 2021].
- Ellen MacArthur Foundation (2010), *Towards the Circular Economy – Economic and business rationale for an accelerated transition*. [Online] Available at: werktrends.nl/app/uploads/2015/06/Rapport_McKinsey-Towards_A_Circular_Economy.pdf [Accessed 13 September 2021].

- Elmokadem, A., Abo Eleinen, O. M., Aly, R. H. and Ezz-Eldien, D. A. (2019), "Shipping Container as flexible components for sustainable buildings in coastal zone – Egypt", in *IJIRSET / International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology*, vol. 8, issue 6, pp. 6814-6822. [Online] Available at: ijirset.com/upload/2019/june/47_SHIPPING_NEW.pdf [Accessed 22 September 2021].
- Elayies, G. M. (2017), "Thermal performance assessment of shipping container architecture in hot and humid climates", in *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, vol. 7, n. 4, pp. 1114-1126. [Online] Available at: doi.org/10.18517/ija-seit.7.4.2235 [Accessed 22 September 2021].
- European Environmental Bureau and Eunomia (2019), *Recycling – Who really leads the world? Identifying the world's best municipal waste recyclers*, issue 2. [Online] Available at: mk0eeborgicuyctuf7e.kinstacdn.com/wp-content/uploads/2019/06/Recycling_who-really-leads-the-world-REPORT.pdf [Accessed 22 September 2021].
- European Commission (2021), *New European Bauhaus – Shaping more beautiful, sustainable and inclusive forms of living together*. [Online] Available at: europa.eu/new-european-bauhaus/index_en [Accessed 18 October 2021].
- European Commission (2020a), *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – A Renovation Wave for Europe – Greening our buildings, creating jobs, improving lives*, document 52020DC0662, 662 final. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1603122220757&uri=CELEX:52020DC0662 [Accessed 13 October 2021].
- European Commission (2020b), *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – A new EU Circular Economy Action Plan for a cleaner and more competitive Europe*, document 52020DC0098, 98 final. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN [Accessed 10 November 2021].
- European Commission (2019), *Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – The European Green Deal*, document 52019DC0640, 640 final. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN [Accessed 10 November 2021].
- European Commission (2018), *Guidelines for the waste audits before demolition and renovation works of buildings – EU Construction and Demolition Waste Management*. [Online] Available at: ec.europa.eu/growth/content/eu-construction-and-demolition-waste-protocol-0_en [Accessed 18 October 2021].
- European Commission (2016), *EU Construction & Demolition Waste Management Protocol*. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52018DC0773 [Accessed 16 October 2021].
- European Commission (2015), *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy*, document 52015DC0614, 614 final. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52015DC0614 [Accessed 16 October 2021].
- European Commission (2009), *Directive 2009/29/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 amending Directive 2003/87/EC so as to improve and extend the greenhouse gas emission allowance trading scheme of the Community*, document 32009L0029, L 140/63. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32009L0029 [Accessed 10 November 2021].
- European Commission (2008), *Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives (Text with EEA relevance)*, document 32008L0098. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/eli/dir/2008/98/oj [Accessed 16 October 2021].
- European Commission (2003), *Communication from the Commission to the Council and the European Parliament – Integrated Product Policy – Building on Environmental Life-Cycle Thinking*, document 52003DC0302, 302 final. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52003DC0302 [Accessed 16 October 2021].
- European Commission (2001), *Green paper on integrated product policy*, document 52001DC0068, 68 final. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52001DC0068 [Accessed 16 October 2021].
- European Parliament and the Council of European Union (2013), *Decision No 1386/2013/EU of the European Parliament and of the Council of 20 November 2013 on a General Union Environment Action Programme to 2020 'Living well, within the limits of our planet' – Text with EEA relevance*, document 32013D1386, L 354/171. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/eli/dec/2013/1386/oj [Accessed 16 October 2021].
- Foster, J. B., Holleman, H. and Clark, C. (2019), "Imperialism in the Anthropocene", in *Monthly Review*, vol. 71, issue 3, pp. 70-88. [Online] Available at: doi.org/10.14452/MR-071-03-2019-07_5 [Accessed 12 October 2021].
- Friedman, T. L. (2016), *Thank You for Being Late – An Optimist's Guide to Thriving in the Age of Accelerations*, Picador, New York.
- Frosch, R. A. and Gallopoulos, N. E. (1989), "Strategies for manufacturing", in *Scientific American*, vol. 261, n. 3, pp. 144-153. [Online] Available at: jstor.org/stable/24987406 [Accessed 15 October 2021].
- Ghosh, A. (2017), *La grande cecità – Il cambiamento climatico e l'impensabile*, Neri Pozza, Vicenza.
- Giorgi, S., Lavagna, M. and Ginelli, E. (2021), "Valutazione LCA di un edificio realizzato con container per trasporti marittimi riusati | Life Cycle Assessment of a building built with reused shipping containers", in *Ingegneria dell'Ambiente*, vol. 8, n. 2, pp. 124-136. [Online] Available at: doi.org/10.32024/ida.v8i2.346 [Accessed 15 October 2021].
- Gruppo di Lavoro Economia Circolare di GBC Italia (2020), *Linee Guida per la progettazione circolare di edifici*. [Online] Available at: gbcitalia.org/documents/20182/565254/GBC+Italia_Linee+Guida+Economia+Circolare.pdf [Accessed 10 October 2021].
- Habraken, N. J. (1972), *Supports – An alternative to mass housing*, Architectural Press, London.
- Hickel, J. (2019), "Degrowth – A theory of radical abundance", in *Real-World Economics Review*, issue 87, pp. 54-68. [Online] Available at: paecon.net/PAER-view/issue87/whole87.pdf#page=54 [Accessed 20 October 2021].
- Hoffmann, N., Stahlbock, R. and VoB, S. (2020), "A decision model on the repair and maintenance of shipping containers", in *Journal of Shipping and Trade*, vol. 5, issue 22, pp. 1-21. [Online] Available at: doi.org/10.1186/s41072-020-00070-2 [Accessed 22 September 2021].
- Hosney Radwan, A. (2015), "Containers Architecture – Reusing shipping containers in making creative architectural spaces", in *International Journal of Scientific & Engineering Research*, vol. 6, issue 11, pp. 1562-1577. [Online] Available at: doi.org/10.14299/ijser.2015.11.012 [Accessed 22 September 2021].
- HWCF – Homelessness World Cup Foundation (2019), *Global Homelessness Statistics*. [Online] Available at: homelessnessworldcup.org/homelessness-statistics [Accessed 26 October 2021].
- IEA – International Energy Agency (2021), *2020 Global Status Report for Buildings and Construction – Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector*. [Online] Available at: wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34572/GSR_ES.pdf?sequence=3&isAllowed=y [Accessed 08 October 2021].
- IEA – International Energy Agency (2020), *Energy Technology Perspectives 2020*. [Online] Available at: iea.blob.core.windows.net/assets/7f8aed40-89af-4348-be19-c8a67df0b9ea/Energy_Technology_Perspectives_2020_PDF.pdf [Accessed 11 November 2021].
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2018), *Global warming of 1.5 °C – An IPCC Special Report*. [Online] Available at: ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_Low_Res.pdf [Accessed 25 March 2021].
- Jiménez-Rivero, A. and García-Navarro, J. (2017), "Best practices for the management of end-of-life gypsum in a circular economy", in *Journal of Cleaner Production*, vol. 167, pp. 1335-1344. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.068 [Accessed 15 October 2021].
- Kahneman, D. (2007), *Economia della felicità*, Il Sole 24 Ore, Milano.
- Latouche, S. (2015), *Breve trattato sulla decrescita serena e come sopravvivere allo sviluppo*, Bollati Borinighieri, Milano.
- Losasso, M. and Verde, S. (2020), "Strategie progettuali di adattamento urbano ed edilizio in scenari di multirischio ambientale | Design strategies for urban and building adaptation in environmental multi-risk scenarios", in *Agathón / International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 8, pp. 64-73. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/862020 [Accessed 10 November 2021].
- Macchi, G. (2017), "System separation – A fitting strategy for future development", in *Architectural Design*, vol. 87, issue 5, pp. 76-83. [Online] Available at: doi.org/10.1002/ad.2219 [Accessed 23 September 2021].
- McDonough, W. and Braungart, M. (2013), *The Upcycle – Beyond Sustainability – Designing for Abundance*, North Point Press, USA.
- McDonough, W. and Braungart, M. (2002), *Cradle to Cradle – Remaking the Way We Make Things*, North Point Press, USA.
- McDonough, W. and Braungart, M. (1998), "The next Industrial Revolution", in *The Atlantic Monthly*, October 1998 issue. [Online] Available at: theatlantic.com/magazine/archive/1998/10/the-next-industrial-revolution/304695/ [Accessed 15 October 2021].
- Meadows, D. H., Meadows, D. L. and Randers, J. (2004), *I nuovi limiti dello sviluppo – La salute del pianeta nel terzo millennio*, Oscar Mondadori, Milano.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J. and Behrens III, W. W. (1972), *The limits to Growth*, Universe Books, New York.
- Morin, E. (2020), "Per l'uomo è tempo di ritrovare sé stesso", interview by Scialoja A., in *Avvenire.it*, 15/04/2020. [Online] Available at: avvenire.it/agora/pagine/per-luomo-tempo-di-ritrovare-se-stesso [Accessed 10 November 2021].
- Mussinelli, E. G. and Tartaglia, A. (2016), "Environmental Quality – Design Strategies and Tools for Anticipation", in Fanzini, D. (ed.), *Project Anticipation – When design shapes futures in architecture and urban design*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna, pp. 59-69.
- Nagalli, A. (2021), "Estimation of construction waste generation using machine learning", in *Waste and Resource Management*, vol. 174, issue 1, pp. 22-31. [Online] Available at: doi.org/10.1680/jwarm.20.00019 [Accessed 17 October 2021].
- NCE – New Climate Economy (2018), *Unlocking the inclusive growth story of the 21st century – Accelerating climate action in urgent times*. [Online] Available at: newclimateeconomy.report/2018/ [Accessed 28 October 2021].
- NHBC Foundation (2016), *Modern methods of construction – Views from the industry – Primary research*. [Online] Available at: buildoffsite.com/content/uploads/2016/07/NF70-MMC-WEB.pdf [Accessed 28 October 2021].
- Ness, D. (2021), "Dalla nuova edilizia alla rigenerazio-

ne – Può il Nuovo Bauhaus ridefinire l'architettura e dare risposte ai cambiamenti globali? | The shift from new build to regeneration – Can the New Bauhaus transform architecture and design to meet global challenges?", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 9, pp. 22-31. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/922021 [Accessed 16 November 2021].

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (2018), *Global Material Resources Outlook to 2060 – Economic Drivers and Environmental Consequences*, OECD Publishing, Paris. [Online] Available at: doi.org/10.1787/9789264307452-en [Accessed 12 October 2021].

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (2016), *Green Cities Programme Methodology, ICLEI Local Governments for Sustainability, European Bank for Reconstruction and Development, EBRD Publishing, London-Paris*. [Online] Available at: ebrd.com/documents/technical-cooperation/green-city-action-plan-in-tirana.pdf [Accessed 12 October 2021].

Oliveira, S., Burch, J., Hutchison, K., Adekola, O., Jaradat, S. and Jones, M. (2018), *Making modular stack up – Modern methods of construction in social housing – Report*, Centre for Architecture and Built Environment Research, Department of Architecture and the Built Environment, University of the West of England. [Online] Available at: core.ac.uk/download/pdf/195265013.pdf [Accessed 03 December 2021].

Ossewaarde, M. and Ossewaarde-Lowtoot, R. (2020), "The EU's Green Deal – A third alternative to Green Growth and Degrowth?", in *Sustainability*, vol. 12, issue 23, article 9825, pp. 1-15. [Online] Available at: doi.org/10.3390/su12239825 [Accessed 20 October 2021].

Oxfam (2015), *Extreme carbon inequality – Why the Paris climate deal must put the poorest, lowest emitting and most vulnerable people first*, 02/12/2015. [Online] Available at: www.cdn.oxfam.org/s3fs-public/file_attachments/mb-extreme-carbon-inequality-021215-en.pdf [Accessed 20 March 2021].

Papanek, V. (1971), *Design for the Real World*, Thames and Hudson, London.

Pauli, G. (2009), *Blue Economy*, Edizioni Ambiente, Milano.

Pietzsch, N., Ribeiro, J. L. D. and Medeiros, J. F. (2017), "Benefits, challenges and critical factors of success for ZW – A systematic literature review", in *Waste Management*, vol. 67, pp. 324-353. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.wasman.2017.05.004 [Accessed 11 October 2021].

Raworth, K. (2017), *Doughnut Economics – Seven ways to think like a 21st-century economist*, Random House, London.

Rice, P. (1994), *An Engineer Imagines*, Artemis, London.
Rics (2020), *Modern Methods of Construction – A forward-thinking solution to the housing crisis?*, September 2018. [Online] Available at: rics.org/globalassets/rics-website/media/news/news--opinion/modern-methods-of-construction-paper-rics.pdf [Accessed 12 October 2021].

Rogers, D. and Power, E. (2020), "House policy and the Covid-19 pandemic – The importance of housing research during the health emergency", in *International Journal of Housing Policy*, vol. 20, issue 2, pp. 177-183. [Online] Available at: doi.org/10.1080/19491247.2020.1756599 [Accessed 17 October 2021].

Sandanayake, M., Luo, W. and Zhang, Z. (2019), "Direct and indirect impact assessment in off-site construction – A case study in China", in *Sustainable Cities and Society*, vol. 48, 101520, pp.1-14. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.scs.2019.101520 [Accessed 10 November 2021].

Santolini, F. (2021), "Ambiente, il prezzo da pagare – Il surriscaldamento farà perdere il 4% del Pil all'anno all'Italia – Il Paese al sesto posto per numero di vittime causate da eventi climatici estremi", in *La Stampa*, newspaper online, 31/10/2021. [Online] Available at: lastampa.it/politica/2021/10/31/news/ambiente_il_prezzo_da_pagare_il_

surriscaldamento_fara_perdere_il_4_del_pil_all_anno_all_italia-353166/ [Accessed 17 October 2021].

Scalisi, F. (2020), "Adaptive facade and Phase Change Materials (PCMs) – A sustainable approach for building construction", in Scalisi, F. (ed.), *From Mega to Nano | The Complexity of a Multiscalar Project*, Palermo University Press, Palermo, pp. 44-69. [Online] Available at: doi.org/10.19229/978-88-5509-189-3/432020 [Accessed 17 October 2021].

Smith, R. E. and Quale, J. D. (2017), *Offsite Architecture – Constructing the future*, Routledge Taylor&Francis Group, London-New York.

Sposito, C. and Scalisi, F. (2020) "Ambiente costruito e sostenibilità – Materiali riciclati e Design for Disassembly tra ricerca e buone pratiche | Built environment and sustainability – Recycled materials and Design for Disassembly between research and good practices", in *Agathón | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 8, pp. 106-117. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/8102020 [Accessed 17 October 2021].

Stahel, W. R. (1976), *The Potential for Substituting Manpower for Energy*, Battelle Memorial Institute, Geneva.

Statista (2021), "Recycling rate of municipal waste in the European Union (EU-28) in 2019, by country", in *statista.com*, n.d. [Online] Available at: statista.com/statistics/1219551/municipal-waste-recycling-eu-by-country/ [Accessed 16 September 2021].

Świąder, M., Lin, D., Szymon, S., L Kazak, J. K., Iha, K., van Hoof, J., Belčáková, I. and Altiok, S. (2020), "The application of ecological footprint and biocapacity for environmental carrying capacity assessment – A new approach for European cities", in *Environmental Science and Policy*, vol. 105, pp. 56-74. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.envsci.2019.12.010 [Accessed 10 June 2021].

TRL and WRAP (2010), *Designing out Waste – A design team guide for civil engineering*. [Online] Available at: modular.org/marketing/documents/Designingout-Waste.pdf [Accessed 09 October 2021].

UN – General Assembly (2015), *Transforming our world – The 2030 Agenda for Sustainable Development*, document A/RES/70/1. [Online] Available at: un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E [Accessed 10 November 2021].

UN – United Nations (2019), *World Population Prospects 2019 – Highlights*. [Online] Available at: population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf [Accessed 23 September 2021].

UN – United Nations (2012), *The Future We Want – Outcome document of the United Nations Conference on Sustainable Development – Rio de Janeiro, Brazil, 20-22 June 2012*. [Online] Available at: sustainabledevelopment.un.org/content/documents/733FutureWeWant.pdf [Accessed 23 September 2021].

UN – United Nations (1992), *Agenda 21*. [Online] Available at: sdgs.un.org/sites/default/files/publications/Agenda21.pdf [Accessed 23 September 2021].

UNEP – United Nations Environment Program (2020), *Emissions Gap Report 2020*. [Online] Available at: unep.org/emissions-gap-report-2020 [Accessed 20 October 2021].

Vijayalaxmi, J. (2010), "Towards sustainable architecture – A case with Greentainer", in *Local Environment*, vol. 15, issue 3, pp. 245-259. [Online] Available at: doi.org/10.1080/13549830903575596 [Accessed 22 September 2021].

Wang, X., Li, Z. and Tam, V. W. Y. (2015), "Identifying best design strategies for construction waste minimization", in *Journal of Cleaner Production*, vol. 92, pp. 237-247. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.076 [Accessed 16 October 2021].

WBDG Sustainable Committee (2021), "Optimize Building Space and Material Use", in *wbdg.org*, 08/09/2021. [Online] Available at: wbdg.org/design-objectives/sustainable/optimize-building-space-material-use [Accessed 03 December 2021].

WCED – World Commission for Environment and De-

velopment (1987), *Our Common Future World*, Rapporto Brundtland. [Online] Available at: are.admin.ch/are/en/home/media/publications/sustainable-development/brundtland-report.html [Accessed 14 October 2021].

WEF – World Economic Forum (2021), "This is how climate change could impact the global economy", in *weforum.org*, 28/06/2021. [Online] Available at: weforum.org/agenda/2021/06/impact-climate-change-global-gdp/ [Accessed 25 September 2021].

WMO – World Meteorological Organization (2021), "Weather-related disasters increase over past 50 years, causing more damage but fewer deaths", in *public.wmo.int*, 31/08/2021. [Online] Available at: public.wmo.int/en/media/press-release/weather-related-disasters-increase-over-past-50-years-causing-more-damage-fewer [Accessed 13 September 2021].

Worrell, E. and Reuter, M. A. (eds), *Handbook of Recycling – State-of-the-Art for Practitioners, Analysts, and Scientists*, Elsevier. [Online] Available at: doi.org/10.1016/C2011-0-07046-1 [Accessed 15 October 2021].

WRI – World Resources Institute (n.d.), *Zero Carbon Buildings for All*. [Online] Available at: wrirosscities.org/ZeroCarbonBuildings [Accessed 28 September 2021].

PROCESSI DIGITALI DI CONFORMITÀ NORMATIVA

La rigenerazione urbana della ex-Corradini a Napoli

DIGITAL RULE-BASED COMPLIANCE PROCESSES

The urban regeneration of ex-Corradini, Naples (IT)

Marina Rigillo, Sergio Russo Ermolli, Giuliano Galluccio

ABSTRACT

Il contributo indaga le trasformazioni culturali e tecniche che il digitale produce nel progetto di architettura, attribuendo al 'dato' un valore di asset strategico per la definizione di nuove connessioni tra ambiente fisico, virtualità e digitalizzazione allo scopo di migliorare l'efficacia dei processi decisionali alla base delle previsioni progettuali. L'articolo approfondisce il caso della rigenerazione urbana dell'ex area industriale Corradini di Napoli, proponendo un'applicazione sperimentale di protocolli di verifica di conformità normativa all'interno di un contesto caratterizzato da elevata incertezza informativa. L'applicazione di procedure BIM-based nella fase iniziale del processo progettuale diviene occasione di sviluppo di un approccio per scenari, che adopera i sistemi di Code e Model Checking come strumenti 'euristici' per supportare le decisioni e minimizzare il rischio di errore in progetti complessi.

The paper investigates the cultural and technical transformations in architectural design produced by digital technologies, considering 'data' as a strategic asset for the definition of new connections between the physical environment, virtuality and digitalization in order to improve the decision-making processes underpinning design choices. The article explores the case of the urban regeneration of the Corradini ex-industrial area in Naples, offering an experimental application of rule-based compliance protocols within a high informative uncertainty context. The application of BIM-based procedures in the early design process stage becomes an opportunity to develop a multi-scenario approach, which employs Code and Model Checking systems as 'heuristic' tools to support decisions and enhancing risk management in complex projects.

KEYWORDS

BIM, conformità normativa, processi decisionali, rigenerazione urbana, complessi ex-industriali

BIM, rule-based compliance, decision-making, urban regeneration, ex-industrial buildings

Marina Rigillo, Architect and PhD, is an Associate Professor of Architectural Technology at the Department of Architecture, 'Federico II' University of Naples (Italy). She carries out research activities in the field of environmental and ecological design, with particular attention to the issues of environmental risk, climate adaptation of urban spaces, reuse and recycling processes of C&D waste. Mob. +39 328/84.73.780 | E-mail: marina.rigillo@unina.it

Sergio Russo Ermolli, Architect and PhD, is an Associate Professor of Architectural Technology at the Department of Architecture, 'Federico II' University of Naples (Italy). He carries out research on the topics of digital culture in architectural design and the relationship between design and digital innovation in the processes of industrial production and transformation of the building stock. Mob. +39 340/51.81.989 | E-mail: russermo@unina.it

Giuliano Galluccio, Architect, is a PhD Candidate at the Department of Architecture of the 'Federico II' University of Naples (Italy). He carries out research activities on the topics of digitalization of design, production and management processes of architecture and Information Management for decision support in the design phase. Mob. +39 333/50.12.048 | E-mail: giuliano.galluccio@unina.it

Nell'ambito della digitalizzazione del settore delle costruzioni, l'efficacia del processo decisionale è sempre più dipendente dalle modalità di elaborazione, trasmissione e organizzazione delle informazioni all'interno del progetto. In particolare, a seguito dello sviluppo delle ICT e delle piattaforme BIM-based, il dato ha assunto un valore di asset strategico nell'organizzazione dei processi progettuali e nell'ottimizzazione dei flussi informativi tra gli attori coinvolti (Deutsch, 2015). L'informazione è perciò al centro di un ampio quadro di protocolli e direttive che mirano a promuovere l'adozione di strumenti e metodologie data-driven per il miglioramento qualitativo e produttivo dell'intera filiera AEC, sia su scala europea che nazionale (Block and Galluccio, 2021). In questo contesto, è possibile osservare che la digitalizzazione, al di là degli aspetti strumentali, definisce una nuova dimensione culturale dell'azione di prefigurazione progettuale, che risulta strettamente connessa alla qualità dell'informazione disponibile. Alla luce di tali considerazioni, il contributo intende approfondire le ricadute cognitive e tecniche del fenomeno digitale sul progetto di architettura e, quindi, interrogarsi sulla possibilità che la progressiva diffusione di tecnologie e procedure per la gestione delle informazioni nel processo edilizio si configurano come strumento 'euristico' nella costruzione delle scelte progettuali, fornendo supporto ai processi decisionali per ottimizzare le prestazioni edilizie, minimizzare i rischi di errore e individuare soluzioni innovative.

Tecnologie e procedure BIM-oriented stanno evolvendosi da strumenti di gestione del processo edilizio a vere e proprie piattaforme di progettazione integrata (Carpo, 2012), all'interno delle quali la possibilità di scambiare informazioni mediante la condivisione di modelli di dati determina un'influenza sempre più forte sulle modalità di implementazione e sui risultati dei processi di 'costruzione' delle scelte di progetto (Nowak et alii, 2016). Se, alla loro introduzione, i vantaggi di questi sistemi erano essenzialmente riconducibili a una maggiore efficacia dell'attività di controllo dei tempi e dei costi di commessa (Kensek, 2014), il loro sviluppo aggiunge importanti elementi di complessità che risultano proporzionali ai livelli decisionali e logici del processo progettuale. Infatti, nonostante l'apparente semplicità con cui i sistemi computazionali svolgono compiti complessi, questi ultimi richiedono un monitoraggio attento dei singoli passaggi e degli esiti ad essi corrispondenti, dal momento che la corretta applicazione delle procedure di Information Management non garantisce necessariamente l'efficacia delle scelte progettuali (Bernstein, 2018).

Digitalizzazione edilizia e dimensioni progettuali del digitale | I cambiamenti innescati dall'introduzione di tecnologie e processi derivati dall'ICT nel settore delle costruzioni (BIM, Realtà Virtuale e Aumentata, Intelligenza Artificiale, Digital Manufacturing, ecc.; Sassoon, 2018) suggeriscono nuove prospettive per il mercato e l'attività industriale del settore stesso, destinato a cambiare l'intera struttura della sua filiera, coinvolgendo in questa trasformazione tutti gli operatori (Susskind and Susskind, 2015). Sulla base dell'esperienza di settori più industrializzati,

come quello automobilistico, aerospaziale o navale (Kieran and Timberlake, 2003), è legittimo ritenere che la transizione verso la digitalizzazione, anche nelle costruzioni, coinciderà con un cambiamento culturale e non solo un semplice aggiornamento delle risorse umane e strumentali degli operatori tradizionali (Picon, 2010).

Inoltre, gli scenari della progettazione architettonica sono già oggi sempre più caratterizzati da una crescente complessità, in cui convergono questioni economiche, sociali, tecniche e ambientali (Attaianesi and Rigillo, 2021) e l'eterogeneità degli attori coinvolti rende fondamentale il valore delle informazioni (Floridi, 2014), la loro qualità e la loro capacità di essere interpretate e scambiate in formati aperti, da consultare e condividere. Ciò corrisponde alla specializzazione degli operatori, che richiede l'adozione di metodologie per la definizione di nuove strategie attraverso l'uso di piattaforme di raccolta e gestione di grandi quantità di dati per la condivisione e il supporto delle decisioni (Garber, 2014). L'adozione del BIM, in tal senso, permette l'integrazione delle informazioni e dei processi attraverso strumenti che fanno riferimento al ciclo di vita di un intero edificio o di un suo componente, la promozione della comunicazione tra i vari attori coinvolti nel processo, la gestione di quest'ultimo in modo integrato e coerente, la riduzione degli sprechi e, infine, l'aumento dell'efficienza complessiva di processi e prodotti (Kalay, 2006).

Nella sintassi dei sistemi BIM-oriented non è difficile ritrovare un punto di sviluppo delle teorie su una visione sistemica del progetto architettonico, cioè caratterizzata da simultaneità, integrazione, anticipazione, simulazione (Russo Ermolli, 2020); allo stesso modo, tecnologie di rilevamento sempre più avanzate veicolano la conoscenza del reale discretizzandone la continuità 'analogica' in nuvole di punti, che restituiscono 'quantità' di realtà, ossia dati intesi come 'campi di differenze' (Bateson, 1972). L'interoperabilità degli ambienti di modellazione BIM-based consente virtualizzazioni degli oggetti mediante la restituzione delle loro caratteristiche per livelli di sviluppo crescenti rispetto all'avanzare della progettazione (LOIN – Level Of Information Need; ISO19650), che supera l'approccio fondato su rapporti di scala, in favore di un paradigma simulativo altamente affidabile, sia per la struttura geometrica che per i contenuti informativi (Sheer, 2014).

Ecosistemi virtuali per la verifica del progetto

La virtualizzazione della fisicità del costruire definisce ecosistemi digitalizzati in cui il processo decisionale avviene in un rapporto interattivo tra progettista e tecnologie digitali (Negroponte, 1969). Un esempio in tal senso sono le procedure di verifica di conformità normativa, che introducono meccanismi di auto-monitoraggio per 'validare' ex ante, e in maniera iterativa, le diverse ipotesi progettuali, incorporando la complessità del reale in un processo dialogico e ricorsivo (Morin, 1977). Tali procedure sono rigorosamente delineate all'interno dei protocolli BIM come attività di coordinamento e verifica, finalizzate a intercettare in maniera puntuale lacune, interferenze e incompatibilità normative tra due o più entità digitali posizionate nell'ambiente virtuale di modellazione (Fig. 1).

La UNI 11337:2017 – Parte 5 identifica, più precisamente, tre attività di coordinamento e verifica: 1) Clash Detection, ossia analisi e controllo delle interferenze geometriche tra oggetti digitali; 2) Model Checking, intesa come analisi e controllo della coerenza geometrica e informativa degli oggetti digitali; 3) Code Checking, finalizzata a individuare difformità normativa di oggetti e ambienti digitali. Le Clash Detection isolano, nella comparazione tra due o più modelli digitali BIM, interferenze relative a un'effettiva intersezione di due o più oggetti digitali (Hard Clash) o un'inadeguata prossimità tra elementi (Soft Clash o Clearance Clash), secondo tolleranze e modalità stabilite a monte del processo di verifica. Inoltre, considerando la possibilità di aggiungere una variabile temporale come parametro informativo degli oggetti digitali, il software preposto opera una simulazione di avanzamento delle fasi di costruzione intercettando l'eventuale conflittualità tra due lavorazioni, sintetizzate in entità statiche virtualizzate. Nel Model checking, invece, i controlli possono riguardare, ad esempio, le dimensioni minime degli elementi principali, le ridondanze nel posizionamento delle entità digitali, la codifica e perimetrazione delle unità ambientali, la nomenclatura e parametrizzazione delle entità digitali o il rispetto di regole gerarchiche tra quest'ultime.

Il lavoro presentato approfondisce le opportunità degli strumenti di verifica nelle attività di coordinamento e verifica BIM, interpretando il Code Checking, in particolare, come apparato metodologico euristico per la progettazione (Martins, Rangel and Abrantes, 2016). Attraverso la visualizzazione e la gestione informata di eventuali incompatibilità normative di oggetti o unità ambientali digitalizzate, è infatti possibile orientare ex ante scelte progettuali e tecnologiche, immediatamente incardinate al rispetto di precise prescrizioni tecniche, sanitarie o legislative, che vengono espresse come parametri quantitativi all'interno di sistemi di regole predefiniti dall'utente/progettista (Beach et alii, 2015; Amor and Dimyadi, 2021).

Il caso studio: area ex-industriale Corradini a Napoli

Il caso studio si concentra sulla messa a punto di metodologie per il supporto alle decisioni basate sull'integrazione tra tecniche di rilevamento digitali, modellazione informativa e procedure di Code e Model Checking, con l'obiettivo di elaborare strategie di rigenerazione orientate alla minimizzazione dei rischi di errore nei processi progettuali complessi attraverso l'utilizzo di verifiche di conformità multi-parametriche. Oggetto di sperimentazione è il sito dell'ex fabbrica Corradini di Napoli, nel quartiere di San Giovanni a Teduccio (Fig. 2), dismesso nel 1949 e sottoposto a vincolo storico-artistico nel 1990, sito, di proprietà del Comune di Napoli, che versa oggi in uno stato di profondo degrado (Fig. 3), ed è inaccessibile a causa dell'inquinamento da amianto.

Nello specifico, l'area oggetto di studio comprende immobili e aree di pertinenza del Complesso metallurgico della società Corradini, ricadenti in quello che il Piano comunale del 2014 (Pianocittà¹) identifica come Lotto 1 (Fig. 4). Lo stabilimento, sorto alla fine dell'800, è rimasto in disuso fino al 1999, anno di acquisizione dell'area

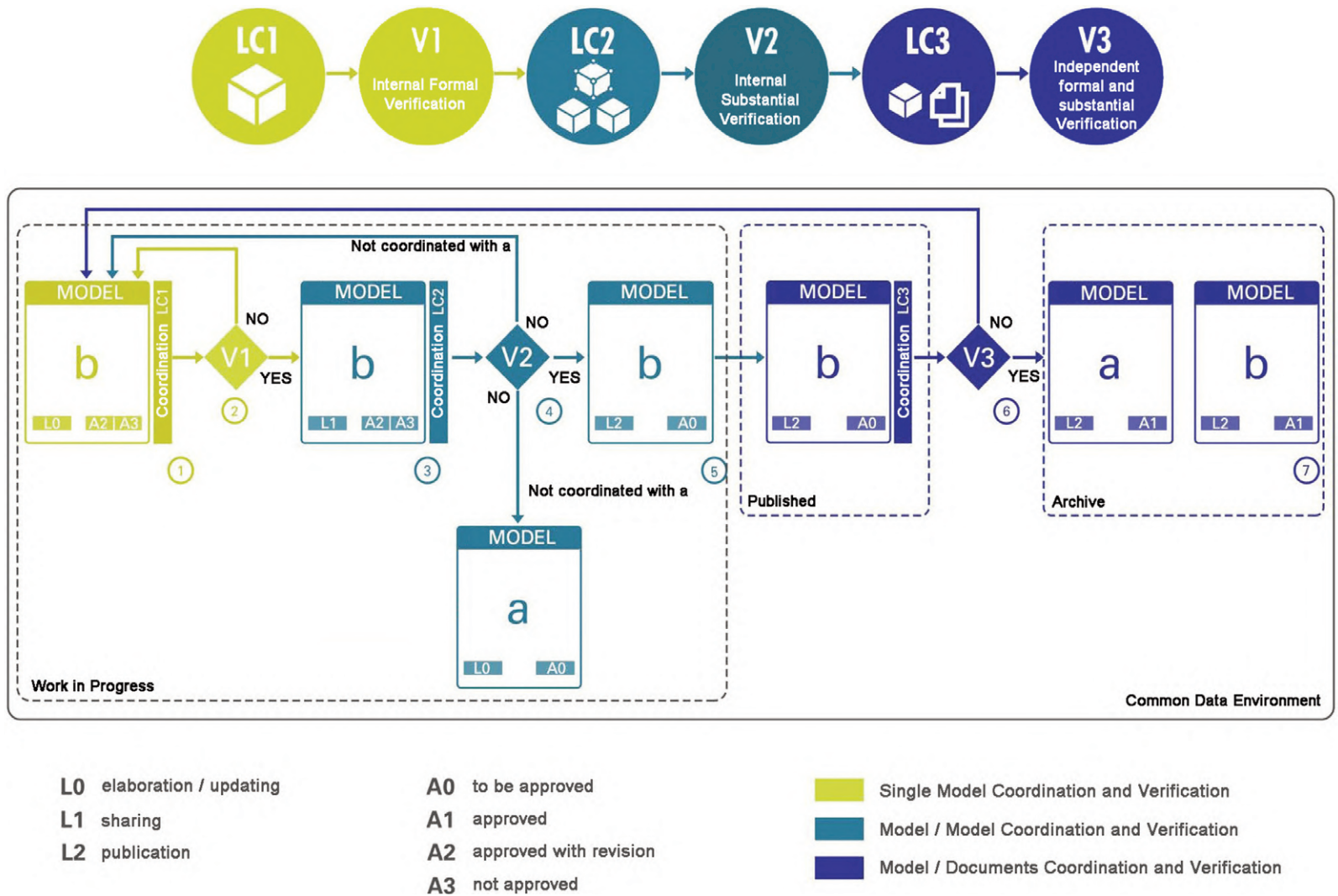


Fig. 1 | BIM verification and coordination process diagram, as defined in UNI 11337 – Part 5 (credit: F. Zullo, 2020).

e degli immobili in essa ricadenti da parte del Comune di Napoli. Il sito comprende prevalentemente edifici a unico livello, con strutture in muratura portante in blocchi di tufo o listata, con copertura a doppia falda o shed con manto in coppi, sostenute da capriate in legno o ferro, quest'ultime di tipo Polonceau. Numerosi crolli, verificatisi a partire dal 1960, hanno interessato in modo rilevante le coperture (per la quasi totalità oggi non più esistenti) e in modo parziale le murature. Pertanto gli edifici sono prevalentemente allo stato di rudere, con una diffusa presenza di vegetazione infestante e un grave deterioramento delle superfici murarie superstiti.

La sperimentazione condotta si caratterizza per una condizione di elevata incertezza informativa dovuta all'impossibilità di accedere all'area e di procedere al rilievo e alla verifica statica dei manufatti; tale difficoltà si somma alla mancata attuazione del succitato Piano Città, così che la stessa trasformazione del quartiere San Giovanni non corrisponde agli obiettivi di rifunionalizzazione individuati nel Piano del 2014. In questo quadro, la ricerca² si orienta in prima battuta alla costruzione di scenari di rifunionalizzazione aggiornati al contesto sociale, normativo e ambientale dell'oggetto di studio, valutando la capacità di quest'ultimo di soddisfare le esigenze di sviluppo del quartiere e i requisiti complessivamente attesi, prefigurando nuove e più adeguate fun-

zioni così da aumentare le possibilità di successo dell'intervento di rigenerazione (Losasso, 2015).

Procedure BIM-based per l'implementazione di verifiche di conformità normativa | Al fine di definire e sperimentare una procedura BIM-based per l'implementazione di verifiche di conformità normativa nel progetto di rifunionalizzazione del patrimonio costruito, sono state identificate quattro fasi di lavoro: 1) Rilievo del sito mediante ausilio di drone; 2) Redazione di un piano di Gestione Informativa (UNI 11337:2017 – Parte 5 e 6) e modellazione BIM, sia dal rilievo del sito sia dal progetto precedentemente redatto dal Comune; 3) Analisi di conformità BIM, svolta confrontando i due modelli elaborati nella Fase 2, allo scopo di correggere scostamenti e difformità tra il disegno dei luoghi alla base del progetto preliminare e verificare la compatibilità delle funzioni previste dal Piano; 4) Sviluppo degli scenari funzionali, attività basata sulle verifiche di conformità BIM per lo sviluppo di scenari funzionali molteplici. Questi ultimi, tenendo conto dell'attuale incertezza delle informazioni sulla condizione degli edifici, sono stati implementati come proiezioni progettuali basate sull'interpolazione tra un 'set' di funzioni e i possibili spazi all'interno dei quali collocarle.

I sistemi di regole adottati per l'applicazione dei protocolli di Model e Code Checking hanno

compreso: A) Analisi delle proprietà del sito (orientamento, ventilazione e posizione rispetto ai principali accessi); B) Analisi dimensionali degli spazi (area, altezza, perimetro, volume); C) Analisi dimensionali delle superfici vetrate e rapporti aerolluminanti; D) Condizioni di sicurezza (ad esempio numero di porte d'uscita di sicurezza rispetto alle prescrizioni per la funzione ipotizzata); E) Condizioni di accessibilità. Inoltre, sono state definite le regole di Clash Detection tra gli oggetti digitali affinché fossero individuate: i) Intersezioni tra componenti di uguale categoria (quest'ultima intesa, in linea di massima, come classi di elementi tecnici secondo la norma UNI 8290-1:1981); ii) Intersezioni tra componenti di diversa categoria; iii) Intersezioni tra altri elementi. Infine, è stata implementata una Space Analysis sul sistema ambientale, al fine di verificare la distanza tra le unità funzionali e l'area totale per ognuno dei piani degli edifici rispetto alle dimensioni minime stabilite per ogni unità funzionale.

L'attività svolta è stata improntata alla replicabilità della metodologia e all'adattabilità del modello alle diverse condizioni del contesto. Ciononostante la sperimentazione presenta precisi limiti d'applicazione: 1) la scelta delle destinazioni d'uso, sulla base delle quali sono state svolte le verifiche di conformità, è il risultato di una sintesi tra le indicazioni del Comune di Napoli e le analisi svolte dal gruppo di ricerca sull'area di studio;

2) la configurazione dei fabbricati modellati in ambiente BIM è il risultato di approssimazioni e di integrazioni da fonti diverse, a causa dell'impossibilità di accedere al sito; 3) le verifiche di conformità sono state svolte tenendo in considerazione parametri quantitativi e dimensionali, dedotti dalle normative nazionali, regionali e locali in merito alle destinazioni d'uso stabilite (aree, volumi, altezze, superfici trasparenti, larghezza di vani e corridoi, altezza e larghezza delle aperture, mutue distanze tra unità ambientali). Tali limitazioni non inficiano tuttavia l'attendibilità dei risultati qui esposti, che sono verificati e affidabili da un punto di vista metodologico. A conclusione delle operazioni di bonifica dell'area, sulla base di una più affidabile conoscenza del sito, il metodo di ricerca sarà oggetto di una seconda sperimentazione volta a verificare i risultati già ottenuti e a valutare l'entità dell'approssimazione tra sperimentazione teorica e attività sul campo, al fine di procedere agli aggiustamenti del metodo definito, minimizzando l'approssimazione.

Verifiche di conformità BIM-based per interventi di rigenerazione urbana | La restituzione di un attendibile stato di fatto del sito è stata condotta a partire dagli elaborati forniti dal Comune di Napoli, comprensivi di un rilievo metrico degli edifici datato 1981, da immagini fotografiche scattate nel 2005, foto aeree ottenute nel 2019 e dal Progetto Preliminare stesso, integrati dal rilievo fotogrammetrico realizzato nel giugno 2020 e la relativa nuvola di punti (Figg. 5, 6). Prima di procedere alla modellazione è stato elaborato il piano di Gestione Informativa (pGI), condiviso all'interno dell'unità di ricerca interdisciplinare, allo scopo di organizzare all'interno di un unico documento i ruoli e gli obiettivi della Modellazione Informativa, la struttura della piattaforma di condivisione dei dati (Ambiente di Condi-

visione Dati – ACDat; UNI 11337:2017 – Parte 4), gli usi del modello BIM rispetto alle priorità strategiche di progetto, le modalità di verifica del modello e le regole di classificazione degli oggetti digitali. La caratterizzazione degli oggetti digitali segue la norma UNI 11337:2017 – Parte 4 e la ISO 19650:2018, che introduce i LOIN, livelli di sviluppo geometrico e informativo progressivi delle entità virtualizzate.

A partire dalla modellazione BIM delle due configurazioni del sito disponibili (relative al Progetto Preliminare del 2014 e ai dati del rilievo del 2020), è stato analizzato il programma funzionale previsto dal Comune di Napoli, che prevedeva per l'area la localizzazione di spazi per attività culturali, quali esposizioni, sale convegni e concerti, residenze universitarie e relativi servizi, ivi comprese attività di ristorazione. Denominato nella ricerca 'Scenario 0', il progetto del Comune (Fig. 7), è stato oggetto di una prima verifica normativa rispetto allo scenario funzionale emerso

da un'analisi GIS dei servizi presenti nell'area rispetto alla densità e alle caratteristiche della popolazione, nonché relativamente alle trasformazioni realizzate nell'area e nella città dal 2014 al 2020, soprattutto riconducibili alla realizzazione del Campus Universitario nell'area ex Cirio di San Giovanni. Tale verifica ha permesso di individuare due principali categorie di criticità: 1) Problemi per gli accessi e i parcheggi (errato posizionamento e numero insufficiente di posti auto, inadeguatezza degli attuali sistemi di accesso al Lotto in termini di quantità e interferenza dei flussi veicolari/pedonali); 2) Problemi funzionali (relativi al tipo di funzione prevista, al posizionamento delle funzioni e agli aspetti dimensionali, normativi e distributivi degli spazi).

Particolarmente esemplificativa della sperimentazione svolta è l'analisi degli edifici ricadenti nel Gruppo 9, destinati nello 'Scenario 0', ad attività di ristorazione. Le principali criticità hanno riguardato la zona cucina: situata lungo una

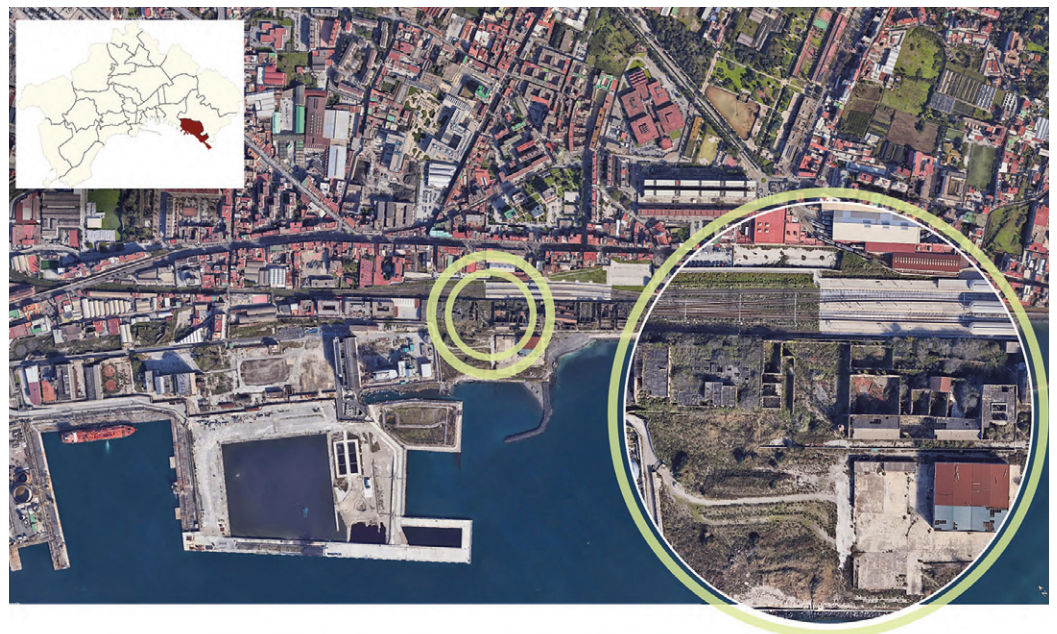


Fig. 2 | San Giovanni a Teduccio (Naples): overview and focus on the ex Corradini site (credit: L. Pierni, 2020).



Fig. 3 | Current state of the buildings in the ex Corradini site (credits: M. Ferruzzi, 2019).

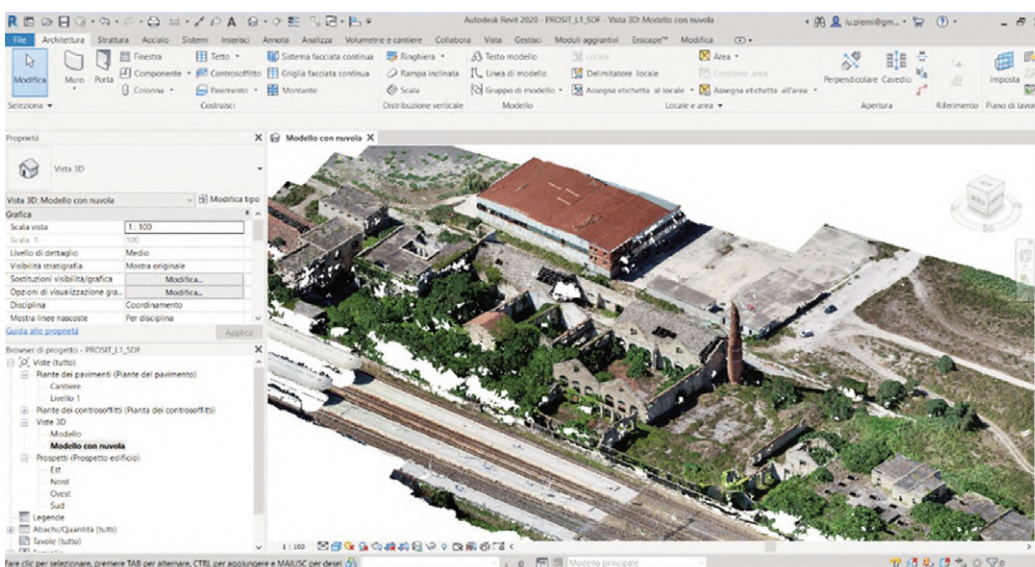
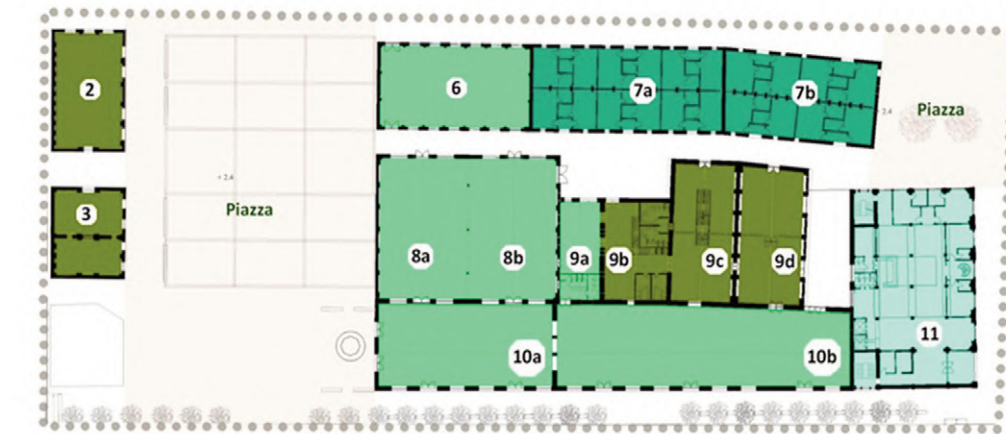
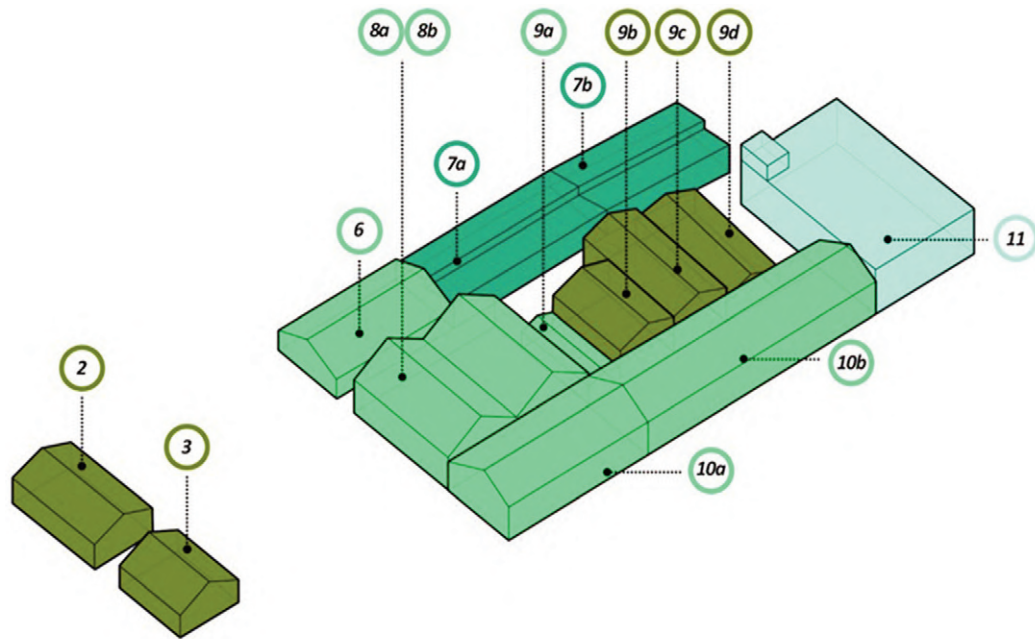


Fig. 4 | Ex Corradini Lot 1 and buildings name classification (credit: L. Pierni, 2020).

Fig. 5 | BIM site modelling from the survey point cloud using Autodesk RECAP and Autodesk REVIT (credit: L. Pierni, 2020).

Next page

Fig. 6 | Buildings geometry and information 3D restitution process (credit: M. Tortora, 2020).

Fig. 7 | Ex Corradini functional program: 'Scenario 0' by Municipality of Naples (credit: E. Guarino, 2021).

Fig. 8 | BIM compliance process diagram using SOLIBRI Model Checker (credit: F. Zullo, 2020).

parete confinante con un edificio adiacente, era prevista al piano terra di un livello da realizzarsi e da adibire a ulteriore sala ristorante; in tal modo, però, l'unità non presentava uscite dirette verso l'esterno; non era provvista di aperture, né c'era possibilità di realizzarne di nuove, escludendo di fatto la possibilità di garantire ventilazione e illuminazione naturale; i canali di sfogo dei fumi avrebbero disturbato gli edifici circostanti, essendo l'unità racchiusa su tre lati da volumi adiacenti. Infine, l'assenza di accessi su strada avrebbe implicato che le operazioni di carico/scarico merci sarebbero avvenute in corrispondenza dell'ingresso stesso del ristorante, su quello che è considerato l'asse principale dell'intero Lotto 1.

Il modello è stato sottoposto a verifica mediante l'ausilio del software Solibri Model Checker (Fig. 8) che, a seguito della definizione dei sistemi di regole, ha evidenziato ulteriori criticità sfuggite a un primo controllo 'manuale'. In particolare, le regole adoperate fanno riferimento alle norme per il superamento delle barriere architettoniche (D.M. 236/1989), alle norme antincendio (D.M. 11/04/1996; D.P.R. 151/2011; D.M. 08/11/2019) e al Regolamento di Igiene e Sanità (D.C.C. 46/2001). Dall'analisi è emersa l'insufficienza del rapporto aeroilluminante della sala ristorante, della cucina e della sala bar, sottolineando la necessità di operare nuove aperture. Allo stesso modo, alcune funzioni, come quelle di stoccaggio e deposito di alimenti e altri prodotti, vedevano un sovradimensionamento rispetto all'effettiva necessità, a discapito di altre unità funzionali. Nell'ottica di una complessiva riorganizzazione delle funzioni all'interno dell'area e nel rispetto delle istanze espresse dal Comune, è stato quindi deciso di ricollocare nell'Edificio 7 l'attività di ristorazione. In questa nuova posizione, il ristorante può affacciarsi su un 'asse di servizio', da impiegare come zona di carico/scarico merci; è stato inoltre possibile dotare l'ambiente cucina sia di un'uscita diretta verso l'esterno che di adeguate aperture per l'illuminazione e la ventilazione naturale. L'edificio scelto si trova, infine, in una posizione maggiormente isolata rispetto al precedente, consentendo di allontanare l'emissione di fumi della cucina dagli edifici adiacenti (Figg. 9-14). La ripetizione della procedura per tutte le funzioni previste dal Piano Città ha comportato modifiche e riposizionamenti all'interno dell'intero Lotto 1, confluiti nella produzione di tre scenari alternativi, tutti internamente coerenti e confrontabili tra di loro.

Approcci simulativi e scenari molteplici come strategia decisionale

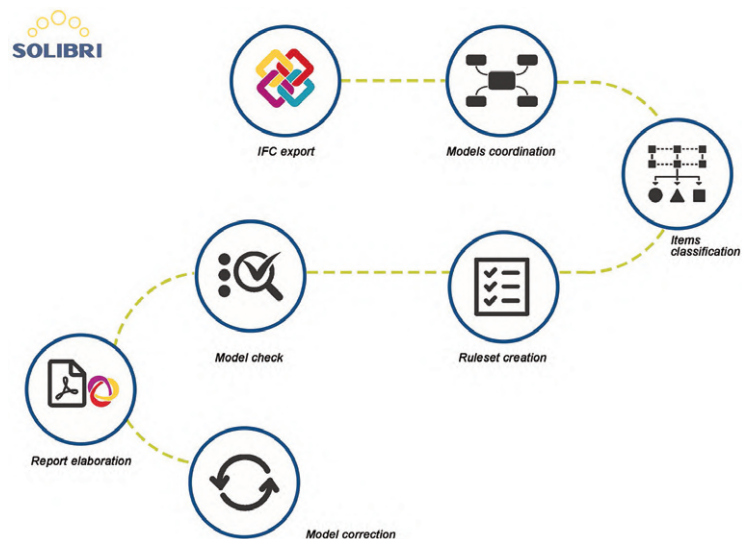
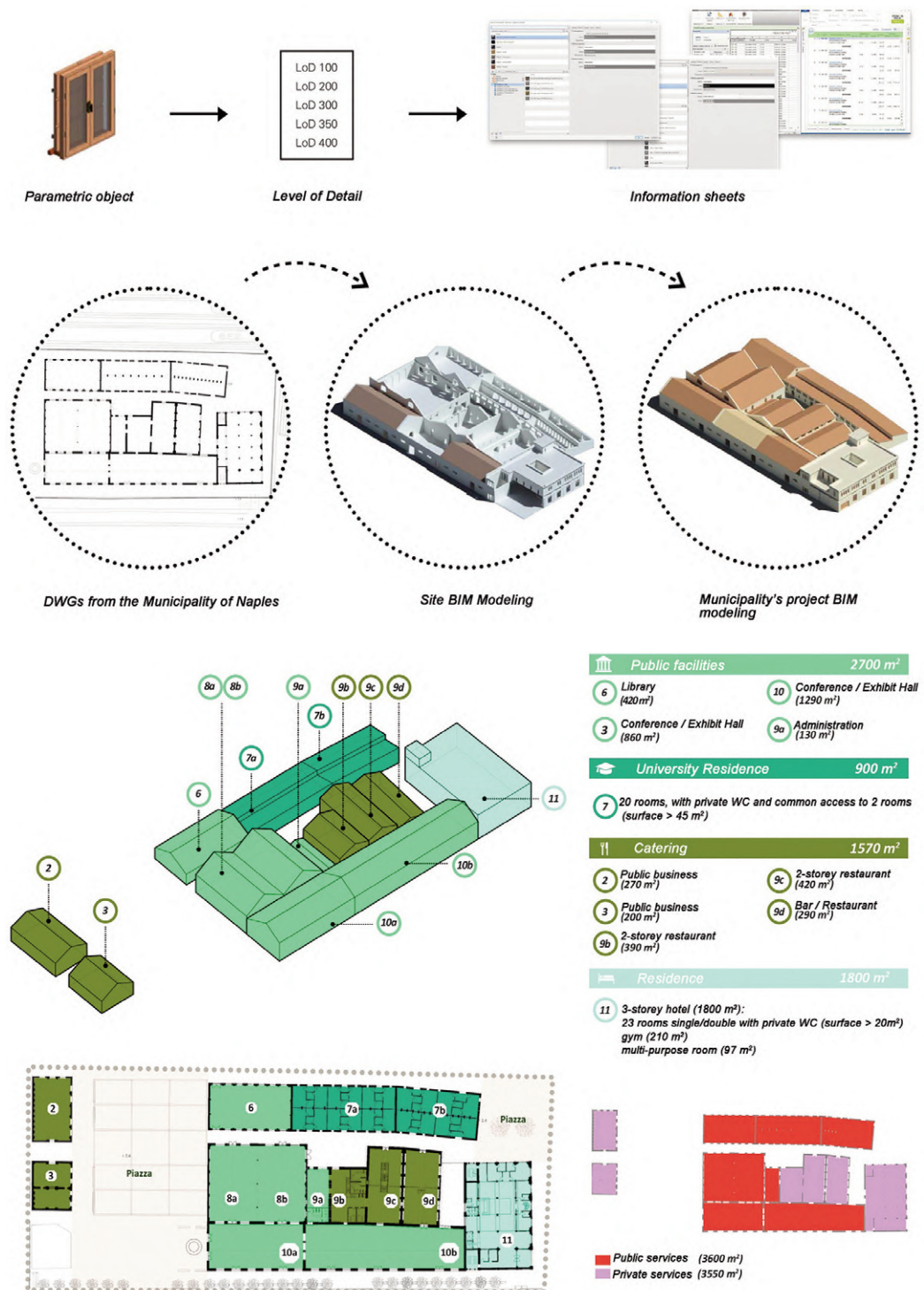
L'adozione di una metodologia per scenari (coerente peraltro con il dettato del Codice degli Appalti, D.lgs. 50/2016, art. 23) è possibile grazie all'utilizzo di tecnologie di modellazione e simulazione che consentono di mettere in campo procedure solitamente applicate per la verifica ex post del processo e che invece vengono qui proposte in una fase ex ante, facendone un vero e proprio strumento 'progettuale' per guidare le decisioni. Le soluzioni individuate per la rifunzionalizzazione degli spazi dell'ex complesso industriale Corradini (Figg. 15-17), pur differenti nella loro architettura, risultano coerenti ai sistemi di regole adottati e in generale prevedono: 1) la possibilità di lasciare invariate alcune delle funzioni previste del progetto preliminare, ottimizzandone la collocazione

all'interno dell'area; 2) il riconoscimento della vocazione universitaria del sito, in modo da configurare una continuità funzionale con il Campus della 'Federico II', sviluppandone in particolare le attività ricettive; mentre, e diversamente da quanto previsto nel progetto del Comune, gli alloggi sono collocati ai livelli superiori, in ottemperanza al regolamento sugli standard minimi relativi alla costruzione di alloggi e residenze per studenti universitari (D.M. n. 936/2016); 3) il perseguimento di obiettivi di riduzione dei rischi di sottoutilizzo degli edifici, favorendo l'insediamento di funzioni diverse da quelle originariamente previste dall'Amministrazione comunale ma maggiormente in sintonia con le attuali linee di evoluzione del quartiere, garantendo al tempo stesso una prevalente direzione pubblica delle attività ivi collocate rispetto a quella a 'guida' privata.

Lo 'Scenario di sintesi' (Tab. 1) è il risultato del processo decisionale condiviso che ha coinvolto il Dipartimento di Architettura dell'Università di Napoli, il consorzio STRESS e il Comune di Napoli. Nello specifico, i rappresentanti del Comune hanno optato per la distribuzione funzionale proposta dallo 'Scenario 3', con la differenza che gli Edifici 8a e 8b sono adibiti a teatro e ludoteca (come nello 'Scenario 2') e gli ambienti si sviluppano su un unico piano, essendo esclusa la possibilità di inserire finestre a un ipotetico secondo livello.

Il progetto digitale come 'totalità potenziale, congetturale, plurima' | L'opportunità di poter disporre, rispetto a uno specifico problema progettuale, di differenti simulazioni di possibili risoluzioni grazie all'impiego di tecnologie e metodologie digitali pare realizzare l'affermazione di Italo Calvino (1988, p. 85), secondo cui «[...] oggi non è più pensabile una totalità che non sia potenziale, congetturale, plurima». In particolare, nell'ambito della riqualificazione del patrimonio edilizio, la possibilità di perseguire nuovi usi e trasformazioni compatibili con le condizioni materiali, con il contesto di riferimento e con le normative cogenti, lavorando attraverso la formulazione di scenari comparativi, offre un'opportunità interessante per ripensare i processi decisionali nell'ottica di una maggiore efficacia delle soluzioni. Ciò può infatti consentire di migliorare la qualità delle scelte strategiche e di avviare un rinnovamento profondo soprattutto nella programmazione e gestione degli interventi complessi.

In tal senso, il digitale rappresenta un dispositivo tecnico e culturale che può consentire l'individuazione di nuovi approcci metodologici al progetto in grado di mediare tale complessità. La sperimentazione realizzata dimostra che il digitale non traduce la portata delle tecnologie informazionali in un mero aggiornamento strumentale, bensì influenza e direziona i processi cognitivi e decisionali, e in questa logica va studiato e controllato (Perriccioli, 2021). Una strada possibile può essere quella di un utilizzo consapevole delle tecnologie al fine di posizionare il progetto come 'figura' e la tecnica come 'sfondo', ossia implementando l'attività progettuale come costante sperimentazione di strumenti, procedure e protocolli, e riconfigurando, come nel caso esposto, la conformità normativa da fattore limitante a 'motore' progettuale.



Emerge, in conclusione, come la digitalizzazione non rappresenti un rischio di impoverimento del contenuto euristico dell'attività progettuale, ma piuttosto ne ampli le potenzialità; in questa prospettiva, le linee di sviluppo della presente ricerca guardano all'estensione della metodologia adottata dalla verifica dimensionale e distributiva delle funzioni emerse dal lavoro di Model Checking (Sydora and Strouli, 2020), alla valutazione di ipotesi tecniche, in particolare in riferimento alle attuali normative sulla riduzione del consumo di risorse naturali (Criteri Ambientali Minimi – D.M. 11/10/2017).

In the framework of the digitalization of the construction industry, the decision-making efficacy is increasingly dependent on how project information is processed, delivered and organized. Due to the ICT and BIM-based platforms development, in particular, data has gained a strategic asset value in design processes organization and in information flows between players optimization (Deutsch, 2015). Therefore, information is at the very core of a wide regulatory framework aimed at promoting data-driven tools and methodologies adoption within the whole AEC supply chain to improve quality and efficiency, on both European and national scale (Block and Galluccio, 2021). In this context, digitalization is drawing, beyond instrumentalities, new cultural dimension in design decision-making closely related to the quality of information. Thus, the paper aims at investigating the cognitive and technical implication of the digital phenomenon on architectural design. In particular, we question the possibility that the increasing diffusion of Information Management technologies and methods in the building process might be configured as a 'heuristic' tool in design decisioning, thus supporting, in the wake of the enhanced ability to collect, measure and exchange data, decision-making processes to optimize building performance, improve risk management and identify innovative solutions.

BIM-oriented technologies and methodologies are evolving from building process management tools to full-fledged integrated design platforms (Carpo, 2012). Within these platforms, the possibility of exchanging information as data models is producing a clear influence on the design decision-making methods and results (Nowak et alii, 2016). If these systems, at their introduction, essentially improved time and cost management (Kensek, 2014), their development unfolds significant levels of complexity, proportional to the design process decision and logic levels. Despite how simply computational systems perform complex tasks, they require careful monitoring of any single step and their outcomes, since the correct application of Information Management procedures does not necessarily guarantee the effectiveness of design choices (Bernstein, 2018).

Digitalization in construction and digitalization's design aspects | The transformations triggered by the introduction of ICT-derived technologies and processes in construction (BIM, Virtual and Augmented Reality, Artificial Intelligence, Digital Manufacturing; Sassoon, 2018) al-

low to assume that the market in the future will completely change its supply chain, radically modifying the actors involved (Susskind and Susskind, 2015). Experiences in more industrialized sectors, such as automotive, aerospace or shipbuilding (Kieran and Timberlake, 2003), point out that the digital transition, even in AEC, will involve a cultural change and not just a mere update of human and instrumental resources in traditional practices (Picon, 2010).

In addition, architectural design scenarios are already increasingly characterized by a growing complexity, in which economic, social, technical and environmental issues converge (Attaianese and Rigillo, 2021). As the variety of actors involved increases, so does the value of information (Floridi, 2014), which must be reliable, readable and interoperable to be consulted and shared. This corresponds to the specialization of the actors, which requires the adoption of methodologies for the definition of new strategies with the use of platforms for the collection and management of large amounts of data for sharing and supporting decisions (Garber, 2014). BIM adoption, in this sense, allows information and processes integration through tools referring to the life cycle of a whole building or its component, promoting communication between the various actors involved in a better managed process, reducing waste and, finally, increasing processes and products overall efficiency (Kalay, 2006).

BIM-oriented systems' syntax can also be considered as the development of systems theory in architectural design, characterized by concurrency, integration, anticipation, simulation (Russo Ermolli, 2020). Similarly, advanced survey technologies convey knowledge of reality by discretizing its 'analogue' continuity into point clouds, which return 'quanta' of reality, i.e. data considered as 'fields of differences' (Bateson, 1972). The interoperability of BIM-based modelling environments allows objects virtualizations by rendering their features for levels of development tied to the design progress (LOIN – Level Of Information Need; ISO19650). This approach overcomes scale relationships, in favour of a highly reliable simulative paradigm both in terms of geometry and information content (Sheer, 2014).

Virtual ecosystems for design verification | The virtualization of the act of building's concreteness defines digitalized ecosystems in which decision-making occurs in an interactive relationship between designer and digital technologies (Negroponte, 1969). Rule-based compliance analyses, for example, introduce self-verification mechanisms to ex ante and iteratively 'validate' design choices, embodying the complexity of reality in a dialogic and recursive process (Morin, 1977). These procedures are rigorously outlined within BIM protocols as coordination and verification activities, aimed at detecting gaps, interferences, and regulatory incompatibilities between two or more digital entities placed in the virtual modelling environment (Fig. 1).

UNI 11337:2017 – Part 5 identifies, more precisely, three coordination and verification activities: 1) Clash Detection, i.e. analysis and control of geometric interferences between digital objects; 2) Model Checking, i.e. analysis and control of geometric and informative coherence of

digital objects; 3) Code Checking, aimed at identifying regulatory inconsistencies of digital objects and environments. While comparing two or more BIM models, Clash Detection isolates interferences related to an effective intersection of two or more digital objects (Hard Clash) or inadequate proximity between elements (Soft Clash or Clearance Clash), according to tolerances and thresholds established prior to the verification process. Furthermore, considering time as a parameter of the digital objects, the software may simulate the progress of the construction stages, highlighting possible conflicts between two works, reduced to virtualized static entities. On the other side, model checking may concern building elements dimensions, redundancies in digital entities, environmental units' size, classification, nomenclature and digital entities parameterization or hierarchical rules consistency between the latter.

The presented work explores the use of compliance tools as an opportunity in BIM verification and coordination activities, interpreting Code Checking as heuristic methodological design apparatus (Martins, Rangel and Abrantes, 2016). By visualizing possible regulatory incoherencies and managing digitalized objects and environmental units, it is indeed possible to re-orient design choices upstream to meet precise design, technical, health or legislative requirements, expressed as quantitative parameters within rule systems established by the user/designer (Beach et alii, 2015; Amor and Dimyadi, 2021).

The case-study: Corradini ex-industrial area in Naples (IT) | The case study focuses on the development of decision-making methodologies based on the integration of digital survey technologies, Information Modelling and Code and Model Checking protocols, in order to establish urban regeneration strategies guided by multi-parametric compliance checks to minimize failure risk in the design processes. The case study is the ex-industrial area Corradini in Naples (IT), located in the district of San Giovanni a Teduccio (Fig. 2), disused since 1949 and named a cultural landmark in 1990. The site, currently owned by the Municipality of Naples, is today abandoned (Fig. 3) and inaccessible due to asbestos pollution.

The site includes areas pertaining to the Corradini Company's Metallurgical Complex, falling within what the 2014 Municipal Plan (Pianocittà¹) identifies as Lot 1 (Fig. 4). The factory, built in the late 1800s, remained in disuse until 1999, when the Municipality of Naples acquired the area and the buildings within it. The site includes mainly one-story buildings, with masonry structures in blocks of tuff or striped, with double pitch roofing or shed with roof tiles, supported by wooden or iron trusses, the latter type Polonceau. Numerous collapses have occurred since 1960, mainly affecting the roofs (almost all of which no longer exist today) and partially affecting the walls. The buildings are mainly in a state of ruin, with a widespread presence of infesting vegetation and an important deterioration of the surviving wall surfaces.

The high level of information uncertainty due to the impossibility of accessing the area and surveying and statically verifying the buildings is compounded by the failure to implement the

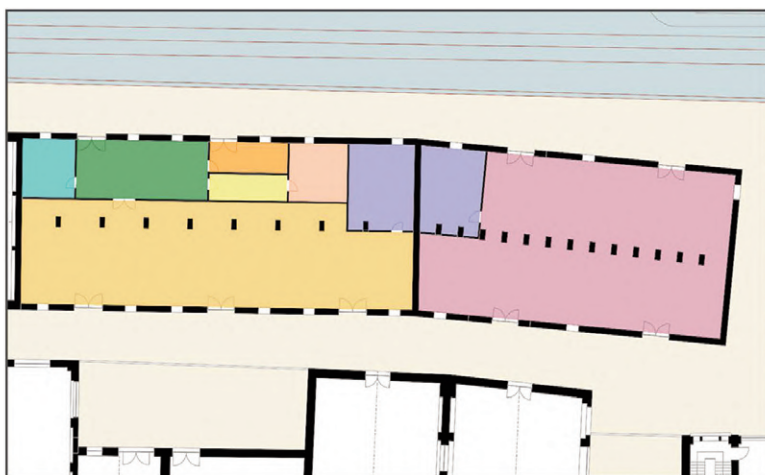
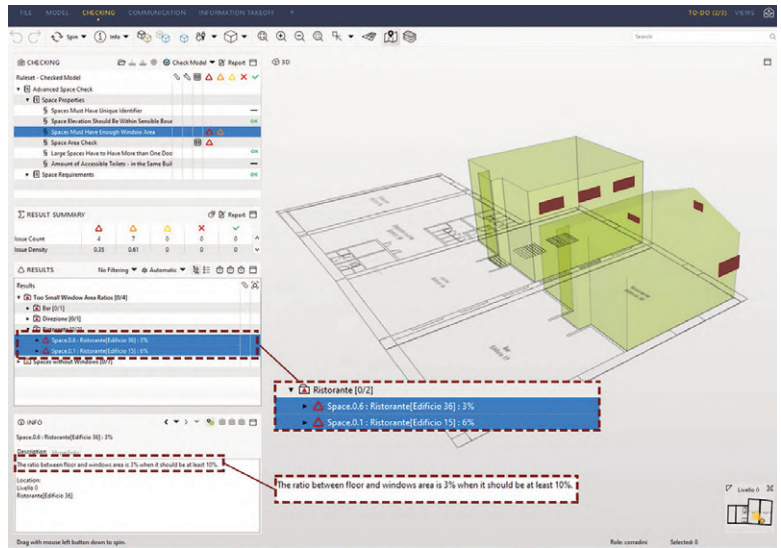
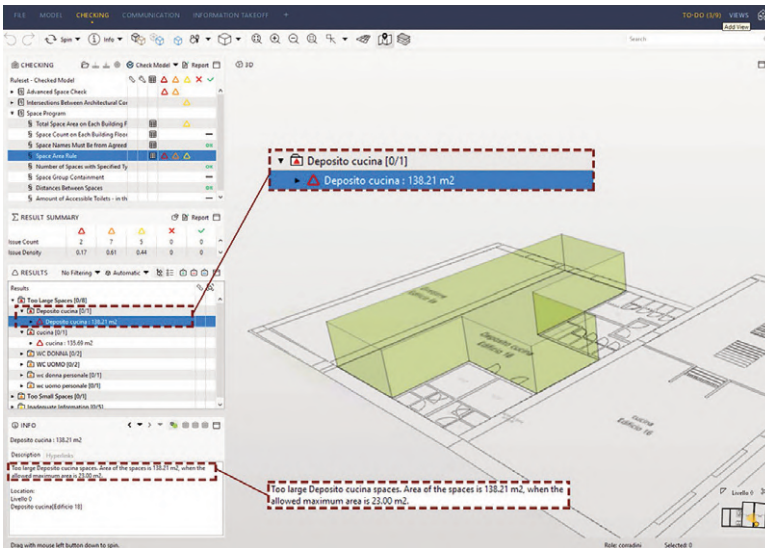
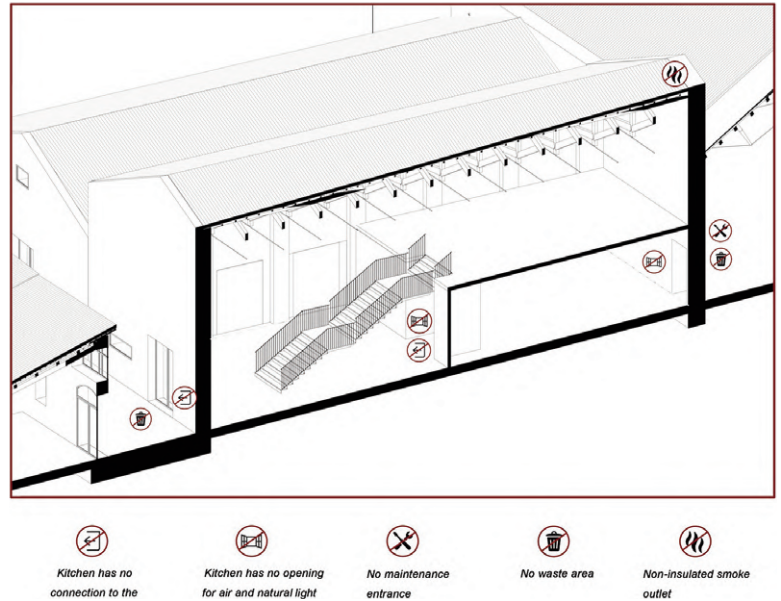
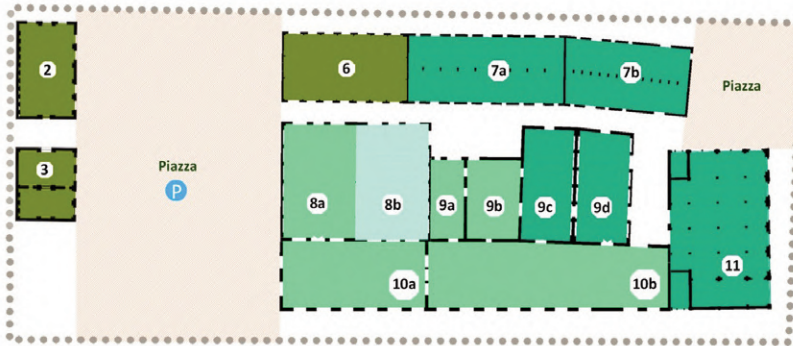
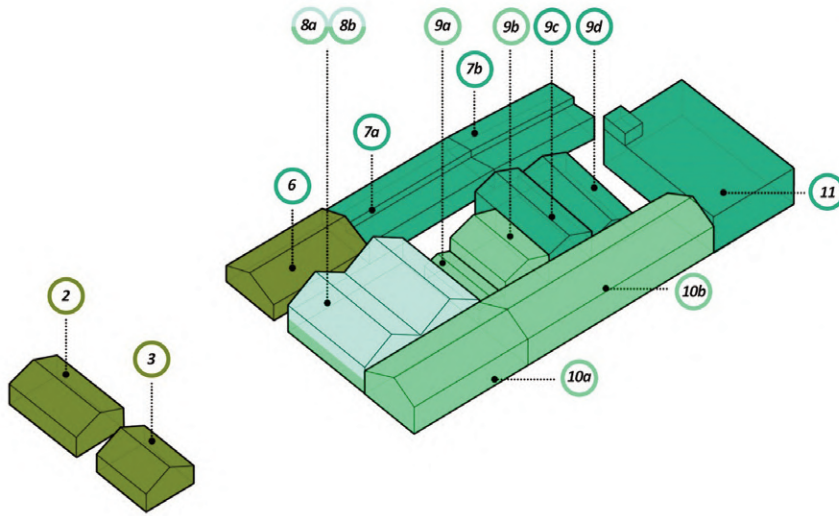


Fig. 9-14 | Building 9 (Restaurant) BIM compliance process (credits: F. Zullo, 2020).

SCENARIO 1



Public facilities 2700 m²

- 8 **Hall/playroom** (860 m²)
- 9a **Offices** (130 m²)
- 9b **2-storey offices** (420 m²)
- 10 **Swimming pool/gym** (1290 m²)

University facilities 3030 m²

- 7 **Housing facilities** (900 m²)
- 11 **Housing** (1280 m²)
- 9c **2-storey housing/facilities** (560 m²)
- 9d **Housing/facilities** (290 m²)

Catering 890 m²

- 2 **Public facility** (270 m²)
- 6 **Restaurant** (420 m²)
- 3 **Public facility** (200 m²)

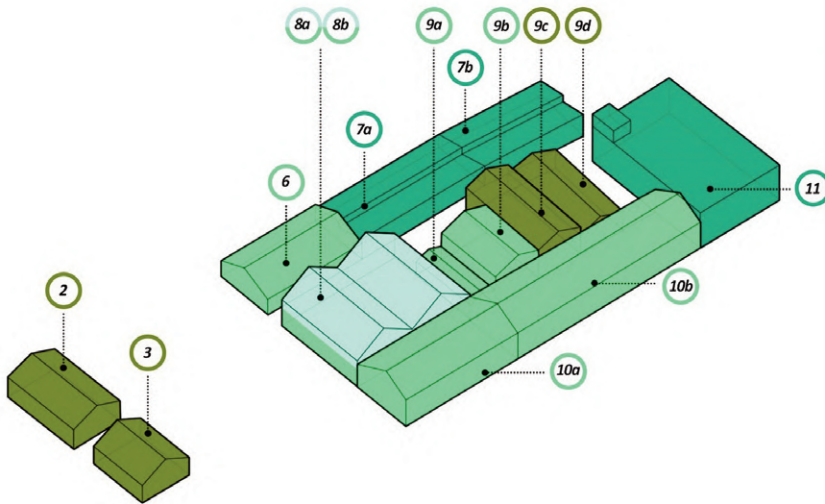
Student Housing 860 m²

- 8 **Student housing** (860 m²)



Public management (6590 m²)
Private management (890 m²)

SCENARIO 2



Public facilities 3120 m²

- 6 **Multimedia hall** (420 m²)
- 8 **Offices** (860 m²)
- 10 **Swimming pool/gym** (1290 m²)
- 9a **Offices** (130 m²)
- 9b **2-st. off.** (420 m²)

University facilities 2180 m²

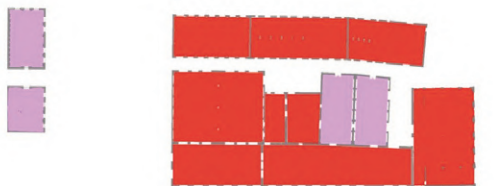
- 7 **Housing facilities** (900 m²)
- 11 **Housing/facilities** (1280 m²)

Catering 1040 m²

- 2 **Public facility** (270 m²)
- 3 **Public facility** (200 m²)
- 9c **Restaurant** (280 m²)
- 9d **Kitchen/warehouse** (290 m²)

Student Housing 860 m²

- 8 **Student housing** (860 m²)



Public management (6160 m²)
Private management (1040 m²)

SCENARIO 3

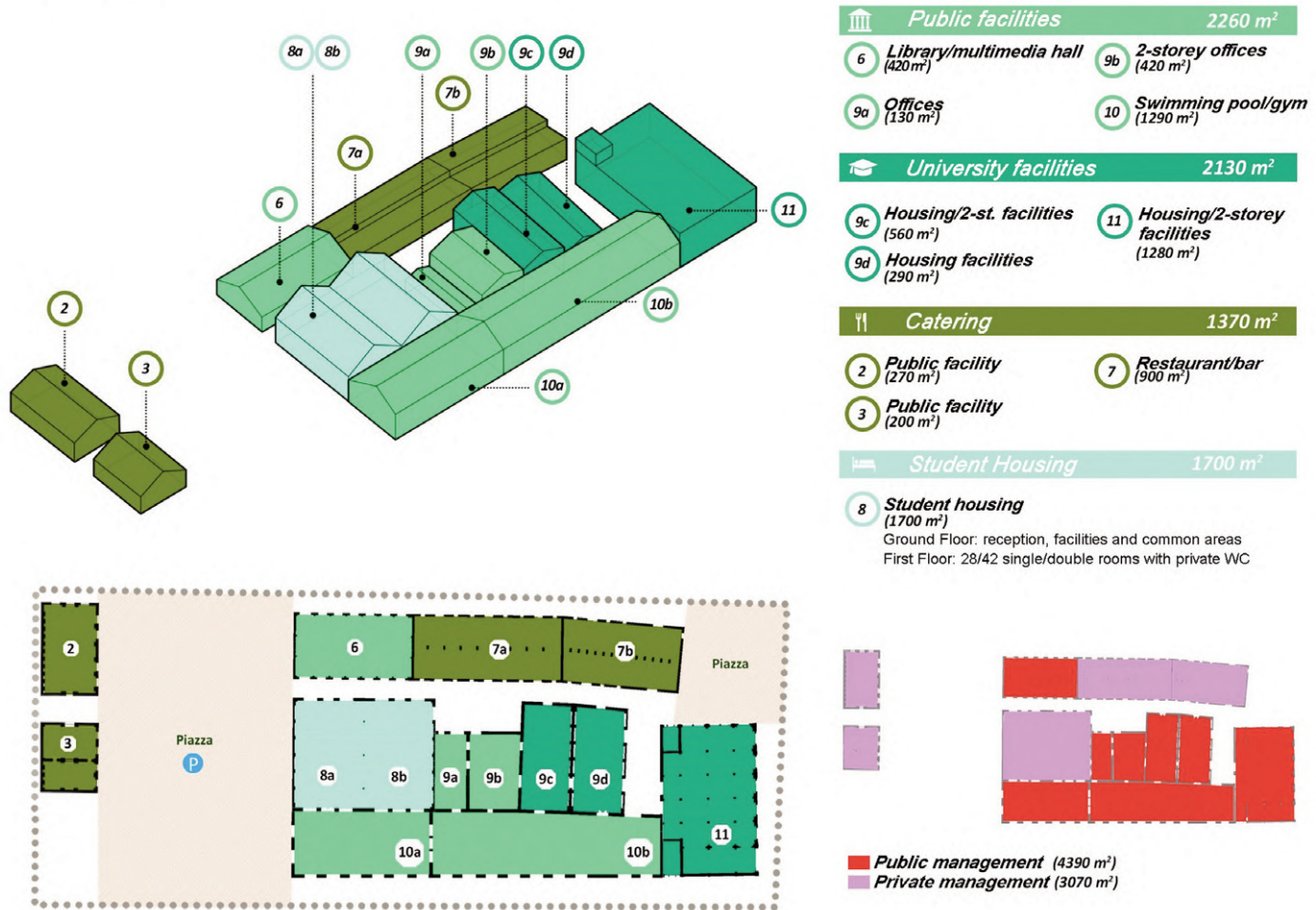


Fig. 15-17 | New functional scenarios (credits: E. Guarino and L. Pierni, 2021).

above-mentioned City Plan, so that the same transformation of the San Giovanni neighbourhood does not correspond to the goals of re-functionalization identified in the 2014. In this framework, the experimentation² is oriented to the definition of re-functionalization scenarios updated to the social, regulatory and environmental context of the case study, evaluating its consistency with the development needs of the neighbourhood and the overall expected requirements, adapting to new functions in order to increase the chances of success of the regeneration intervention (Losasso, 2015).

BIM-based code compliance implementation protocols | In order to define and test a BIM-based protocol for the implementation of code compliance checks in existing building re-functionalization, four work stages were identified: 1) Site drone survey; 2) BIM Execution Plan drafting (UNI 11337: 2017 – Part 5 and 6) and BIM modelling, both from the site survey and from the Preliminary Plan previously drafted by the Municipality; 3) BIM compliance analyses, carried out by comparing the two models drafted in Phase 2, in order to fix errors in the Plan drawings and check the compatibility between new functions and building features; 4) Functional scenarios development, based on the BIM compliance checks, taking into account the current lack of information about the condition of the buildings, implemented as design simulations based on the in-

terpolation of a 'set' of functions and their possible collocation.

The adopted ruleset for the application of Model and Code Checking protocols included: A) Analysis of the site properties, such as orientation, ventilation and accessibility; B) Dimensional analysis of the spaces (area, height, perimeter, volume); C) Dimensional analysis of the window surfaces and air-lighting ratios; D) Safety conditions (for example, number of emergency exit doors according to the regulatory prescriptions for the hypothesized function); E) Accessibility conditions. Furthermore, Clash Detection rules have been defined for digital objects in order to detect: i) Intersections between same category components (intended as technical elements classes according to UNI 8290-1:1981); ii) Intersections between different category components; iii) Intersections between other elements. Finally, a Space Analysis was implemented on the environmental system, in order to verify the distance between functional units and the total area per floor according to the minimum dimensions established for each functional unit.

The work carried out was geared towards the replicability of the methodology and the adaptability of the model to different contextual conditions. Nonetheless, the experimentation was subject to precise limitations. i.e.: 1) The choice of the functional destinations, at the core of the compliance analyses, was the result of a compromise between the Municipality of Naples indica-

tions and urban-scale analyses carried out by the research group on the study area; 2) The configuration of the buildings modelled in the BIM environment is the result of approximations and integrations from different sources, due to the impossibility to access the site; 3) Compliance analyses have been carried out taking into account quantitative and dimensional parameters, deducted from national, regional and local regulations according to the established uses: i.e. areas, volumes, heights, transparent surfaces area, rooms and corridors width, openings height and width, mutual distances between environmental units.

However, these limitations do not affect the reliability of the results presented here, which are verified and reliable from a methodological point of view. After the site decontamination, according to a more reliable site survey, the research methodology will be experimented again to verify the previous outcomes and to assess the approximation between the desk and the on-field research stages, in order to improve the method by reducing tolerances.

BIM-based compliance analyses in urban regeneration | The site's conditions were obtained by integrating drawings from the Municipality of Naples, including a metric survey dated 1981, photos taken in 2005, aerial photos obtained in 2019 and the Preliminary Plan itself, with the photogrammetric survey taken in June 2020 and its

Building N°	Scenario 0	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
2	Public Activities	Public Activities	Public Activities	Public Activities
3	Public Activities	Public Activities	Public Activities	Public Activities
6	Multimedia Hall	Restaurant	Multimedia Hall	Multimedia Hall
7a/7b	University residence	Residence facilities	Residence facilities	Restaurant
8a/8b	Conference hall	Playroom/Guesthouse	Playroom/Theatre	Hotel
9a/9b	Offices/Restaurant	Offices	Offices	Offices
9c/9d	Restaurant	Residence facilities	Restaurant	University residence/Residence facilities
10a/10b	Exhibit	Gym/Swimming pool	Gym/Swimming pool	Gym/Swimming pool
11	Hotel	University residence	University residence	University residence

Tab. 1 | ‘Summary Scenario’ functions for each building as outlined with the Municipality of Naples (credit: G. Galluccio, 2021).

point cloud (Figg. 5, 6). Before modelling, a BIM Execution Plan (BEP) was developed and shared among the interdisciplinary research team, in order to organize, within a single document, the roles and goals of the Information Modelling activity, the Common Data Environment structure (CDE; UNI 11337:2017 – Part 4), the BIM model uses according to the project strategic priorities, the BIM verification rulesets and the digital objects classification. The characterization of digital objects follows UNI 11337:2017 – Part 4 and ISO 19650:2018, which identify Levels of Information Needed (LOIN), i.e. progressive geometric and informational development levels.

Starting from the BIM modelling of the two configurations of the site, (related to the Preliminary Plan of 2014 and to the survey data of 2020), the functional program foreseen by the Municipality of Naples was analysed. This included spaces for cultural activities, i.e. exhibitions, conferences and concerts, university residences and facilities, such as restaurants. The Municipality Plan, defined as ‘Scenario 0’ in the research (Fig. 7), was submitted to a first compliance check according to the functional scenario emerged from a GIS analysis of the services in the district according to population density and characteristics, but also according to the transformations occurred in the area and the city between 2014 and 2020, especially referring to the realization of the University Campus in the ex-Cirio site of San Giovanni a Teduccio. The compliance check highlighted two main categories of criticalities: 1) Accessibility and parking (inadequate collocation and insufficient number of parking areas, inadequate accessibility to the Lot in terms of quantity and vehicular/pedestrian flows interference); 2) Destination of use (related to the type of functions envisaged, their collocation and dimensional, regulatory and distribution aspects of the spaces).

Group 9 building analysis (allocated to catering activities in ‘Scenario 0’) is particularly illustrative of the experimentation carried out. The main critical points concerned the kitchen area: locat-

ed along a wall bordering an adjacent building, it was planned on the ground floor, below an additional restaurant room on an upper level to be build. In this way, however, the unit did not have direct exits to the outside; openings were scarce, nor was there any possibility of creating new ones, preventing ventilation and natural lighting; chimneys would have spoiled the surrounding buildings, since the unit was enclosed on three sides by adjacent volumes; finally, the absence of road access would have meant that the loading/unloading of goods would have taken place at the very entrance to the restaurant, i.e. on what is considered the main axis of the entire Lot.

The model was checked by means of the Solibri Model Checker software (Fig. 8) which, following the ruleset definition, revealed further criticalities first ignored in the ‘manual’ analysis. In particular, the ruleset includes Italian legislation about accessibility (Ministerial Decree 236/1989), fire prevention (Ministerial Decree 11/04/1996, Presidential Decree 151/2011, Ministerial Decree 08/11/2019), health and hygiene (D.C.C. 46/2001). The analysis revealed, therefore, the inadequacy of the air/light ratio of the restaurant room, the kitchen and the bar room, underlining the need for new openings. Similarly, for some functions, such as storage, the organization of spaces has provided excessive room compared to the actual need, against other functional units. With a view to an overall reorganisation of the functions within the area and in compliance with the requests expressed by the Municipality, it was therefore decided to relocate the catering activity to Building 7. In this new position, the restaurant would overlook a ‘service axis’, to be used as a loading/unloading area for goods; it might have also been possible to provide the kitchen with both a direct exit to the outside and adequate openings for lighting and natural ventilation. Finally, the chosen building is in a more isolated position than the previous one, allowing the emission of kitchen fumes to be diverted away from adjacent buildings.

The repetition of the procedure for all the

functions foreseen by the City Plan has led to modifications and repositioning within the entire Lot 1, resulting in the production of three internally coherent and comparable design scenarios (Figg. 9-14).

Simulative approaches and multiple scenarios as a decision-making strategy | The adoption of a multi-scenario approach (consistently with the Italian Building Code, D.lgs. 50/2016, art. 23) was possible using modelling and simulation technologies and protocols, usually applied downstream the process, in the early design stage, making it a proper ‘design’ tool to guide decisions. The solutions identified for the re-functionalization of the spaces of the former Corradini industrial complex (Figg. 15-17), although different in their architecture, are consistent with the rulesets adopted and in general provide for: 1) the possibility of leaving some of the functions envisaged in the preliminary project unchanged, optimising their location within the area; 2) the identification of the site as an university accommodation area, so as to configure a functional continuity with the recently completed University Campus of San Giovanni a Teduccio; nonetheless, differently from what was envisaged in the Municipality’s Plan, the accommodations are placed on the upper levels, in compliance with the regulation on minimum standards for university students rooms (D. M. n. 936/2016); 3) the reduction of building under-utilization risks, by new intended uses not envisaged by the Municipality and yet consistent with the actual urban evolution of the neighbourhood, while ensuring a prevalent public direction of the activities in the area.

The ‘Summary scenario’ (Tab. 1) is the result of the decision-making process involving the Department of Architecture of Naples, the STRESS consortium and the Municipality of Naples. Specifically, the ‘Summary scenario’ resumes the functional distribution proposed by ‘Scenario 3’, with the difference that Buildings 8a and 8b are used as a theatre and playroom (as in ‘Scenario 2’). No additional floors are foreseen, as it is not possible to insert windows on a hypothetical second level.

Digital design as a ‘potential, speculative, multiple totality’ | The opportunity to dispose, with respect to a specific design problem, of different simulations of possible resolutions through the use of digital technologies and methodologies seems to realize Italo Calvino’s affirmation that «[...] today it is no longer possible to think of a totality that is not potential, speculative, multiple» (Calvino, 1988, p. 85). In redevelopment the building stock, in particular, the possibility of pursuing new intended uses and transformations consistent with the material conditions, the context of reference and the binding regulations through the formulation of comparative scenarios offers an interesting opportunity to rethink the decision-making processes with a view to more effective solutions. This may improve the quality of strategic decisions and start a deep renovation in complex intervention programming and management.

In this sense, digital technology represents a technical and cultural tool that can enable the

identification of new design methodological approaches to mediate this complexity. The experimentation highlights that digital technology does not translate the scope of information technologies into a mere instrumental update, but rather influences and directs decision-making processes and, therefore, must be duly studied and controlled (Perriccioli, 2021). A possible path can be taken in the direction of a conscious use of tech-

nologies in order to position design as a 'figure' and the technique as a 'background', i.e. implementing the design activity as a constant experimentation of tools, methods and protocols, re-configuring, as in the case above, the regulation from limit to design 'engine'.

It emerges, in conclusion, how digitalization does not risk weakening the heuristic content of the design activity, but rather increases its po-

tential. In this perspective, the further development of this research looks to the extension of the adopted methodology for the re-functionalization and distribution (Sydora and Strouli, 2020), to the evaluation of technical hypotheses, in particular with reference to the current regulations on the reduction of natural resources consumption (Minimum Environmental Criteria – Italian D.M. 11/10/2017).

Acknowledgements

The paper is the result of a common reflection of the Authors and of the work of an interdisciplinary Research Group. In any case, the paragraphs 'The case study: Corradini ex-industrial area in Naples (IT)' and 'Simulative approaches and multiple scenarios as a decision-making strategy' are to be attributed to Marina Rigillo; the paragraphs 'Virtual ecosystems for design verification', 'BIM-based code compliance implementation protocols' and 'BIM-based compliance analyses in urban regeneration' are to be attributed to Giuliano Galluccio; the paragraphs 'Digitalization in construction and digitalization's design aspects' and 'Digital design as a potential, speculative, multiple totality' are to be attributed to Sergio Russo Ermolli.

The authors would especially like to thank the scientific coordinator of the PRO-SIT project, Prof. Eng. D. Asprone, Eng. A. Zinno as responsible for the STRESS consortium, the Municipality of Naples for the collaboration and support. The survey activities were carried out by the company Tecno In S.p.A., a partner of STRESS s.c.a.r.l. The BIM modelling activities have been carried out by Archh. E. Guarino, M. C. Napolano (STRESS), L. Pierni and M. Tortora. BIM-based compliance analyses were carried out by Arch. F. Zullo.

Notes

1) For more information, see the webpage: comune.napoli.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/25678 [Accessed 21 October 2021].

2) The research was funded by the Campania Region, as part of the PRO-SIT Project – Sustainability-based design: qualification and computerization in the construction industry, PO FESR 2014-2020 – Specific Objectives 1.2.1 – Expression of interest for the 'realization of technological platforms under the program agreement – High-tech districts, aggregations and public-private laboratories for the strengthening of the scientific and technological potential of the Campania Region', assigned to STRESS s.c.a.r.l. The activity involves among the project partners the Department of Architecture and the Department of Structures for Engineering and Architecture of the 'Federico II' University of Naples, the public-private consortium STRESS s.c.a.r.l. and the Municipality of Naples.

References

Amor, R. and Dimyadi, J. (2021), "The promise of automated compliance checking", in *Developments in the Built Environment*, vol. 5, 100039, pp. 1-9. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.dibe.2020.100039 [Accessed 21 October 2021].

Attaianese, E. and Rigillo, M. (2021), "Ecological-thinking and collaborative design as agents of our evolving future", in *Techne | Journal of Technology for Architecture and Environment*, Special series vol. 2, pp. 97-101. [Online] Available at: doi.org/10.13128/techne-10690 [Accessed 21 October 2021].

Bateson, E. (1972), *Steps to an Ecology of Mind*, Paladin, St. Albans.

Beach, T. H., Rezgui, Y., Li, H. and Kasim, T. (2015), "A rule-based semantic approach for automated regulatory compliance in the construction sector", in *Expert Systems with Applications*, vol. 42, issue 12, pp. 5219-5231. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.eswa.2015.02.029 [Accessed 21 October 2021].

Bernstein, P. G. (2018), *Architecture Design Data – Practice competency in the era of computation*, Birkhäuser Architecture, Basel.

Block, M. and Galluccio, G. (eds) (2021), *Processi digitali per la gestione degli appalti pubblici – L'impiego del BIM in Italia e Germania | Digital Processes for the management of public procurement – The use of BIM in Italy and Germany*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna (RN).

Calvino, I. (1988), *Lezioni Americane – Sei proposte per il nuovo millennio*, Garzanti, Milano.

Carmo, M. (2012), "Digital Darwinism – Mass Collaboration, Form-Finding, and the Dissolution of Authorship", in *Log*, n. 26, pp. 97-105. [Online] Available at: [jstor.org/stable/41765764](https://www.jstor.org/stable/41765764) [Accessed 21 October 2021].

Deutsch, R. (2015), *Data-Driven Design and Construction – 25 Strategies for Capturing, Analyzing, and Applying Building Data*, Wiley, Hoboken.

Floridi, L. (2014), *The Fourth Revolution – How the Infosphere is Reshaping Human Reality*, Oxford University Press, Oxford.

Garber, R. (2014), *BIM Design – Realising the creative potential of Building Information Modelling*, Wiley, Hoboken.

ISO 19650-1:2018 – *Organization and digitalization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling*.

Kalay, Y. E. (2006), "The impact of information technology on design methods, products and practices", in *Design Studies*, vol. 27, issue 3, pp. 357-380. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.destud.2005.11.001 [Accessed 21 October 2021].

Kensek, K. M. (2014), *Building Information Modeling*, Routledge, London.

Kieran, S. and Timberlake, J. (2003), *Refabricating Architecture – How Manufacturing Methodologies are poised to transform building construction*, McGraw Hill, New York.

Losasso, M. (2015), "Rigenerazione urbana – Prospettive di innovazione | Urban regeneration – Innovative perspectives", in *Techne | Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 10, pp. 4-5. [Online] Available at: doi.org/10.13128/Techne-17492 [Accessed 19 November 2021].

Martins, J. P., Rangel, B. and Abrantes, V. (2016), "Automated Rule-Checking – A tool for Design Development", in *Proceedings of 41st IAHS World Congress – Sustainability and Innovation for the Future, Albufeira, Algarve, Portugal, September 13-16, 2016*, pp. 1-8. [Online] Available at: core.ac.uk/reader/143403202 [Accessed 21 October 2021].

Morin, E. (1977), *La Méthode – La Nature de la Nature*, tome 1, Edition du Seuil, Paris.

Negroponte, N. (1969), "Towards a new Humanism through machines", in *Journal of Architectural Education*, vol. 23, issue 2, pp. 9-12. [Online] Available at: doi.org/10.2307/1423828 [Accessed 21 October 2021].

Nowak, P., Książek, M., Draps, M. and Zawistowski, J. (2016), "Decision Making with Use of Building Information Modeling", in *Procedia Engineering*, vol. 153, pp. 519-526. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.177 [Accessed 21 October 2021].

Perriccioli, M. (2021), "L'alleanza tra ecologia e cibernetica per una nuova scienza del progetto | The alliance between ecology and cybernetics for a new design science", in *Techne | Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 21, pp. 88-93. [Online] Available at: doi.org/10.13128/techne-9855 [Accessed 19 November 2021].

Picon, A. (2010), *Culture numérique et architecture – Une introduction*, Birkhäuser, Basel.

Russo Ermolli, S. (2020), *The Digital Culture of Architecture – Note sul cambiamento cognitivo e tecnico tra continuità e rottura | Notes on cognitive and technical change between continuity and disruption*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna (RN).

Sassoon, E. (2018), *I nostri futuri possibili – Gli scenari a medio e lungo termine per tecnologia, economia, finanza e imprese*, Mind Edizioni, Milano.

Sheer, D. R. (2014), *The Death of Drawing – Architecture in the Age of Simulation*, Routledge, London.

Sydora, C. and Strouli, E. (2020), "Rule-based compliance checking and generative design for building interiors using BIM", in *Automation in Construction*, vol. 120, 103368, pp. 1-23. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103368 [Accessed 04 November 2021].

Susskind, R. and Susskind, D. (2015), *The future of the professions – How technology will transform the work of human experts*, Oxford University Press, London.

UNI 11337-4:2017 – *Building and civil engineering works – Digital management of the informative processes – Part 4 – Evolution and development of information within models, documents and objects*.

UNI 11337-5:2017 – *Building and civil engineering works – Digital management of the informative processes – Part 5 – Informative flows in the digital processes*.

UNI 8290-1:1981 + A122:1983 – *Residential building – Building elements – Classification and terminology*.

UNI/TR 11337-6:2017 – *Building and civil engineering works – Digital management of the informative processes – Part 6 – Guidance to redaction the informative specific information*.

STRUTTURARE CONNESSIONI PER LA CURA DEL PAESAGGIO

Il caso dell'Ecomuseo Casilino a Roma

STRUCTURING CONNECTIONS FOR LANDSCAPE CARE

The case of Casilino Ecomuseum in Rome

Raffaella Riva, Claudio Gnessi

ABSTRACT

Le crisi ambientali e sociali in atto, amplificate dalla pandemia, evidenziano l'urgenza di nuovi modelli di sviluppo, basati su sostenibilità, partecipazione e sussidiarietà. In questo contesto le Istituzioni culturali svolgono un ruolo fondamentale, facilitando la costruzione di capitale sociale. Emblematico il caso degli ecomusei che offrono metodi, strumenti e pratiche per il riconoscimento delle identità locali, la co-progettazione, la cura e la gestione del paesaggio, e la sua valorizzazione anche economica. Il contributo fornisce il quadro di questi strumenti ecomuseali, con un focus su Roma con l'Ecomuseo Casilino Ad Duas Lauros, in prima linea nella realizzazione di connessioni fisiche per fare del suo Comprensorio una infrastruttura 'green', connessioni virtuali per creare narrazioni e legami di senso e connessioni digitali per promuovere inclusione sociale e partecipazione.

The ongoing environmental and social crises, amplified by the pandemic, highlight the urgent need for of new development models, based on sustainability, participation and subsidiarity. In this context, cultural institutions play a fundamental role, facilitating the construction of social capital. The case of ecomuseums is emblematic, because they offer methods, tools and practices for the recognition of local identities, co-design, care and management of the landscape and its economic value as well. The contribution supplies the framework of these ecomuseum tools, with a focus on the Casilino Ad Duas Lauros Ecomuseum in Rome, at the forefront in the realisation of physical connections to make its District a green infrastructure, virtual connections to create narrations and links of meaning and digital connections to promote social inclusion and participation.

KEYWORDS

progettazione ambientale, progettazione partecipata, sviluppo sostenibile, empowerment, paesaggio

environmental design, participatory design, sustainable development, empowerment, landscape

Raffaella Riva, Architect and PhD, is an Assistant Professor of Architectural Technology at the Department of Architecture, Construction Engineering and Built Environment of the Politecnico di Milano (Italy). She carries out research activities in the field of environmental technological design, on governance, urban regeneration, enhancement of landscape and Cultural Heritage topics. Mob. + 39 339/688.22.31 | E-mail: raffaella.riva@polimi.it

Claudio Gnessi, Interaction Designer and Art Director, is the President of the Casilino Ad Duas Lauros Ecomuseum Association (Italy), Managing Director of the homonymous ecomuseum. He is the Curator of public art projects, Coordinator of research activities, author and co-author of several publications and curator of the upcoming-publication series Casilino Ecomuseum Journal. Mob. + 39 347/07.77.788 | E-mail: claudio.gnessi@gmail.com

Le crisi ambientali, economiche e sociali in atto, amplificate dalla pandemia da Covid-19, evidenziano l'urgenza di sperimentare nuovi modelli di sviluppo, basati su sostenibilità delle scelte, partecipazione ampia della comunità e sussidiarietà del modello decisionale e attuativo. Si tratta di modelli che richiedono un approccio olistico, aperti alla contaminazione disciplinare e allo scambio di esperienze, con la promozione di forme di co-progettazione e partenariati pubblico-privati ampi e partecipati, in una logica di rigenerazione, territorializzazione e patrimonializzazione delle risorse locali (Musango, Currie and Robinson, 2017; Magnaghi, 2020). Tali modelli di sviluppo devono necessariamente lavorare in rete, con l'obiettivo di strutturare connessioni stabili tra soggetti, risorse, elementi fisici e immateriali del territorio. Occorre infatti superare la logica dell'intervento contingente, guardando al progetto in modo critico e recuperando quella dimensione di paesaggio contenuta nella Convenzione europea (Council of Europe, 2000), di realtà vissuta e non solo contemplata, che richiede grandi capacità di lettura del passato e visioni di lungo periodo (Fanzini, Tartaglia and Riva, 2019; Schiaffonati, 2019). È inoltre richiesto il superamento di sistemi autorizzativi e attuativi di tipo tradizionale e impositivo, verso nuovi sistemi condivisi e partecipati, possibili però solo riattivando quella dimensione comunitaria e identitaria dei luoghi che consente la costruzione di 'città e comunità aperte' (Sennett, 2018).

Solo a queste condizioni si possono attuare gli obiettivi di sviluppo sostenibile dell'Agenda 2030 dell'ONU e realizzare quella transizione ecologica da più parti auspicata (Ronchi, 2021). Sono condizioni difficili da realizzare perché richiedono un cambiamento in primo luogo culturale: occorre infatti la volontà di ricomporre nel progetto del paesaggio interessi diversi, pubblici e privati, proprietà giuridica e culturale dei Beni, saperi esperti e conoscenze maturate con la pratica. Occorrono poi un'assunzione di responsabilità dei singoli e della comunità nella gestione dei beni comuni, una partecipazione piena che giunga alla fase deliberativa e attuativa e un uso consapevole delle tecnologie a disposizione (Riva, 2020a). Spesso però ci si scontra con assetti decisionali centralizzati, scarsa attitudine al confronto e una progressiva perdita di capacità e ruolo delle comunità nell'immaginare e costruire futuri condivisi (Hopkins, 2019).

La crisi pandemica ha acuito queste criticità, contribuendo a diffondere una preoccupazione per il futuro che limita la costruzione di connessioni stabili e deteriora l'immaginario sociale condiviso, ovvero la capacità della comunità di immaginare e trovare soluzioni efficaci alle sfide della contemporaneità (Cattini 2021). Il deterioramento dell'immaginario sociale era in realtà già in atto, per una progressiva perdita di fiducia nel progresso, la diminuzione della capacità immaginativa e il rallentamento dell'innovazione sociale (Mulgan, 2020). Una risposta a questo deterioramento può venire dal confronto aperto e la libera ricombinazione fra idee diverse; in altri termini la risposta va cercata nella creazione di nuove connessioni tra persone, idee e risorse.

In questo senso importante è il ruolo delle Istituzioni culturali, in particolare quelle più aperte

al dialogo con il territorio e le comunità, perché possono facilitare la costruzione di capitale sociale e diffondere la cultura della partecipazione, oltre che promuovere la sostenibilità, attraverso la divulgazione scientifica, la costruzione di una coscienza critica e lo sviluppo del pensiero creativo (OECD and ICOM, 2019). Il riferimento è soprattutto agli ecomusei, nati cinquant'anni fa in Francia dall'intuizione di Hugues de Varine e George-Henri Rivière, e oggi diffusi in tutto il mondo come processi di sviluppo locale¹. In occasione della XXIV ICOM General Conference del 2016, sul tema *Museums and Cultural Landscapes*, è stato riconosciuto che gli ecomusei sono un riferimento per il progetto di paesaggio perché si prendono cura del patrimonio diffuso e vivente, materiale e immateriale, con un approccio transdisciplinare e innovativo (Riva, 2017). Per questa loro peculiarità e lo stretto legame con la comunità, meglio di altre Istituzioni culturali hanno saputo reagire alle crisi contemporanee, trovando risposte efficaci alle restrizioni imposte dalla pandemia, ma anche al raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile e al contrasto al cambiamento climatico (Brown, Davis and Raposo, 2019).

Il paper intende dimostrare come gli ecomusei con la loro esperienza, acquisita attraverso la pratica e basata su responsabilità, partecipazione e inclusione nella gestione del Patrimonio, possono essere di esempio nello strutturare connessioni stabili per la cura del paesaggio e lo sviluppo locale dei territori. A partire dal dibattito scientifico in corso, il tema è affrontato con un focus sulle connessioni che l'Ecomuseo Casilino Ad Duas Lauros sta strutturando nell'ambito della Città Metropolitana di Roma, quale esempio virtuoso di governance dal basso che sta portando risultati in termini di miglioramento della qualità urbana e sociale in un contesto periferico con problemi di degrado. Il caso studio consente inoltre di riflettere sulla trasferibilità del processo progettuale proposto ad altri contesti urbani, mettendone in luce i limiti e le prospettive di sviluppo.

Come gli ecomusei strutturano connessioni

Per loro natura gli ecomusei strutturano connessioni, sono diffusi sul territorio e generalmente articolati con elementi che narrano gli aspetti identitari di un luogo tra loro collegati da itinerari tematici. Ma le connessioni create dagli ecomusei vanno oltre gli aspetti fisici e materiali di percorsi, pur importanti, che rendono accessibile il paesaggio e il Patrimonio Culturale locale, fornendone una chiave di interpretazione: sono relazioni stabili tra i soggetti che operano nel contesto, sono il connettivo che consente a una comunità di riconoscersi in quanto tale e di sviluppare quel senso di appartenenza a un luogo che genera azioni di cura e valorizzazione dello stesso. Azioni che arricchiscono l'esperienza diretta di significati e memorie, spesso trasferite al fruitore in modo virtuale. E ancora, le connessioni strutturate dagli ecomusei sono 'reti lunghe', ovvero esprimono la capacità di creare alleanze per confrontarsi e scambiare buone pratiche di gestione dei beni comuni, condividere saperi e competenze su partecipazione, resilienza, economia circolare, diversità, benessere, trasmissione (de Varine, 2017).²

Gli ecomusei offrono metodi e strumenti per il riconoscimento delle identità locali di paesaggio (mappe di comunità, inventari partecipativi, camminate patrimoniali, sopralluoghi collettivi), per la condivisione delle scelte e la co-progettazione (bilanci sociali e partecipativi, laboratori per il progetto di paesaggi utopici), per la cura e la gestione del paesaggio a lungo termine (contratti di lago e di fiume), per la valorizzazione anche economica del paesaggio, tramite ad esempio marchi collettivi, processi di economia circolare, etc. (Riva, 2020b): strumenti non inediti, ma utilizzati con un approccio originale, fortemente incentrato sulle relazioni sociali.

Connessioni di senso sono strutturate dagli ecomusei ad esempio attraverso le mappe di comunità che raccontano il territorio in modo soggettivo, presentando il punto di vista della comunità. Delle mappe di comunità non è l'esito formale a essere importante, quanto piuttosto il processo di partecipazione e condivisione che porta alla loro redazione, attraverso il quale emergono narrazioni nascoste e si strutturano relazioni forti. Significativa è l'esperienza del Sistema Ecomuseale del Salento dove le mappe di comunità sono state di supporto alla redazione del quadro conoscitivo del Piano Paesaggistico Territoriale Regionale. Percorsi simili sono promossi dal Consiglio d'Europa con le passeggiate patrimoniali, per la diffusione della Convenzione di Faro (Council of Europe, 2005), alle quali molti ecomusei aderiscono.

Connessioni anche fisiche sono realizzate a seguito di processi di co-progettazione: interessante è il caso della Rete degli Ecomusei del Trentino. Con il finanziamento di Fondazione Caritro dal 2010 i singoli ecomusei e la rete nel suo complesso attraverso il bilancio sociale effettuano un'autoanalisi, definiscono le linee strategiche di indirizzo e le priorità di intervento e rendono conto alla comunità delle scelte, del processo e dei risultati sociali conseguiti. Sempre la Rete, con il supporto della tsm-Trentino School of Management e del filosofo Luca Mori, ha avviato laboratori per il progetto collettivo di paesaggi utopici, dimostrando come attraverso l'utopia sia possibile trovare risposte innovative a problemi conosciuti, spostando il proprio approccio da una logica di previsione progettuale a una di project anticipation (Mori, 2020).

Le connessioni strutturate dall'Ecomuseo Casilino Ad Duas Lauros di Roma

Le pratiche ecomuseali da tempo sperimentate in aree marginali soggette a spopolamento, in anni più recenti hanno trovato terreno fertile anche in contesti urbani, con risultati importanti rispetto a rigenerazione e connessione del territorio: è il caso dell'Ecomuseo Casilino Ad Duas Lauros nel Municipio Roma V, dal 2019 riconosciuto a livello regionale. Nato come movimento di contrasto a una speculazione edilizia nel Comprensorio Archeologico Ad Duas Lauros, il progetto si è configurato come proposta progettuale di governance dal basso per lo sviluppo del territorio. Oggi l'Ecomuseo è gestito dall'omonima Associazione di Promozione Sociale che si compone di soci effettivi e sostenitori ed è strutturata in comitato direttivo, comitato scientifico e assemblea. Le attività vengono sviluppate dal comitato scientifico, attingendo alle risorse umane del-



Fig. 1 | Ecomuseum Indoor Lab (credit: L. Fabriziani 2019).

l'Associazione o attraverso la contrattualizzazione di esperti esterni; soci e sostenitori, ogni anno in aumento, sono ammessi per adesione volontaria a valle di un percorso formativo per facilitatori, promosso dalla Scuola del Patrimonio.

L'Associazione si sostiene tramite le donazioni erogate da soci, sostenitori e cittadini: un flusso di cassa sufficientemente stabile che copre i costi di gestione. Un altro flusso economico stabile è quello della Regione Lazio che, ogni anno, finanzia gli Ecomusei riconosciuti per le attività statutarie. Le attività di ricerca, invece, sono finanziate tramite risposta ad avvisi pubblici, bandi e call internazionali, che possano garantire assegni di ricerca alle persone che vi partecipano. Parte delle attività sono inoltre legate al volontariato. Negli ultimi cinque anni il bilancio dell'Ecomuseo è passato da 10mila (2015) a 100mila euro (2020) e la quota di lavoro volontario erogata dai soci si è ridotta dal 90% al 30%. Questa crescita si è accompagnata all'allargamento della base associativa, con membri che esprimono le diverse anime del territorio (associazioni, imprese, commercianti, istituti religiosi, ricercatori indipendenti etc.).

Il processo di tessitura relazionale, ascolto e partecipazione, da un lato, ha comportato la creazione di una rete sempre più vasta e diffusa, dall'altro, ha consentito di definire e raffinare nel tempo gli obiettivi dell'Ecomuseo: valorizzare e rendere fruibile un Patrimonio Culturale in larga parte 'invisibile'; migliorare la qualità della vita assumendo il territorio come spazio nel quale connettere storia e istanze di sviluppo; documentare, condividere e rigenerare il Patrimonio rafforzando nei residenti senso di riconoscimento e appartenenza ai luoghi; contrastare la frammentazione proponendo la patrimonializzazione dell'area (Padiglione and Broccolini, 2017). Tali obiettivi sono stati declinati in azioni puntuali che hanno sostanzialmente portato alla realizzazione di connessioni fisiche e virtuali per fare del Comprensorio una infrastruttura 'green' e creare narrazioni e legami di senso tra le risorse. Il modello implementato dall'Ecomuseo si è fondato sullo sviluppo di tre ambiti di connessione – umana, narrativa, urbanistica – tra loro strettamente interrelati, che rappresentano le fasi di attuazione del processo.

La prima fase consiste nella creazione di nuclei operativi ('comunità di cura') che mettono in rete diverse energie e competenze all'interno dei quartieri che compongono il territorio dell'Ecomuseo: Tor Pignattara, Centocelle, Pigneto,

Quadraro vecchio, Prenestino e Villa Gordiani; le realtà locali sono coinvolte su un progetto-pilota, attraverso una call pubblica promossa dall'Ecomuseo. Tale progetto diventa il prototipo per costruire un percorso di potenziamento delle competenze locali e consolidamento delle relazioni sociali. Nello sviluppo di un progetto comune, la comunità trova il suo equilibrio (di competenze, leadership e organizzazione) e finalizza in modo concreto l'impegno attraverso la costruzione di un programma culturale scalabile nel tempo (Fig. 1). Questo processo consente di costruire relazioni stabili, fondate su un pattern chiaro, con un'equa distribuzione dei fondi a disposizione, ed è propedeutico a ogni successiva attività di progettazione territoriale dell'Ecomuseo, in quanto la creazione di un gruppo di lavoro che possa portare avanti anche in autonomia quanto progettato è conditio sine qua non.

La seconda fase consiste nella creazione di percorsi di fruizione patrimoniale e narrazione territoriale, sviluppati dalle comunità di cura attraverso le mappe di comunità (Lapicciarella Zingari et alii, 2020; Fig. 2). Questi percorsi nascono su sollecitazione interna del comitato scientifico, oppure su input esterni delle realtà locali: i percorsi sono tracciati esperienziali e raccontano il territorio a partire dalla voce degli abitanti, arricchiti attraverso il dialogo con gli Enti di tutela, di ricerca e le Istituzioni. Sono fili rossi che collegano le diverse aree e diventano effettivi solo dopo alcuni 'walk lab', laboratori in cammino che verificano sia la struttura fisica che narrativa del percorso (Figg. 3, 4). Quando il percorso diventa effettivo viene riportato all'interno della piattaforma digitale dell'Ecomuseo e offerto alla libera fruizione grazie al sito internet e alla piattaforma mobile. Normalmente i punti nevralgici del percorso vengono valorizzati attraverso l'installazione di segnaletica culturale su strada, collegata tramite QRCode al sito dell'Ecomuseo; in questo modo le relazioni sociali e umane costruite sul territorio diventano il motore della costruzione delle relazioni significative che collegano i vari punti in una narrazione corale e collettiva.

La terza fase rappresenta un investimento sul futuro grazie all'attività di pianificazione partecipata. Dal 2010 l'Ecomuseo organizza laboratori di visioning collettivo con le realtà locali, finalizzati a garantire la piena accessibilità del territorio. Il primo esito di questa attività è stato il Piano di Assetto dell'Ecomuseo Casilino (Peritore, 2018), un documento strategico di pianificazione urbanistica prodotto dopo oltre cinque anni di ascolto delle comunità locali multietniche. Il progetto immagina di ricomporre il mosaico patrimoniale dell'area attraverso la tracciatura fisica di percorsi, collegando le aree verdi e riconnettendo spazio costruito e aperto, attraverso una narrazione urbanistica. Il progetto, presentato al Comune di Roma, è stato in buona parte integrato nel successivo Piano d'Assetto dell'Anello Verde del Comune di Roma che, nell'area del Comprensorio Archeologico Ad Duas Lauros, ha previsto appunto la riconnessione delle aree verdi e l'accesso a esse tramite percorsi ciclopedonali.

In merito alla realizzazione delle connessioni fisiche l'Ecomuseo ha incontrato i limiti maggiori nel rapporto con le Istituzioni perché l'idea di pianificazione territoriale promossa dall'Ecomu-

seo si è scontrata con decenni di pratica urbanistica che vedeva nei cosiddetti 'vuoti urbani' spazi di risulta da riempire. Una 'predazione' dell'Agro Romano che ha costituito la base dell'economia capitolina per almeno settant'anni, difficile da ribaltare. Il limite maggiore dell'azione dell'Ecomuseo è stato inizialmente un approccio che non teneva sufficientemente conto della valorizzazione economica del territorio; per questo motivo dal 2014 l'Ecomuseo ha potenziato la ricerca sul versante della valorizzazione turistica, inaugurando una nuova stagione di programmazione culturale, integrando le esplorazioni urbane con il tessuto produttivo locale e dimostrando come una pianificazione fondata sulla ricostruzione delle relazioni patrimoniali potesse essere la base di un'economia fondata sul turismo culturale (Muzzioli et alii, 2019), capace di creare lavoro, benessere e sviluppo al di fuori di una logica predatoria.

In parallelo l'Ecomuseo ha sviluppato la realizzazione di connessioni digitali per promuovere l'inclusione sociale e allargare la partecipazione. Così il censimento partecipato delle risorse culturali e naturali è diventato occasione di valorizzazione anche attraverso lo sviluppo di infrastrutture tecnologiche (Angelaccio et alii, 2017). Dal 2016 l'Ecomuseo è infatti dotato di una piattaforma tecnologica, progettata in collaborazione con il Laboratorio SmartTourism dell'Università 'Tor Vergata', che organizza i dati raccolti rendendoli fruibili attraverso app e altri strumenti web-enabled. Lo sviluppo di questa piattaforma ha portato alla costruzione di un vero e proprio 'Wikipedia del territorio', attraverso una user experience geolocalizzata e l'accesso in Creative Commons ai dati offerti alla fruizione. L'architettura informativa della piattaforma consente l'accesso puntuale alle schede di Patrimonio attraverso diversi mezzi (computer, smartphone, segnaletica culturale presente sul territorio, materiale informativo periodicamente diffuso) in modo da rendere l'esperienza multicanale (Fig. 5), allo stesso tempo la piattaforma è l'hub di alimentazione dell'applicazione mobile dell'Ecomuseo e consente una fruizione libera e indipendente del territorio grazie al servizio di geolocalizzazione (Fig. 6). Aldilà dello specifico tecnico, la piattaforma è uno strumento di partecipazione sempre attivo che consente ai cittadini, alle Istituzioni, alle Associazioni e alle Organizzazioni di proporre costantemente nuovi 'pezzi di Ecomuseo', attraverso un sistema digitale semplice e intuitivo, creando di fatto un laboratorio permanente di salvaguardia e valorizzazione del Patrimonio Culturale locale.

Questi strumenti di engagement diretto (sia in termini di accesso al Patrimonio che di partecipazione alla sua implementazione/narrazione) sono parte di una strategia digitale complessiva per mettere in connessione cittadini, comunità ed esperti attraverso soluzioni innovative. L'Ecomuseo ha sempre cercato di declinare i suoi servizi per garantire la più ampia accessibilità, considerando fragilità fisiche, logistica (in un contesto urbano densamente abitato gli spostamenti sono un fattore di limitazione all'accesso ai Beni Culturali ancora poco considerato) e questioni legate al contesto interculturale del territorio.

Durante i periodi di confinamento imposti dalla pandemia, questo asset ha consentito all'Eco-

museo di continuare a erogare i suoi servizi, attraverso seminari e lezioni online, tour virtuali, sessioni di co-progettazione virtuale, gruppi di discussione online (Figg. 7-9). L'Ecomuseo è riuscito così a mettere in contatto persone, Enti e Associazioni creando anche relazioni stabili, come nel caso del progetto E.P.ART³ – sviluppato integralmente durante la pandemia – che ha promosso la creazione di una nuova comunità di cura nel quartiere di Villa Gordiani, con cui l'Ecomuseo attualmente collabora per lo sviluppo di progetti culturali (Fig. 10).

Prospettive di sviluppo | La crisi delle Istituzioni culturali prodotta dall'emergenza Covid-19 ha portato a un profondo ripensamento delle modalità di fruizione e gestione dei Beni Culturali. La 'prossimità' è diventata un contesto di riferimento per molti cittadini che hanno riscoperto il proprio quartiere, o la propria città, come luoghi di cultura e non solo luoghi di vita quotidiana (Petraroia, 2020). In questo contesto gli ecomusei hanno svolto un ruolo strategico di 'Istituzioni culturali di prossimità' facendo leva sulla loro tradizionale capacità di costruire connessioni, principalmente intese come relazioni con le comunità locali per la gestione partecipativa del Patrimonio Culturale.

Il caso dell'Ecomuseo Casilino, in questa prospettiva, è paradigmatico in quanto durante il 2020 ha sviluppato un programma culturale integrato che, nonostante le limitazioni imposte dalla pandemia, ha prodotto un aumento dei visitatori complessivi rispetto al 2019⁴ e ciò è stato possibile grazie a tre asset integrati della sua strategia territoriale:

- costruire una rete di relazioni stabili con i soggetti che operano nel territorio ecomuseale, potenziando la loro capacità di essere attivi come 'antenne' territoriali;
- mettere in collegamento i quartieri attraverso percorsi/narrazioni condivise che rappresentassero sia una visione di pianificazione urbana sia un immaginario di riferimento per le diverse comunità locali;
- sostenere le azioni con una solida infrastruttura tecnologica, costantemente aggiornata e capace, anche in situazioni di emergenza, di produrre strumenti per rafforzare le relazioni e offrire servizi alla collettività.

Mentre le comunità locali si sono dimostrate ricettive e disposte a cambiare il proprio punto di vista per considerare il territorio come un bene comune, gli Enti di tutela, pur apprezzando approccio e impegno, sono apparsi restii a concedere all'Ecomuseo spazi di intervento in ambiti da sempre di loro esclusiva competenza e le Istituzioni Capitoline (Comune e Municipio) sono rimaste bloccate sul modello di sviluppo speculativo novecentesco della città. Per scardinare queste posizioni e far comprendere come una pianificazione innovativa del territorio possa invece partire dalla valorizzazione delle connessioni culturali, ambientali e paesaggistiche che già esistono e su cui si fonda l'appartenenza di una comunità, è stato strategico potenziare la ricerca sul Patrimonio immateriale.

Attraverso le attività di intervista, studio delle fonti, raccolta di memorie e narrazioni degli anziani dei quartieri, l'Ecomuseo ha ricostruito uno scenario poco noto, che arricchisce il territorio

con una rete di relazioni umane, sociali e affettive ampiamente sottovalutate. Da questi studi è emerso, per esempio, che le relazioni tra le comunità dei quartieri di Tor Pignattara, Centocelle e Collatino hanno il loro epicentro nel Comprensorio Casilino ex SDO, perché in quell'area i primi abitanti dei quartieri post-unitari hanno trovato lavoro nei fondi delle grandi famiglie nobiliari e negli appezzamenti concessi alle prime cooperative agricole. Il paesaggio dell'Agro Romano antico ha fatto da quinta alla nascita di questi insediamenti, contribuendo alla costruzione di un senso di appartenenza a un territorio che per gli immigrati di allora era sconosciuto.

L'emersione di questo Patrimonio memoriale è stato essenziale affinché gli attuali abitanti si riconoscessero in questa storia comune, consolidando un fronte contrario alle previsioni speculative del Comune di realizzare qui 15mila nuovi alloggi che avrebbero cancellato i segni di questo passato. Sulla spinta della comunità l'Ecomuseo ha avuto la possibilità di spostare il focus dell'azione pianificatoria del Comune di Roma dall'esigenza di 'riempire' il territorio a quella di 'ricollegarlo' alla vita delle persone. Spostamento iniziato con la pubblicazione del citato Piano d'Assetto dell'Ecomuseo Casilino e poi consolidato con la partecipazione ai tavoli di progettazione del nuovo Piano urbanistico dell'area, lo Schema d'Assetto Generale Anello Verde, ideato dal Comune di Roma, che ha definitivamente assunto questo nuovo punto di vista, rigettando la precedente prospettiva speculativa. Questi successi in ambito urbanistico, non cancellano però le difficoltà che tutt'oggi l'Ecomuseo sconta nel rapporto con le Istituzioni, in particolare comunali: i limiti maggiori all'azione sono di carattere normativo. Mentre la Regione Lazio riconosce l'Ecomuseo Casilino come Istituzione culturale, assimilata a un museo, il Comune di Roma lo riconosce solo come Associazione, ingabbiando ogni iniziativa in complessi iter burocratici che spesso collidono con l'esigenza di avanzamento della ricerca e dell'azione stessa con le comunità.

Pur nelle differenze dei contesti territoriali, il modello di governance sviluppato dall'Ecomuseo Casilino presenta fattori di scalabilità interessanti. Prima di tutto si fonda sulla costruzione di un network di realtà locali coinvolte come protagoniste attive del processo. L'idea di costruire reti di azioni locali è un elemento distintivo del percorso di tutti gli ecomusei, la novità proposta dall'Ecomuseo Casilino è quella di condividere, oltre agli obiettivi e la metodologia, anche le risorse economiche, comunicative e formative. In questo modo è possibile creare comunità di cura locali che abbiano una loro piena autonomia. In altri termini si tratta dell'applicazione del principio di sussidiarietà, con la sperimentazione di forme di democrazia di prossimità che consentono di consolidare le relazioni locali e dare avvio a processi di trasformazione del territorio e di progetto del paesaggio, consapevoli, partecipati, fattibili e con alte probabilità di raggiungere risultati di qualità. Altro elemento sicuramente scalabile è la costruzione di una solida piattaforma digitale che consenta di condividere le informazioni, le conoscenze e allo stesso tempo mettere in contatto le persone attraverso strumenti che consentano di superare ostacoli fisici e culturali.

Si tratta di temi centrali che ben si prestano a un trasferimento di metodo in altri contesti, anche al di fuori dell'ambito dei Beni Culturali, con particolare riferimento alla contingenza data dal raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile dell'ONU e dall'attuazione del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, per un coinvolgimento ampio che dia concretezza ai principi di sussidiarietà, passando attraverso l'empowerment della comunità.

The ongoing environmental, economic and social crises, amplified by the Covid-19 pandemic, highlight the urgent need for testing new development models, based on sustainable choices, broad community participation and subsidiarity of the decision-making and implementation models. These models require a holistic approach, open to disciplinary contamination and experience exchange, promoting broad and participatory co-design and public-private partnerships forms, in a logic of regeneration, territorialisation and capitalisation of local resources (Musango, Currie and Robinson, 2017; Magnaghi, 2020). These development models must necessarily work in the network, with the aim of structuring stable connections between subjects, resources, physical and intangible elements of the territory. We must overcome the logic of contingent intervention by looking at the project in a critical way and recovering the landscape dimension included in the European Convention (Council of Europe, 2000), a reality to be lived and not only contemplated, but that also requires great skills for understanding the past and long-term visions (Fanzini, Tartaglia and Riva, 2019; Schiaffonati, 2019). It is also required to overcome authorisation and implementation systems, considered now as traditional and imposing, towards new shared and participatory systems that are only possible with the renovation of the community and identity dimension of the places that allows the construction of 'open cities and communities' (Sennett, 2018).

Only under these conditions, the sustainable development goals of the UN 2030 Agenda can be fulfilled so that the ecological transition so much hoped-for can be realised (Ronchi, 2021). These are difficult conditions to achieve because they require a cultural change in the first place. We need the will to merge different interests in



Fig. 2 | Participatory map for the urban planning of the territory (credit: Casilino Ecomuseum, 2020).



Fig. 3 | Urban Exploration in Tor Pignattara guided by kids (credit: L. Fabriziani, 2021).

Fig. 4 | Installation of the stolpersteine with the participation of the community of Centocelle (credit: L. Fabriziani, 2018).

the landscape project, which can be public and private, or legal and cultural property of the Heritage, expert knowledge gained with practice. Then there is the need to take responsibility for individuals and community in the management of common goods, a full participation with deliberative and implementation aims, and a conscious use of the available technologies (Riva, 2020a). However, we often have to deal with centralised governances, lack of attitude to confrontation and progressive loss of ability and community role to imagine and build shared futures (Hopkins, 2019).

The pandemic crisis has exacerbated these problems, spreading the concern a future that limits the construction of stable connections and deteriorates the shared social imagination, that is, the community's ability to imagine and find effective solutions to contemporary challenges (Cattini, 2021). The deterioration of social imagination was in fact already underway, due to a progressive loss of confidence in progress, the decrease of the imaginative capacity and the slowdown of social innovation (Mulgan, 2020). A solution to this deterioration can come from open confrontation and free recombination between different ideas. In other words, the answer is to create new connections between people, ideas, and resources.

In this sense, the role of cultural institutions is important, in particular the most open to dialogue with the territory and communities, because they can facilitate the built of social capital and spread the culture of participation, as well as promoting sustainability through scientific divulgation, critical consciousness and creative thinking development (OECD and ICOM, 2019). We are referring especially to the eco-

museums, born fifty years ago in France thanks to Hugues de Varine and George-Henri Rivière, and now widespread all over the world as local development processes¹. During the 24th ICOM General Conference of 2016, about Museums and Cultural Landscapes, it was recognised that ecomuseums are a reference point for the landscape project because they take care of the widespread, living, tangible and intangible Heritage, with a transdisciplinary and innovative approach (Riva, 2017). Because of this peculiarity and their tight bond with the community, they have been able to react to contemporary crises better than other cultural Institutions, finding effective answers to the restrictions imposed by the pandemic, but also to the achievement of sustainable development objectives against climate change (Brown, Davis and Raposo, 2019).

This paper wants to demonstrate how ecomuseums, with the experience acquired through practice and based on responsibility, participation and inclusion in the management of Heritage, can be an example to create stable connections for the care of the landscape and the local development of territories. Starting from the ongoing scientific debate, the topic is focused on the connections that the Casilino Ad Duas Lauros Ecomuseum is establishing within the Metropolitan City of Rome, as a virtuous example of bottom-up governance that is bringing results in terms of improving urban and social quality in a peripheral environment with problems of degradation. The case study also allows to think on the transferability of the design process proposed to other urban contexts, highlighting the limits and prospects of development.

How ecomuseums structure connections | By their nature, ecomuseums create connections; they are widespread on the territory and generally structured with elements that narrate the identity of a place connected with thematic itineraries. But the connections created by ecomuseums go beyond the physical and material aspects of itineraries – albeit they are important – that make the landscape and the local Cultural Heritage accessible, providing an interpretation key. They are stable relations between the subjects that operate in the context, the connection that allows a community to recognise itself as such and to develop that sense of belonging to a place that generates actions of care and enhancement. Actions that enrich the direct experience with meanings and memories, often transferred to the user in a virtual way. Still, the connections structured by ecomuseums are 'long networks', that is, they express the ability to create alliances to meet and exchange good practices in the management of common goods, to share knowledge and skills on participation, resilience, circular economy, diversity, well-being, transmission (de Varine, 2017).²

Ecomuseums offer methods and tools for the recognition of local landscape identities (community maps, participatory inventories, heritage walks, collective surveys), to share choices and co-design (social and participatory budgets, workshops for the utopian landscapes project), to care and manage the landscape in the long term (lake and river contracts), for the economic enhancement of the landscape as well by collective marks,

circular economy processes, etc. (Riva, 2020b). These tools are not unknown, but they are now used with an original approach, strongly focused on social relations.

For example, meaning connections are structured by ecomuseums through community maps that describe the territory in a subjective way, presenting the community point of view. Concerning community maps, it is not the formal outcome that matters, but rather the process of participation and sharing that leads to their realisation, where hidden narratives emerge, and strong relationships are created. Significant is the experience of the Ecomuseal System of Salento, where community maps have been used to support the realisation of the knowledge framework of the Regional Territorial Landscape Plan. Similar itineraries are promoted by the Council of Europe with heritage walks, for the diffusion of the Faro Convention (Council of Europe, 2005), to which many ecomuseums participate.

Also, physical connections are made with co-planning processes. The case of the Trentino Ecomuseum Network is worth mentioning. Since 2010, with the funding of Caritro Foundation, each ecomuseum and the whole network through a social budget carry out a self-analysis, define the strategic guidelines and priorities of the intervention, and account to the community for the choices, the process and the social results achieved. Besides, the Network, with the support of tsm-Trentino School of Management and the philosopher Luca Mori, has started workshops for the collective project of utopian landscapes, demonstrating how, through utopia, it is possible to find innovative answers to well-known problems, shifting its approach from a project forecasting logic of to a project anticipation one (Mori, 2020).

The connections structured by the Casilino Ad Duas Lauros Ecomuseum in Rome |

The ecomuseal practices that have long been tried out in marginal areas subject to depopulation, have recently found fertile ground even in urban contexts, with important results regarding regeneration and territorial connection. This is the case of the Casilino Ad Duas Lauros Ecomuseum in the V Municipality of Rome, which has been regionally recognised since 2019. Born as a movement against building speculation in the Ad Duas Lauros Archaeological District, the project has been configured as a governance design proposal for the development of the territory from the bottom. Today the Ecomuseum is managed by the homonymous Association of Social Promotion which is made up of members and supporters and consists of an executive committee, a scientific committee and a council. The activities are developed by the scientific committee through the human resources of the Association or external experts. Members and supporters, that increase every year, are admitted voluntarily after a training course for facilitators, promoted by the School of Heritage.

The Association is supported with donations from members, supporters and citizens: a sufficiently stable cash flow that covers management costs. Another stable economic flow is the Lazio Region which, every year, funds the Ecomuseums recognised for their statutory activities. Research activities, on the other hand, are financed

through public notices, competition announcement and international calls, which can guarantee research grants to the people who participate. Part of the activities are also related to volunteering. In the last five years, the financial statement of the Ecomuseum has increased from 10,000 (2015) to 100,000 euros (2020) and the share of voluntary work supplied by members has decreased from 90% to 30%. This growth was accompanied by the expansion of the membership base, with members expressing the different souls of the territory (associations, companies, traders, religious institutes, independent researchers, etc.).

The process of relational networking, listening and participation, on the one hand, has led to the creation of an increasingly widespread network, and on the other, has allowed to define and perfect over time the objectives of the Ecomuseum: to enhance and make usable a Cultural Heritage that is largely 'invisible'; to improve the quality of life by seeing the territory as a space to connect history and development requests; to document, share and regenerate the Heritage reinforcing the sense of self-recognition and belonging to places for the residents; to fight against fragmentation proposing the capitalisation of the area (Padiglione and Broccolini, 2017). These objectives have been articulated in precise actions that have essentially led to the creation of physical and virtual connections to make the District a green infrastructure and create narrations and meaning links between resources. The model implemented by the Ecomuseum was based on the development of three connection areas – human, narrative, urban – closely interrelated, which represent the stages of implementation of the process.

The first step consists in the creation of an operative unit ('care communities') that put together different energies and skills within the districts that compose the territory of the Ecomuseum: Tor Pignattara, Centocelle, Pigneto, Quadraro vecchio, Prenestino and Villa Gordiani. Local communities are involved in an experimental project, through a public call promoted by the Ecomuseum. This project becomes the prototype to build a path that makes local skills and social relations stronger. In the development of a common project, the community finds its balance (of skills, leadership and organisation) and concretely finalises the commitment through the construction of a cultural program scalable over time (Fig. 1). This process allows to build stable relationships, based on a clear pattern, with a fair distribution of the funds available, and is preparatory to any subsequent territorial design activities of the Ecomuseum, as the creation of a working group which can carry on independently the project is essential.

The second step consists in the creation of itineraries of patrimonial use and territorial narration, developed by the care communities through community maps (Lapicciarella Zingari et alii, 2020; Fig. 2). These itineraries come from the internal solicitation of the scientific committee, or from external inputs of the local realities. The itineraries are experiential paths, which describe the territory from the voice of the inhabitants, enriched through the dialogue with the Authorities of protection, research and Institutions. They are

red wires that connect different areas and become effective only after many 'walk labs', walking laboratories that verify both the physical and narrative structure of the itinerary (Fig. 3, 4). When the itinerary becomes effective, it is brought back into the digital platform of the Ecomuseum and ready to be used freely thanks to the website and mobile platform. Normally the most important points of the itinerary are enhanced through the installation of cultural signage on the road, connected via QRCode to the website of the Ecomuseum. Thus, the social and human relations built on the territory become the drive to build meaningful relationships joined in a choral and collective narrative.

The third step represents a future investment thanks to the participatory planning activity. Since 2010 the Ecomuseum organises workshops of collective visioning with local realities, aimed at ensuring full accessibility of the territory. The first outcome of this activity was the Casilino Ecomuseum Arrangement Plan (Peritore, 2018), a strategic urban planning document produced after more than five years of research on multi-ethnic local communities. The project imagines to recompose the mosaic heritage of the area tracing physical paths, connecting the green areas and reconnecting the built and open space with an urban narration. The project, presented to the Municipality of Rome, inspired the subsequent Green Ring Structure Plan that, in the Archaeological Area Ad Duas Lauros, has provided for the reconnection of green areas and the access through cycle and pedestrian paths.

With regard to the realisation of physical connections, the Ecomuseum has found more obstacles in its relationship with the Institutions. In fact, the idea of spatial planning promoted by the Ecomuseum has collided with decades of urban practice that considered the so-called 'urban voids' as spaces to be filled. A 'predation' of the Ager Romanus that has been the basis of the Roman economy for at least seventy years, difficult to overturn. The main limitation of the Ecomuseum was, at the beginning, an approach that did not take sufficiently into account the economic value of the territory. For this reason, since 2014, the Ecomuseum has encouraged research on tourism enhancements, starting a new season of cultural programmes, integrating urban explorations with the local productive reality and proving how a plan based on the reconstruction of heritage relations could be the drive for an economy founded on cultural tourism (Muzzioli et alii, 2019), capable of creating jobs, wealth and development, far from a predatory logic.

In parallel, the Ecomuseum has developed the creation of digital connections to promote social inclusion and broaden participation. The participative census of cultural and natural resources has become an opportunity for valorisations also through the development of technological infrastructures (Angelaccio et alii, 2017). Since 2016, the Ecomuseum has been equipped with a technological platform, created in collaboration with the SmartTourism Laboratory of the University of Tor Vergata, which organises the collected data making them usable through apps and augmented reality. The development of this platform has led to the creation of a real 'Wikipedia of the territory', through a geo-lo-

calised user experience and the access in Creative Commons to the data offered to the fruition. The informative architecture of the platform allows punctual access to the Heritage profiles through different means (computers, smartphones, cultural signage on the territory, information material periodically diffused) in order to make it a multichannel experience (Fig. 5). At the same time, the platform is the feed hub of the Ecomuseum mobile application and allows free and independent use of the territory through the geolocation service (Fig. 6). Beyond the specific technical aspect, the platform is a tool of active participation that allows citizens, Institutions, associations and organisations to propose con-

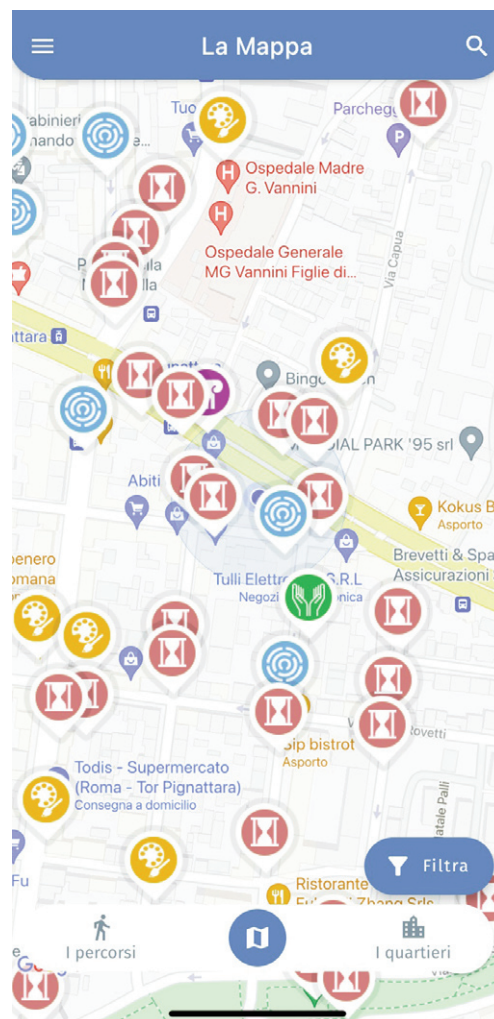
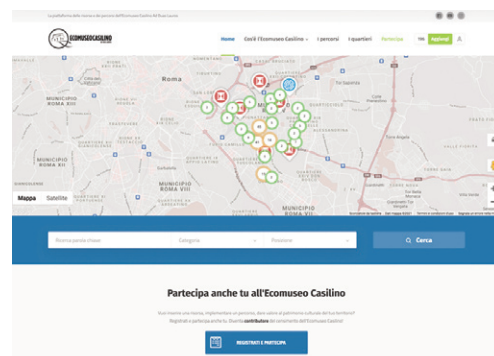


Fig. 5 | Ecomuseum Online participation platform (credit: Casilino Ecomuseum, 2021).

Fig. 6 | Ecomuseum Mobile App Home (credit: Casilino Ecomuseum, 2020).

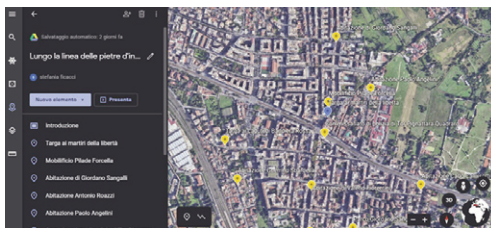


Fig. 7 | Virtual Seminar 'Giornate del Territorio' (credit: Casilino Ecomuseum, 2020).

Fig. 8 | Ecomuseum Virtual Tour (credit: Casilino Ecomuseum, 2020).

Fig. 9 | Virtual Educational Training (credit: Casilino Ecomuseum, 2020).

Fig. 10 | Ecomuseum Outdoor Lab in Villa Gordiani (credit: L. Fabriziani, 2020).

stantly new 'Ecomuseum pieces', through a simple and intuitive digital system, creating a permanent laboratory to safeguard and enhance the local Cultural Heritage.

These direct engagement tools (in terms of access to Heritage and participation in its

implementation/narration) are part of an overall digital strategy that connects citizens, communities and experts through innovative solutions. The Ecomuseum has always tried to offer its services to ensure the widest accessibility, considering physical fragilities, logistics (moving inside a densely inhabited urban context is a factor that limits the access to the Cultural Heritage, but it is still not well considered) and issues related to the intercultural context of the territory.

During the lockdown imposed by the pandemic, this asset has allowed the Ecomuseum to continue to provide its services, with online seminars and lessons, virtual tours, virtual co-design sessions, online discussion groups (Figg. 7-9). Thus, the Ecomuseum has succeeded in connecting people, agencies and associations, creating stable relationships, as with the E.P. ART³ project (entirely developed during the pandemic) which has created a new care community in the District of Villa Gordiani, with which the Ecomuseum currently collaborates for the development of cultural projects (Fig. 10).

Prospects for development | The crisis of cultural institutions produced by the Covid-19 emergency has led to a profound reconsideration of the way of fruition and management of Cultural Heritage. The 'proximity' has become a reference context for many citizens who have rediscovered their neighbourhood, or their city, as places of culture and not exclusively as places of everyday life (Petraroia, 2020). In this context, ecomuseums have played a strategic role as 'local cultural Institutions' using their traditional ability to build connections, mainly intended as relations with local communities for the participatory management of Cultural Heritage.

In this perspective, the case of the Casilino Ecomuseum is exemplifying because, during 2020, it developed an integrated cultural program that, despite the limitations imposed by the pandemic, has increased the number of visitors compared to 2019⁴. This has been possible thanks to three integrated assets of its territorial strategy:

- building a network of stable relations with the organisation operating in the ecomuseal area, strengthening their capacity to be active as territorial 'aerials';
- connecting districts through shared routes/narrations that can represent both a vision of urban planning and an imaginary reference for different local communities;
- supporting actions with a strong technological infrastructure, constantly updated and capable of producing tools that reinforce relations and offer services to the community, even in emergency situations.

While the local communities have been receptive and ready to change their point of view to consider the territory as a common good, the protection Authorities, while appreciating approach and commitment, seemed reluctant to grant the Ecomuseum space for intervention in areas that have always been of their exclusive competence. Instead, the Roman Institutions were stuck on the twentieth-century speculative development model of the city. To subvert these positions and understand how an innovative plan-

ning of the territory can instead start from the enhancement of the cultural, environmental and landscape connections that already exist and on which is based the sense of belonging to a community, the research on Intangible Heritage has been essential.

Through surveys, sources study, collection of memories and narrations of the elderly of the neighbourhoods, the Ecomuseum has reconstructed a little-known scenario, which enriches the territory with a network of human, social and affective relations widely underestimated. For example, during the studies carried out, it was found that the relations between the district communities of Tor Pignattara, Centocelle and Colatino have their epicentre in Casilino District formerly SDO, because in that area the first inhabitants of the post-unification neighbourhoods worked in the lands of large noble families and in the plots granted to the first agricultural cooperatives. The landscape of the ancient Ager Romanus was the precondition to the birth of these settlements, contributing to the construction of a sense of belonging to a territory unknown for the immigrants of that time.

The emergence of this memorial Heritage was essential for the present inhabitants to be recognised in this common history, consolidating a front against the speculative predictions of the Municipality to create 15,000 new housing that would erase the signs of this past. Driven by the community, the Ecomuseum had the opportunity to shift the focus of the City of Rome planning action from the need to 'fill' the territory to the urgency of 'connect' it to the life of people. This shift started with the publication of the above-mentioned Ecomuseum Casilino Arrangement Plan and then consolidated with the participation in the new urban design plan of the area, the General Green Ring Structure Plan, designed by the City of Rome, which has definitely taken this new point of view, rejecting the previous speculative perspective. These successes in the field of urban planning, however, do not erase the difficulties that the Ecomuseum still faces in relation to the Institutions, in particular the Municipalities. The main limits of action concern the regulatory system. While the Lazio Region recognises the Casilino Ecomuseum as a cultural institution, assimilated to a museum, the City of Rome considers it only as an Association, caging each initiative in complex bureaucratic procedures that often collide with the need to advance the research and action with communities.

Despite the differences in territorial contexts, the governance model developed by the Casilino Ecomuseum presents interesting scalability factors. First of all, it is based on the construction of a network of local realities involved as active key players of the process. The idea of building networks of local actions is a distinctive element of all the ecomuseums, and the innovation brought by the Casilino Ecomuseum is to share economic resources, communication and training, together with objectives and methodology. In this way it is possible to create local care communities with full autonomy, or in other words, to apply the principle of subsidiarity, with the experimentation of proximity democracy forms that allow to consolidate local relations and to start processes of transformation of the territory and

design of the landscape that are aware, participatory, feasible and highly likely to achieve quality results. Another scalable element is the construction of an efficient digital platform that allows to share information and knowledge, able to connect people using tools that can overcome physical and cultural obstacles.

Notes

1) The 2016 Strategic Manifesto of Italian Ecomuseums states that Ecomuseums are participating processes to recognise, manage and protect the local heritage in order to improve environmental, social and economic development; they are planning identities through which reconnect techniques, cultures, productions, aspirations of a homogeneous landscape relate to its cultural heritage and its specific; they are also creative and inclusive paths, based on the active participation of people and the co-operation of organisations and associations. For further information, see Dal Santo et alii (2017) and the webpage: sites.google.com/view/ecomuseiitaliani/manifesto [Accessed 17 September 2021].

2) The initiative 'Ecomusei sono Paesaggio', organised by the Italian Ecomuseums Network, has organised several webinars from 21 to 25 June 2021, to talk about these issues. For further information, see: sites.google.com/view/ecomuseiitaliani/home; youtube.com/channel/Ucfbkqlbnqtm74gg9t8rkviw [Accessed 13 September 2021].

3) The E.P.ART project is a museum-training programme for the Casilino Ecomuseum Districts, which has begun in 2020 and is still ongoing. For more information, see the webpage: ecomuseocasilino.it/epart/ [Accessed 11 September 2021].

4) For further information, see the Casilino Ecomuseum's 2020 Integrated Sustainability Report, accessible on the website: facebook.com/ecomuseocasilino/videos/618413148990482 [Accessed 11 September 2021].

References

Angelaccio, M., Buttarazzi, B., Gnessi, C., Marrozzini, M. and Peritore, R. (2017), "Smart Mobility and Cultural Tourism – The Termini-Centocelle Train Museum, an Example of Smartourism Project in Rome", in Lasse Berntzen, L., Couture, N. and Aumayr, G. (eds), *SMART 2017 – The Sixth International Conference on Smart Cities, Systems, Devices and Technologies*, IARIA, pp. 44-48. [Online] Available at: thinkmind.org/index.php?view=instance&instance=SMART+2017 [Accessed 22 October 2021].

Brown, K. E., Davis, P. and Raposo, L. (eds) (2019), *On Community and Sustainable Museums*, EU-LAC Museums. [Online] Available at: eulacmuseums.net/eulac_museums_docs/EULAC_COMPENDIUM.pdf [Accessed 19 October 2021].

Cattini, A. (2021), "Un immaginario per guardare oltre la crisi climatica", in *Duegradi*, 01/03/2021. [Online] Available at: duegradi.eu/news/crisi-immaginario [Accessed 10 October 2021].

Council of Europe (2005), *Council of Europe Framework Convention on the Value of Cultural Heritage for Society – Faro, 27.X.2005*. [Online] Available at: rm.coe.int/1680083746 [Accessed 15 October 2021].

Council of Europe (2000), *European Landscape Convention – Florence, 20.X.2000*. [Online] Available at: convenzioneeuropeapaesaggio.beniculturali.it/uploads/Council%20of%20Europe%20-%20European%20Landscape%20Convention.pdf [Accessed 15 October 2021].

Dal Santo, R., Baldi, N., Del Duca, A. and Rossi, A. (2017), "The Strategic Manifesto of Italian Ecomuse-

ums", in *Museum International*, vol. 69, issue 1-2, pp. 86-95. [Online] Available at: doi.org/10.1111/muse.12153 [Accessed 10 October 2021].

de Varine, H. (2017), *L'émusée singulier et pluriel – Un témoignage sur cinquante ans de muséologie communautaire dans le monde*, L'Harmattan, Paris.

Fanzini, D., Tartaglia, A. and Riva, R. (eds) (2019), *Project challenges – Sustainable development and urban resilience*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna.

Hopkins, R. (2019), *From What Is to What If – Unleashing the Power of Imagination to Create the Future We Want*, Chelsea Green Publishing, Hartford (US).

Lapicciarella Zingari, V., Clemente, P., Lussu, T., Broccolini, A. and Gnessi, C. (2020), "In Rural Villages and the Suburbs – Italian Experiences with Museums and Ecomuseums", in *Volks-Kunde*, vol. 3, pp. 455-468.

Magnaghi, A. (2020), *Il principio territoriale*, Bollati Boringhieri, Torino.

Mori, L. (2020), *Paesaggi utopici – Un manifesto intergenerazionale sulla vivibilità*, Edizioni ETS, Pisa.

Mulgan, G. (2020), *The Imaginary Crisis (and How We Might Quicken Social and Public Imagination)*, Department of Science, Technology, Engineering and Public Policy (UCL STEaPP), University College London and Demos Helsinki. [Online] Available at: ucl.ac.uk/steapp/sites/steapp/files/2020_04_geoff_mulgan_swp.pdf [Accessed 10 October 2021].

Musango, J. K., Currie, P. and Robinson, B. (2017), *Urban metabolism for resource efficient cities – From theory to implementation*, UN Environment, Paris. [Online] Available at: resourceefficientcities.org/wp-content/uploads/2017/09/Urban-Metabolism-for-Resource-Efficient-Cities.pdf [Accessed 10 October 2021].

Muzzioli, A., Gabrielli, F., Gnessi, C., Di Somma, A. and Turco, E. (eds) (2019), *Guida verace di Torpignattara – Un mappamondo di quartiere*, Olmata, Roma.

OECD and ICOM (2019), *Culture and local development – Maximising the impact – Guide for Local Governments, Communities and Museums*. [Online] Available at: oecd-ilibrary.org/docserver/9a855be5-en.pdf?expires=1636122973&id=id&acname=guest&checksum=D60D0322DDB134DBF9A270D7B9FBA7F6 [Accessed 10 October 2021].

Padiglione, V. and Broccolini, A. (eds) (2017), *Ripensare i margini – L'Ecomuseo Casilino per la periferia di Roma*, Aracne, Roma.

Peritore, R. (2018), "Ecomuseums – Laboratories for social production of territories and public spaces, between history, legacy and future – The case study of Ecomuseo Casilino Ad Duas Lauros", in *Urbanistica Dossier*, vol. 15, pp. 224-227. [Online] Available at: inuedizioni.com/it/prodotti/rivista/n-015-urbanistica-dossier [Accessed 10 October 2021].

Petraroia, P. (2020), "Introduzione", in *Il Capitale Culturale – Studies on the Value of Cultural Heritage*, Supplementi 11, pp. 9-13. [Online] Available at: riviste.unimc.it/index.php/cap-cult/article/view/2591/1725 [Accessed 10 October 2021].

Riva, R. (2020a), "Il progetto del paesaggio nell'interazione tra natura e cultura – Il ruolo generativo della comunità", in Perriccioli, M., Rigillo, M., Russo Ermolli, S. and Tucci, F. (eds), *Design in the Digital Age – Technology, Nature, Culture*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna, pp. 96-98. [Online] Available at: sitda.net/downloads/biblioteca/e-book_%20AAVV_Design%20in%20the%20digital%20age.pdf [Accessed 10 October 2021].

Riva, R. (2020b), "Cultural landscapes and sustainable development – The role of ecomuseums", in *Sustainable Mediterranean Construction*, vol. 11, pp. 25-29. [Online] Available at: sustainablemediterraneanconstruction.eu/SMC/The_Magazine_n.11_files/1102.pdf [Accessed 10 October 2021].

Riva, R. (ed.) (2017), *Ecomuseums and cultural landscapes – State of the art and future prospects*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna.

Ronchi, E. (2021), *Le sfide della transizione ecologica*, Piemme, Milano.

that gives tangibility to the principles of subsidiarity, passing through community empowerment.

Schiaffonati, F. (2019), *Paesaggi milanesi – Per una sociologia del paesaggio urbano*, Lupetti, Milano.

Sennett, R. (2018), *Building and Dwelling – Ethics for the City*, Penguin Books, London.

Sennett, R. (2018), *Building and Dwelling – Ethics for the City*, Penguin Books, London.

Sennett, R. (2018), *Building and Dwelling – Ethics for the City*, Penguin Books, London.

Sennett, R. (2018), *Building and Dwelling – Ethics for the City*, Penguin Books, London.

Sennett, R. (2018), *Building and Dwelling – Ethics for the City*, Penguin Books, London.

Sennett, R. (2018), *Building and Dwelling – Ethics for the City*, Penguin Books, London.

Sennett, R. (2018), *Building and Dwelling – Ethics for the City*, Penguin Books, London.

Sennett, R. (2018), *Building and Dwelling – Ethics for the City*, Penguin Books, London.

Sennett, R. (2018), *Building and Dwelling – Ethics for the City*, Penguin Books, London.

Sennett, R. (2018), *Building and Dwelling – Ethics for the City*, Penguin Books, London.

Sennett, R. (2018), *Building and Dwelling – Ethics for the City*, Penguin Books, London.

Sennett, R. (2018), *Building and Dwelling – Ethics for the City*, Penguin Books, London.

Sennett, R. (2018), *Building and Dwelling – Ethics for the City*, Penguin Books, London.

Sennett, R. (2018), *Building and Dwelling – Ethics for the City*, Penguin Books, London.

Sennett, R. (2018), *Building and Dwelling – Ethics for the City*, Penguin Books, London.

Sennett, R. (2018), *Building and Dwelling – Ethics for the City*, Penguin Books, London.

Sennett, R. (2018), *Building and Dwelling – Ethics for the City*, Penguin Books, London.

Sennett, R. (2018), *Building and Dwelling – Ethics for the City*, Penguin Books, London.

Sennett, R. (2018), *Building and Dwelling – Ethics for the City*, Penguin Books, London.

Sennett, R. (2018), *Building and Dwelling – Ethics for the City*, Penguin Books, London.

FISICO, DIGITALE, VIRTUALE, IMMATERIALE Esperienze di ricerca in ambito museale

PHYSICAL, DIGITAL, VIRTUAL, INTANGIBLE Research experiences in museums

Massimiliano Lo Turco, Elisabetta Caterina Giovannini
Andrea Tomalini

ABSTRACT

Il contributo ragiona congiuntamente sulle molteplici accezioni che gli artefatti digitali possono assumere, sul loro valore e sulla loro replicabilità, proponendo alcune riflessioni critiche e metodologiche circa l'utilizzo degli strumenti digitali in ambito museale. Assumendo tassonomie consolidate e ridefinendo le dimensioni digitali applicabili ai Beni Culturali in modo inedito, il saggio descrive alcune esperienze di ricerca condotte negli ultimi anni: dalla creazione di ricostruzioni virtuali del passato all'opportunità di manipolare modelli virtuali, operando su stratificazioni informative non percepibili dalla semplice osservazione dell'oggetto da collezione ed evitando che si configurino come una semplice ripetizione dell'esperienza percettiva dell'oggetto reale.

This paper dwells on the many meanings the digital artefacts can have, their value and their replicability. It presents some critical and methodological thoughts on the use of digital tools in the museums. Using consolidated taxonomies and redefining the digital tools to be innovatively applied to Cultural Assets, the essay describes some research experiences carried out over the last years. From the creation of virtual reconstructions of the past, to the opportunity to work on virtual models, operating on informative stratification not perceptible by simply observing the collection's item and avoiding its evolution into a simple repetition of the perceptual experience of the real object.

KEYWORDS

musei, patrimonio culturale digitale, realtà virtuale, modellazione digitale ricostruttiva, narrazione

museums, digital cultural heritage, virtual reality, digital modelling for reconstruction, storytelling

Massimiliano Lo Turco, Engineer, Architect and PhD, is an Associate Professor at the Department of Architecture and Design (DAD), Politecnico di Torino (Italy). He carries out research activities in the field of survey and digital modelling; in particular, focusing on the potential of BIM methodology for the project, the process, and also for the Cultural Heritage. Mob. +39 388/94.54.849 | E-mail: massimiliano.loturco@polito.it

Elisabetta Caterina Giovannini, Architect and PhD, is a Temporary Research Associate at the Department of Architecture and Design (DAD), Politecnico di Torino (Italy). She focuses on design, survey and representation of architecture. In particular, over the last years, she has dealt with ontologies, semantics, and BIM platforms to manage and enhance the cultural heritage. Mob. +39 320/70.65.741 | E-mail: elisabetta-caterina.giovannini@polito.it

Andrea Tomalini, Architect, is a PhD Candidate in Architectural and Landscape Heritage at the Department of Architecture and Design (DAD) at Politecnico di Torino (Italy). He carries out research on architectural representation and in particular on the visual programming language (VPL) applied to BIM processes in building design and in Cultural Heritage. Mob. +39 349.22.83.296 | E-mail: andrea.tomalini@polito.it

I recenti strumenti digitali stanno ampliando le possibilità di definire nuovi processi di digitalizzazione, archiviazione e fruizione dei Beni Culturali. L'emergenza sanitaria in atto ha amplificato tale tendenza, richiedendo all'ecosistema culturale di uscire dai consueti binari, adattandosi a metodi e linguaggi alternativi per varcare i confini fisici ed entrare nelle case dei cittadini: nel giro di un brevissimo lasso di tempo, sono stati aperti, potenziati e riprogettati siti e canali social per portare a domicilio visite e tour, collezioni e laboratori, storie e racconti. Nell'attesa di un ritorno alla normalità post pandemica dal Covid-19, questo momento particolarmente delicato per l'Istituzione museale è diventato un'occasione unica per dimostrare di essere non solo un luogo di conservazione del Patrimonio, ma un servizio alla società globale e alle comunità locali senza distinzioni, oltre a una vera e propria cura all'isolamento da quarantena.

Virtual tour, collezioni aperte, mostre in digitale, visite guidate, pillole in streaming, laboratori e giochi a distanza sono le principali risposte che le istituzioni culturali hanno dimostrato di saper proporre, mescolando sapientemente diversi ingredienti in modo rapido, e con esiti anche qualitativamente elevati. Trattasi della cosiddetta Second Digital Turn (Carpo, 2017) che coinvolge tanto la sfera materiale quanto quella immateriale. Seppure gli esiti sopra introdotti possano apparire innovativi, è necessario richiamare alcuni riferimenti essenziali: i) la Carta sulla Conservazione del Patrimonio Digitale (UNESCO, 2003) che sancisce il ruolo, la dignità e l'importanza degli strumenti e dei metodi digitali nella creazione del Patrimonio Culturale a livello internazionale; ii) la Carta di Londra¹ del 2009 che definisce i principi di scientificità e validazione nella ricostruzione virtuale del Patrimonio Culturale, in cui i concetti di 'trasparenza' e l'uso dei 'paradati' costituiscono indispensabili riferimenti per l'analisi filologica dei modelli digitali (Brusaporci, 2019).

Nel libro dal titolo *Museum Object Lesson for the Digital Age* (Geismar, 2018) l'autrice sostiene con forza la necessità di considerare il proliferare di progetti digitali nei musei in un contesto storico più ampio, soprattutto in un momento in cui il digitale è diventato di per sé stesso un potente strumento testimoniale. Nel campo della conservazione archivistica digitale, per valore di un artefatto digitale si intende il valore intrinseco di un oggetto digitale, in contrapposizione al contenuto informativo dell'oggetto stesso. Sebbene manchino standard precisi per operare valutazioni quantitative, gli oggetti 'born-digital' e le rappresentazioni digitali di oggetti fisici possono avere un valore che è loro attribuito, in quanto artefatti.

I surrogati digitali costituiscono quindi un'opportunità imprescindibile per favorire la conservazione e un maggiore e più agevole accesso alle risorse. Occorre prendere atto che la 'riproducibilità tecnica dell'opera d'arte', come descritta da W. Benjamin (2008), ormai ampiamente indagata, è arrivata a livelli davvero eccellenti: gli artefatti riprodotti non si possono più considerare semplici copie fedeli dell'originale, ma di volta in volta degli originali. Tuttavia, come sottolinea Ch'ng (2019), all'atto della digitalizzazione di un qualsiasi oggetto, l'autenticità e

il valore della copia dell'originale sembrano persi, perché la copia può ora essere editata, riprodotta e distribuita a basso costo. Il simulacro rinuncia a qualsiasi pretesa di oggettività, sostituendosi alla sua controparte reale e assumendo un proprio valore completamente autonomo; è però utile ragionare sulla differenza di valore tra originale e copia: il primo ha un valore intrinseco, mentre la seconda ha un valore strumentale. Come afferma Ch'ng (2019), il valore intrinseco di una copia non è equivalente all'originale, il valore strumentale della copia è significativamente più alto; se due valori vengono messi insieme, il valore combinato può diventare maggiore dell'originale.

In linea generale, è necessaria una riflessione approfondita sulla qualità e il valore della copia digitale: la soluzione al bisogno fondamentale di identificare e autenticare le copie digitali ha importanti implicazioni per la documentazione digitale del Patrimonio Culturale, anch'essa sospesa tra permanenza e temporalità (Germanà, 2018) specialmente quando il tempo, l'incuria e la distruzione da rischi antropici e conflitti minacciano il nostro Patrimonio Culturale fisico. Occorre quindi immaginare il Patrimonio Culturale come un concetto dinamico, latore di diversi significati, sia geografici che temporali; in particolare, nel passaggio tra una mera conservazione basata sui materiali e una seconda incentrata sui valori (Sposito and Scalisi, 2018), si possono includere diversi approcci che impiegano largamente le nuove tecnologie digitali per valutare le azioni necessarie alla loro conservazione e divulgazione.

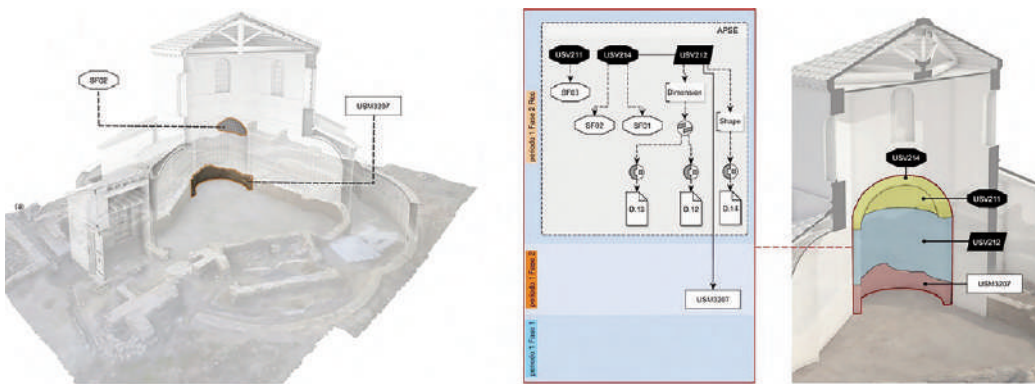
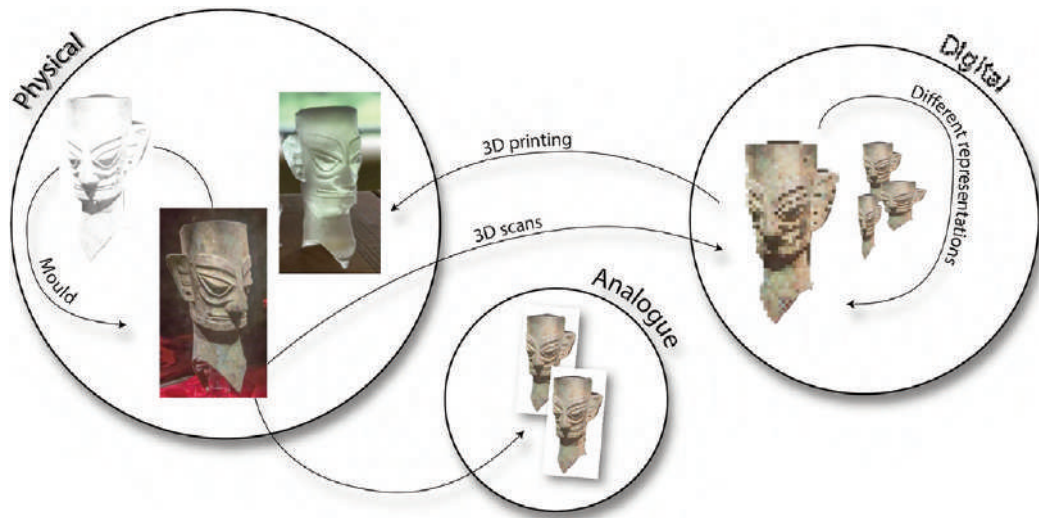
In ambito museale, le più recenti tendenze riguardano la realizzazione di copie di oggetti espressamente progettate per essere complementari alla visione dell'oggetto reale, fertile terreno per la costruzione di narrazioni efficaci e coinvolgenti, con «[...] un preciso tentativo di compensare la passività della visione attraverso un approccio emozionale che coinvolga il visitatore in un percorso informativo in cui, malgrado l'inattività della fruizione, egli è in qualche modo partecipe, perché coinvolto emotivamente» (Gabello, 2019, p. 167).

I nuovi processi digitali di visualizzazione stanno dunque ampliando esponenzialmente la capacità dei musei di definire nuove esperienze di percezione dei Beni Culturali; ed è in questo contesto che si introduce il presente saggio, costituito in primis da riflessioni critiche e da alcuni riferimenti utili. La seconda parte del contributo sintetizza alcune ricerche e sperimentazioni condotte dal gruppo di ricerca dell'area del Disegno afferente al Dipartimento di Architettura e Design (DAD) del Politecnico di Torino, ove le connessioni tra l'elemento fisico/ tangibile sono rappresentate dall'oggetto da collezione museale e l'elemento virtuale/immateriale non si limita ad essere la sua replica digitale. In questo ambito pare quanto mai opportuno che le diverse esperienze proposte non debbano costituire una ripetizione dell'esperienza, ma abbiano carattere di complementarità. I linguaggi e le forme di comunicazione scelti sono riconducibili a ciò che oggi si definisce 'storytelling digitale'; indipendentemente dai contenuti veicolati, devono possedere caratteri di inclusività e, laddove possibile, di co-partecipazione.

Lo stato dell'arte | Non è semplice riassumere in poche righe le principali coesistenze virtuose tra oggetti fisici e contenuti digitali fruibili nei musei. Prima di addentrarsi nella descrizione di alcuni casi di studio esemplificativi è opportuno partire dall'interessante tassonomia proposta da Ch'ng (2019) che riassume i sei tipi di riproduzione disponibili all'epoca della Quarta Rivoluzione Industriale (Fig. 1): 1) da Fisico a Fisico; 2) da Fisico ad Analogico; 3) da Fisico a Digitale; 4) da Digitale a Digitale; 5) da Digitale a Fisico; 6) Digitale e Fisico. Ragionando sulle forme che la copia digitale può assumere, spesso si associa alla ricostruzione virtuale l'idea di un modello tridimensionale. Questa visione è, a giudizio degli scriventi, un po' limitante. Quali possono essere le dimensioni che la copia può assumere? Descrivendole non necessariamente in ordine di complessità crescente, possono considerarsi copie virtuali le riproduzioni di documenti testuali (monodimensionali); a questo si aggiungono le elaborazioni grafiche quali disegni e immagini (2D), i modelli (3D), integrabili con ulteriori informazioni riferibili alla dimensione temporale (4D).

Oltreché ad assolvere le basilari funzioni di custodia e di valorizzazione del Patrimonio Culturale, uno degli obiettivi da perseguire riguarda il tema dell'accessibilità delle rappresentazioni digitali degli oggetti che conservano, per facilitare la conoscenza e la fruizione del Patrimonio stesso, sostenendo la ricerca scientifica e favorendo l'educazione (Biagetti, 2016). Nella digitalizzazione del Patrimonio Culturale si fa sempre più uso di ontologie, strumenti fondamentali per perseguire l'obiettivo dell'interoperabilità semantica, concettualizzando un dominio e agendo come mediatori per la ricerca integrata degli oggetti digitali gestiti in diversi repositories. Per questo motivo, tutti i sistemi dovrebbero fare riferimento allo standard CIDOC-CRM di ICOM, la più importante e vasta ontologia del settore del Patrimonio Culturale, essenziale per agevolare lo scambio e l'integrazione delle descrizioni, delle informazioni e della documentazione per la ricerca scientifica tra fonti eterogenee del settore; molti progetti di ricerca di respiro internazionale si sono occupati di queste tematiche (Meghini et alii, 2017). In ambito artistico è interessante menzionare la riproduzione digitale ad altissima risoluzione di opere pittoriche. Tra le varie, la digitalizzazione del dipinto *Ragazza con l'Orecchino di Perla* di Vermeer permette di ammirare ogni singola pennellata ma apre anche a nuove interpretazioni nel campo della ricerca; gli esiti sono ben diversi dalle finalità con cui il pittore aveva realizzato il dipinto: da opera d'arte concepita dall'autore si passa all'opera d'arte per la comunità, agevolando quella stratificazione di informazioni in grado di definire narrazioni e fruizioni differenti e meno esplorate.

In merito alla riproduzione di oggetti 3D, in particolare di statue, si ricorda il *Parian Marble – A Virtual Multimodal Museum Project*. Il progetto riguarda la promozione culturale relativa all'utilizzo delle antiche cave dell'isola di Paros in Grecia, mediante l'uso di moderne tecnologie e tentando di 'restituire virtualmente' gran parte delle opere in marmo che sono state create dal VII al V secolo a.C. nel loro luogo di origine. Attraverso un'intensa sperimentazione delle diverse soluzioni tecnologiche emergenti nei campi



APSE	PROPERTIES	INFOS	INTERPRETATION	SOURCES
USV 212	EXISTENCE: SHAPE: DIMENSION: MATERIAL:	CERTAIN APSE DIAM. 16 Ft HEIGHT, 24 Ft LIMESTONE + WHITE PLASTER	EVIDENCES COMPARISONS: 3D SURVEY DEDUCTION EVIDENCES	USM 3207 LATE ROMAN BUILDING (D.14) 3D MODEL (D.12) THEORY OF PROPORTION (D. 13) USM 3207 (M-S17A) – EA 01 : EA 2 (NON-IV-S17A)

Fig. 1 | Classification of the possible reproductions of the fourth Industrial Revolution and their relations according to Ch'ng (2019).

Fig. 2 | Practical example of Extended Matrix: reconstruction of the apse and representation of data and paradata used (source: Demetrescu and Ferdani, 2021).

della Realtà Virtuale e Aumentata, il progetto mira a un concetto curatoriale che coinvolge diversi interlocutori (dai responsabili politici ai cittadini europei) nella digitalizzazione del Patrimonio attraverso ambienti virtuali (Ioannides et alii, 2016). In merito alla rappresentazione della quarta dimensione è interessante citare il lavoro di ricerca condotto dal VHLab dell'ISPC-CNR (Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale-Consiglio Nazionale delle Ricerche), coordinato da E. Demetrescu (Fig. 2). L'Extended Matrix è un linguaggio formale con cui tenere traccia dei processi di ricostruzione virtuale, registrando le fonti utilizzate e i processi di analisi e sintesi che hanno portato dall'evidenza scientifica alla ricostruzione virtuale – e alla relativa Conservazione Virtuale (Reaver, 2019) – tenendo conto delle stratificazioni temporali (Demetrescu and Ferdani, 2021). Sempre in tema di Conservazione Virtuale è opportuno citare il progetto di Versailles VR sviluppato da Google Art & Culture, i lavori di CYArk e gli studi del gruppo MIT Design Heritage, in cui la qualità fotorealistica degli scenari virtuali è portata ai massimi livelli, mentre gran parte dei lavori dell'ISPC-CNR coniugano in maniera eccel-

lente attributi grafici e informativi, per una fruizione complementare all'artefatto reale.

La trasformazione digitale per un museo è quindi un'opportunità unica per dare vita a un ecosistema di relazioni socio-culturali che si estendono senza barriere tra lo spazio fisico delle collezioni e quello online. Paradigmi di fruizione basati sul concetto di 'learning by interacting' permettono di superare le tradizionali modalità di presentazione/osservazione del Patrimonio attraverso teche espositive, stimolando il visitatore a diventare spettatore attivo, rendendolo partecipe e protagonista dell'oggetto della sua visione. Egli infatti potrà navigare il modello 3D, girarci attorno, toccarlo, manipolarlo, investigarlo attivando diversi contenuti multimediali sullo stesso oggetto fisico (immagini, testi, video). Contestualmente si può garantire una migliore fruizione di Beni di grande pregio, la cui osservazione a occhio nudo all'interno delle teche limita fortemente l'apprezzamento del loro valore e la conoscenza dei dettagli.

Certamente panorama cognitivo, ambienti digitali e narrazioni complesse connesse al Patrimonio artistico hanno in comune la costante aspettativa di evoluzione del racconto; a oggi

un'aspettativa non soddisfatta dagli allestimenti museali e ancora meno dalla staticità dei racconti spesso proposti. Come ci ricorda Lampis (2017), il testo della decisione dell'Unione Europea con cui si è dato avvio all'Anno Europeo del Patrimonio 2018² contiene un forte richiamo alla necessità di un maggiore collegamento tra il Patrimonio artistico e le giovani generazioni, dotate di grandi abilità visive, di movimento corporeo, di rapido ragionamento e strategia, connesse ai videogame. Si tratta di abitudini all'elaborazione di processi cognitivi e di organizzazione del sapere e delle percezioni del tutto sconosciute alle generazioni precedenti, tuttavia foriere di grandi opportunità per comprendere le simbologie del Patrimonio artistico che è necessario considerare per superare proprio la staticità di alcuni percorsi museali, alcuni dei quali sono sprovvisti di supporti multimediali, incapaci dunque di intercettare quella parte di pubblico (Ferri, 2011).

Un esempio recente di perfetta complementarietà tra ambiente fisico e digitale è rappresentato dalla mostra temporanea Archeologia Invisibile (Fig. 3) organizzata dalla Fondazione Museo delle Antichità Egizie di Torino. L'uso delle copie digitali, talvolta accompagnate da stampe 3D, è complementare alla visione dei manufatti della collezione. Attraverso la scansione radiologica delle mummie, è stato possibile acquisire le informazioni metriche dei gioielli degli antichi faraoni. Successivamente le stampe in 3D delle copie fisiche sono state prodotte ed esposte vicino ai reperti originali, nel pieno rispetto delle dimensioni reali e replicandone colori e materiali prendendo ispirazione da analoghi oggetti rinvenuti in altre tombe (Fig. 4; Ciccopiedi, 2019). Sono utili espedienti per dare all'esperienza l'accesso alla conoscenza, alla cosiddetta memoria semantica dell'oggetto, che agevola ma non si sostituisce all'emozione suscitata dall'originale: ciò è reso possibile attraverso tecniche immersive, come la Realtà Virtuale oppure meccanismi interattivi, quali le tecniche di gamification. Alcuni di questi interessanti esperienze hanno costituito il punto di riferimento per lo sviluppo delle attività di ricerca proposte dal gruppo di lavoro a cui afferiscono gli autori.

Esperienze di ricerca: metodologia e fasi | Per avvalorare alcune riflessioni sopra esposte si propongono due fertili terreni di sperimentazione, diversi tra loro e proprio per questo di grande interesse: il primo, riporta l'esito di un progetto di ricerca tra il Dipartimento DAD del Politecnico di Torino e la Fondazione Museo delle Antichità Egizie di Torino, sviluppato tra il 2017 e il 2020. Il secondo caso di studio si riferisce alla collaborazione tra il medesimo Dipartimento e l'Associazione Teatro Popolare di Sordevolo, svolta tra il 2019 e il 2021.

Il primo progetto riguarda la digitalizzazione di alcune opere solo in parte accessibili all'interno del percorso espositivo (Mafri and Giovannini, 2019). La maggior parte delle Istituzioni culturali europee possiede un incredibile Patrimonio tangibile, che spesso non può essere presentato al pubblico per motivi differenti di spazio, di conservazione o per specifiche scelte espositive. L'obiettivo principale riguarda l'accessibilità di copie digitali di artefatti che sono parte di

collezioni museali 'nascoste', inserendole in un contesto virtuale e rendendole fruibili permanentemente non solo agli studiosi ma anche a un pubblico più ampio; in sintesi, le fasi di lavoro: i) acquisizione digitale delle maquette con strumenti fotogrammetrici; ii) modellizzazione geometrica e informativa degli artefatti; iii) allestimento della piattaforma online; iv) modellazione digitale ricostruttiva della Sala; v) realizzazione del serious game e dell'ambiente navigabile. Il Patrimonio Virtuale è dunque fruibile secondo differenti modalità: dalla più semplice esplorazione della replica digitale alla possibilità di utilizzare la modellazione digitale ricostruttiva per riappropriarsi delle installazioni museali del passato, nello stretto dialogo che intercorre tra contenitore e contenuto (Lo Turco, 2019). A questo si aggiunge la definizione di un serious game attraverso cui si interagisce con uno degli oggetti da collezione e lo si impara a conoscere, giocando.

L'esperienza di ricerca si riferisce alla modellazione digitale di tipo ricostruttivo che riguarda alcune aree del Museo che hanno subito diversi interventi nel corso degli anni. La Sala II dell'attuale Galleria dei Re aveva un allestimento museale molto diverso rispetto alla configurazione attuale; tuttavia, parte delle collezioni che ospitava in passato non sono più accessibili al pubblico e sono conservate nei depositi del museo (Fig. 5). La modellazione digitale ricostruttiva è utile per visitare a distanza e in modo interattivo alcune mostre precedenti della collezione denominata Modelli di Viaggio delle Architetture Egizie di J. J. Rifaud. La ricerca storica ha permesso di raccogliere le copie cianografiche contenenti la disposizione dei manufatti esposti nelle mostre del passato e l'esito finale è la fruizione immersiva dello spazio topologicamente ricostruito che prevede un'interazione attiva con i modelli precedentemente digitalizzati. Attraverso un'interfaccia progettata ad-hoc, l'utente può navigare liberamente all'interno dell'attuale Sala II della Galleria dei Re, epurata dalle false pareti e dal controsoffitto che nascondono le aperture esterne e il soffitto a volta (Fig. 6). Questo ambiente digitale favorisce un'interazione attiva con la mostra virtuale e i relativi modelli, secondo diverse forme di fruizione.

Ai sensi del D.M. 113/2018 (Adozione dei livelli minimi uniformi di qualità per i musei e i luoghi della cultura di appartenenza pubblica e attivazione del Sistema museale nazionale) si richiede il rispetto di standard minimi per l'efficace organizzazione e gestione dei depositi; il documento fa anche riferimento alla possibilità di rendere accessibile questo Patrimonio. L'attività svolta va proprio in questa direzione: nelle precedenti attività di divulgazione work in progress (Lo Turco et alii, 2019) era stato presentato il prodotto digitale fruibile attraverso la piattaforma 3DHOP per gestire modelli 3D ad alta risoluzione che possono essere esplorati, manipolati e arricchiti di ulteriori contenuti culturali.

Le soluzioni sono state implementate per l'edutainment, attraverso applicazioni 3D basate sul web e la gamification. La web-app, sviluppata in collaborazione con ISPC-CNR, propone contenuti culturali avanzati a un pubblico più ampio, attraverso un inedito processo di indagine, utile a stimolare la curiosità e ad ampliare i confini della conoscenza (Fig. 7). Il puzzle Web3D

sviluppato conduce gli utenti all'interno di un ecosistema digitale, interagendo con la documentazione digitalizzata. L'applicazione, che invita a mettere in relazione le litografie di Rifaud con un modello geometrico semplificato del tempio, non è rivolta solo ai bambini, ma anche a quelle persone che vogliono avvicinarsi alla conoscenza di questi manufatti, affrontando semplici problemi come la comprensione di uno spazio esistente, anche se situato in un contesto diverso da quello reale, partendo dalla sua rappresentazione 2D. Nell'epoca contemporanea, il serious game è pensato come una delle chiavi principali per innescare la fantasia e creare mondi semplificati dove costruire ipotesi che stimolino la comprensione dei fenomeni. Si tratta quindi di una ricerca che ha prodotto diversi e interessanti esiti per il fruitore finale, ma che allo stesso tempo risultano altrettanto stimolanti dal punto di vista ontologico ed epistemologico, poiché in grado di ibridare efficacemente il mondo fisico e il mondo digitale, ragionando attentamente sugli attributi e sulle relazioni tra i due ambienti.

Come è facile immaginare, il contesto in cui ci si muove nel secondo caso di studio è completamente diverso: lo spettacolo della Passione di Sordevolo ha una storia di circa duecento anni e con cadenza quinquennale, nel periodo estivo, esso prende forma coinvolgendo più della metà della popolazione sordevolese e attirando visitatori da tutto il mondo. A raccogliere, preservare e tramandare esperienze, testimonianze e reperti di questo unicum nel folklore ita-

liano, vi è il Museo della Passione che, in occasione dello spettacolo del 2020 (poi rimandato causa emergenza Covid-19) aveva intrapreso alcune azioni di rinnovamento degli allestimenti interni (Fig. 8). In questa occasione, l'Associazione ha deciso di integrare le collezioni presenti con nuovi contenuti digitali, esito del progetto di ricerca Digital Historical Scenic Design. L'installazione proposta non si limita alla visualizzazione di artefatti, ma è incentrata sulla narrazione delle storie delle persone che a vario titolo hanno contribuito alla realizzazione di questo spettacolo popolare. Le fasi di lavoro: i) raccolta e selezione dei materiali d'archivio disponibili; ii) modellazione digitale ricostruttiva di due scenografie del passato; iii) realizzazione di storyboard e video costituito da differenti contenuti multimediali; iv) condivisione del materiale multimediale attraverso Qr Code per una fruizione a distanza.

Discussione e risultati | Come è facile immaginare, i due casi di studio sono molto diversi per approccio, metodologie adottate ed esiti maturati: nella collaborazione con il Museo Egizio il punto di forza è costituito dalla messa a sistema di tecnologie differenti, cucite insieme in un prodotto multimediale organico, seppur fruibile per parti. Il limite attuale riguarda la sua divulgazione, ancora parziale, tramite il solo sito del progetto³, collegato a quello del Museo Egizio; ancora non si è avviata l'attività di registrazione e analisi dei feedback degli utenti per valutare l'efficacia del lavoro condotto.

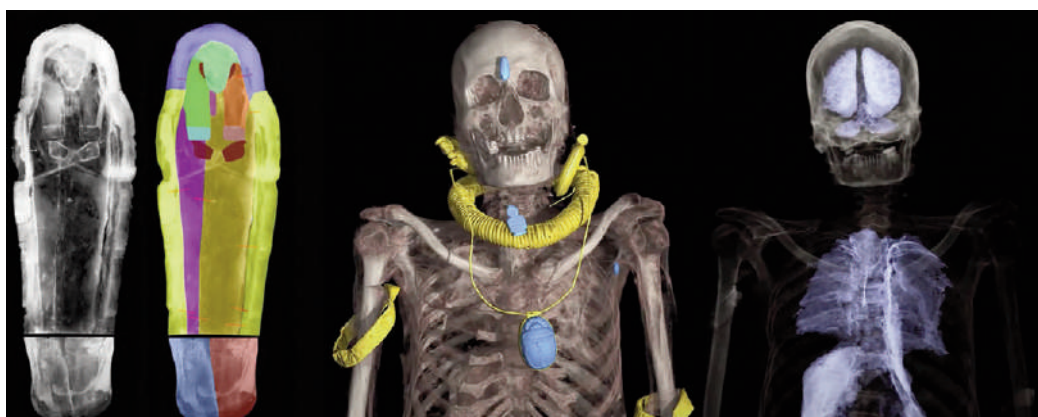


Fig. 3 | 'Invisible Archaeology' Temporary exhibition Poster; Sarcophagus hall, summary of the contents of the exhibition via video-mapping on the reproduction of the analysed sarcophagus (source: Ciccopiedi, 2019).

Fig. 4 | Image of the tomographic analysis of the sarcophagus and identification of its essences; Three-dimensional reconstruction of the skeleton and of the ornamental jewels inside the mummy; Analysis of the internal organs still intact inside the mummy (source: Ciccopiedi, 2019).



Fig. 5 | Some of the models previously acquired and converted with low poly to optimise the navigation in the immersive system (credit: E. Giovannini, 2019).

Fig. 6 | Comparison between digital modelling for reconstruction and the real exhibition layout (credit: E. Picchio, 2020).

Il secondo risultato proposto è opera di un team multidisciplinare in cui storici, architetti, attori e cittadini hanno lavorato insieme per un'attività di modellazione ricostruttiva di due scenografie significative della Passione andate in scena nel 1934 e nel 1950. Senza ricorrere a tecnologie di avanguardia, il progetto esplora l'utilizzo del digitale per la creazione di nuovi linguaggi di espressione e produzione creativa, mediante la rielaborazione critica e sintetica del Patrimonio documentario costituito da fotografie, schiz-

zi, disegni, video, tradizioni orali (Figg. 9, 10). L'uso di differenti strategie narrative ha consentito di rivolgersi a un pubblico non specializzato, ricreando e rivivendo virtualmente parte dell'esperienza di spettacoli passati ancora ben impressi nei ricordi e nei racconti tramandati dai sordevolesì. In questa seconda esperienza, il punto di forza risiede nell'approccio inclusivo: il discente si fa docente e l'Istituzione museo entra in rapporto paritetico con il pubblico, costruendo insieme contenuti e storie (Bonacini, 2020); anche

in questo caso le nuove tecnologie si sono rivelate utili per la rielaborazione dei racconti connessi alle collezioni museali (Mandarano, 2019), secondo un processo che permette alle opere e ai Beni Culturali di trasmettere informazioni, conoscenze ed emozioni (Luigini and Pancioli, 2019).

Conclusioni e temi aperti | Il saggio ragiona criticamente su alcune recenti esperienze di ricerca inerenti la fruizione museale, con particolare riguardo al rapporto non dicotomico ma complementare tra fisico e virtuale, in particolar modo tra oggetto da collezione e l'insieme degli attributi che possono essere annotati nel modello digitale. Fondendo insieme l'abilità digitale dell'apprendimento culturale, della narrazione e dell'intrattenimento nei manufatti del Patrimonio, nell'attività o nell'ambiente, il Patrimonio costituisce un campo molto interessante per dare significato all'esperienza digitale; inoltre, il mezzo digitale è in grado di fornire un accesso immediato alle risorse dinamiche rilevanti. Nel suo lavoro di ricerca Nofal descrive in dettaglio le qualità più rilevanti che un mezzo digitale può includere (Nofal, Reffat and Vande Moere, 2017). Le diverse caratteristiche sono state combinate all'interno di un modello proposto di Patrimonio Phygital, in una piena ibridazione tra fisico e digitale, mappato lungo due assi: la qualità fisica delle informazioni e il livello con cui queste informazioni vengono comunicate.

Nel tempo, le repliche possono persino assumere lo stesso ruolo dell'originale e forse sostituirlo: uno dei temi di riflessioni che è scaturito dalla lettura delle esperienze di ricerca di levatura internazionale riguarda la possibilità che le copie digitali possano, in alcuni casi, avere lo stesso valore degli originali. Non c'è una posizione univoca, almeno non finché il digitale non avrà mediato completamente il nostro mondo fisico, e i contenuti digitali non saranno fruiti con lo stesso fervore degli oggetti fisici, e quando segni e simboli sostituiranno e simuleranno la nostra realtà. Il processo del simulacro potrebbe essere già all'opera e potremmo essere piacevolmente sorpresi nel vedere che, a parte la tangibilità delle copie digitali, non ci siano differenze dal punto di vista percettivo ma possiedano un diverso grado di accessibilità.

In merito ai criteri di inclusività, il crescente numero di progetti internazionali di digitalizzazione 3D del Patrimonio Culturale che adottano la metodologia del crowdsourcing hanno portato alla stesura di una metodologia operativa sistematica mirata alla digitalizzazione di collezioni museali o siti di rilevanza storico artistica oggetto di studio, per dimostrare che il visitatore può diventare co-creatore della digitalizzazione museale, divenendo parte attiva del processo. Se ben organizzata, una politica di questo tipo può supportare le realtà museali nelle azioni di digitalizzazione delle collezioni, passaggio determinante in un processo di conservazione del Patrimonio Culturale, con la convinzione che il riuso dei dati e delle immagini dell'arte attraverso le piattaforme che mettono in connessione fra loro visitatori, esperti, studiosi, appassionati, possa attivare la produzione di contenuti personali a beneficio di processi co-creativi di valore culturale ed economico per tutti. E il ruolo del museo? Ci saranno certamente anche nuove forme di fruizione culturale: il loro compito rimarrà sempre quello di migliorare l'esperienza visiva, estetica e intellettuale

di ogni visitatore quando costui si trovi di fronte a un manufatto del passato, cercando di fornire tutte le informazioni necessarie per arricchirne la comprensione. Il futuro, quindi dei musei è, come è sempre stato, la ricerca (Greco, 2019).

The recent digital tools are increasing the possibilities to define new digitisation, storage and enjoyment processes of Cultural Assets. The current Health Emergency has boosted this trend, demanding the cultural ecosystem to get out of its usual tracks, adapting to alternative methods and languages to overcome physical barriers and get into citizens' houses. In a very short time span, websites and channels have been created, enhanced and redesigned to bring tours, collections and workshops, stories and tales into every house. The waiting time to return to a new normal after Covid-19, is a particularly difficult moment for museums. It has become a unique opportunity to show that museums are more than places for Heritage conservation, but also a service to society and local communities without distinctions, and also a true remedy to lockdown and quarantine.

Virtual tours, open collections, digital exhibitions, guided tours, clips in streaming, workshops and remote games are the main answers the cultural institutions have proposed, skilfully mixing different ingredients quickly, and with high-quality results. It is the so-called Second Digital Turn (Carpo, 2017) which involves both the material and immaterial range. Although the above-mentioned results might seem innovative, it is necessary to mention some essential references: i) The Charter on the Preservation of the Digital Heritage (UNESCO, 2003) established the role, dignity and importance of digital tools and methods in the creation of Cultural Heritage at an international level; ii) The London Charter¹, from 2009, established the principles of scientificity and validation in the virtual reconstruction of Cultural Heritage, where the concepts of 'transparency' and the use of 'paradata' are fundamental references for the philological analysis of digital models (Brusaporci, 2019).

In the book *Museum Object Lesson for the Digital Age* (Geismar, 2018), the author strongly argues the need to consider the proliferation of digital projects in museums in a broader historical context, especially since the digital sector has become an important historical tool. In the field of digital archival preservation, the value of a digital artefact is considered the intrinsic value of a digital object, as opposed to the informative content of the object itself. Although there are no precise standards for making quantitative assessments, 'born-digital' objects and digital representations of physical objects can have an assigned value, being artefacts.

Digital surrogates are an essential opportunity to foster preservation and an increased and easier access to resources. It should be noted that the 'technological reproducibility of an artwork', as described by W. Benjamin (2008), now widely investigated, has reached truly excellent levels: the reproduced artefacts can no longer be considered faithful copies of the original, but each one as an original. However, as underlined by Ch'ng

(2019), when an object is digitised, the authenticity and the value of the copy of the original seems lost, because the copy can be edited, reproduced and distributed at a low cost. The simulacrum gives up any claim of objectivity, replacing its real counterpart and taking on its own completely autonomous value. However, it is useful to think about the difference in value between the original and the copy: the first has an intrinsic value, while the second has an instrumental value. As stated by Ch'ng (2019), the intrinsic value of a copy is not equivalent to the original, the instrumental value of the copy is significantly higher. If two values are put together, their combined value can be higher than the original one.

In general, an in-depth discussion on the quality and value of the digital copy is needed. The solution to the fundamental need to identify and authenticate the digital copies has important implications for the digital documentation of the Cultural Heritage, and it is also hanging between permanence and temporariness (Germanà, 2018) especially since time, neglect and destruction by anthropogenic risks and conflicts threaten our physical Cultural Heritage. Therefore, we should imagine our Cultural Heritage as a dynamic concept, bearer of different meanings, both geographical and temporal. In particular, the transition from a simple conservation based on materials to another centred on values (Sposito and Scalisi, 2018) can include different approaches which widely use new digital technologies to evaluate necessary actions to their conservation and dissemination.

In the museum field, the most recent trends concern the creation of copies of objects express-

ly designed to complement the vision of the real object, fertile ground for building effective and engaging narratives, in a precise attempt to compensate for a passive vision through an emotional approach, engaging visitors in an information path where, even if they cannot access, they can participate, because they are emotionally involved (Gabellone, 2019, p. 167).

Therefore, the new digital display processes are exponentially expanding the ability of museums to define new perceptual experiences of Cultural Assets. This essay is presented in this framework, including critical reflections and some useful references. The second part of the paper summarises some research and experimentations carried out by the research group of the Design area belonging to the Department of Architecture and Design (DAD) at Politecnico di Torino, where the connection between the physical/tangible elements are represented by the object of a museum's collection and the virtual / immaterial elements are not just its digital copy. In this sense, it is extremely appropriate that the various proposed experiences are not a copy of the experience but have a complementary aspect. The chosen communication languages and forms stem from what today is called 'digital storytelling'. Apart from conveyed contents, they must have inclusiveness and, where possible, co-participation characteristics.

State of the art | It is not simple to tell in a nutshell the main virtuous coexistence between physical objects and digital contents enjoyable in museums. Before going into details of some illustrative case studies, we should start from the in-



Fig. 7 | Home page of the app and its mobile interface (credit: E. Picchio, 2020).

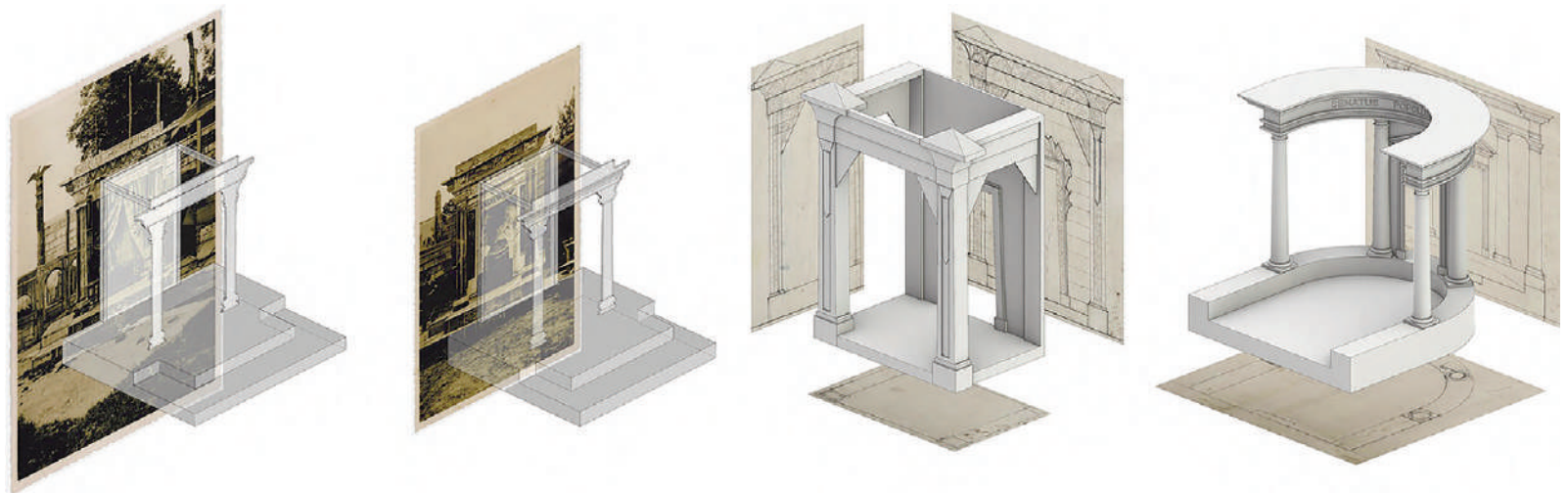


Fig. 8 | New layout of the first hall (entrance) of the Passion Museum in Sordevolo; New layout of the second room of the Passion Museum (credit: A. Tomalini, 2021).

Fig. 9 | Comparison between iconographic sources and reconstructed model: Chair of Anna, 1934; Chair of Caifas, 1934; Chair of Herod, 1950; Chair of Pilate, 1950 (credit: A. Tomalini, 2021).

interesting taxonomy proposed by Ch'ng (2019). It summarises the six types of reproduction available in the Fourth Industrial Revolution era (Fig. 1): 1) Physical to Physical; 2) Physical to Analogue; 3) Physical to Digital; 4) Digital to Digital; 5) Digital to Physical; 6) Digital and Physical. Thinking about the forms that the digital copy can have, the idea of a three-dimensional model is often associated with virtual reconstruction. This vision, according to us, is quite limited. What dimensions can the copy have? By not necessarily listing them by increasing complexity, reproductions of documents (one-dimensional) can be considered virtual copies. In addition, there are graphics such as drawings and images (2D), models (3D), which can be integrated with further information linked to the temporal dimension (4D).

Besides working on the basic care and enhancement functions of the Cultural Heritage, one of the objectives to pursue is accessibility of the digital representations of preserved objects, to facilitate learning and enjoyment of the Heritage, supporting scientific research and promoting education (Biagetti, 2016). In the digitisation of the Cultural Heritage, ontologies are increasingly used – useful tools to reach the objective of semantic interoperability, by conceptualising a domain and acting as mediators for the integrat-

ed search of digital objects handled in different repositories. Because of that, every system should rely on the CIDOC-CRM standard by ICOM: the most important and extensive ontology of the Cultural Heritage sector, essential to ease the exchange and integration of descriptions, information and documentation for scientific research between heterogeneous sources of the sector. Many international research projects have dealt with these subjects (Meghini et alii, 2017). In the art field, the very high-resolution digital reproduction of paintings is worth mentioning. Among others, the digitisation of the painting *Girl with a Pearl Earring* by Vermeer allows to admire each brushstroke, and opens to new interpretations in the research field. The outcomes are significantly different from the aim established by the painter: from artwork conceived by the artist to artwork for the community, facilitating the stratification of information capable of defining different and unexplored narratives and uses.

Regarding the reproduction of 3D objects, in particular statues, the Parian Marble is worth mentioning – A Virtual Multimodal Museum Project. The project concerns the cultural promotion on the use of the ancient quarries of Paros Island in Greece, by using modern technologies and trying to 'virtually recreate' most of the marble

artworks that were created from the seventh to the fifth century BC in their place of origin. Through an extensive experimentation of the different emerging technological solution in the Virtual and Augmented Reality fields, the project aims at a curatorial concept involving different actors (from politicians to European citizens) in the digitisation of Heritage through virtual environments (Ioannides et alii, 2016). Within the representation of the fourth dimension it is worth mentioning the research carried out by VHLab of ISPC-CNR (Institute of Heritage Science-National Research Council), led by E. Demetrescu (Fig. 2). The Extended Matrix is a formal language that keeps track of the virtual reconstruction processes, recording the sources used and the analysis and synthesis processes that led from scientific evidence to virtual reconstruction – and its Virtual Conservation, particularly focusing on information accuracy (Reaver, 2019) – considering the stratification of time (Demetrescu and Ferdani, 2021). Regarding Virtual Preservation, it is worth mentioning the Versailles VR project developed by Google Art & Culture, the works by CYArk and the studies of the MIT Design Heritage group, having the highest level of the photorealistic quality of virtual scenarios. Great part of the works of the ISPC-CNR perfectly com-



Fig. 10 | Significant frames of the video created for the new exhibition of the Passion Museum (credit: E. Giovannini, 2021).

bines graphic and informative characteristics, for a complementary enjoyment of the real artefact.

The digital transformation is a unique opportunity for a museum to create a system of socio-cultural relations that extend without barriers between the physical space of the collections and the online space. Enjoyment paradigms based on the concept of 'learning by interacting' allow to overcome the traditional ways of presentation/observation of the Heritage through display cases, stimulating the visitors to become active audience, making them participants and protagonists of the object of their vision. The visitors will be able to browse the 3D model, walk around it, touch it, manipulate it, study it, by activating different multimedia content on the physical object (images, texts, videos). At the same time, a better enjoyment of Assets of great value can be ensured, since observing them through display cases strongly limits the enjoyment of their value and their details.

Cognitive landscape, digital environments and complex narratives linked to the artistic Heritage have in common the constant expectation of the evolution of the narrative. To date, this expectation has not been met nor by the museum exhibits or by the static nature of the narratives of-

ten proposed. As reminded by Lampis (2017), the report of the European Union decision that has launched the European Year of Cultural Heritage 2018² contains an important reminder of the need for a greater connection between the artistic Heritage and the younger generations, endowed with great visual abilities, body movement, quick thinking and strategy, due to videogames. These habits to elaborate cognitive processes and to organise knowledge and perceptions completely unknown to previous generations, but they supply great opportunities to understand the symbology of the artistic Heritage that is necessary to be considered in order to overcome the static nature of some museum paths, some of which do not have multimedia supports, therefore, are unable to intercept that part of the public (Ferri, 2011).

A recent example of perfect complementarity between physical and digital environment is represented by the temporary exhibition Invisible Archaeology (Fig. 3) organised by Fondazione Museo delle Antichità Egizie in Turin. The use of digital copies, sometimes coupled by 3D prints, is complementary to the view of the artefacts in the collection. Through the radiological scan of the mummies, it was possible to acquire the metric information on the jewels of the ancient pharaohs.

Later, 3D prints of physical copies have been produced and exhibited next to the original findings, fully respecting their original size, colours and materials, drawing inspiration from similar objects found in other graves (Fig. 4; Ciccopiedi, 2019). These are useful expedients to give the experience access to knowledge, to the so-called semantic memory of the object, which facilitates but does not replace the emotion provoked by the original: this is made possible through immersive techniques, such as Virtual Reality or interactive mechanisms, as gamification techniques. Some of these interesting experiences were the reference for the development of the research activities carried out by the working group to which the authors belong.

Research experiences: methodology and stages |

To corroborate some above-mentioned thoughts, two fertile fields of experimentation are proposed, different from each other and for this very reason of great interest. The first, reports the outcome of a research project carried out by the DAD Department of the Politecnico di Torino and the Fondazione Museo delle Antichità Egizie in Turin, from 2017 to 2020. The second case study deals with the collaboration between the same Department and the Associ-

azione Teatro Popolare di Sordevolo, occurred from 2019 to 2021.

The first project concerns the digitisation of some artworks, only partially accessible in the exhibition (Mafri and Giovannini, 2019). Most European cultural Institutions have a large tangible Heritage, that often cannot be presented to the public for different reasons: space, conservation, or specific exhibition choices. The main objective concerns the accessibility of digital copies of artefacts that belong to 'hidden' museum's collections, by including them in a virtual context and making them permanently enjoyable not only for scholars but to a broader public. In a nutshell, the work stages are: i) digital acquisition of the maquettes with photogrammetric tools; ii) geometric and informative modelling of artefacts; iii) creation of an online platform; iv) digital modelling for reconstruction of the hall; v) creation of serious game and browsable environment. Therefore, the Virtual Heritage is enjoyable by following different methods; from the simple exploration of digital replication, to the possibility of using digital modelling for reconstruction to reacquire the museum's collections from the past, in the close dialogue happening between container and content (Lo Turco, 2019). There is also the creation of a serious game to interact with one of the collection's objects and learn about it by playing.

The research experience refers to digital modelling for reconstruction that concerns some areas of the Museum that have undergone various interventions over the years. The Hall II of the Gallery of the Kings had a very different exhibition layout from the current one. However, part of the collections it housed in the past are no longer available to the public and are kept in the museum's deposits (Fig. 5). Digital modelling for reconstruction is useful to show remotely and interactively some previous exhibitions of the collection called Expedition Models of Egyptian Architecture by J. J. Rifaud. The historical research has allowed to collect the cyanotypes containing the layout of the artefacts exhibited in past exhibitions. The final result is an immersive enjoyment in a topologically reconstructed space, establishing active interaction with previously digitised models. Through an interface specifically made, the user can browse freely in the current Hall II of the Gallery of the Kings, where false walls and ceiling were removed, because they hide the external openings and the vaulted ceiling (Fig. 6). This digital environment encourages an active interaction with the virtual exhibition and its models, according to different enjoyment forms.

Pursuant to the Italian Ministerial Decree 113/2018 (Adoption of uniform minimum quality levels for public museums and cultural places and activation of the National Museum System), minimum standards are required for the effective organisation and management of deposits. The document also refers to the possibility of making this Heritage accessible. The work carried out precisely goes in this direction: in the previous work-in-progress dissemination activities (Lo Turco et alii, 2019) the digital product was made accessible through the 3DHOP platform, to handle 3D models at high resolution, to be explored, manipulated and enriched with additional cultural contents.

The solutions have been implemented for the edutainment, though 3D applications based on the web and gamification. The web-app, developed together with ISPC-CNR, offers advanced cultural contents to a broader public, though an unprecedented process of investigation, useful for stimulating curiosity and expanding the limits of knowledge (Fig. 7). The Web3D puzzle guides the users in a digital ecosystem, interacting with digitised documents. The app encourages to compare Rifaud's lithographs to a simplified geometric model of the temple. The app is not intended just for kids, but also to adults wanting to learn more about these artefacts, by dealing with simple problems, such as the understanding of a real space, even if located in a context that is not real, starting from its 2D representation. In the contemporary era, the serious game was designed as one of the main keys to trigger fantasy and create simplified worlds where to build the hypothesis that stimulates the understanding of phenomena. So, the research has led to different and interesting results for the final user. At the same time, these results seem equally stimulating from an ontological and epistemological point of view, since they can effectively hybridise physical and digital world, thinking carefully about the characteristics and relations between the two environments.

As you can easily imagine, the context of the second case study is completely different: the play of The Passion of Sordevolo is about two-hundred years old and every five years, in the summer, it takes shape involving the majority of Sordevolo citizens, but attracting visitors from all over the world. To collect, preserve and pass on experiences, testimonies and objects of this unique episode of Italian folklore, there is the Passion Museum. On the occasion of the 2020 show (postponed due to Covid-19 emergency), the museum had started to renovate its indoor settings (Fig. 8). On this occasion, the Association had decided to integrate the present collections with new digital contents, result of the Digital Historical Scenic Design research project. The proposed installation is not limited to the visualisation of artefacts, but it is also focused on telling the story of the people who have contributed to the realisation of this popular spectacle, in various ways. The work stages: i) collection and selection of the available archive material; ii) digital modelling for reconstruction of two scenographies of the past; iii) creation of storyboards and videos consisting of different multimedia contents; iv) sharing multimedia material through QR codes for a remote enjoyment.

Discussion and results | As you can easily imagine, the two case studies are very different for their approaches, used method and results. The strength of the co-operation with Museo Egizio was the implementation of different strategies, entwined with an organic multimedia products, albeit only partially accessible. The current limit is its, still partial, dissemination via the project website only³, linked to Museo Egizio's project. The registration and analysis of users' feedback to evaluate the effectiveness of the work has not yet started.

The second result proposed is the work of a multidisciplinary team. Historians, architects, actors, and citizens worked together on a recon-

structive modelling activity of two significant sets of the Passion staged in 1934 and 1950. Without using cutting-edge technologies, the project explored the use of the digital technologies to create new languages of expression and creative production, through the critical and synthetic re-elaboration of the documentary Heritage consisting of photographs, sketches, drawings, videos, and oral traditions (Figg. 9, 10). The use of different narrative strategies has allowed to turn to a non-specialised public, recreating and virtually experiencing part of the experience of past performances still well etched in the memories and stories handed down by the citizens of Sordevolo. In this second experience, the strength is its inclusive approach. The student becomes the teacher, and the Museum and the public become equals, creating contents and stories together (Bonacini, 2020). Also in this case, the new technologies have shown to be useful to a new version of the tales linked to the museum's collections (Mandarano, 2019), following a process allowing the artworks and Cultural Assets to convey information, knowledge, and emotions (Luigini and Panciroli, 2019).

Conclusions and open issues | The essay critically analyses some recent research experiences concerning museum enjoyment, especially focusing on the non-dichotomous but complementary relation between physical and virtual worlds, especially between an item of the collection and the set of attributes that can be noted in the digital model. By merging the digital ability of cultural learning, narration and entertainment of the Heritage artefacts in the activity or the environment, the Heritage becomes a really interesting field to give significance to the digital experience. Moreover, the digital mean is capable of giving immediate access to relevant dynamic resources. In his research, Nofal describes in detail the most relevant qualities that a digital means can have (Nofal, Reffat and Vande Moere, 2017). The different characteristics have been combined within the proposed model of Phygital Heritage – a fully hybrid combination of physical and digital – mapped on two axes: the physical quality of information and the level of communication of this information.

In time, the copies can even take on the same role as the original and maybe replace it. One of the topics emerged from reading research experiences of international standing concerns the possibility that digital copies may, in some cases, have the same value as the originals. There will not be a clear stance until the digital sector does not fully mediate our physical world, and until digital contents are not enjoyed with the same enthusiasm as physical objects, and until signs and symbols are not replacing and simulating our reality. The simulacrum process might already be in place, and we could be pleasantly surprised to see that, apart from tangible digital copies, there are no differences from a perceptual point of view, but they have a different level of accessibility.

As to the inclusivity criteria, the growing number of international projects on 3D digitisation of Cultural Heritage using crowdsourcing have led to the creation of a systematic operating procedure. It is aimed at the digitisation of the museum's collections or sites of historical and artistic

value subject of study, to demonstrate that the visitor can become a co-creator of museum digitisation, an active part of this process. If well-structured, this type of politics can support museums in the digitisation of their collections, decisive step in the process of the Cultural Heritage conservation. The idea is that the reuse of art data and images through the platforms that con-

nect visitors, experts, scholars, and enthusiasts, can activate the production of personal content to the benefit of co-creative processes of cultural and economic value. What about the role of the museum? There certainly will be new forms of cultural enjoyment. Their job will always be to improve the visual, aesthetic and intellectual experience of every visitor standing in front of a his-

toric artefact, trying to give all the necessary information to enrich their mind. Therefore, the future of museums is, as it has always been, to research (Greco, 2019).

Acknowledgements

The paper is the result of a joint reflection by the Authors. However, the introduction and 'Conclusions and open issues' were written by M. Lo Turco, the paragraph 'The state of the art' by A. Tomalini and the paragraphs 'Research experiences: methodology and stages', 'Discussion and Results' by E. C. Giovannini.

Notes

1) For more information see the webpage: london-charter.org/ [Accessed 11 October 2021].

2) For more information see the webpage: europa.eu/cultural-heritage/node/2_en.html [Accessed 15 October 2021].

3) For more information on the project Back to the Future (2021), see the webpage: backtothefuture.polito.it [Accessed 16 October 2021].

References

Benjamin, W. (2008), *The work of art in the age of its technological reproducibility, and other writings on media*, Harvard University Press, Cambridge.

Biagetti, M. T. (2016), "Un modello ontologico per l'integrazione delle informazioni del patrimonio culturale – CIDOC-CRM", in *JLIS.it*, vol. 7, issue 3, pp. 43-77. [Online] Available at: jlis.it/article/view/11930/11062 [Accessed 13 October 2021].

Bonacini, E. (2020), *I musei e le forme dello storytelling digitale*, Aracne, Roma.

Brusaporci, S. (2019), "The Visual Bride – Representing Tangible Heritage between Digitality and Real Contents", in *Img Journal*, vol. 1, issue 1, pp. 74-91. [Online] Available at: doi.org/10.6092/issn.2724-2463/11058 [Accessed 26 October 2021].

Carpò, M. (2017), *The Second Digital Turn – Design beyond intelligence*, The MIT Press, Cambridge.

Ch'ng, E. (2019), "The First Original Copy And The Role Of Blockchain In The Reproduction Of Cultural Heritage", in *PRESENCE / Virtual and Augmented Reality*, vol. 27, issue 1, pp. 151-162. [Online] Available at: doi.org/10.1162/pres_a_00313 [Accessed 13 October 2021].

Ciccopiedi, C. (ed.) (2019), *Archeologia Invisibile*, Franco Cosimo Panini, Modena.

Demetrescu, E. and Ferdani, D. (2021), "From Field Archaeology to Virtual Reconstruction – A Five Steps Method Using the Extended Matrix", in *Applied Sciences*, vol. 11, 5206. [Online] Available at: doi.org/10.3390/app11115206 [Accessed 13 October 2021].

Ferri, P. (2011), *Nativi digitali*, Mondadori, Milano.

Gabellone, F. (2019), *Archeologia virtuale – Teoria, tecniche e casi di studio*, Edizioni Grifo, Lecce.

Germanà, M. L. (2018), "Architectural Heritage and timeless time – For a temporary permanence | Patrimonio architettonico e timeless time – Per una permanenza temporanea, in *Agathón / International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 4, pp. 59-64. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/472018 [26 October 2021].

Geismar, H. (2018), *Museum Object Lessons for the Digital Age*, UCL Press, London. [Online] Available at:

discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10047967/1/Museum-Object-Lessons-for-the-Digital-Age.pdf [Accessed 13 October 2021].

Greco, C. (2019), "La biografia degli oggetti – Rivoluzione digitale e Umanesimo", in Ciccopiedi, C. (ed.), *Archeologia Invisibile*, Franco Cosimo Panini, Modena, pp. 14-20.

Ioannides, M., Chatzigrigoriou, P., Nikolakopoulou, V., Leventis, G., Papageorgiou, E., Athanasiou, V. and Sovis, C. (2016), "Parian Marble – A Virtual Multimodal Museum Project", in Ioannides, M., Fink, E., Moropoulou, A., Hagedorn-Saupe, M., Fresa, A., Liestøl, G., Rajcic, V. and Grussenmeyer, P. (eds), *Digital Heritage – Progress in Cultural Heritage – Documentation, Preservation, and Protection – 6th International Conference EuroMed 2016 (Nicosia, Cyprus, October 31-November 5, 2016 – Proceedings, Part II, Lecture Notes in Computer Science*, vol. 10059, Springer, Cham, pp. 256-264. [Online] Available at: doi.org/10.1007/978-3-319-48974-2_29 [Accessed 13 October 2021].

Lampis, A. (2017), "Ambienti digitali e musei – Esperienze e prospettive in Italia", in Luigini, A. and Panciroli, C. (eds), *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio*, FrancoAngeli, Milano, pp. 11-15. [Online] Available at: ojs.francoangeli.it/_omp/index.php/oa/catalog/book/334 [Accessed 13 October 2021].

Lo Turco, M. (2019), "On Phygital reproductions – New experiential approaches for Cultural Heritage", in *Img Journal*, vol. 1, issue 1, pp. 158-173. [Online] Available at: doi.org/10.6092/issn.2724-2463/11065 [Accessed 13 October 2021].

Lo Turco, M., Piumatti, P., Calvano, M., Giovannini, E. C., Mafrici, N., Tomalini, A. and Fanini, B. (2019), "Interactive Digital Environments for Cultural Heritage and Museums – Building a digital ecosystem to display hidden collections", in *DisegnareCON*, vol. 12, issue 23, pp. 7.1-7.11. [Online] Available at: disegnarecon.univaq.it/ojs/index.php/disegnarecon/article/view/608/385 [Accessed 13 October 2021].

Luigini, A. and Panciroli, C. (2017), "Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio", in Luigini, A. and Panciroli, C. (eds), *Ambienti digitali per l'educazione all'arte e al patrimonio*, FrancoAngeli, Milano, pp. 17-32. [Online] Available at: ojs.francoangeli.it/_omp/index.php/oa/catalog/book/334 [Accessed 13 October 2021].

Mafrici, N. and Giovannini, E. G. (2019), "Digitalizing Data – From the historical research to data modelling for a (digital) collection documentation", in Lo Turco, M., Giovannini, E. C. and Mafrici, N. (eds), *Digital & Documentation – Digital strategies for Cultural Heritage volume 2*, Pavia University Press, Pavia, pp. 39-51. [Online] Available at: archivio.paviauniversitypress.it/oa/9788869521249.pdf [Accessed 13 October 2021].

Mandarano, N. (2019), *Musei e media digitali*, Carocci, Roma.

Meghini, C. et alii (2017), "ARIADNE – A Research Infrastructure for Archaeology", in *ACM Journal on Computing and Cultural Heritage*, vol. 10, issue 3, pp. 1-27. [Online] Available at: doi.org/10.1145/3064527 [Accessed 13 October 2021].

Nofal, E., Reffat, R. M. and Vande Moere, A. (2017), "Phygital Heritage – An Approach for Heritage Commu-

nication", in Beck, D., Allison, C., Morgado, L., Pirker, J., Khosmood, F., Richter, J. and Gütl, C. (eds), *iLRN 2017 Coimbra – Workshop, Long and Short Paper, and Poster Proceedings from the Third Immersive Learning Research Network Conference*, pp. 220-229 [Online] Available at: doi.org/10.3217/978-3-85125-530-0 [Accessed 25 October 2021].

Reaver, K. (2019), "Three case studies in virtual preservation – Applying virtual reality to Cultural Heritage | Tre casi studio sulla conservazione virtuale – Applicare la realtà virtuale al Patrimonio Culturale", in *Agathón / International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 6, pp. 210-217. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/6202019 [Accessed 26 October 2021].

Sposito, C. and Scalisi, F. (2018), "Processo conservativo e significatività – Un approccio metodologico per la progettazione dei sistemi di protezione nei siti archeologici | Conservation process and significance – A methodological approach to plan shelters in archaeological sites", in *Agathón / International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 4, pp. 45-58. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/462018 [Accessed 26 October 2021].

UNESCO (2003), *Charter on the Preservation of the Digital Heritage*. [Online] Available at: portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=17721&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html [Accessed 26 October 2021].

NUOVI APPROCCI DEL DESIGN PER SCENARI TECNOLOGICI DEL DOMANI

Connessioni tra presente e futuro

NEW DESIGN APPROACHES FOR FUTURE TECHNOLOGICAL SCENARIOS

Connections between present and future

Laura Anselmi, Marita Canina, Carmen Bruno, Davide Minighin

ABSTRACT

Stiamo assistendo a uno sviluppo tecnologico esponenziale adottando i processi digitali in tutti gli aspetti della vita e sancendo il ponte che connette in simbiosi realtà fisiche e virtuali. Il Design ha saputo mantenere nella propria identità una connessione tra humanities e technologies e attraverso l'approccio Design Thinking (DT) ha fornito alle aziende risposte rapide ed efficaci; ma all'aumentare della complessità e con la nascita di nuove esigenze, il DT necessita di una evoluzione. L'articolo argomenta la volontà di implementare il processo di DT con il Design Future (DF), per creare un nuovo strumento in grado di gestire scenari futuri non lineari e affrontare con anticipo le sfide sociali del futuro. Nell'articolo sono presentati due nuovi approcci metodologici nati da questa integrazione (DT/DF) con i relativi processi ipotizzati per progettare scenari futuri a medio e lungo termine e in contesti differenti.

We are witnessing an exponential technological development adopting digital processes in all aspects of our life, and establishing a symbiotic connection between physical and virtual realities. Design has been able to maintain a connection between humanities and technologies in its identity, and through the Design Thinking (DT) approach it has provided companies with quick and effective answers. But when new problems and new necessities appear, DT needs to change. The article dwells on the will to implement the process of DT with Design Future (DF) to create a new tool able to manage non-linear future scenarios and face social challenges of the future in advance. The article presents two new methodological approaches born from this integration (DT/DF) with the related hypothetical processes to design medium and long-term future scenarios in different contexts.

KEYWORDS

design thinking, design future, tecnologie digitali, scenari futuri, iperrealità

design thinking, design future, digital technologies, future scenarios, hyperreality

Laura Anselmi, Architect and PhD, is an Associate Professor at the Design Department of the Politecnico di Milano (Italy). She is the Scientific Supervisor of the Product Usability Lab and collaborates with IDEActivity Centre. Mob. +39 366/200.53.51 | E-mail: laura.anselmi@polimi.it

Marita Canina, PhD, is an Associate Professor at Design Department of the Politecnico di Milano (Italy) and the Scientific Director of IDEActivity Centre, a Research Centre in Creativity and Design, whose aim is promoting innovation through design and investigating the impact of the digital transition on creativity skills. Mob. +39 347/416.97.46 | E-mail: marita.canina@polimi.it

Carmen Bruno, PhD, is a Research Fellow at the Politecnico di Milano (Italy). Her research focuses on the impacts of emerging digital technologies on the creative process and new digital creative skills. E-mail: carmen.bruno@polimi.it

Davide Minighin, Designer and Tutor at the School of Design of the Politecnico di Milano (Italy), carries out research on connection between man and technology, in particular in the construction of future scenarios. E-mail: me@dminighin.com

Il livello di complessità nel mondo è in costante aumento, in particolare negli ultimi decenni stiamo assistendo a uno sviluppo esponenziale delle tecnologie digitali, che rappresenta uno dei fattori principali di cambiamento e aumento della complessità sociale (Kurzweil, 1999; Sargut and McGrath, 2011). Anche il Covid-19 ha accelerato il cambiamento: a causa del forzato distanziamento sociale abbiamo incrementato l'adozione di processi digitali in tutti gli aspetti della vita, dal lavoro in smart working, alla formazione in remoto, agli acquisti online, alla socializzazione con mezzi completamente virtuali; le tecnologie digitali ci hanno permesso di reinventare ogni attività e non fermarci, creando un ponte che connette in simbiosi realtà fisiche e virtuali che arrivano a sovrapporsi e quasi a confondersi.

Se da un lato lo sviluppo tecnologico già dalla fine del secolo scorso ha contribuito a un esponenziale aumento della complessità sociale nelle vite degli esseri umani, le nuove tecnologie contribuiscono a creare opportunità e sfide nelle relazioni tra esseri umani, nelle iper-connessioni tra individui, tra individui e cose, e tra individui e spazi, aprendo una serie di opportunità in diversi campi, trasformando i confini e definendo nuovi scenari domestici e sociali. In questo contesto in evoluzione, le aziende dovrebbero più che mai essere pronte ad affrontare la molteplicità di futuri incerti, ad anticipare possibili scenari per orientare l'innovazione e poter sfruttare appieno la capacità di innovazione delle tecnologie digitali; tali possibilità richiederanno ai professionisti di essere pronti a gestire la complessità e a immaginare uno spettro di probabili scenari futuri.

La disciplina del Design si è spesso occupata di definire strumenti e modelli per studiare, mediare, potenziare, e facilitare tali connessioni, evolvendo passo a passo con il cambiamento di natura che tali connessioni subiscono, contribuendo come forza motrice a tale cambiamento. L'insieme di competenze di un designer è intrinsecamente diversificato e sfaccettato, in grado di affrontare aspetti umani e sociali di crescente complessità e in particolare, una delle caratteristiche essenziali della metodologia del Design Thinking (DT) è l'abilità di riconoscere modelli di comportamento, bisogni e desideri delle persone e di sfruttarli per definire le possibili aree di intervento da utilizzare durante l'ideazione e lo sviluppo della soluzione innovativa (Iskander, 2018; Tschimmel, 2012; Meinel, Leifer and Plattner, 2011; Brown, 2008).

Il Design Thinking sviluppa soluzioni competitive per il mercato attuale di riferimento; non sembra al momento adatto ad affrontare maggiori complessità, perché la portata dei suoi metodi e strumenti è basata sul fornire soluzioni incentrate sull'uomo in un futuro 'prevedibile' e 'probabile' (Voros, 2003). Tuttavia, la complessità nell'immaginare scenari futuri, ma anche l'incertezza di eventi imprevedibili come l'attuale pandemia, richiedono un'evoluzione dei metodi, approcci e strumenti del designer per riuscire ad affrontare in maniera strategica situazioni così caotiche (Canina et alii, 2021; Iskander, 2018, Ollenburg, 2018). Il Design Thinking, che coniuga i bisogni dell'utente con le possibilità tecnologiche e i requisiti di business (Brown, 2008; Meinel, Leifer and Plattner, 2011), fornisce alle aziende risposte innovative rapide ed efficaci (Figg. 1, 2); di fron-

te all'aumentare della complessità, il Design Thinking però evidenzia le proprie carenze, mentre il Design Future che si proietta in un arco temporale più ampio, è in grado di monitorare futuri complessi, multipli e non lineari. Da qui nasce l'ipotesi di evoluzione del Design Thinking e di integrazione con il Design Futures (DF): la metodologia concepita per generare narrazioni e dimostrare percorsi di sviluppo plausibili per plasmare futuri alternativi (Auger, 2010).

L'obiettivo dell'articolo è di proporre una riflessione sull'implementazione del processo di Design Thinking con il Design Future, presentando una proposta di integrazione delle due metodologie (DT/DF), al fine di generare uno strumento per identificare e connettere i segnali adeguati e gestire scenari futuri non lineari, per sfruttare le tecnologie innovative ed emergenti e affrontare al meglio le sfide sociali del futuro (Ollenburg, 2018). Il processo di integrazione delle due metodologie è stato sperimentato e discusso con gruppi di lavoro variando sia il contesto sia la scala temporale degli scenari di riferimento. Ispirandosi alla natura a doppio diamante fondamentale per il Design Thinking¹ (Brown and Katz, 2019; Cross, 2019), integrata al processo in tre step alla base delle Foresight and Futures Practices (SpeculativeEdu, 2019), l'atto progettuale di DT/DF permette di popolare gli spazi di iperrealità sviluppandosi secondo tre sequenze di fasi divergente-convergente focalizzate rispettivamente sull'analisi di tecnologie e implicazioni, definizione di percorsi di evoluzione e scenari, e infine di intervento progettuale. Coniugando una scala temporale di definizione degli scenari più lunga (DF) e mantenendo un approccio Human-Centred (DT), le aziende sono dunque in grado di avere una visione più ampia per controllare meglio la complessità delle tecnologie digitali, senza perdere completamente di vista le esigenze delle persone.

Design Thinking o Design Futures? | Per immaginare possibili scenari futuri in cui proiettare l'attività di progettazione oltre il breve orizzonte temporale in cui si inserisce attualmente il DT è utile fare riferimento al Future Cone e in particolare alla sua ultima iterazione concepita da Joseph Voros (2003): si tratta infatti di uno strumento efficace per andare oltre l'assunzione attuale e anticipare la decisione, rappresentato da una tassonomia dei futuri in base al loro diverso grado di probabilità e organizzati in base alla loro distanza dal futuro lineare. Le tre categorie più significative che vengono identificate sono: 1) 'futuro probabile', come continuazione lineare delle tendenze attuali, 2) 'futuro plausibile', che potrebbe accadere, ma non ci si aspetta che succeda; 3) 'futuro possibile', la classe più ampia che comprende tutti quegli scenari che si basano sulla conoscenza futura e non sono cause dirette della situazione attuale, ma non si possono escludere.

In riferimento a questa classificazione, possiamo collocare DT nei futuri probabili, che quindi si presuppone che accadano, mentre DF che si occupa di tendenze dentro a scenari complessi non lineari, si inserisce in futuri possibili, con una più remota possibilità di accadimento (Dunne and Raby, 2013). Se analizziamo la pratica del DT nel contesto di futuri complessi e a lungo

termine, possiamo evidenziare delle criticità: ovvero il DT opera nell'intervallo di tempo che fa riferimento al prodotto innovativo di prossima generazione, focalizzando i desideri/bisogni degli utenti in riferimento al contesto socio-economico di quello specifico arco temporale. Infatti la caratteristica del DT è che, per fornire alle aziende risposte commercialmente efficaci e rapide, si concentra su un futuro singolo, lineare e probabile, limitando il rapporto con la complessità e le incertezze e rendendo difficile la comprensione di un futuro non così vicino e non lineare. Potremmo dire che il DT è miope poiché gli strumenti standard del DT non permettono di gestire una maggiore complessità determinata da connessioni non lineari, multiple.

Diversamente il Design Future (DF) è un approccio di progettazione narrativa, che trae le sue origini dal Design Fiction, dallo Speculative, Critical e Discursive Design e offre un modo per affrontare la complessità: mira a creare possibili scenari futuri e permette di esplorare distaccandosi dai limiti della realtà attuale (Dunne and Raby, 2013; Auger, 2010; Inayatullah, 2008). Il DF crea concept, noti come prototipi diegetici, per rappresentare intere realtà definibili come iperrealità, simulazione della realtà percepita come reale, la quale funge da connessione tra il mondo presente e il futuro immaginato, tra il mondo reale e quello virtuale, grazie alla sua combinazione intrecciata di elementi tangibili e immaginari² (Baudrillard, 1994; Dunne and Raby, 2013). L'obiettivo principale del DF è quello di sensibilizzare e 'far riflettere' (Paraboschi and Dalla Rosa, 2016); esso è uno strumento di analisi e critica, utile come 'progetto per il dibattito' e per capire quali potrebbero essere le circostanze e le possibilità future, che considera gli utenti solo nella pratica anticipatrice, rimane a livello di speculazione e il punto di vista dell'utente è totalmente mancante; il DF sta mostrando il possibile cambiamento, ma solo la comprensione delle esigenze dell'utente e un approccio focalizzato sulla prospettiva umana sono passi essenziali per raggiungere il cambiamento (Taylor, 2019).

Il DF sta spingendo la creatività dei designer per renderli in grado di affrontare complessità e molteplicità di futuri. Poiché la natura di questo approccio tende a spingere i confini di ciò che può essere progettato, cercando di affrontare questioni più ampie (ad esempio, cambiamenti climatici, disastri finanziari, conseguenze sanitarie di una pandemia), i potenziali manager potrebbero percepire che le proposte del DF stanno ignorando gli obiettivi principali della loro azienda, ostacolando così la comprensione del potenziale della costruzione dello scenario di DF (Paraboschi and Dalla Rosa, 2016; Tran, 2019). Al DF manca la connessione con gli utenti finali ed è alienato dagli aspetti commerciali della pratica di progettazione quotidiana e orientata all'utente, diventando inadatto a cambiamenti futuri attuabili se impiegato come panacea autonoma. Quanto fin qui analizzato, ci fa individuare un'interessante area progettuale in cui integrare DT e DF in un nuovo approccio progettuale.

Nuovi approcci del design tra presente e futuro | La comparazione presentata conferma l'importanza di individuare un percorso metodologico che accomuni le potenzialità dei processi di

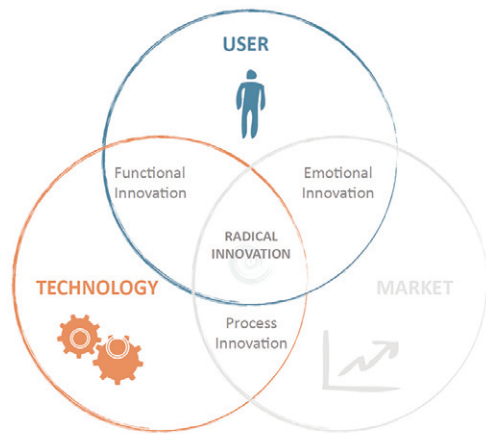


Fig. 1 | Radical innovation in the Design Thinking process (source: ideactivity.polimi.it, 2014).

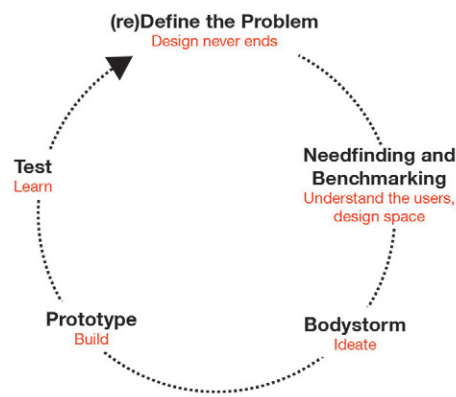
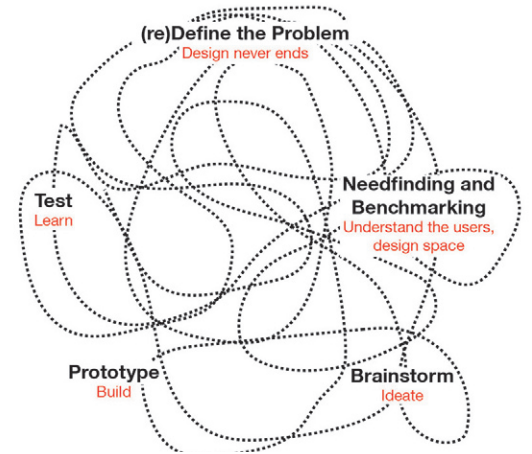


Fig. 2 | A 'closer to reality' representation of the Design Thinking iterative process: the standard form and something like real complexity (source: Meinel, Leifer and Plattner, 2011).



DF con la capacità del DT di focalizzazione su persone, contesti e gruppi sociali, concepiti come reti di individui interconnessi. L'attuale situazione pandemica ha abbattuto definitivamente la barriera tra la realtà fisica e quella digitale/virtuale, connettendo indissolubilmente regole, schemi, consuetudini, e limiti dell'una con quelli dell'altra (Primi and Marchioro, 2021). Per affrontare questa trasformazione in atto, a partire da una esperienza decennale degli autori sul DT e da un'attenta analisi dei metodi del DF, si propone lo sviluppo di due nuovi approcci metodologici per la progettazione caratterizzati da orizzonti temporali differenti. Il primo, ideato e strutturato per una progettazione a medio termine (5-10 anni), permette di ipotizzare scenari futuri possibili e auspicabili (Voros, 2003) in cui sviluppare soluzioni progettuali che aziende e organizzazioni possano utilizzare come punto di partenza per identificare e anticipare strategie più efficaci per affrontare tali futuri. Il secondo, riferito a un arco temporale tra i 10 e i 20 anni, adotta un approccio più speculativo e si concentra sulla creazione di una narrativa temporale con protagonisti le tecnologie emergenti e l'evoluzione sociale che ne scaturisce, individuando quindi scenari a lungo termine che stimolino una riflessione critica su tutte le possibili conseguenze che possono emergere dall'impiego delle sopraccitate tecnologie.

Dal punto di vista metodologico, entrambi gli approcci si configurano come intersezioni tra il processo di DT e gli strumenti del DF, declinati e integrati secondo obiettivi e necessità, ognuno contraddistinto da un processo di progettazione con input e output differenti. Per rendere fattibile, efficace e riproducibile tale integrazione, è necessario individuare somiglianze e punti di connessione tra le due discipline. Lo studio dei punti di connessione tra DT e DF ha preso come riferimento l'European Foresight Framework (EFF), affermato modello di riferimento per l'analisi e l'implementazione delle Futures and Foresight Practices. Secondo l'EFF è possibile identificare tre fasi principali per comprendere e analizzare i metodi orientati al futuro: diagnosi, prognosi, prescrizione. Dall'analisi e dal confronto di diversi processi di aziende che praticano il DF³ (Montgomery and Woebken, 2016), emerge un modello comune: le fasi di diagnosi, prognosi e prescri-

zione possono essere caratterizzate come tre fasi sequenziali divergenti/convergenti con le quali presentano una forte somiglianza con il processo a doppio diamante proprio del DT (Figg. 2-4).

La fase di diagnosi, nella quale vengono impiegati metodi e strumenti per analizzare e comprendere lo stato dell'arte e il contesto della situazione di partenza, è caratterizzata da un'analisi ad ampio spettro (divergente) dell'esistente, per poi convergere in quegli aspetti necessari per le attività di previsione/visione che seguiranno. Metodo caratteristico di questa fase è l'Horizon Scanning, che ha l'obiettivo principale di identificare e comprendere quei fenomeni o aspetti del mondo che sono più rilevanti per il processo decisionale, chiamati 'segnali'. In particolare, in un processo DF, l'attenzione si concentra sui segnali deboli (Saritas and Smith, 2011), ovvero i primi segnali possibili, ma non confermati, di cambiamento che potrebbero in seguito diventare indicatori più significativi di forze critiche per lo sviluppo, le minacce, il business e l'innovazione tecnica; essi rappresentano i primi segni di mutamento di paradigma, tendenze future, o discontinuità (Saritas and Smith, 2011; Holopainen and Toivonen, 2012; Dator, 2009). I segnali sono generalmente generati dai driver, definiti come sviluppi che causano cambiamenti, influenzano o modellano il futuro.⁴

La fase di prognosi, che comprende processi e strumenti finalizzati alla costruzione del mondo dei Futuri, alla visione e alla selezione degli scenari attuabili preferiti, si sviluppa da un'elaborazione divergente degli elementi selezionati al fine di creare potenziali direzioni future – direzioni che diventano poi convergenti sotto forma di scenari. Uno dei modi in cui il DF affronta questi futuri marginali, immaginando narrazioni divergenti, e presentandole utilizzando scenari basati su una panoramica dettagliata e influenzata da fattori esterni, è tramite la costruzione di Scenario Matrix: tale strumento permette di visualizzare quattro scenari che rappresentano le intersezioni degli estremi di due incertezze critiche derivate dagli output della fase di prognosi.⁵

La fase di prescrizione, in cui viene ideata una soluzione accanto alle conseguenti attività di strategia e pianificazione, per raggiungere lo scenario selezionato presenta un'altra fase divergente in

cui gli scenari iniziano a essere popolati da prototipi diegetici, dai quali deriva la costruzione transmediale dell'iperrealtà. L'ultima fase di convergenza è in gran parte ipotetica, in considerazione del fatto che può essere identificata come la conversazione e il discorso distillati dall'output DF. Le similarità individuate tra DT e DF permettono di procedere con una definizione più puntuale dei due diversi approcci, sia dal punto di vista concettuale che di strumenti e processo metodologico; entrambi gli approcci si attengono alla struttura a tre fasi evidenziate, sfruttando approcci e processi propri del DT combinati con metodi e strumenti del DF.

Come introdotto in precedenza, il DT, in quanto disciplina che funge da connettore tra humanities e technologies, si configura come strumento essenziale per costruire un dialogo tra l'innovazione tecnologica necessaria al mondo aziendale e la natura umana. Da questo assunto prende forma il processo ideato per il primo approccio, spostando il focus da un orizzonte temporale dove sviluppare risposte progettuali applicabili a livello commerciale di breve termine, a uno di più ampio respiro dove l'intervento strategico possa comunque rientrare in una logica di mercato, ma sfruttando le opportunità date da innovazioni tecnologiche non imminenti (5-10 anni).

Questo spostamento di prospettiva viene attuato già dai primi step del processo, poiché l'interconnessione e la molteplicità data dagli sviluppi tecnologici fa sì che l'analisi dei bisogni degli utenti tipica del DT non sia applicabile né efficace con gli orizzonti temporali a medio termine. Il processo ideato per il primo approccio si apre quindi con una prima fase di diagnosi – che prevede lo studio dei trend sociali e commerciali esplorati tramite una serie di metodi e strumenti che permettono prima di familiarizzare con i trend stessi, quindi di empatizzare con essi mantenendo un legame con la parte di humanities tipica del DT, e infine di analizzare le relative conseguenze andando a convergere con la definizione di domini intorno ai trend stessi. Questa analisi permette di procedere a una fase di prognosi in cui è possibile strutturare uno scenario futuro non più come luogo progettuale nel quale viene data risposta ai bisogni percepiti dagli utenti, ma come spazio nel quale i segnali emer-

genti scaturiti dall'innovazione tecnologica e sociale, danno vita a una concatenazione di cause ed effetti che andranno a caratterizzare il vivere del futuro.

Gli scenari così ricavati saranno quindi terreno fertile per la terza fase di prescrizione in cui vengono progettate soluzioni che non considereranno più l'individuo come utente finale i cui bisogni devono essere soddisfatti, bensì come attore in contesti su cui eserciterà influenza come parte attiva, ma di cui allo stesso tempo subirà conseguenze e farà esperienza delle ripercussioni sia positive che negative. Il percorso progettuale secondo il primo approccio ha dunque l'obiettivo di immaginare e anticipare problemi e necessità future basati su segnali di cambiamento evidenti, per sviluppare scenari e prodotti futuri che rispondano a quei bisogni. Una prima sperimentazione di tale approccio è stata svolta con gruppi di lavoro che hanno utilizzato il percorso progettuale ipotizzato per affrontare le sfide future legate al benessere fisico e mentale delle persone e delle risorse del pianeta, immaginando nuovi prodotti per l'ambito domestico (Figg. 5-7).

Il secondo approccio si fonda sulla natura del design come disciplina teleologica (Reeves, Goulden and Dingwall, 2016; Taylor, 2019) – dove il progetto ricopre il ruolo di profezia auto-avverante – come riferimento concettuale, poiché è evidenza dell'efficacia della disciplina nel rendere tangibili e attuabili le narrative future. Tuttavia, questa potenzialità è privata della possibilità di analizzare criticamente e in maniera approfondita le conseguenze a lungo termine di ciò che accade e viene progettato nell'immediato e imminente, quando applicato rispetto a un orizzonte di tempo ridotto per soddisfare i bisogni di mercato.

Svincolando la prima parte della ricerca progettuale dal contesto commerciale, e concentrando l'attenzione su una tecnologia emergente, il processo utilizzato nel secondo approccio permette di riflettere in anticipo su quali possano essere le conseguenze per avere spazio, modo e tempo di intervenire per rinforzare/scongiurare gli scenari ipotizzati (Fig. 8). Tale riflessione viene accompagnata da una serie di strumenti concepiti per isolare e distinguere gli impatti legati all'adozione di una tecnologia, approfondendo step dopo step la concatenazione di impatti, conseguenze e possibili risultati. Riorganizzando tali concatenazioni temporalmente, si potranno isolare quindi i percorsi narrativi i cui impatti potrebbero portare a cambiamenti radicali e inaspettati.

Nella prima fase – accostabile alla fase di diagnosi dell'EFF – la parte divergente si sviluppa come un'analisi ad ampio spettro delle tecnologie emergenti, delle conseguenti concatenazioni e delle ramificazioni secondo lenti multi-tematiche significative per l'ambito di progettazione. La convergenza si avrà isolando gli impatti rilevanti per la tematica di studio, per poi organizzarli temporalmente dal presente all'orizzonte di tempo su cui è mirato l'intervento. La seconda fase divergente/convergente – richiamo della prognosi – porterà alla creazione di diversi scenari ipotetici e possibili, tra i quali verrà individuato quello che offre più opportunità a livello progettuale, strategico, e di analisi. Infine, la terza fase – prescrizione – nella parte divergente andrà a individuare ed esplorare

i diversi percorsi narrativi che si sviluppano partendo dal presente fino allo scenario futuro prescelto. Nella parte convergente invece si occuperà di sviluppare un contributo progettuale che andrà a posizionarsi – tramite un processo di Back-casting – all'interno del percorso narrativo prescelto per rinforzarlo o modificarlo, sfruttando la natura teleologica della disciplina del design.

Anche il secondo approccio è stato sperimentato con gli stessi gruppi di lavoro operando su una scala più ampia sia temporalmente (10-20 anni) che dimensionalmente, considerando il contesto cittadino e urbano come spazio progettuale. Il focus di partenza non è legato ai trend, bensì a una selezione di tecnologie emergenti per indagare come nel lungo periodo potranno impattare positivamente o negativamente su alcuni aspetti sociali di sviluppo sostenibile in riferimento all'obiettivo di sviluppo sostenibile scelto (Figg. 9-11).

Conclusioni | La pandemia che ha coinvolto l'intero pianeta rappresenta in modo tangibile l'esempio di 'scenario del domani' che non si è stati in grado di anticipare/gestire: un evento globale che all'improvviso ha stravolto gli equilibri radicati negli stili di vita, e in cui le tecnologie digitali sono dovute intervenire per far fronte – in ogni attività quotidiana – al distanziamento sociale imposto, abbattendo definitivamente la barriera tra la realtà fisica e quella digitale/virtuale, connettendo l'una all'altra quasi a sovrapporsi. La sovrapposizione fra la realtà fisica e quella digitale/virtuale necessiterà di una analisi delle pos-

sibili evoluzioni che una integrazione tra reale e virtuale porterà nella vita delle persone nel prossimo futuro, e della strutturazione di strategie e interventi progettuali atti a preparare aziende e individui a eventi inaspettati e/o catastrofici come quello in atto.

Il Design, come disciplina del progetto, consapevole dei cambiamenti in atto e della complessità ampliata dalle tecnologie emergenti, può fornire un contributo attraverso lo sviluppo di nuovi approcci finalizzati a immaginare scenari tecnologici del domani e creando una connessione tra il mondo presente e il futuro immaginato. In particolare, l'obiettivo del presente articolo, è quello di delineare un'implementazione dell'approccio Human-Centred del Design Thinking, con il Design Future come strumento per gestire scenari futuri multipli, non lineari e poter affrontare con anticipo le sfide sociali del futuro in relazione alle tecnologie emergenti.

Il processo di integrazione dei due approcci progettuali (DT/DF), applicato variando contesto e scala temporale con diversi gruppi di lavoro, è stato infatti declinato per progettare scenari tecnologici futuri a medio termine nell'ambito domestico e per progettare scenari tecnologici a lungo termine in un contesto urbano. L'applicazione pragmatica di questo approccio integrato, su tempi e scale differenti, ha permesso di evidenziare due aspetti importanti. Il primo è relativo al fattore temporale che ha un impatto cruciale soprattutto rispetto all'applicazione tecnologica e agli output generati. Nel caso di progetti a medio termine, infatti, si sviluppano con-

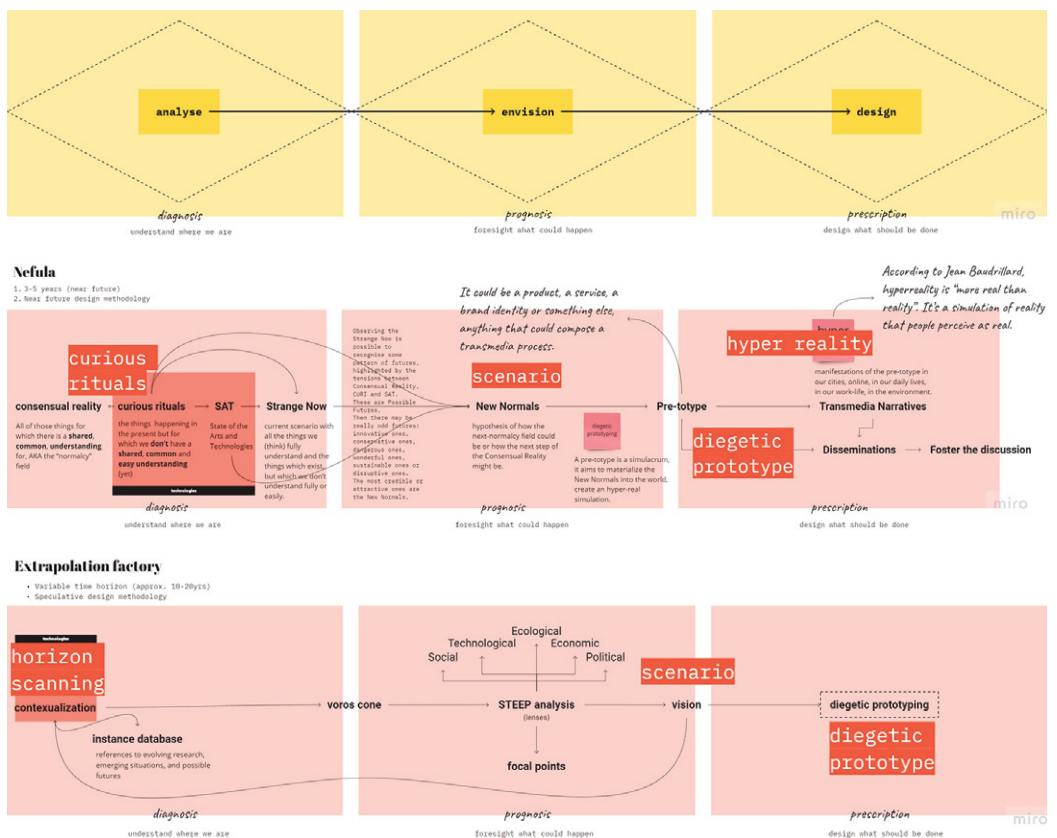


Fig. 3 | Reworked from European Foresight Framework (EFF) Model + Design Thinking double diamond process steps (source: foresight-platform.eu, 2021).

Fig. 4 | Reworked from Nefula – Near future design methodology: 3-5 years (source: nefula.com, 2021).

Fig. 5 | Reworked from Factory methodology: variable time horizon (approx. 10-20 years), speculative design methodology (source: extrapolationfactory.com, 2021).

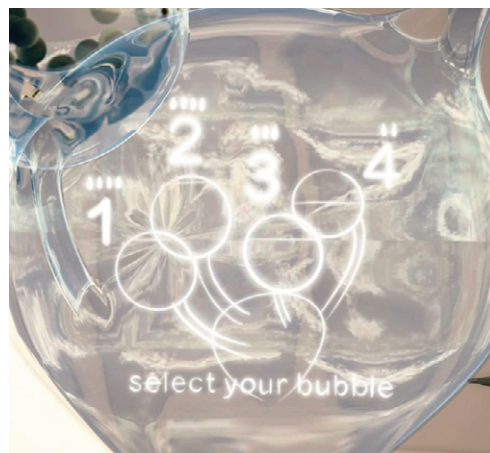
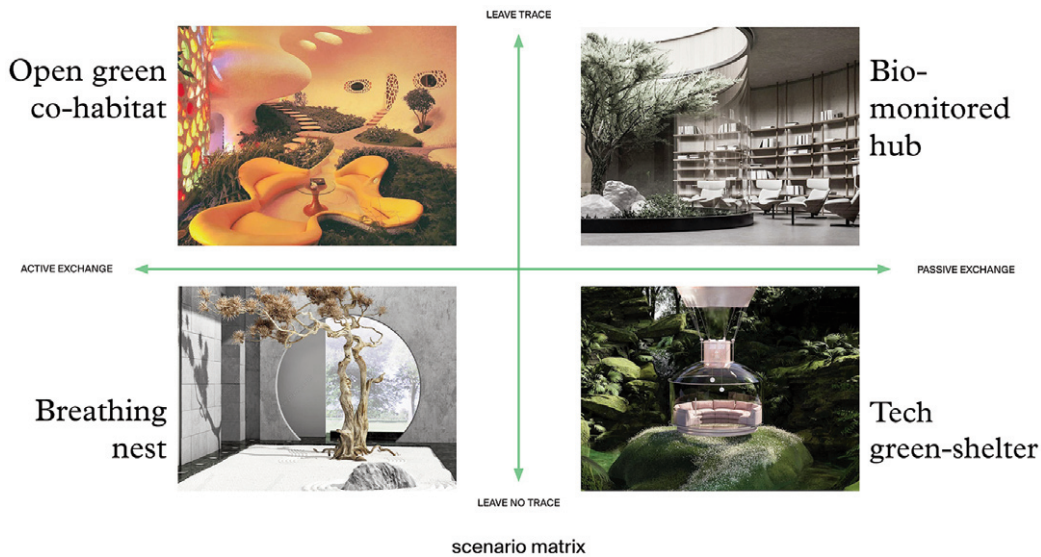


Fig. 6-8 | Approach n. 1, Alyssa: Scenario Matrix; Concept rendering; Defining a new language – Technology is used to create a direct interaction between man and plants, enhancing the relationship of exchange between these two (credits: Mars team – L. Galiotto, G. Nasini, E. Romanazzi, L. Silvestri and F. Zeccara 2021).

cept di prodotto che, grazie all'applicazione strategica delle tecnologie digitali emergenti, rispondono al meglio a esigenze del futuro, mentre in progetti a lungo termine si generano narrazioni speculative di riflessione critica rispetto agli impatti futuri delle tecnologie emergenti sulla società e sullo sviluppo sostenibile. Il secondo aspetto mette in luce come la dilatazione temporale incida anche sugli aspetti Human-Centred dilatando il focus del benessere dall'individuo, alla comunità, all'umanità.

Questa analisi vuole stimolare la comunità scientifica del design a nuove riflessioni su una tematica così aperta e in sviluppo in cui è necessario definire nuovi metodi e modelli per supportare l'evoluzione della pratica del design e della sua educazione. Oggi, i designer stanno affrontando un futuro non lineare, quindi, devono ampliare il proprio campo di applicazione, sviluppando soluzioni in grado di adattarsi a molteplici scenari futuri, per creare le basi per strategie innovative di mercato e di prodotto. Gli sviluppi futuri del presente articolo prevedono un ulteriore approfondimento, messa a punto e implementazione di nuovi strumenti a supporto dell'approccio metodologico DT/DF affinché sia più flessibile e approfondito e possa giungere a una definizione più matura per una successiva sperimentazione in un contesto reale legato

a specifiche esigenze aziendali capaci di affrontare con anticipo le sfide future.

The global level of complexity is constantly increasing. In recent decades we are witnessing an exponential development of digital technologies, which is one of the main causes of change and increase of social complexity (Kurzweil, 1999; Sargut and McGrath, 2011). Covid-19 has also accelerated this change. Due to the forced social distancing, we have increased the use of digital processes in all aspects of life: remote working, remote training, online shopping and socialization, everything fully online. Digital technologies have allowed us to reinvent every activity and prevent us from stopping our life, creating a symbiotic connection between physical and virtual realities, that tend to overlap and almost blend.

Technological development, since the end of the last century, has contributed to an exponential increase of social complexity in our lives, and new technologies contribute to creating opportunities and challenges in relations among people, in hyper-connections among individuals, between individuals and things, and between individuals and spaces, opening a series of opportunities in different fields, transforming borders, defining new

domestic and social scenarios. In this evolving context, companies should be ready to face, more than ever, the multiplicity of uncertain futures, anticipating possible scenarios to orient innovation and exploit the innovation capacity of digital technologies. Such possibilities will require professionals to be ready to manage complexity and imagine a range of probable future scenarios.

The design has often dealt with defining tools and examples to study, mediate, strengthen, and facilitate such connections, evolving step by step with the natural change that such connections endure, contributing as a driving force to this change. The designers have intrinsically diverse and multifaceted skills, making them able to deal with human and social aspects of increasing complexity. In particular, one of the essential features of Design Thinking (DT) methodology is the ability to recognize people's behaviour, needs and desires patterns, and exploit them to define the possible areas of intervention to be used during the design and development of the innovative solution (Iskander, 2018; Tschimmel, 2012; Meinel, Leifer and Plattner, 2011; Brown, 2008).

Design Thinking develops competitive solutions for the current reference market; at the moment it does not seem suitable to face greater problems, because the range of its methods and tools is based on providing human-centred solutions in a 'predictable' and 'probable' future (Voros, 2003). However, the complexity of imagining future scenarios and the uncertainty of unforeseen events, such as the current pandemic, require an evolution of the designer's methods, approaches and tools to strategically face such chaotic situations (Canina et alii, 2021; Iskander, 2018, Ollenburg, 2018). Design Thinking, combining user needs with technological possibilities and business requirements (Brown, 2008; Meinel, Leifer and Plattner, 2011), provides companies with fast and effective innovative answers (Fig. 1, 2). However, when complexity increases, Design Thinking shows its flaws, while Design Future, projecting itself in a wider timeframe, can monitor complex, multiple and non-linear futures. Hence, the hypothesis of the evolution of Design Thinking and the integration with Design Future (DF): the methodology conceived to generate narrations and to demonstrate plausible development paths to shape alternative futures (Auger, 2010).

This article aims to focus on the implementation of the Design Thinking process with the Design Future, presenting a proposal to integrate the two methodologies (DT/DF), in order to generate a tool able to identify and connect suitable signals and to manage non-linear future scenarios, to exploit innovative and emerging technologies and to best face social challenges of the future (Ollenburg, 2018). The process of integrating these two methodologies has been tested and discussed with working groups, changing both the context and the time scale of the reference scenarios. Inspired by the fundamental double diamond nature of Design Thinking¹ (Brown and Katz, 2019; Cross, 2019), integrated into the three-step process at the base of Foresight and Futures Practices (SpeculativeEdu, 2019), the design act of DT/DF allows to occupy the hyper-reality spaces according to three sequences of divergent-convergent phases focused respec-

tively on the analysis of technologies and implications, definition of evolution paths and scenarios, and finally on design intervention. By combining a longer time-scale scenario definition (DF) and maintaining a Human-Centred (DT) approach, companies can have a wider perspective to control the complexity of digital technologies, without forgetting people's needs.

Design Thinking or Design Futures? | To imagine possible future scenarios in which to project the design activity beyond the short time horizon in which the DT is currently included, it is useful to refer to the Future Cone and in particular to its latest iteration conceived by Joseph Voros (2003). It is an effective tool to go beyond the current idea and anticipate the decision and it is represented by a taxonomy of futures according to their different probability level and their distance from the linear future. The three most significant categories identified are: 1) 'probable future', a linear continuation of current trends, 2) 'plausible future', it could happen, but it is not expected to happen; 3) 'possible future', the widest class that includes all the scenarios based on future knowledge that are not direct causes of the current situation but cannot be excluded.

Regarding this classification, we can put DT in the probable futures – supposed to happen – while DF – dealing with trends within complex non-linear scenarios – fits into possible futures, more unlikely to happen (Dunne and Raby, 2013). If we analyse the practice of DT in the context of the complex and long-term future, we can highlight some problems. For example, the DT operates in the period that refers to the innovative product of the next generation, focusing on the desires/needs of users within the socio-economic context of that specific time frame. The characteristic of DT is that, in order to provide companies with commercially effective and quick answers, it focuses on a single, linear and probable future, limiting the bond with complexity and uncertainties and making it difficult to understand a far and not linear future. We could say that the DT is short-sighted because its standard tools can not manage a greater complexity determined by non-linear, multiple connections.

In contrast, Design Future (DF) is a narrative design approach, that comes from Design Fiction, Speculative, Critical and Discursive Design and offers a solution to face problems: aiming at creating possible future scenarios and detaching from the limits of current reality (Dunne and Raby, 2013; Auger, 2010; Inayatullah, 2008). DF creates concepts, known as diegetic prototypes, to represent whole realities that can be defined as hyper-reality. This is a simulation of reality perceived as real, which serves as a connection between the present world and the imagined future, between the real and the virtual worlds, thanks to the intertwined combination of tangible and imaginary elements² (Baudrillard, 1994; Dunne and Raby, 2013). The main purpose of DF is to raise awareness and to make people 'think' (Paraboschi and Dalla Rosa, 2016). DF is an analytical and critical tool, a useful 'debate project' and useful to understand what the future circumstances and possibilities might be. DF considers users only in the foreseeing practice and remains at a speculation level and the user's point of view is

totally missing. DF is showing the possible change, but only by understanding the user's needs and an approach focused on the human perspective, it can make the difference to make a change (Taylor, 2019).

DF is pushing the creativity of designers so that they can face complex and multiple futures. Because the nature of this approach tends to push the boundaries of what can be designed, trying to face more complex issues (e.g., climate change, financial disasters, health consequences of a pandemic), potential managers may feel that the DF proposals are ignoring the main purposes of their company, impeding the comprehension of the potential of the DF scenario (Paraboschi and Dalla Rosa, 2016; Tran, 2019). DF lacks the connection to end-users, and it is far away from the commercial aspects of the daily, user-oriented design practice, becoming unsuitable for possible future changes when used as an autonomous remedy. As mentioned above, it is possible to recognize an interesting design area in which to integrate DT and DF in a new design approach.

New Design Approaches between Present and Future

The comparison here explained confirms the importance of identifying a methodological path that combines the potential of DF processes with the ability of DT to focus on people, contexts and social groups, conceived as networks of interconnected individuals. The current pandemic has definitively removed the barrier between physical and digital/virtual reality, indissolubly connecting rules, patterns, customs and limits of both processes (Primi and Marchioro, 2021). To face this ongoing transformation, starting from a ten-year experience of the authors on DT and an accurate analysis of DF methods, we propose the development of two new methodological design approaches characterized by different time frames. The first one, designed and structured for a medium-term design (5-10 years), allows hypothesizing possible and desirable future scenarios (Voros, 2003) to develop design solutions that companies and organizations can use as a starting point to identify and anticipate more effective strategies to face such futures. The second one, referring to a period between 10 and 20 years, adopts a more speculative approach and focuses on the creation of a temporal narration with emerging technologies and social evolution that comes from them as protagonists, identifying long-term scenarios that stimulate critical reflection on all possible consequences that may arise from the use of these technologies.

From a methodological point of view, both approaches are configured as intersections between DT process and DF tools, declined and integrated according to objectives and needs, each one is characterized by a design process with different inputs and outputs. To make such integration feasible, effective and reproducible, it was necessary to identify similarities and connections between the two disciplines. The study of the connections between DT and DF used the European Foresight Framework (EFF) as a reference, a prominent reference model for the analysis and implementation of Futures and Foresight Practices. According to the EFF, there are three main steps to understand and analyse future-oriented methods: diagnosis, prognosis and prescription.

From the analysis and comparison of different processes of companies using DF³ (Montgomery and Woebken, 2016), a common model emerges: diagnosis, prognosis and prescription phases can be categorized as three divergent/convergent sequential phases with a strong resemblance to the double diamond process typical of DT (Figg. 2-4).

The diagnosis phase, where methods and tools are used to analyse and understand the state of the art and the context of the starting situation, is characterized by a wide-range analysis (divergent) of the existing, and then it converges on those aspects necessary for the anticipation/vision activities that will follow. The characteristic method of this phase is Horizon Scanning, which identifies and understands those phenomena or aspects of the world that are more relevant to the decision-making process, called 'signals'. In particular, in a DF process, the focus is on weak signals (Saritas and Smith, 2011), the first possible but unconfirmed signals of change that may later become more significant indicators of critical forces for development, threats, business and technical innovation. They are the first signs of a paradigm shift, future trends, or discontinuity (Saritas and Smith, 2011; Holopainen and Toivonen, 2012; Dator, 2009). Signals are usually generated by drivers, defined as developments that cause changes, affect or shape the future.⁴

The prognosis phase, which includes those processes and tools aimed at building the world of the Futures, at the vision and selection of preferred feasible scenarios, comes from a divergent elaboration of the selected elements in order to create potential future directions that then become convergent in the form of scenarios. One way for the DF to face these marginal futures – imagining divergent narrations and presenting them using scenarios based on a detailed overview influenced by external factors – is through the construction of a Matrix Scenario. This tool allows visualizing four scenarios that represent the intersections of the extremes of two critical uncertainties derived from the outputs of the prognosis phase.⁵

The prescription phase, in which a solution is created alongside the resulting strategy and planning activities, to reach the selected scenario presents another divergent phase. In it, the scenarios begin to be populated by diegetic prototypes, from which derives the transmedia construction of hyper-reality. The last stage of convergence is largely hypothetical, as it can be considered like the conversation and speech distilled from DF output. The similarities between DT and DF allow us to create a more precise definition of the two different approaches, from the point of view of concept, tools and methodological process. Both approaches stick to the three-step structure, exploiting DT's approaches and processes combined with DF's methods and tools.

As above mentioned, DT, as a discipline that acts as a link between humanities and technologies, is an essential tool to build a dialogue between the technological innovation needed in the business world and human nature. From this assumption takes shape the process designed for the first approach, shifting the focus from a time frame that develops design outcomes applicable to a short-term commercial level, to a

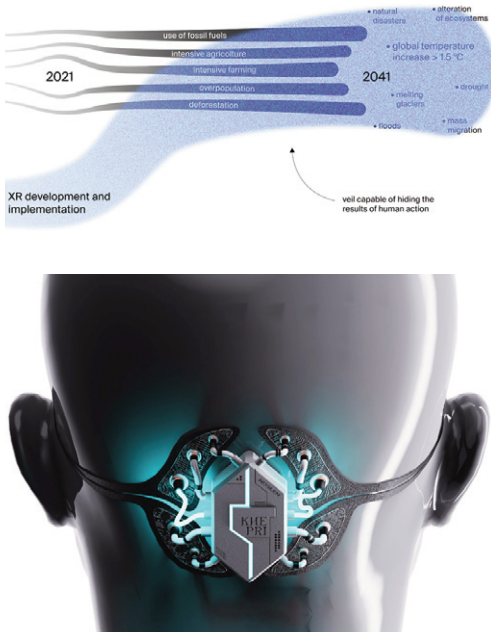


Fig. 9-11 | Approach n. 2, Kephri x N.O.S.L.E.N.: Structure of the narrative; Concept rendering; Future scenario representation, February 2034 (credits: Mars team, 2021).



Fig. 12 | Approach n. 2: Kephri x N.O.S.L.E.N. – Conceptual background. A transmedia speculative advert represents the hyperreal world, existing within the connection between the physical present world and the virtual imagined future (credit: Mars team, 2021).

broader one where strategic intervention can still be a part of market logic, but taking advantage of the opportunities given by not-imminent technological innovations (5-10 years).

This shift of perspective has already been implemented from the beginning of the process, as the interconnection and multiplicity of technological developments ensure that the analysis of users' needs, typical of DT, is not applicable or effective with medium-term time frames. So, the process devised for the first approach opens with a first diagnosis phase. It involves the study of social and commercial trends studied through a series of methods and tools that allow first to become familiar with the trends, then to empathize with them while maintaining a connection with the humanities part typical of DT, and finally to analyze the relative consequences by converging with the definition of domains on the trends. This analysis allows accessing to a prognosis phase in which it is possible to structure a future scenario not as a design place where users' needs are fulfilled, but as a space where the emerging signals born from technological and social innovation give life to a chain of causes and effects that will characterize future life.

The scenarios obtained in this way will be favourable for the third phase of prescription, where designed solutions will no longer consider the individual as an end-user whose needs must be satisfied, but as an actor in contexts where they will exert influence as an active part. At the same time, the individual will suffer its consequences and experience both positive and negative repercussions. The design process of the first approach is aimed at imagining and anticipating future problems and needs based on clear signs of change to develop future scenarios and products that meet those needs. An initial experimentation of this approach was carried out with working groups that used the envisaged design path to face future challenges related to people's physical and mental wellness and planet resources, imagining new products for domestic use (Fig. 5-7).

The second approach is based on the design nature as a teleological discipline (Reeves, Goulden and Dingwall, 2016; Taylor, 2019) – where the project plays the role of self-fulfilling prophecy – as a conceptual reference because it is the result of the discipline effectiveness in making future narrations tangible and feasible. However, this potentiality is deprived of the possibility to critically and thoroughly analyse the long-term consequences of what is happening and is planned in the immediate and imminent future, when applied over a short time frame to meet market needs.

Separating the first part of the design research from the commercial context, and focusing on emerging technology, the process used in the second approach allows thinking in advance about the consequences to have space, method, and time to intervene in reinforcing/avoiding hypothetical scenarios (Fig. 8). This thought is accompanied by a series of tools designed to isolate and distinguish the impacts concerning the adoption of technology, deepening step by step the sequence of impacts, consequences and possible results. Reorganizing these sequences in time, isolating the narrative paths whose impacts could lead to

radical and unexpected changes will be possible.

In the first phase – similar to the diagnosis phase of the EFF – the divergent part develops like a wide-range analysis of emerging technologies, consequent sequences and ramifications based on multi-thematic points of view relevant to the design area. Convergence will be achieved by isolating the relevant impacts for the subject of study and by organising them temporally from the present to the time frame targeted by the intervention. The second divergent/converging phase – recalling the prognosis – will lead to the creation of different hypothetical and possible scenarios, among which will be identified the one that offers more opportunities at a project, strategic and analysis level. Finally, the third phase – prescription – in the divergent part will identify and explore the different narrative paths that develop from the present to the chosen future scenario. In the converging part, it will deal with a design contribution that will be positioned – through a process of Backcasting – within the narrative path chosen to reinforce or modify it, exploiting the teleological nature of design.

Even the second approach was experimented with the same working groups, acting on a larger scale both temporally (10-20 years) and dimensionally, considering the city and urban context as a design space. The starting focus is not linked to trends but to a selection of emerging technologies that try to understand how they can positively or negatively impact in the long term some social aspects of sustainable development, concerning the chosen Sustainable Development Goal (Fig. 9-11).

Conclusions | The pandemic that has affected the whole planet represents, in a tangible way, an example of the 'scenario of the future' that we were not able to anticipate or manage: a global event that has suddenly overturned the balance rooted in our lifestyles, and in which digital technologies had to intervene – in everyday activities – to cope with the imposition of social distancing, definitively breaking down the barrier between physical and digital/virtual reality, connecting them until they almost overlap. This overlap between physical and digital/virtual reality will require an analysis of the possible evolutions that an integration between real and virtual reality will bring into people's lives in the near future, and an organisation of strategies and design interventions in order to prepare companies and individuals for unexpected and/or catastrophic events such as the current pandemic.

Design, as a project discipline, aware of the changes underway and the complexity increased by emerging technologies, can contribute to the development of new approaches aimed at imagining future technological scenarios and creating a connection between the present world and the imagined future. In particular, the purpose of this article is to outline an implementation of the Human-Centred approach of Design Thinking, with Design Future as a tool to manage multiple, non-linear future scenarios, and be able to face in advance social challenges of the future concerning emerging technologies.

The integration process of these two design approaches (DT/DF), applied by changing context and time scale with different working groups, has

been developed to design future medium-term technological scenarios in the domestic environment and long-term technological scenarios in an urban context. The pragmatic application of this integrated approach, on different times and scales, has allowed highlighting two important aspects. The first one concerns the time factor that has a crucial impact, especially on the technological application and the generated outputs. For medium-term projects, product concepts are developed with the strategic application of emerging digital technologies to better meet future needs, while long-term projects generate speculative narrations of critical reflection about the future impacts of emerging technologies on society and sustainable development. The second aspect

highlights how time dilation also affects the Human-Centred aspects expanding the focus of wellness from the individual to the community and humanity.

This analysis aims to stimulate the scientific design community to make new reflections on this wide-open and constantly developing issue for which it is necessary to define new methods and models to support the evolution of design practice and its education. Today, designers are facing a non-linear future, so they need to expand their field of application, developing solutions that can be suitable for multiple future scenarios and creating the basis for an innovative market and product strategies. In this article, future developments provide a detailed study, op-

timisation and implementation of new tools to support the DT/DF methodological approach to become more flexible and analysed, in order to reach a more mature definition for subsequent experimentation in a real context linked to specific business needs in order to face future challenges in advance.

Notes

1) For more information on Design Thinking see the webpage: [ideou.com/pages/design-thinking](https://www.ideou.com/pages/design-thinking) [Accessed 27 October 2021].

2) For more information on Foresight and Futures Practices, see the webpage: foresight-platform.eu/community/forlearn/how-to-do-foresight/process/methodology/ [Accessed 27 October 2021].

3) For more information on Design Future, see the webpages: nefula.com/wp-content/uploads/2017/03/Nefula-Near-Future-Design-Methodology.pdf; nearfuturelaboratory.com; futures.nordkapp.fi [Accessed 27 October 2021].

4) For more information on Megatrend/Trend/Driver/Issue, see the webpage: foresight-platform.eu/community/forlearn/how-to-do-foresight/methods/analysis/megatrend-trend-driver-issue/ [Accessed 27 October 2021].

5) For more information on Scenario Method, see the webpage: foresight-platform.eu/community/forlearn/how-to-do-foresight/methods/scenario/ [Accessed 27 October 2021].

References

Auger, J. (2010), "Alternative Presents and Speculative Futures – Designing fictions through the extrapolation and evasion of product lineages", in *Negotiating futures – Design Fiction*, vol. 6, pp. 42-57. [Online] Available at: researchonline.rca.ac.uk/1093 [Accessed 12 October 2021].

Baudrillard, J. (1994), *Simulacra and simulation – The Body, in theory*, University of Michigan Press, Ann Arbor.

Brown, T. (2008), "Design Thinking", in *Harvard Business Review*, vol. 86, issue 6, pp. 1-10. [Online] Available at: readings.design/PDF/Tim%20Brown,%20Design%20Thinking.pdf [Accessed 12 October 2021].

Brown, T. and Katz, B. (2019), *Change by design – How design thinking transforms organizations and inspires innovation*, Harper Business, New York.

Canina, M. R., Anselmi, L., Bruno, C., Parise, C. and Minighin, D. (2021), "Blending Design Thinking and Design Futures – Facing the Complexity of Uncertain Futures", in Markopoulos, E., Goonetilleke, R. S., Ho, A. G. and Luximon, Y. (eds), *Advances in Creativity, Innovation, Entrepreneurship and Communication of Design – Proceedings of the AHFE 2021 Virtual Conferences on Creativity, Innovation and Entrepreneurship, and Human Factors in Communication of Design, July 25-29, 2021, USA*, pp. 24-30. Springer, Cham.

Cross, N. (2019), *Design thinking – Understanding how designers think and work*, Berg Publishers, New York.

Dator, J. (2009), "Alternative Futures at the Manoa School", in *Journal of Futures Studies*, vol. 14, n. 2, pp.

1-18. [Online] Available at: jfsdigital.org/articles-and-essays/2009-2/vol-14-no-2-november/ [Accessed 12 October 2021].

Dunne, A. and Raby, F. (2013), *Speculative everything – Design, fiction, and social dreaming*, The MIT Press, Cambridge (MA).

Holopainen, M. and Toivonen, M. (2012), "Weak signals – Ansoff today", in *Futures*, vol. 44, issue 3, pp. 198-205. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.futures.2011.10.002 [Accessed 12 October 2021].

Inayatullah, S. (2008), "Six pillars – Futures thinking for transforming", in *Foresight*, vol. 10, issue 1, pp. 4-21. [Online] Available at: doi.org/10.1108/14636680810855991 [Accessed 21 October 2021].

Iskander, N. (2018), "Design Thinking Is Fundamentally Conservative and Preserves the Status Quo", in *Harvard Business Review*, 05/09/2018. [Online] Available at: hbr.org/2018/09/design-thinking-is-fundamentally-conservative-and-preserves-the-status-quo [Accessed 21 October 2021].

Kurzweil, R. (1999), *The age of spiritual machines – When computers exceed human intelligence*, Penguin, New York.

Meinel, C., Leifer, L. and Plattner, H. (2011), *Design Thinking – Understand, Improve, Apply*, Springer, Berlin. [Online] Available at: doi.org/10.1007/978-3-642-13757-0 [Accessed 21 October 2021].

Montgomery, E. P. and Woebken, C. (2016), *Extrapolation Factory – Operator's Manual*, Createspace Independent Publishing Platform.

Ollenburg, S. A. (2018), "Beyond Futures – Designing Futures by Educating Future Designers", in *World Futures Review*, vol. 10, issue 4, pp. 279-293. [Online] Available at: doi.org/10.1177/1946756718790758 [Accessed 18 October 2021].

Paraboschi, A. and Dalla Rosa, P. (2016), "Design Futures – A New Discipline, Tool and Medium", in *DigitCult – Scientific Journal on Digital Cultures*, vol. 1, issue 2, pp. 85-94. [Online] Available at: digitcult.lim.di.unimi.it/index.php/dc/article/view/15 [Accessed 22 October 2021].

Primi, A. and Marchioro, C. (2021), "Esperienza e percezione dello spazio reale e virtuale durante l'emergenza Covid-19 in Italia", in *Semestrare di Studi e Ricerche di Geografia*, XXXIII, vol. 1/2021, pp. 121-141. [Online] Available at: doi.org/10.13133/2784-9643/17175 [Accessed 12 October 2021].

Reeves, S., Goulden, M. and Dingwall, R. (2016), "The Future as a Design Problem", in *Design Issues*, vol. 32, issue 3, pp. 6-17. [Online] Available at: doi.org/10.1162/DESI_a_00395 [Accessed 31 October 2021].

Sargut, G. and McGrath, R. G. (2011), "Learning to Live with Complexity", in *Harvard Business Review*, September 2011. [Online]. Available at: hbr.org/2011/

09/learning-to-live-with-complexity [Accessed 31 October 2021].

Saritas, O. and Smith, J. E. (2011) "The Big Picture – Trends, drivers, wild cards, discontinuities and weak signals", in *Futures*, vol. 43, issue 3, pp. 292-312. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.futures.2010.11.007 [Accessed 13 October 2021].

SpeculativeEdu (2019), "Approaches, methods and tools for Speculative Design", in speculativeedu.eu, 27/06/2019. [Online] Available at: speculativeedu.eu/approaches-methods-and-tools-for-speculative-design/ [Accessed 28 October 2021].

Taylor, D. (2019), "Design Futures", in Massey, A. (ed.), *A Companion to Contemporary Design since 1945*, John Wiley & Sons Inc., Hoboken, pp. 51-71. [Online] Available at: doi.org/10.1002/9781119112297.ch3 [Accessed 19 October 2021].

Tran, T. H. (2019), "Speculative design – 3 examples of design fiction", in *Inside Design*, 08/04/2019. [Online] Available at: invisionapp.com/inside-design/speculative-design/ [Accessed 22 October 2021].

Tschimmel, K. (2012), "Design Thinking as an effective Toolkit for Innovation", in Huizingh, K. R. E., Conn, S., Torkkeli, M. and Bitran, I. (eds), *Proceedings of the XXIII Conference ISPIM | Action for Innovation – Innovating from Experience*, Barcelona. [Online] Available at: academia.edu/1906407/Design_Thinking_as_an_effective_Toolkit_for_Innovation [Accessed 22 October 2021].

Voros, J. (2003), "A generic foresight process framework", in *Foresight*, vol. 5, issue 3, pp. 10-21. [Online] Available at: doi.org/10.1108/14636680310698379 [Accessed 18 October 2021].

DESIGN GENERATIVO E PRODOTTO INDUSTRIALE

Connettere la dimensione fisica/digitale del progetto

GENERATIVE DESIGN AND INDUSTRIAL PRODUCT

Connecting physical/digital dimensions of the project

Davide Paciotti, Alessandro Di Stefano

ABSTRACT

L'evoluzione delle tecniche di modellazione ha permesso di connettere in maniera sempre più efficiente ciò che è fisico con ciò che è progettato virtualmente, grazie all'utilizzo di processi di simulazione che hanno consentito l'evoluzione delle condizioni d'uso e produzione fisica del modello. Il presente contributo intende discutere, attraverso la proposizione di casi studio emblematici, come l'implementazione delle nuove tecnologie virtuali di modellazione parametrica generativa abbia consentito di evolvere e migliorare, in termini di efficienza e innovazione, lo sviluppo dei prodotti industriali. Il progettista assume quindi un ruolo centrale nella sperimentazione di nuove metodologie progettuali finalizzate all'uso del modello virtuale non più come mezzo di mera espressione formale ma come processo di ottimizzazione sotto molteplici punti di vista.

The evolution of modelling techniques has made possible to connect in a more efficient way what is physical and what is virtually designed, using simulation processes that have allowed the evolution of conditions of use and material production of the model. This contribution aims to discuss, by presenting emblematic case studies, how the implementation of new virtual technologies of generative parametric modelling has allowed to evolve and improve, in terms of efficiency and innovation, the development of industrial products. Thus, the designer assumes a central role in the experimentation of new design methodologies aimed at the use of virtual models not as a simple formal expression, but as an optimisation process from multiple points of view.

KEYWORDS

design computazionale, morfogenesi, fabbricazione additiva, ricerca della forma, parametricismo

computational design, morphogenesis, additive manufacturing, form research, parametricism

Davide Paciotti, Designer and PhD in Innovative Technologies and Industrial Design, is a Research Fellow at the SAAD of the University of Camerino (Italy). His research activity focuses on the evolution of the industrial product through new additive production processes combined with parametric generative modelling. Mob. + 39 333/93.05.441 | E-mail: davide.paciotti@unicam.it

Alessandro Di Stefano, Designer, is a Research Fellow at the SAAD of the University of Camerino (Italy). His research activity is aimed at tracing the new potential expressed by software and technologies of digital production, using them to solve critical issues of a productive, technical and aesthetic nature that characterise the industrial design project. Mob. + 39 340/81.84.761 | E-mail: alessandro.distefano@unicam.it

L'approccio parametrico alla progettazione industriale, caratterizzata in particolare dalla messa a sistema di vincoli, parametri e algoritmi generativi, ha permesso di ampliare le capacità adattive del modello virtuale alle esigenze tecnico-formali ricercate dal designer, difficilmente gestibili in maniera puramente analogica. Questo processo di 'parametricismo' (Schumacher, 2009) ha permesso di evolvere il concetto di formalizzazione e di progettualità grazie alla continua evoluzione dei software parametrici e generativi. Approfondendo l'aspetto della digitalizzazione del progetto nella cultura contemporanea del design, è palese la compresenza di differenti approcci alle sperimentazioni di modellazione e generazione delle geometrie e delle forme dei prodotti. La tassellazione delle superfici diviene un tema centrale nella progettazione contemporanea che pone l'accento su quanto la tecnologia influenzi il risultato della produzione. L'approccio computazionale trova in questo contesto un ruolo guida, dirigendo – a volte fortemente – il processo di ideazione formale quanto quello di realizzazione materiale (Romero, 2014). Il rischio tangibile è quello di non riuscire a controllare tutti gli aspetti del processo (De Giovanni and Sposito, 2019) e che il progettista rimanga passivo nei confronti di un'evoluzione tecnologica la quale sembra relegare alle macchine il controllo sia degli aspetti tecnico-operativi che ideativi e creativi, come afferma anche Sennett: «[...] quando la testa e la mano vengono separate, l'effetto che ne deriva è una mutilazione dell'intelligenza; un esito particolarmente evidente nel caso di una tecnologia come il CAD, quando la sua utilizzazione inibisce il tempo di apprendimento» (Sennett, 2008, p. 58).

Il contributo si incentra quindi sulla discussione del rapporto tra dimensione fisica e digitale del progetto nell'ambito dell'industrial design, evidenziando come il design generativo consenta una evoluzione attraverso un costante approfondimento e una più ampia comprensione delle potenzialità degli strumenti parametrici a supporto del progettista volte all'ottimizzazione topologica dei modelli virtuali, all'incremento delle prestazioni tecnico-funzionali e all'evoluzione estetica dei prodotti. L'analisi critica dei casi studio presentati nel paper mira a esplicitare alcuni peculiari esiti progettuali ottenuti attraverso l'uso di algoritmi generativi con differenti gradi di capacità computazionale, utilizzati per differenti finalità: sperimentazione formale, ottimizzazione strutturale e riduzione di materiale e nuove modalità di funzionalizzazione di parti, componenti e superfici. L'obiettivo è definire le strategie progettuali che, sempre più integrate all'interno delle metodologie e delle prassi tipiche del design, permetteranno nel prossimo futuro di integrare specifiche caratteristiche tecnico-prestazionali nello sviluppo di nuovi prodotti industriali.

Il futuro del design generativo nella cultura del progetto contemporaneo | L'evoluzione delle tecniche di modellazione oggi si muove verso una piena integrazione tra il modello fisico e quello virtuale: il perfezionamento dei modelli virtuali costituisce un passo fondamentale nell'evoluzione del panorama industriale, il quale, grazie all'uso della simulazione, ha potuto imparare a prevedere la risposta fisica del modello in de-

terminate condizioni di produzione o di utilizzo già nel processo ideativo (Marsault, 2017) e di diminuire i possibili errori che molto spesso si manifestano nelle prime fasi produttive. L'approccio alla modellazione parametrica generativa finalizzata ad aumentare le prestazioni tecnico-funzionali del prodotto ha contribuito a far evolvere gli strumenti e metodi progettuali dell'industrial design, permettendo di superare una prospettiva d'impiego finalizzata al puro formalismo. Il designer che utilizza consapevolmente la modellazione parametrica può controllare e gestire tutte quelle variabili, parametri e funzionalità complesse (ottimizzazione topologica, superfici minime, linee di stress, densità e concentrazione di materiale legate alle prestazioni fisiche e meccaniche di un prodotto, etc.) che rendono oggi la progettualità in piena connessione tra ciò che è fisico e ciò che è virtuale (Schumacher, 2016).

La possibilità di gestire il progetto seguendo un processo generativo guidato da analisi e dati a disposizione del progettista permette di diversificare i risultati elaborati dal software generativo, restituendo prodotti con caratteristiche fisiche e strutturali totalmente differenti l'uno dall'altro. Da questi presupposti, nel panorama contemporaneo del prodotto industriale, emergono principalmente due differenti approcci metodologico-progettuali: il primo prevede la gestione dell'elaborazione formale del prodotto esclusivamente a carico dell'algoritmo, il quale restituisce un'unica soluzione morfologica rispettando i vincoli definiti e imposti dal progettista; il secondo, invece, lascia al progettista il controllo e la gerarchizzazione del processo di elaborazione dei dati, sfruttando algoritmi già elaborati per specifiche finalità, ma modificabili, oppure sviluppando algoritmi ad hoc in relazione a un determinato artefatto, al fine di restituire differenti soluzioni progettuali.

Si apre, dunque, nel mondo del design un nuovo scenario operativo incentrato sulla simbiotica collaborazione tra designer e nuovi strumenti digitali di progettazione, resi molto accessibili grazie a interfacce software più user-friendly (Ajla, 2016) e sempre più performanti da computer ad alto potere di calcolo con l'Intelligenza Artificiale. Ora che il processo computazionale è potenzialmente autonomo nell'assumere determinate scelte all'interno del processo di progettazione, ai progettisti spetteranno nuovi e diversi ruoli nello sviluppo del progetto. I progettisti dovranno elaborare e implementare un differente approccio metodologico (Oxman, 2017) necessario per supervisionare, guidare e impostare i parametri del progetto computazionale. Sorge spontaneo allora chiedersi: come questo nuovo panorama modificherà la percezione del valore che viene dato alla 'professione' del designer? Come, una volta data alle macchine maggiore autonomia di progettazione, verrà a trasformarsi la forma e il design degli oggetti che compongono il mondo reale? Queste domande aperte all'interno della cultura del design contemporaneo richiedono riflessioni critiche sulle potenzialità delle tecnologie digitali e sul loro impatto sulla dimensione materiale delle cose.

Il design generativo come strumento di sperimentazione formale ed estetica | Il design generativo, o computazionale, inteso come insieme

di nuovi strumenti progettuali a disposizione del designer, è stato utilizzato, fino ad oggi, soprattutto con finalità estetiche e linguistiche nello sviluppo di nuovi prodotti, consentendo un'esplorazione di forme e geometrie complesse, non euclidee, e una sperimentazione topologica a volte sconfinante in formalismi fini a se stessi. Spesso è stato sottovalutato il reale e immenso potenziale della modellazione parametrica e delle nuove tecnologie digitali (come ad esempio la stampa 3D additiva) ai fini dell'innovazione di prodotto; infatti il design generativo, se da un lato ha enormi potenzialità nel generare nuove forme e linguaggi estetici dei prodotti industriali, quale risultato dell'utilizzo consapevole di software che elaborano dati, informazioni e parametri in forma di algoritmi per trovare le soluzioni progettuali più adeguate a problemi complessi, dall'altro sta producendo una 'omologazione estetica' che rischia di snaturare il concetto stesso di progetto trasformandosi in puro sperimentalismo morfologico (Langella and Santulli, 2017).

Il rischio è quello di elaborare oggetti con funzionalità specifiche ma che utilizzano le potenzialità della modellazione generativa esclusivamente come giustificazione formale (Fig. 1). Strutture complesse ispirate dalla natura e riprodotte attraverso 'tassellazioni di voronoi' che si riducono a una destrutturazione dello spazio superficiale senza comprenderne le reali logiche aggregative messe in atto dalla natura con finalità ben più interessanti e significative per il design (Langella and Santulli, 2017; Fig. 2). Le competenze multidisciplinari e l'elevato profilo scientifico e tecnologico dei designer consentono oggi di utilizzare i processi parametrici e generativi in modo sempre più evoluto, in cui le articolazioni morfologiche assumono un carattere performativo e non più estetico.

L'influenza dei nuovi strumenti progettuali digitali sulla progettazione del prodotto industriale ha avuto l'effetto di migliorarlo con nuove peculiari performance che, osservate in natura, sono oggi trasferibili nel progetto grazie al design computazionale e ai più avanzati processi di stampa additiva (Migliore, Caruso and Giambattista, 2015). Funzione, materia, struttura e comportamento sono assimilabili ora in un flusso unico progettuale, molto simile a ciò che la natura ha sviluppato in miliardi di anni. Infatti, è nello sviluppo di processi computazionali che è possibile ravvisare il maggior contributo che la biomimesi ha messo a disposizione nella cultura del progetto (Gallagher et alii, 2014). La capacità di una distribuzione efficiente della materia, le variazioni di spessori e la differenziazione funzionale di alcune parti (trasposte da sistemi biologici a nuove strutture artificiali) possono dare vita a prestazioni eccezionali che integrano quelle già tecnicamente disponibili.

Il design generativo come strumento di ottimizzazione strutturale e riduzione del materiale | Il processo che caratterizza il design generativo è un processo di progettazione iterativa in cui è il progettista a definire le variabili e i diversi vincoli che saranno rielaborati dall'algoritmo; quest'ultimo ne restituirà una specifica formalizzazione e successivamente genererà una determinata gamma di risultati. Le potenzialità espresse dalla digitalizzazione virtuale nella progetta-



Fig. 1 | 3D-printed perfume bottles by Ross Lovegrove Studio, 2019 (credit: Ross Lovegrove Studio).

Fig. 2 | LOBO Shoes For United Nude by Ross Lovegrove Studio, 2015 (credit: Ross Lovegrove Studio).

zione contemporanea influenzano fortemente il risultato reale e fisico della produzione di un prodotto industriale: ad esempio, su ogni oggetto agiscono determinate forze che a seconda del modo in cui operano si distribuiscono dando origine a possibili modalità diversificate di morfogenesi; la distribuzione crea una gerarchia che può essere tradotta a livello progettuale con parametri di densità e spessori variabili. Attraverso un processo di ottimizzazione topologica è possibile mantenere le performance strutturali e di resistenza di un prodotto a vantaggio di un minore quantitativo di materiale impiegato, producendo quindi anche significativi risultati in termini di sostenibilità ambientale. Diversi designer, come Joris Laarman con la serie Bone Forniture del 2006 (Fig. 3) e Philippe Starck con la seduta A.I. Chair per Kartell del 2019 (Fig. 4), comprendendo le potenzialità espresse da questi pro-

cessi di ottimizzazione e distribuzione del materiale, sono riusciti ad apportare un grado maggiore di innovazione nel prodotto.

Il processo di ottimizzazione si articola attraverso una serie di fasi progettuali: lo studio ergonomico delle superfici funzionali del prodotto; l'impostazione delle caratteristiche tecnico-prestazionali del materiale scelto; la definizione della struttura del modello virtuale e le zone di applicazione degli stress in punti specifici del prodotto, consentendo al sistema di algoritmi generativi di elaborare dati. Il processo automatizzato restituisce, per opera di una serie di continue elaborazioni morfologiche, un'unica struttura efficiente che, pur con una riduzione di materiale, avrà la massima resistenza. La volontà di materializzare un'idea presuppone l'individuazione dei parametri di un processo metodologico mentre la forma è il risultato che scaturisce dalle relazioni e dalle

interazioni tra le parti, attraverso diagrammi di forze. Alla luce di queste premesse, il contributo intende esplorare il potenziale di una progettazione al design di tipo performativo, attraverso l'interconnessione tangibile e intangibile tra spazio, materia, forze, strumenti digitali, sistemi produttivi e la loro efficienza rispetto a determinate condizioni tecnico-prestazionale, al fine di generare un prodotto evoluto. La A.I. Chair che Philippe Starck ha realizzato attraverso l'uso dell'intelligenza artificiale può essere considerata la sedia di un noto designer senonché lo stesso Starck durante la presentazione al Salone del Mobile 2019, in maniera provocatoria, ha affermato che l'ha progettata il computer, non lui. In vero, quando si parla di design generativo è il progettista che chiede al software di svolgere le operazioni in base a determinati parametri progettuali richiesti, instaurando così un vero e proprio 'dialogo' con la macchina che processerà il modello al fine di garantire forma e prestazioni attese.

Con l'ottimizzazione topologica, utilizzando software che sfruttano processi di 'simulation driven', è possibile verificare come varia la forma della struttura col variare delle forze applicate. Utilizzando come parametri di studio densità, vincoli, carichi e caratteristiche del materiale impiegato è possibile ottenere configurazioni morfologiche diversificate, che mutano al variare di questi parametri; se le forze possono essere il collante che lega schema e struttura, l'ottimizzazione topologica può essere il principio della loro materializzazione. In questo contesto la fabbricazione digitale attraverso l'uso delle tecnologie sempre più performanti e flessibili della fabbricazione additiva abilita alla produzione di morfologie complesse, che altrimenti sarebbero rimaste solo in versione digitale, e le rende realizzabili e funzionali.

A.I. Binding, dell'azienda Now Bindings in collaborazione con Nidecker Group e Addit-ion 3D, è un esempio di prodotto realizzato nel 2020 tramite processi di stampa 3D utilizzando un polimero altamente performante (Fig. 5). La forma definitiva delle scarpe è stata ottimizzata (anche in termini di materiale) attraverso l'impiego di un algoritmo generativo che ha tenuto conto di tutti gli stress subiti durante il loro utilizzo. Un altro prodotto che lavora con il binomio stampa 3D additiva e modellazione generativa nel campo puramente funzionale-prestazionale è il set di truck da skateboard Tost del 2018 di Philippe Manger (Fig. 6). Il truck realizzato in stampa 3D a polveri metalliche è stato progettato mediante un algoritmo che ha definito una soluzione morfologia differenziata, fluida e omogenea per la totalità del corpo e reticolare con una maggiore densità per le zone soggette a un elevato stress meccanico. La maggior parte dei truck tradizionali per skateboard sono in alluminio; Manger ha usato il titanio che ha un peso specifico maggiore. L'ottimizzazione topologica, definita attraverso i dati inseriti dal designer, ha permesso di generare una struttura reticolare e mono-materica, che integra diverse componenti funzionali e favorisce, a parità di prestazioni, un utilizzo minore di materiale rendendo il truck molto più leggero ed ecosostenibile.

Il design generativo come strumento di funzionalizzazione di parti e componenti | Per l'approccio in cui il progettista elabora il codice

che compone l'algoritmo, le formalizzazioni frattali e alveolari, le variazioni di spessori, le stratificazioni differenziate e gli svuotamenti localizzati sono alcuni esempi morfologici che appaiono come risultati di un processo di ottimizzazione governato dal progettista in funzione dei dati che caratterizzano il prodotto. Il codice può essere applicato per risolvere problemi funzionali e puntuali agendo su variazioni di densità materica, strutture reticolari ricorsive e svuotamenti localizzati in ragione della funzione fisico-meccanica assegnata alle diverse zone del prodotto; la materia si concentra così nelle aree con funzione specifica, generando parti ad alta densità e parti a bassa densità definendo quindi una gerarchia.

All'interno di questo scenario Joris Laarman, con la Aluminum Gradient Chair del 2014, sperimenta l'utilizzo di una mappa gradiente disposta su tutta la struttura della seduta allo scopo di distribuire, in base alle zone che subiscono differenti intensità di sollecitazioni, una maggiore o minore densità di materiale, discretizzando il modello virtuale in una serie di celle (Fig. 7): esse saranno 'vuote', per ridurre il materiale e conferire leggerezza, 'piene' per una maggiore rigidità e resistenza strutturale. Il risultato ottenuto dal designer, in base alle sue scelte progettuali, all'impiego dell'alluminio e l'utilizzo della stampa 3D come processo produttivo, restituisce una struttura leggera, capace di soddisfare tutte le esigenze funzionali del prodotto.

In casi come quelli descritti, i designer utilizzano gli strumenti digitali e i relativi parametri per

potenziare il progetto in termini di prestazioni, generando oggetti con caratteri di originalità e di identità, sia nel linguaggio che nella concezione. In ambiti in cui il corpo e i suoi movimenti assumono un ruolo fondamentale nella fase d'uso degli artefatti (come nel design di prodotti e accessori sportivi che si interfacciano con parti anatomiche) l'approccio parametrico si rivela particolarmente significativo perché consente di inserire nel progetto i dati antropometrici e funzionali, configurando così una piena personalizzazione del prodotto. Esempio di questa possibilità è la sella per bici S-Works Power With Mirror, dell'azienda Specialized, commercializzata nel 2020 e prodotta grazie alla collaborazione con la Carbon. Specialized ha sperimentato un nuovo modo di produrre chiamato Carbon Digital Light Synthesis™ (Carbon DLS™) che per la produzione della sella abbandona l'imbottitura in schiuma convenzionale a favore di una struttura reticolare polimerica stampata in 3D. La morfologia del prodotto è il risultato di un approfondito studio sulla pressione che l'atleta esercita sulla sella durante l'attività sportiva. L'algoritmo generativo, guidato e articolato dal progettista attraverso i dati ricavati dalla mappa di distribuzione della pressione, genera aree di diversa geometria che migliorano la corretta distribuzione della pressione che subisce l'osso sacro dell'atleta, aumentando il comfort e riducendo il carico nei tessuti molli (Fig. 8).

La fabbricazione additiva associata al design generativo è fra le tecnologie produttive più

simili al processo di accrescimento di alcuni organismi biologici, associandosi al modello proposto da Jakob von Uexküll (2015) nel suo *Biologia Teoretica* in cui afferma che le forme viventi possiedono proprietà 'dominanti' e proprietà 'accidentali'. Nella produzione digitale basata sul design generativo, la 'dominante' è la scrittura algoritmica, mentre le 'accidentali' sono le possibilità di generare, attraverso il codice, una pluralità di forme simili, ma non uguali. La produzione per sintesi additiva e la geometria computazionale inducono, nella metodologia progettuale-produttiva, la realizzazione di oggetti monomaterici, caratterizzati da estrema complessità formale di strutture reticolari ricorsive, unita alla bassa densità materica. Significativo in questo contesto è Radiolaria #1 Chair del 2018, nel quale Lilian Van Daals continua la sua ricerca per innovare la produzione di sedute utilizzando le leggi della natura (Fig. 9): in questo prodotto si connettono la modellazione generativa, le tecnologie di stampa 3D e le forme bioispirate per utilizzare la materia e l'energia nel modo più efficiente. La progettista attraverso un processo generativo elabora le strutture dei Radiolari (protozoi che vivono in mare) e dei Bryozoa (piccoli animali invertebrati acquatici) in codici che informano e formano il prodotto, migliorandone gli aspetti funzionali e di conseguenza le performance di flessibilità, adattabilità e stabilità.

Il design generativo come strumento di funzionalizzazione di superfici | La modellazione

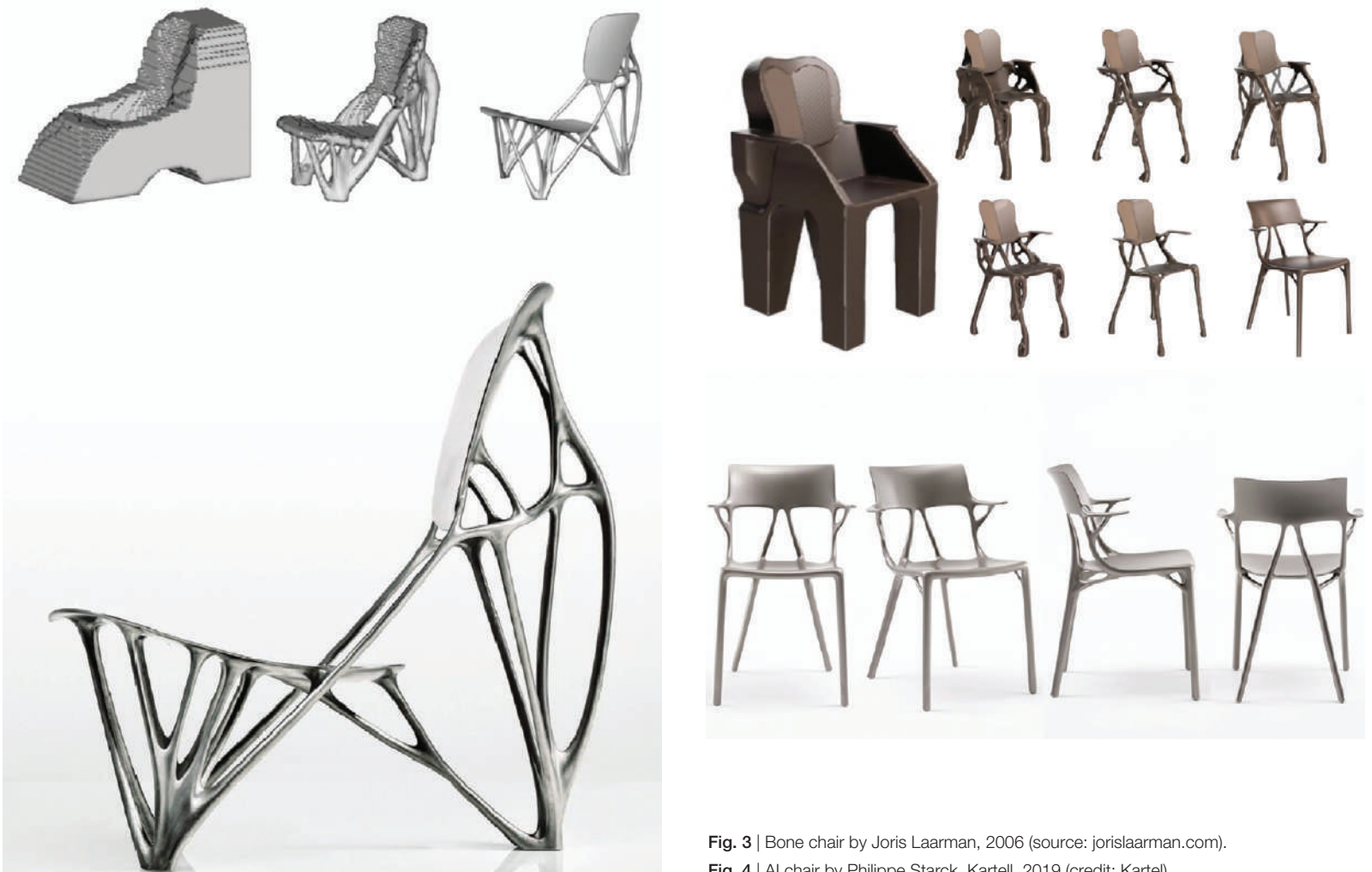


Fig. 3 | Bone chair by Joris Laarman, 2006 (source: jorislaarman.com).

Fig. 4 | Al chair by Philippe Starck, Kartell, 2019 (credit: Kartell).



Fig. 5 | A.I. Binding by Now Bindings in collaboration with Nidecker Group and Addit-ion 3d, 2020 (credit: Now Bindings).

Fig. 6 | Tost by Philippe Manger, 2018 (credit: P. Manger).

generativa, con sue potenzialità di elaborazione e modifica di modelli virtuali, può essere utilizzata non solamente per la riduzione e ottimizzazione di un volume ma anche come strumento di funzionalizzazione di parti superficiali di un prodotto. In passato la modellazione superficiale è stata realizzata con un'applicazione o modifica di pattern per rispondere a una funzionalità specifica. Oggi, attraverso l'uso di algoritmi generativi i designer possono realizzare delle superfici con pattern tridimensionali che assumono funzionalità specifiche. Tra i primi a focalizzare la propria ricerca sulla funzione delle superfici è Neri Oxman. Nel Gemini del 2014 Oxman cerca di esplorare il modo in cui i materiali interagiscono con il corpo umano; la chaise lounge presenta un contenitore che protegge il corpo e riproduce la tranquillità del ventre materno attraverso un guscio stampato in 3D a colori e con più materiali (Fig. 10). La superficie tridimensionale della seduta, elaborata tramite un processo generativo, utilizza la tecnologia di stampa 3D Objet multi-materiale, andando a formare una gamma di colori caldi, trasparenti e opachi, con diverse rigidità. I materiali, le forme e le superfici di questa 'pelle' hanno creato un incredibile effetto acustico vibrazionale che dà vita a un ambiente calmo e rilassante. La struttura superficiale disperde il suono e lo assorbe e, in assenza di grandi superfici planari, riduce la quantità di suono che altrimenti rimbalzerebbe alla sorgente. La 'pelle' interna è progettata come celle bidimensionali doppiamente curve che diffondono e assorbono il suono efficacemente grazie alla loro geometria; questa funzionalizzazione della superficie, attraverso una piena gestione delle variabili e dei dati da applicare, apre scenari di applicazione diversificati in cui il progettista può decidere di rendere il prodotto più performante sotto l'aspetto delle sue funzionalità.

Il designer Alessandro Zampanelli, con il progetto Mhox Grater per l'azienda Sisma del 2016, esplora invece il funzionalismo superficiale: attraverso un processo generativo si elabora un

pattern tridimensionale amorfo che amplifica il funzionamento della grattugia, imitando una superficie naturale altamente abrasiva (Fig. 11). Nella carrozzina Go, sviluppata da Benjamin Hubert con la sua Azienda Layer Design per Materialise nel 2016, la progettazione funzionale delle superfici è caratterizzata dall'interfaccia dei materiali di due distinte componenti: una texture tridimensionale in positivo distribuita sulla superficie del guanto e una in negativo sui cerchi di spinta aumentano l'aderenza a terra del prodotto offrendo un maggior rapporto tra potenza e spinta. Questo sistema di interfaccia migliora le capacità prestazionali caratterizzate da una forte diminuzione del rischio di lesioni legate all'uso (Fig. 12).

Conclusioni | L'approccio progettuale al design generativo porta a definire due distinte figure, come ha recentemente sottolineato John Maeda: designer 'classici', i creatori di oggetti finiti per un gruppo selezionato di persone (si pensi a graphic designer, industrial designer, designer di mobili) e 'computational' designer, che si occupano principalmente di codice e costruiscono in continua evoluzione prodotti che hanno un impatto sulla vita di milioni di persone (cit. in Stinson, 2017). Alla luce di quanto discusso, è possibile affermare che gli strumenti di progettazione parametrica generativa e i processi di produzione additiva siano giunti a un grado di maturità tale da far dipendere prevalentemente la qualità progettuale di un determinato prodotto dalla capacità di accesso, interpretazione e manipolazione dei dati da parte del progettista. Allo stesso tempo è importante rimarcare la sempre maggiore complessità dei dati disponibili che si muovono tra i consolidati e ormai largamente gestibili aspetti fisici o formali del prodotto fino alle possibili interpretazioni delle interazioni con l'utente, siano esse comportamentali o emotive. Si pone dunque alla cultura del design un'importante riflessione sul ruolo del progettista, che da responsabile del progetto viene posto dalle tec-

nologie e dai nuovi strumenti in una posizione inedita di mediatore di forme, processi e funzioni complesse, generati da elenchi di codice altrimenti non di semplice governo.

Non appare esaustiva a tal proposito, per quanto fin qui esposto, neppure l'affermazione che l'incrementarsi delle capacità di elaborazione e interpretazione dell'Intelligenza Artificiale possano nel breve termine sostituirsi al pensiero critico e creativo del progettista, cioè alla sua 'anima'. L'I.A. pone piuttosto il progettista in una nuova condizione di selezione, gerarchizzazione e messa in relazione dei dati da rendere disponibili al 'processo di elaborazione progettuale'. Il progettista amplia la sua visione del processo progettuale assumendo un duplice ruolo, di selezione iniziale dei dati da gestire e di scelta critica dei possibili e differenti risultati elaborati dall'algoritmo che soddisfino il risultato finale del progetto. I designer di conseguenza, avranno la necessità di acquisire una maggiore conoscenza nell'utilizzo di codici per la progettazione di prodotti in continua evoluzione e una capacità a lavorare su strutture, processi, regole e interazioni che gli consentiranno di applicare parti di un linguaggio di altre discipline, come l'informatica, l'ingegneria e la biologia, linguaggio che ad oggi risulta ancora distante da quello del design.

The parametric approach to industrial design, characterised in particular by a system of constraints, parameters and generative algorithms, has allowed to expand adaptive capabilities of the virtual model to technical-formal needs researched by designers, difficult to manage in a purely analogic way. This process of 'parametricism' (Schumacher, 2009) has allowed to develop the concept of formalisation and design thanks to the continuous evolution of parametric and generative softwares. Deepening the digital aspect of the project in the contemporary design culture, it is clear that there are different approaches to

modelling experiments and to create geometries and forms of products. The surface tessellation becomes a central topic in contemporary design and emphasises how much technology influences the outcome of the production. The computational approach has a leading role in this context, strongly directing both the formal conception and the material realisation of the process (Romero, 2014). Nevertheless, there is a concrete risk of not being able to control all the aspects of the process (De Giovanni and Spisito, 2019) and the designer could remain passive towards a technological evolution that seems to relegate to machines the control of both technical-operative and creative aspects, as Sennett also stated that when brain and hand are separated, the resulting effect is a mutilation of intelligence; a particularly evident outcome in the case of a technology such as CAD, when its use inhibits learning time (Sennett, 2008, p. 58).

Therefore, the paper focuses on the relationship between physical and digital dimension of the project in industrial design, highlighting how generative design allows an evolution through a constant in-depth analysis and a wider understanding of the potentiality of parametric tools that support the designer during the topological optimisation of virtual models, the increase of technical-functional performances and the aesthetic evolution of the products. The critical analysis of the case studies presented in this paper aims to explain some peculiar design outcomes through the use of generative algorithms with different degrees of computational capacity, employed for different purposes: formal experimentation, structural optimisation and reduction of material and new functionality of parts, components and surfaces. The aim is to define design strategies that, as being increasingly part of typical design methodologies and practices, will allow in the near future to integrate specific technical-performance features in the development of new industrial products.

The future of generative design in contemporary design culture | Nowadays, the evolution of modelling techniques moves towards a full integration between the physical and virtual model: the improvement of virtual models is essential in the evolution of the industrial landscape, which, through the use of simulation, has been able to predict the physical response of the model under certain conditions of production or use since the conception process (Marsault, 2017), and to reduce possible errors that often occur in the early stages of production. The generative parametric modelling approach, aimed at increasing the technical-functional performances of the product, has helped to develop tools and design methods of industrial design, allowing to overcome a pure formal usage. The designer who consciously uses parametric modelling can control and manage every complex variable, parameter and functionality (topological optimisation, minimal surfaces, stress lines, density and material con-

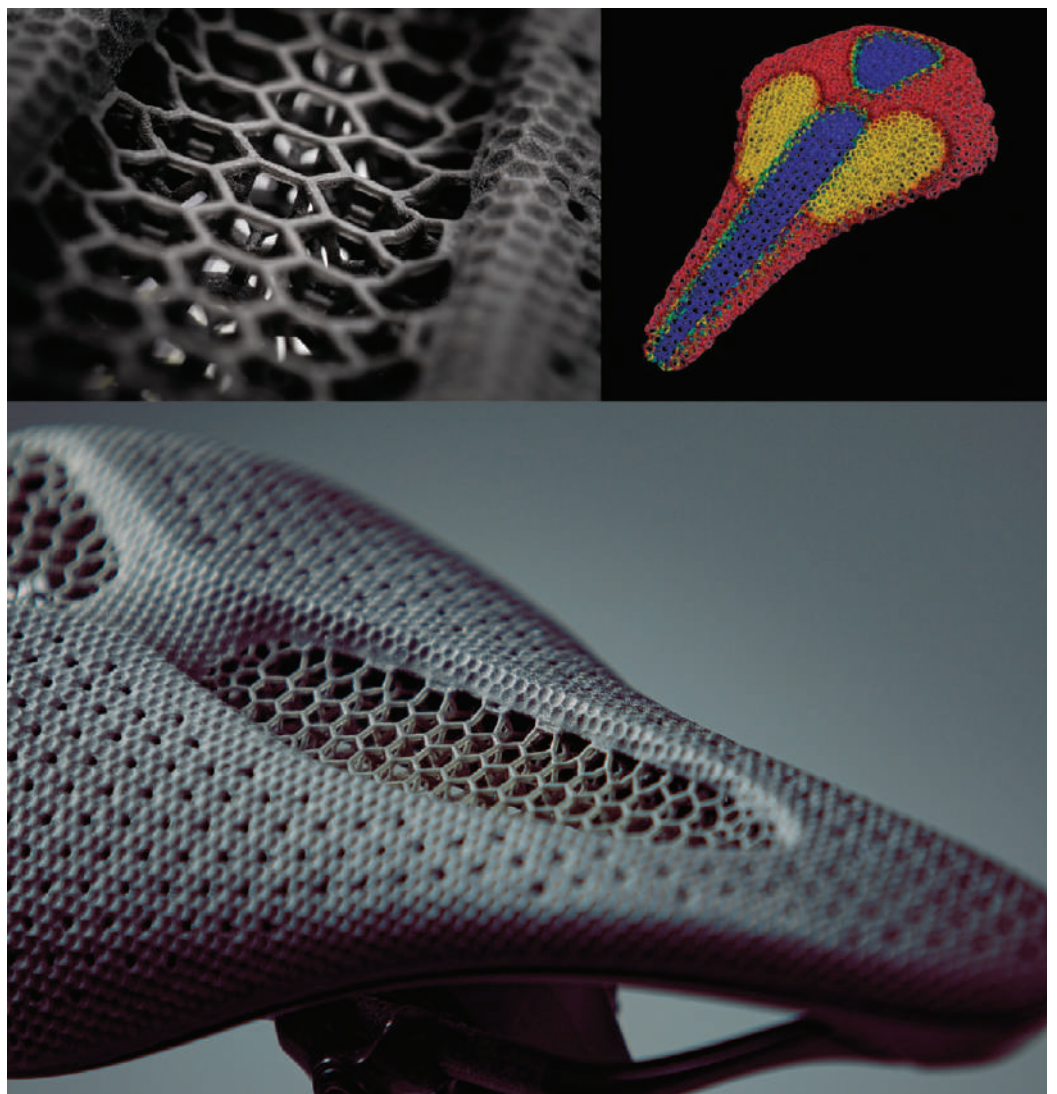


Fig. 7 | Aluminium Gradient Chair by Joris Laarman, 2014 (source: jorisljaarman.com).

Fig. 8 | S-Works Power With Mirror, Specialized, 2020 (source: specialized.com).

centration related to physical and mechanical performances of a product, etc.) that make design fully connected with both physical and virtual aspects (Schumacher, 2016).

The possibility to manage the project following a generative process guided by analysis and data available to the designer allows to diversify the results processed by the generative software, showing products with totally different physical and structural features. From these premises, in the contemporary panorama of industrial products, two different methodological-design approaches are emerging: in the first one, the management of formal elaboration of the product depends exclusively on the algorithm, which shows a single morphological solution respecting the constraints defined and imposed by the designer; in the second one, instead, the designer has the control and is at the top of the data processing procedure, using processed but adjustable algorithms for specific purposes, or developing specific algorithms for a particular artefact, in order to show different design solutions.

Thus, a new operating scenario opens up to the design world, focused on the symbiotic collaboration between designers and new digital design tools, made very accessible thanks to more user-friendly software interfaces (Ajla, 2016) and increasingly high-computing-power computers with Artificial Intelligence. As the computational process now has the potential to make certain choices within the design process independently, designers will have new and different roles in the project development: in fact, they will have to elaborate and implement a different methodological approach (Oxman, 2017) necessary to supervise, guide and set the parameters of the computational project. But how this new panorama will change the perception of the value given to the designer 'profession'? How will the form and design of the objects that make up the real world be transformed, once the machines are given greater design autonomy? These open questions within the contemporary design culture require critical reflections on the potential of digital technologies and their impact on the material dimension of things.

Generative design as formal and aesthetic experimentation tool | Until now, generative or computational design, as a set of new design tools available to the designer, has been used in the development of new products especially for aesthetic and linguistic aims, allowing an exploration of complex forms and non-Euclidean geometries, and a topological experimentation that sometimes can degenerate into idle formalisms, often underestimating the real and immense potential of parametric modelling and new digital technologies (such as 3D additive printing) for product innovation. In fact, it is true that generative design has an enormous potential in creating new forms and aesthetic languages of industrial products, as a result of the conscious use of software that processes data, information and parameters in the form of algorithms to find the most appropriate design solutions to complex problems, but it is also producing an 'aesthetic homologation' that could misrepresent the idea of project itself, turning into pure morphological experimentation (Langella and Santulli, 2017).

There is the risk to elaborate objects with specific functionalities using the potential of generative modelling exclusively as formal justification (Fig. 1). Complex structures inspired by nature and reproduced through 'Voronoi tessellation' reduced to a deconstruction of the surface space without understanding the real aggregative logic put in place by nature with much more interesting and significant purposes for design (Langella and Santulli, 2017; Fig. 2). Nowadays, multidisciplinary skills and highly scientific and technological profiles of designers allow to use parametric and generative processes in an increasingly evolved way, where morphological articulations take on a performative and no longer aesthetic nature.

The influence of the new digital design tools has improved the industrial product design with new peculiar performances that, observed in nature, are now transferable on the project thanks to computational design and more advanced additive printing processes (Migliore, Caruso and Giambattista, 2015). Function, matter, structure and behaviour can now be assimilated in a single design flow, like nature did in billions of years. In fact, in the development of computational processes we can recognise the greatest contribution that biomimicry has made for the project culture (Gallagher et alii, 2014). An efficient distribution of matter, variations of thicknesses and functional differentiation of some parts (transposed from biological systems to new artificial structures) may give rise to exceptional benefits together with the ones already technically available.

Generative design as structural optimization tool and material reduction | The procedure that characterises generative design is an iterative design process where the designer defines variables and different constraints that will be re-elaborated by the algorithm. This will show a specific formalisation and generate a specific range of outcomes. The potential expressed by virtual digitalisation in contemporary design strongly influences the actual and material outcome of the production of an industrial product. For example, certain forces act on each object and depending on the way they act, they spread out giving rise to possible diversified modalities of morphogenesis. This distribution creates a hierarchy that can be translated at design level into parameters with variable density and thickness. Through a topological optimisation process it is possible to maintain structural and resistance performances of a product to the advantage of a smaller amount of material used, also producing significant outcomes for environmental sustainability. Several designers, such as Joris Laarman with his 2006 Bone Furniture series (Fig. 3) and Philippe Starck with his 2019 seat A.I. Chair for Kartell (Fig. 4), understanding the potential of these processes of optimisation and distribution of the material, have been able to bring a greater level of innovation to the product.

The optimisation process is structured in a series of design stages: the ergonomic study of the functional surfaces of the product; the setting of the technical-performance features of the selected material; the definition of the virtual model structure and the application areas of stress in specific points of the product, allowing the gen-

erative algorithm system to process data. The automated process shows, through a series of continuous morphological elaborations, a single efficient product structure – as material reduction – that will have the best resistance. Giving shape to an idea means to identify the parameters of a methodological process, while the form is the result that comes out from the relationships and interactions between parts, through diagrams of forces. On these premises, the contribution aims to explore the potential of a performance design by tangible and intangible interconnection between space, matter, forces, digital tools, production systems and their efficiency compared to certain technical-performance conditions, in order to generate an advanced product. The A.I. Chair that Philippe Starck has created using Artificial Intelligence can be considered as a well-known designer's chair and Starck himself, during the presentation at the 2019 Milan Salone del Mobile, provocatively said that the computer designed it, not him. Indeed, when it comes to generative design it is the designer who asks the software to perform the tasks according to specific required design parameters, establishing in this way a real 'dialogue' with the machine that will process the model in order to ensure expected form and performance.

With the topological optimisation, using softwares that exploit 'simulation driven' processes, it is possible to verify how the form of the structure changes when the applied forces vary. Using density, constraints, loads and features of the material employed as parameters, it is possible to obtain diverse morphological configurations that change on varying of these parameters. If forces can be the glue that ties scheme and structure, topological optimisation can be the principle of their materialisation. In this context, digital production through the use of increasingly high-performance and flexible additive production technologies enables the creation of complex morphologies, which otherwise would have remained in digital version, and makes them feasible and functional.

A.I. Binding, of Now Bindings Company in collaboration with Nidecker Group and Addition 3D, is an example of a product realised in 2020 by 3D printing processes using a high-performance polymer (Fig. 5). The final shape of the shoes has been optimised (also in terms of material) through the use of a generative algorithm that took into account all the stresses suffered during their use. Another product that works with combination of 3D additive printing and generative modelling in the pure functional-performance field is the 2018 Tost skateboard truck set by Philippe Manger (Fig. 6). The truck made in 3D metal powder printing was designed using an algorithm that defined a differentiated, fluid and homogeneous morphology solution for the whole body, and reticular form with a higher density for areas subject to high mechanical stress. Most traditional skateboard trucks are made of aluminium; Manger used titanium which has a higher specific weight. Topological optimisation, defined through the data entered by the designer, has allowed to generate a reticular and mono-material structure, which integrates different functional components and encourages to use less material, under the same performance,

making the truck much lighter and more environmentally friendly.

Generative design as a tool for functionalising parts and components | For the approach where the designer processes the code that composes the algorithm, fractal and alveolar formalisations, variations in thickness, differentiated stratifications and localised emptying are some morphological examples that appear as outcomes of an optimisation process led by the designer according to the data that characterise the product. The code can be applied to solve functional and punctual problems acting on material density variations, recursive reticular structures and localised emptying due to the physical-mechanical function assigned to different areas of the product. The matter is concentrated in areas with a specific function, generating parts with high and low density, defining a hierarchy. In this scenario Joris Laarmann, with the Aluminum Gradient Chair of 2014, experiments the use of a gradient map put all over the structure of the seat in order to distribute, based on the areas that have different levels of stress, higher or lower density of material, discretising the virtual model in a series of cells (Fig. 7). They will be 'empty' to reduce the material and confer lightness, and 'full' for more rigidity and structural strength. The outcome obtained by the designer, based on their design choices, on the use of aluminium and the use of 3D printing as a production process, originates a lightweight structure, able to fulfil all the functional needs of the product.

In those cases, designers use digital tools and their parameters to improve the design in terms of performance, generating objects with original and identity characteristics for language and conception. In areas where the body and its movements play a fundamental role in the use of artefacts (such as sports design products and accessories that interface with anatomical parts), the parametric approach is particularly significant because it allows to insert anthropometric and functional data in the project, configuring a full customisation of the product. An example of this possibility is the S-Works Power With Mirror bicycle saddle, by Specialized, marketed in 2020 and produced in co-operation with Carbon. Specialized has experimented a new production method called Carbon Digital Light Synthesis™ (Carbon DLS™) that has stopped producing the padding with traditional foam in favour of a 3D printed polymer reticular structure. The product morphology is the result of a thorough study on the pressure that the athlete applies on the saddle during sport activities. The generative algorithm, led and structured by the designer through the data obtained from pressure distribution map, generates different geometry areas that improve the correct distribution of the pressure on the tail bone of the athlete, increasing comfort and reducing the load on soft tissues (Fig. 8).

Additive production associated with the generative design is one of the productive technologies that closely resembles the growth process of some biological organisms, joining the model proposed by Jakob von Uexküll (2015) in *Theoretical Biology*, where he stated that living forms possess 'dominant' properties and 'accidental' properties. In the digital production based on the

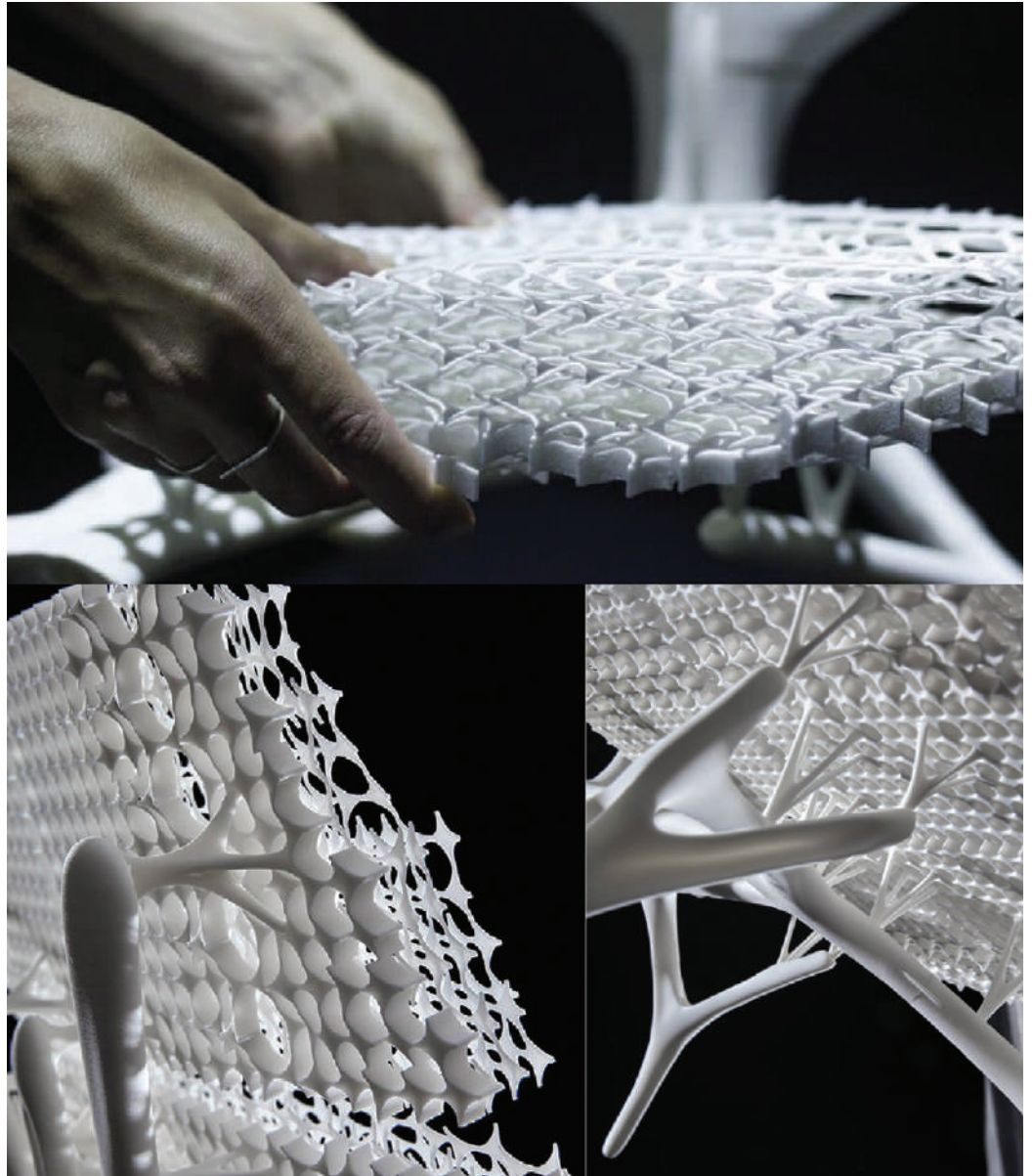


Fig. 9 | Radiolaria #1 by Lilian van Daals, 2018 (credit: L. van der Palen).

generative design, the 'dominant' ones are the algorithmic writing, while the 'accidental' ones are the possibilities to generate, through the code, a plurality of similar, but not equal, forms. The production by additive synthesis and computational geometry induces, in the design-productive methodology, the realisation of mono-matter objects, characterised by recursive reticular structures with an extreme formal complexity, combined with low material density. In this context it is important to remember the 2018 Radiolaria #1 Chair product, used by Lilian Van Daals to continue her research to innovate the production of chairs using laws of nature (Fig. 9). This product connects generative modelling, 3D printing technologies and bioinspired forms to use matter and energy in the most efficient way. The designer, through a generative process, elaborates Radiolarians structures (protozoa that live in the sea) and Bryozoa (small aquatic invertebrate animals) in codes that inform and create the product, improving functional aspects as well as flexibility, adaptability and stability.

Generative design as functionalising surfaces

tool | Generative modelling, with its potential for processing and modifying virtual models, can be used not only for the reduction and optimisation of a volume, but also as a tool for the functionalization of surface parts of a product. In the past, surface modelling had been carried out with an application or a pattern modification to respond to a specific functionality. Today, with generative algorithms, designers can create surfaces with three-dimensional patterns that assume specific functions. One of the first designers that research on surfaces function is Neri Oxman. In 2014 Gemini, Oxman tried to understand how materials interact with the human body; the chaise lounge has a container that protects the body and reproduces the tranquillity of the womb through a 3D colour printed shell and with many materials (Fig. 10). The three-dimensional surface of the seat, elaborated through a generative process, uses Objet's multi-material 3D printing technology, creating a range of warm, transparent, and opaque colours, with different stiffness. Materials, shapes and surfaces of this 'skin' have created an vibrational acoustic effect that gives life to a calm and relaxing environment.



Fig. 10 | Gemini By Neri Oxman in collaboration with Stratasys, Connex Technology, CNC milling Paris, France 2014 (credit: M. Figuet).



Fig. 11 | Mhox Grater by Alessandro Zampanelli in collaboration with Sisma, Lenovo, Autodesk and Davide Sher, 2016 (credit: A. Zampanelli).

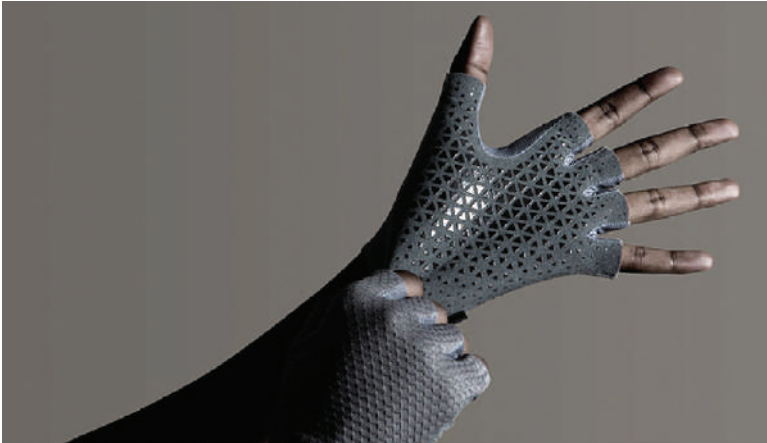


Fig. 12 | GO By Benjamin Hubert in collaboration with Layer design, Materialise, 2016 (credit: B. Hubert).

The surface structure disperses and absorbs the sound and, without large planar surfaces, reduces the amount of sound that would otherwise bounce back to the source. The inner 'skin' is designed as two-dimensional double-curved cells that diffuse and absorb the sound efficiently thanks to their geometry. This surface functionalization, with a full management of variables and data to apply, opens different usage scenarios where the designer can decide to make the product more performing in terms of functionality.

The designer Alessandro Zanpanelli, instead, with his 2016 Mhox Grater Project for the Sisma Company, explored surface functionalism: a generative process elaborates a three-dimensional amorphous pattern that expands the functioning of a grater, imitating a highly abrasive natural surface (Fig. 11). In the Go wheelchair, developed by Benjamin Hubert in 2016 with his Layer Design Company for Materialise, the functional surface design is characterised by material interfaces with two distinct components: a three-dimensional positive texture distributed on the glove surface and a negative one on the wheels that increase the grip on the ground of the product, offering a better power-thrust ratio. This interface system improves performance capabilities strongly decreasing usage-related injuries risk (Fig. 12).

Conclusions | This approach to the generative design defines two distinct figures, as recently

Acknowledgements

The contribution is the result of a common reflection of the Authors. Nevertheless, the introductory paragraph, 'The future of the generative design in the culture of contemporary design' and 'The generative design as structural optimisation tool and material reduction' are written by D. Paciotti, while 'Generative design as a tool for functionalising parts and components', 'The generative design as structural optimisation and material reduction tool' and 'The generative design as functionalization of surface tool' are written by A. Di Stefano.

References

Ajla, A. (2016), *Integrating Innovation in Architecture – Design, Methods and Technology for Progressive Practice and Research*, John Wiley & Sons, Chichester. [Online] Available at: doi.org/10.1002/9781119164807 [Accessed 23 October 2021].

De Giovanni, G. and Sposito, C. (2019) "Dettagli d'Autore – Dal disegno manuale dei grandi Maestri a quello digitale delle Archistar | Master's details – From hand-made drawing of the great masters to the digital drawing of Starchitects", in *Techne | Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 18, pp. 99-109. [Online] Available at: doi.org/10.13128/techne-7516 [Accessed 15 October 2021].

Gallagher, C. L., Reaser, L., Crane, P., Ataide, R. A., Mauerman, D., Undesser, M., Nunez, D. and Ku-shner, A. (2014), *Can 3D printing unlock bioinspiration's full potential?*, Fermanian Business & Economic Institute, San Diego. [Online] Available at: docplayer.net/38411869-Can-3d-printing-unlock-bioinspiration-s-full-potential.html [Accessed 25 October 2021].

Langella, C. and Santulli, C. (2017), "Processi di crescita biologica e Design parametrico", in *MD Journal*,

pointed out by John Maeda: 'classic' designers, the makers of finite objects for a select group of people (think graphic designer, industrial designer, furniture designer) and 'computational' designers, who deal mostly in code and build constantly evolving products that impact millions of people's lives (cit. in Stinson, 2017). Considering what we have analysed to this point, we can say that parametric generative design tools and additive production processes have reached the maturity to make the design quality of a product mainly dependent on access capacity, interpretation and manipulation of data by the designer. At the same time, it is important to note the increasing complexity of the available data that go from consolidated – and now largely manageable – physical or formal aspects of the product up to possible interpretations of interactions with the user, whether they are behavioural or emotional. Therefore, the design culture makes an important reflection on the role of the designer, who, as project manager and thanks to technologies and new tools, is a mediator of forms, processes and complex functions, generated by code lists that could be difficult to solve.

In light of the above, it is not correct to say that the improvement of Artificial Intelligence's processing and interpreting skills can replace, in the near future, the critical and creative thinking of the designer, that is their 'soul'. Rather, A.I. puts the designer in a new condition of selection, hierarchization and connection of data available to the

'design process'. The designer broadens their vision of the design process assuming a dual role, starting with a selection of data to be managed and then choosing critically possible and different results elaborated by the algorithm that meet the final outcome of the project. As a result, designers need to acquire a better understanding of the use of codes for design products in constant evolution, and to work on structures, processes, rules and interactions that allow them to use parts of language from other disciplines, such as computer science, engineering and biology. A language that is still far from the design one.

vol. 3, n. 1, pp. 14-27. [Online] Available at: mdj.materialdesign.it/index.php/mdj/article/view/85 [Accessed 18 October 2021].

Marsault, X. (2017), *Eco-generative Design for Early Stages of Architecture*, vol. 1, Wiley-ISTE, London-Hoboken.

Migliore, E., Caruso, I. and Giambattista, A. (2015), "Digital materials – La nuova materialità biologicamente digitale", in *Digicult*, 02/09/2015. [Online] Available at: digicult.it/it/news/digital-materials-a-new-biologically-digital-materiality/ [Accessed 25 October 2021].

Oxman, R. (2017), "Thinking difference – Theories and models of parametric design thinking", in *Design Studies*, n. 52, pp. 4-39. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.destud.2017.06.001 [Accessed 23 October 2021].

Romero, M. E. (2014), "Physical Computing – Strumento progettuale per i designer di oggi", in Rossi, M. and Casale, A. (eds), *Uno (nessuno) centomila – Prototipi in movimento – Trasformazioni dinamiche del disegno e nuove tecnologie per il design – Workshop marzo-maggio 2014*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna (RN), pp. 125-136. [Online] Available at: re.public.polimi.it/retrieve/handle/11311/848734/87462/unonessunofull.pdf [Accessed 25 October 2021].

Schumacher, P. (2016), "Parametricism 2.0 – Gearing Up to Impact the Global Built Environment", in *Architectural Design*, vol. 86, issue 2, pp. 8-17. [Online] Available at: onlinelibrary.wiley.com/toc/15542769/2016/86/2 [Accessed 25 October 2021].

Schumacher, P. (2009), "Parametricism – A new global style for architecture and urban design", in *AD Architectural Design*, vol. 79, issue 4, pp. 14-23. [Online] Available at: doi.org/10.1002/ad.912 [Accessed 26 October 2021].

Sennett, R. (2008), *L'uomo artigiano*, Feltrinelli, Milano.

Stinson, L. (2017), "John Maeda – If You Want to

Survive in Design, You Better Learn to Code", in *Wired*, 15/03/2017. [Online] Available at: wired.com/2017/03/john-maeda-want-survive-design-better-learn-code/ [Accessed 20 October 2021].

von Uexküll, J. (2015), *Biologia Teoretica*, Macerata, Quodlibet.

QUANDO LE LUCI SI SPENGO Prospettive future per la progettazione della casa intelligente

WHEN LIGHTS TURN OFF Future perspectives to design smart homes

Matteo O. Ingaramo, Mila Stepanovic

ABSTRACT

La situazione della pandemia Covid-19 ha manifestato con grande evidenza l'incertezza e la complessità della nostra esistenza: siamo coinvolti e partecipiamo alla messa in discussione dei modelli di vita consolidati e alla sperimentazione di nuovi modelli politici ed economici che coinvolgono diversi attori, dai sistemi di governo alle comunità o società virtuali. Le tecnologie hanno decisamente un ruolo essenziale in queste trasformazioni e sfide globali al cambiamento. Questo saggio analizza il rapporto tra questo fenomeno generale e il suo effetto particolare sugli individui nella sfera privata, concentrandosi sulla digitalizzazione degli spazi e in particolare di quello domestico. Mediante alcuni casi studio riguardanti tipologie di sistemi di smart home diversi per tecnologie e infrastrutture, modalità d'interazione, hardware e software, e per il loro rapporto con il design di ambienti di questo tipo si porranno in evidenza sia le sfide che le soluzioni emergenti. In conclusione verrà proposto uno scenario di approccio critico ai sistemi complessi del prossimo futuro per progettare in modo più consapevole e coerente un ambiente da vivere intelligente, a dimensione umana e sostenibile.

The Covid-19 pandemic has strongly shown the uncertainty and complexity of our lives. We are involved and we participate in questioning our consolidated life models and in the experimentation of new political and economic models, involving different actors, from the governments to the communities or virtual societies. Technologies have definitely an essential role in these transformations and global challenges aimed to change. This essay analyses the link between this general phenomenon and its particular effect on private citizens, focusing on the digitisation of spaces and, in particular, domestic spaces. Challenges and emerging situations will be highlighted through some case studies concerning smart home systems, different in terms of technology and infrastructure, methods of interaction, hardware and software, and their relationship with the design of this kind of environment. In conclusion, we will present a critical approach to complex systems of the near future, to design in a more conscious and coherent way an intelligent, human-sized and sustainable environment to live in.

KEYWORDS

casa intelligente, intelligenza ambientale, tecnologia ubiqua, approcci di design critico, futuri prosperi

smart home, ambient intelligence, ubiquitous technology, critical design approaches, prosperous futures

Matteo O. Ingaramo is an Associate Professor and Director of Master of Science in Design & Engineering at the School of Design of Politecnico di Milano (Italy). He is General Director of POLI.design, the Consortium of Politecnico di Milano for action research and post-graduate teaching, a Member of the Products, Services and Strategies research group and Vice President of the GDIO Global Design Industry Organisation. He focuses his research on design engineering and product integration fields. Mob. +39 347/52.73.941 | E-mail: matteo.ingaramo@polimi.it

Mila Stepanovic, PhD Candidate at Politecnico di Milano (Italy), focuses her research on the theories and practices of critical design, on design for conscious behaviours and on the design of technological artefacts. She is a lecturer at Poli.design, and a Teaching Tutor at the School of Design of Politecnico di Milano and has several international patents. Mob. +39 338/27.65.603 | E-mail: mila.stepanovic@polimi.it

La pandemia Covid-19 ha dimostrato che stiamo vivendo in tempi di incertezza e di complesse e rapide trasformazioni sociali e tecnologiche; stiamo partecipando, intenzionalmente e non, ai «[...] debates and experiments (the current financial crisis is just one of the most recent examples), in which different actors including governments, companies, NGOs, social movements, virtual communities, [...] are engaged, and in which the differentiation between scientific research, institutions and laboratories on the one hand, and societal and political processes on the other hand, are blurring (Nowotny, 2008)» (Grand and Wiedmer, 2010, p. 3). Le tecnologie assumono in questo scenario un ruolo tanto determinante quanto incerto: sempre più ubiquo e autonome, in rapido cambiamento e con potenziale quasi infinito, lasciano aperte diverse questioni per la progettazione dei dispositivi e dei sistemi intelligenti, oggi capaci di elaborare grandi quantità di dati, apprendere dagli utenti e dall'ambiente ed esserne consapevoli, passare da stati attivi a passivi e viceversa.

Occorre poi affrontare questioni di ordine etico e sociale quando si progetta con e per le tecnologie di nuova generazione: che tipo di influenza hanno le tecnologie sugli individui e sulla società riguardo al comportamento umano e al processo decisionale? che tipo di impatto ambientale viene generato a lungo termine? e al mutare della vita quotidiana e del suo contesto quanto mutano o possono mutare prodotti e servizi rispetto al loro assetto performativo e percettivo attuale? la digitalizzazione degli spazi, in particolare dell'ambiente domestico, può essere utile indagata in una visione critica e futuribile, tanto più che la pandemia ha reso centrali sia il modo in cui viviamo l'ambiente della vita quotidiana sia le relazioni con gli attori che lo vivono. L'obiettivo progettuale diventa perciò la gestione delle complessità sociali e individuali al progredire delle tecnologie, aiutando le persone a vivere meglio con l'incertezza e a costruire o configurare ambienti in grado di consentire e sostenere il cambiamento verso una nuova normalità.

Se in passato la casa intelligente era intesa come un sistema connesso per controllare l'ambiente e ottenere il comfort desiderato in uno spazio privato, oggi sta diventando più versatile e personale, 'in' e 'da' remoto, con complessi prodotti-servizi-sistemi in grado di raggiungere un livello avanzato di prestazioni, sia per il lavoro quotidiano che per il tempo libero. Le soluzioni offerte e in fase di sviluppo prevedono sistemi di reti e servizi che fanno parte del costruito, ovvero dispositivi domestici dotati di robusti sensori collegati in reti chiuse e sistemi di 'dispositivi portatili' connessi in reti aperte (assistenti vocali con applicazioni attivi verso gli utenti, dispositivi intelligenti, come ad esempio termostati e sensori della qualità dell'aria attivi verso la qualità ambientale indoor). Tutti hanno un'ambizione comune: aiutare gli utenti nelle loro attività ed esigenze quotidiane, valutare e influire più efficacemente sul loro ambiente, riducendo i rischi di impatto negativo e aumentando la percezione di comfort (Aldrich, 2003).

I più correlano 'grandi' e diversi tipi di dati per fornire ai loro utenti servizi efficaci, ma quando la luce si spegne, quando i dispositivi passano dallo stato attivo a quello passivo vi è ancora

un beneficio? Fino a che punto questi sistemi e dispositivi sono compagni e quando invece diventano avversari od ostacoli nella nostra vita quotidiana? Inoltre mentre le tecnologie digitali e di Intelligenza Artificiale (IA) diventano più performanti e autonome, resta il rischio potenziale di un effetto blasé (Simmel, 1950) e non di reale vantaggio per l'utente se non si mettono in relazione le prestazioni con le esigenze umane. L'ipotesi formulata in questo saggio è che il design sia deputato a esplorare e facilitare una relazione attiva e mutevole tra la persona, i dispositivi e l'ambiente: rendere l'individuo più cosciente e consapevole della tecnologia gli conferisce un maggiore controllo e consente di vivere appieno l'ambiente attraverso interazioni ed esperienze significative.

Un altro piano di osservazione e analisi riguarda la complessità dell'infrastruttura, la rete dei sistemi e servizi e alcune nuove tecnologie che possono aiutarci a raggiungere soluzioni sostenibili; alla formulazione di una visione su questo tema concorrono diverse discipline e campi di studio come la Human-Computer Interaction (HCI), le pratiche e le teorie del Critical Design, la psicologia e la filosofia della tecnologia (Weinberger and Durante, 2020). Il saggio mette in luce l'importanza di adottare una prospettiva universale e contemporanea nella progettazione di ambienti domestici intelligenti, sia teorica sia pratica.

Di seguito si discuterà criticamente una selezione di casi analizzati riguardanti diverse tipologie di sistemi domestici intelligenti, attraverso l'analisi delle tecnologie e delle infrastrutture, delle modalità di interazione, dei rituali e dei canali, dell'hardware e del software, e del loro rapporto con la definizione progettuale degli ambienti. In conclusione, si prospetterà un approccio critico a tali sistemi complessi per progettare in modo più consapevole e coerente gli ambienti domestici intelligenti. Con progettare consapevolmente, si intende l'adozione di un pensiero critico visto come capacità di un designer di analizzare la società, gli individui e le tecnologie su diversi livelli: anticipare le possibili implicazioni etiche e sociali e considerare gli obiettivi di sviluppo sostenibile per costruire condizioni più prospere e resilienti, esplorando i livelli micro e macro. L'ipotesi per il futuro è che i principi e i metodi provenienti dal design critico e speculativo possano essere implementati per progettare case intelligenti corrispondenti a realtà plausibili per il prossimo futuro.

Il background teorico | Il saggio trae spunto da osservazioni sulle incertezze causate da pandemie, crisi economiche, cambiamenti climatici, ecc. ma tiene in considerazione anche fenomeni come la trasformazione tecnologica e la transizione digitale non necessariamente avversi ma difficili da assimilare nella società e negli individui per dimensione o per distanza culturale dalla maggior parte di essi. E se le società stesse sono in continuo cambiamento e trasformazione per reazione a questi fenomeni, emerge la necessità di un adattamento rapido per garantire condizioni di prosperità anziché di semplice sopravvivenza: la crisi pandemica ci ha mostrato come Istituzioni e individui debbano prepararsi al meglio per eventi futuri. Il design come disciplina, nella ricerca e nella prassi, può affrontare il cambiamento con i suoi strumenti di sintesi della com-

plexità e con forse ancora maggior efficacia nell'ambiente domestico, dove le sensibilità del progettista ad aspetti culturali e d'uso quotidiano sono più marcate.

La maggior parte del tempo privato e personale si trascorre nelle case e vi è un'evidente propensione a un loro continuo adattamento a nuove esigenze che nel new normal si rivelano ancora più consistenti; negli ultimi anni abbiamo assistito a uno sviluppo pervasivo di diversi dispositivi domestici che rendono la casa più intelligente e offrono maggiore comfort agli utenti. Sfortunatamente però, come spiega Intille (2002, p. 80), «[...] homes today are ill-suited to exploiting the pervasive computing applications being developed in laboratories. Most homes do not easily accommodate even the simplest new technologies, let alone embedded sensor infrastructures and ubiquitous display technologies». Così a una osservazione attenta si nota come queste tecnologie e dispositivi a volte risultino più frustranti che confortevoli e rilassanti; nel rapporto con le tecnologie il design può offrire soluzioni human-centred e può coinvolgere il contesto in evoluzione per completare il quadro dell'esperienza di vita domestica di domani.

L'accelerazione indotta dalla pandemia a una massiccia adozione di tecnologie e strumenti digitali ha impedito di generare una visione accurata e sistematica da cui derivare i riferimenti per una visione progettuale di medio o lungo termine e ha imposto come urgenza metodologica una progettazione più efficace per l'ambiente costruito. Quale progettazione sarà più efficace per l'ambiente domestico? Come la digitalizzazione degli spazi potrebbe migliorare la qualità della vita e prepararci ai forti cambiamenti che si prospettano? L'ipotesi è che potremmo avvicinare il design delle case intelligenti con una visione anticipatoria e capace di indagare le possibili implicazioni sociali ed etiche, culturali e comportamentali. Le narrazioni critiche, tipicamente utilizzate nelle pratiche di Critical Design, possono coinvolgere «[...] not only designers and developers, but also the wider public in a debate about the implication of future technologies» (Schulte, Marshall and Cox, 2016, p. 1); inoltre il Critical Design ha il potenziale «[...] to raise awareness of its capability to engage designers in a different kind of thinking that delivers more conscious design products» (Jakobsone, 2017, p. S4253). Gli approcci di questa pratica del design (design speculativo, design fiction) usano la narrazione e la prototipazione per esplorare le alternative al presente, anticipare o ispirare lo sviluppo scientifico e tecnologico (Dunne and Raby, 2013; Ilstedt and Wangel, 2014) con lo scopo di comunicare «[...] possibility through the stories it evokes and the conversations it starts» (Bleeker, 2010, p. 61).

Il metodo di questa trattazione si basa su ricerca teorica e ricerca-azione, indagando la letteratura da diverse prospettive consolidate ed emergenti: dapprima si è analizzato il concetto di casa intelligente attraverso la lente dell'HCI (Ubiquitous Computing e IoT; Nikou, 2019) notando che i ricercatori HCI si sono concentrati soprattutto sull'interazione tra la tecnologia e l'uomo nel contesto smart home come l'usabilità, la facilità d'uso e i compromessi tra privacy e consapevolezza per gli individui, senza dare mol-



Fig. 1 | Amazon Alexa devices (source: sinceindependence.com, 2019).

Fig. 2 | Google Home devices (source: silverttech812.com, 2021).

Fig. 3 | Apple Home Kit devices (source: support.apple.com, 2021).

ta attenzione agli aspetti domestici, come i ruoli, il significato della casa o i legami emotivi che con essa si creano (Saizmaa and Kim, 2008). Il design critico sta ottenendo un interesse crescente nella ricerca e nella pratica dell'HCI (Elsden et alii, 2017; Pierce et alii, 2015). Elsden et alii (2017, p. 5386) spiegano che: «[...] HCI as a broadly pragmatic, experience-centered, and participant-focused field is well placed to innovate methods that invite first-hand interaction and experience with speculative design projects».

Considerata questa tendenza il saggio mira ad aprire una discussione sui nuovi approcci alternativi e sperimentali per la progettazione della casa intelligente, considerando il ruolo crescente della user experience nell'accettazione e nell'apprezzamento delle soluzioni digitali e integrando prassi di scenario e previsione di strumenti progettuali orientati a individuare oggi soluzioni spesso blasé o ridondanti.

Stato dell'arte | Per definire un quadro di analisi completo occorre identificare e qualificare in sintesi le soluzioni esistenti dedicate alla smart home, considerando diverse tecnologie, infrastrutture e modalità di interazione. Al contempo e come premessa di metodo è utile sottolineare che questo lavoro ha come scopo quello di fornire un panorama delle soluzioni emergenti piuttosto che svilupparne una tassonomia. Nel testo che segue si stabiliscono i parametri utilizzati per analizzare e descrivere lo stato delle soluzioni: attraverso le infrastrutture attuali, la tipologia di tecnologie integrate nei singoli dispositivi di cui è composto l'intero sistema, le diverse applicazioni e scopi del sistema e le modalità di interazione.

Tra i sistemi e i dispositivi smart home esistenti i più noti sono i sistemi domestici automatizzati, noti come domotici; il sistema di disposi-

tivi connessi monitora e attiva diverse funzioni domestiche come l'illuminazione, i comandi, la programmazione di diversi elettrodomestici alimentati in rete, il controllo della temperatura (aria condizionata o riscaldamento), i dispositivi di intrattenimento e altri. La casa intelligente può essere descritta come: «[...] equipped with smart objects, a home network make it possible to transport information between objects and a residential gateway to connect the smart home to the outside Internet world. Smart objects make it possible to interact with inhabitants or to observe them» (Ricquebourg et alii, 2006, p. 23).

L'infrastruttura tipica per questa tipologia di casa intelligente consiste in un dispositivo o un insieme di dispositivi che utilizzano diverse tecnologie a seconda della loro funzione, collegati a un cosiddetto gateway, l'hub centrale. Il concetto di smart home come sistema cablato complesso sta passando negli ultimi anni dalla domotica tradizionale ai sistemi e dispositivi IoT (Marikyan, Papagiannidis and Alamanos, 2019). Per separare basicamente queste due tipologie possiamo dire che quando la domotica si affida alla connessione internet si inizia a parlare di IoT (Mussab et alii, 2017). Ci sono due tipi di infrastrutture e protocolli di comunicazione: uno richiede una connessione cablata ed elettricità, e l'altro è wireless, ovvero richiede una connessione wi-fi, bluetooth, infrarossi o onde radio; esistono poi alcune soluzioni ibride sul mercato che sfruttano l'ethernet (Ricquebourg et alii, 2006).

Più recentemente si sono affermate piattaforme smart home come l'assistente Google Home, Amazon Alexa, Apple Home Kit (Figg. 1-3): queste sono, in alcuni casi, soluzioni stand-alone, in altri casi sono fatte per aderire a uno dei due protocolli di comunicazione che abbiamo menzionato in precedenza. L'automazione della casa si sta evolvendo sempre più verso sistemi

senza fili, in parte o interamente, con una capacità accresciuta di interazione con l'utente; appare perciò interessante notare come le tecnologie ci permettano di andare oltre l'automazione e verso soluzioni più esperienziali (Hoffman and Novak, 2015; Koskela and Väänänen-Vainio-Mattila, 2004) tanto da modificare la definizione di 'smart home' in 'smart living'. Oggi i dispositivi sono interconnessi in un sistema e possono essere controllati da diverse unità e interfacce come terminali a muro, smartphone e tablet, persino PC non necessariamente presenti all'interno dello spazio: essi ci rilanciano verso la sfida di una flessibilità in termini di spazio-tempo e permettono all'utente di controllare la casa da ogni luogo e in ogni momento. Più in generale questi sistemi smart sono costituiti da una rete di sensori e unità di trasmissione dei dati incorporati nei dispositivi che usiamo quotidianamente; possono essere composti da diversi dispositivi che operano diverse funzioni, ma possono anche concentrarsi su compiti specifici, come ad esempio il controllo dell'energia.

Tali sistemi possono essere distinti in base all'applicazione e allo scopo del sistema. Le applicazioni principali all'interno dell'ambiente domestico possono essere sintetizzate nel modo seguente: 1) Comfort e intrattenimento, 2) Soluzioni ambientali, 3) Salute e benessere, 4) Sicurezza, classificazione questa che deriva dalla letteratura e dall'osservazione di diversi casi di studio. In specifico le pubblicazioni di Ricquebourg et alii (2006) e Hamernik, Tanuska and Mudroncik (2012) offrono una visione molto esaustiva di questi sistemi che può essere considerata come base teorica in questo saggio; le applicazioni sono spesso combinate all'interno del sistema ma distinte per produttore e brand, provenienti da diverse culture produttive e di mercato riferibili all'era predigitale. Ma, a parte quan-

do si tratta di tecnologia assistiva dedicata alla salute e alle disabilità, le quattro categorie sembrano non essere correlate all'utente che percepisce e assimila l'ambiente domestico come unico e privo di forti differenziazioni funzionali e di accesso come parrebbe ovvio.

Procedendo per ordine, nell'ambito dell'intrattenimento e del comfort possiamo invece trovare soluzioni che cercano di facilitare l'utente in alcune attività quotidiane, fornendo più semplicità di fruizione e adattandosi alle sue esigenze spesso in modo autonomo. I sistemi all'interno di questa categoria possono includere elettrodomestici intelligenti (cucina, lavanderia, pulizia, ecc.), altoparlanti intelligenti, lampadine intelligenti, prese intelligenti, ecc. Alcuni esempi in questa categoria sono Samsung Family Hub, LG ThinQ, Philips Hue, Roomba, ecc. (Figg. 4-7) Per quanto riguarda le soluzioni sostenibili e di autogenerazione energetica possiamo individuare tipologie di prodotti molto diverse per dimensioni e infrastrutture.

Citiamo qui ad esempio i sistemi intelligenti basati sull'integrazione di celle fotovoltaiche in grado di trasformare l'energia, con un sistema integrato di distribuzione e gestione, come il Fusion Solar di Huawei (Fig. 8). Conosciuti con l'acronimo HEMS – Home Energy Management Systems (Zhou et alii, 2016), i sistemi di questo tipo adottano pannelli solari fotovoltaici e un sistema di immagazzinamento e distribuzione del-

l'energia domestica capace di coinvolgere gli elettrodomestici, di svolgere funzioni di monitoraggio, controllo, gestione o allerta in caso di anomalie. Le tecnologie adottate per la comunicazione sono tipicamente senza fili, come Bluetooth, ZigBee e BACnet; spesso vengono adottate l'intelligenza artificiale e applicazioni Android o IOS per comunicare con gli utenti e coinvolgerli nella gestione, ovvero per aumentare la percezione delle prestazioni in caso di integrazione con contatori intelligenti (per processare il rapporto tra energia prodotta e consumata o per supportare la comunicazione e transfer di dati).

I dispositivi IoT invece sono soluzioni snelle ed economicamente accessibili, spesso integrate nei servizi dei provider che possono aiutare a gestire efficacemente il consumo di energia, di acqua o di gas, e attivare autonomamente modalità di risparmio. Si tratta di sistemi digitali attivi alternativi ad hardware che, a parità di prestazioni, risulterebbero assai più complessi ed onerosi. Citiamo Nest e Netatmo (Figg. 9, 10), realizzati in piena compatibilità con i sistemi HVAC – Heating, Ventilation and Air Conditioning (Han and Lim, 2010). L'hardware di questi dispositivi è semplice (dotato nella maggior parte dei casi solo di una PCB e di un display) mentre la complessità si riscontra nel software di gestione dei sistemi HVAC che sfrutta piattaforme esistenti come Google o altre. Spesso, come nel caso di Netatmo, impiegano il protocollo ZigBee (utile per

la comunicazione 'machine2machine') e integrano le funzioni di ulteriori smart device come ad esempio le valvole dei radiatori o la rete elettrica domestica. La stessa tecnologia, sempre più diffusa negli oggetti smart, viene usata per i casi già citati di Amazon Echo, Google Alexa, ecc.

Per quanto riguarda la salute e il benessere, come detto in precedenza, si tratta di una categoria specifica: si va dall'assistenza per il dosaggio dei farmaci a tipologie più specifiche di ambienti che assistono utenti affetti da una specifica patologia o disabilità (cecità, sordità, difficoltà di movimento, ecc.). Per quanto riguarda i sistemi di sicurezza è vasta e differenziata l'offerta di sistemi intelligenti dedicati a soluzioni che vanno dall'antifurto al monitoraggio di neonati e bambini. Alcuni esempi in questa categoria sono Wyze, Ring Alarm, Nanit e altri (Figg. 11-13) tutti dispositivi e servizi che si interconnettono o operano individualmente, sfruttando diverse tecnologie. La maggior parte di essi utilizza sensori e intelligenza artificiale e machine learning (Guo et alii, 2019) influenzando, a seconda della dotazione, anche le modalità di interazione e la prossemica uomo-oggetto e uomo-ambiente, nel cui campo i sensori di ultima generazione come MEMS (Micro Electro Mechanical System) hanno varie applicazioni: dalla raccolta di energia alle piattaforme inerziali, ai sensori per l'umidità e temperatura, dagli interruttori ottici ai biosensori (Chan et alii, 2008; Rasmussen and Zaghloul,



Fig. 4 | Samsung Family Hub (source: nishio80 80.net, 2019).

Fig. 5 | LG ThinQ (source: lg.com, 2021).

1998). Restano infine molto diffuse alcune modalità d'interazione rappresentate dalle interfacce sugli schermi, il comando vocale, l'interazione tramite un comando remoto e, in alcuni casi molto più avanzati, l'interazione gestuale (Kühnel et alii, 2011).

Nuove frontiere per il design dei sistemi, servizi e prodotti per le case intelligenti | Dato il quadro sintetico dello stato dell'arte delle diverse soluzioni, di seguito ne osserveremo, attraverso alcuni casi di studio, le nuove evoluzioni o innovazioni che appaiono futuribili e alla portata delle tecnologie attuali con lo sguardo a un ruolo più centrale dell'utente e della sua esperienza. Dagli esempi precedenti, abbiamo potuto notare che le esigenze e le sfide attuali in questo campo riguardano principalmente il comfort oggettivo dell'individuo, le soluzioni sostenibili, la salute e il benessere, così come la sicurezza. Tuttavia, in tempi di incertezza, le nostre esigenze stanno cambiando rapidamente e c'è la necessità di fornire soluzioni più percettive ed esperienziali di casa intelligente in grado di evolvere e adattarsi a questi cambiamenti.

Se procediamo all'elaborazione di una visione appare evidente quanto l'evoluzione degli ambienti serviti dalle tecnologie si concentrerà più sul miglioramento della vita degli utenti che sull'aumento delle performance funzionali, la dove tali funzioni sono in forte mutamento così come le esigenze che le richiedono. La maggior parte delle soluzioni si basano su monitoraggio e interazione attraverso l'unità primaria del sistema di dispositivi collegati: informazioni, comando ed esibizione della tecnologia dominano, così come ridondanza di prestazioni disponibili e dispersione di valore. Lo scenario tuttavia cambierà e si renderà più complesso con l'uso della rete chiusa o aperta e la IA che si evolve costantemente nelle sue capacità di prevedere gli eventi e i bisogni, di apprendere dalle interazioni e operare in modo indipendente.

I casi che seguono sono design fiction e proposte speculative che visualizzano e prototipano come potrebbe essere sviluppato un futuro che raccolga il potenziale delle tecnologie esistenti ed in definizione; con essi si esplora lo stile di vita nel prossimo futuro, evidenziando alcune alternative alla realtà in cui stiamo vivendo, cercando di immaginare come si evolveranno le tecnologie, quali saranno i bisogni e i desideri degli utenti, quali saranno le sfide per i designer in questo senso. Ognuno di questi esempi fissa concettualmente nuove soluzioni, nuove tecnologie, nuovi modi di stabilire il dialogo con lo spazio di vita quotidiana.

Duet sviluppato al MIT è una soluzione che indaga su come potrebbe evolversi la casa intelligente personalizzata e automatizzata. Il sistema identifica automaticamente le persone che si muovono in casa, segue l'utente mentre passa di stanza in stanza; Duet localizza le persone misurando i riflessi dei segnali wireless dai loro corpi e le identifica registrando i segnali dei dispositivi mobili posti nelle vicinanze e integrandoli con una mappatura della pavimentazione. Le tecnologie per la domotica oggi in uso invece localizzano e identificano le persone grazie ai segnali emessi dai dispositivi che hanno con loro, in tasca o in borsa. Ma il team di ricerca si è reso con-

to che la maggior parte delle persone lascia i dispositivi sui mobili di casa impedendo il tracking. Il sistema, ad esempio, adatta la temperatura, accende il canale preferito e così via. Per i ricercatori del MIT questo tipo di soluzione potrebbe essere molto utile per la salute e il benessere e oggi, a valle dei lock down che hanno reso la casa nuovamente il centro della vita quotidiana, sembrano aver colto nel segno. Il sistema è stato sperimentato per due settimane in un appartamento abitato da quattro persone e in un ufficio con nove addetti, dimostrando di poter identificare e tracciare gli abitanti con una precisione del 96%. Duet potrebbe essere usato perfino come allarme, per riconoscere dai segnali e dalle informazioni del corpo eventuali intrusi ovvero per evitare inopportuni accessi a zone private della casa.

Un altro esempio della casa intelligente del prossimo futuro è il progetto Mitigation of Shock, l'esperimento condotto dallo studio Superflux su come gli esseri umani vivranno l'esperienza del cambiamento climatico in tempi di assenza di food security e scarsità di risorse. Superflux considera la complessità di questo scenario un hyperobject (Morton, 2013), si tratta dell'installazione di un appartamento radicalmente adattato per vivere con le conseguenze del cambiamento climatico, come l'incertezza dell'approvvigionamento alimentare all'interrompersi delle supply chain e a causa della sovrappopolazione. Questa soluzione non mira alla sopravvivenza, ma piuttosto a un nuovo potenziale di prosperità al mutare delle condizioni di contesto. La simulazione sperimentale è ambientata a Londra nel 2050 e trasforma un appartamento tipo in uno spazio per coltivare e produrre cibo; il sistema è dotato di computer dedicati che monitorano l'ambiente e governano una produzione alimentare autonoma.

Alcuni anni fa IKEA ha presentato il concetto per il futuro della cucina, immaginando come i comportamenti umani modelleranno il design della cucina del futuro. Questo concept è stato pensato per il 2025, immaginando la cucina come un centro di energia, attività e comfort e prendendo in considerazione che nelle aree urbane gli spazi si stanno riducendo costantemente e che con gli anni, ci saranno meno risorse, rendendo il cibo più costoso. La tecnologia è incorporata in ogni parte della casa ma non automatizza le scelte personali e facilita la consapevolezza mediante stimoli ai processi decisionali. Aiuta l'utente a gestire il cibo nella sua casa e la sua dieta, ma è anche un sistema di risparmio energetico che mantiene il cibo alla temperatura giusta. Gli artefatti inclusi in questo sistema sono il tavolo da vivere, il lavandino, lo smaltimento intelligente. La soluzione è dinamica e utilizza interfacce proiettate e animate.

Oggi invece alla Design Week 2021 la Casa del Futuro IKEA presentata a BASE Milano è pensata all'insegna della sostenibilità e della personalizzazione introducendo una impresa digitale dentro casa, basata sull'additive manufacturing, per produrre elementi 'home made' con cui personalizzare ulteriormente l'ambiente o apportare autonomamente modifiche al contesto e allo stile di vita. Progetti open source e design in rete appaiono come scenario di riferimento di questa 'speculazione': interessante è stato ana-

lizzare le due visioni e capire come si evolvano la visione critica del futuro della casa intelligente, lo sviluppo tecnologico e le questioni sociali.

Un altro concetto dirompente all'interno di questo ambito è il concetto di casa bio-autonoma di Philips sviluppata per un futuro libero dal dominio del digitale: in questo caso si tratta di una tecnologia completamente naturale e nuova basata sull'attività microbica che fornisce soluzioni per l'energia, la pulizia, l'illuminazione e la dismissione dei rifiuti. Si tratta di una sinergia di processi biologici fatti a sistema domestico che consuma meno energia e non inquina; si compone di diversi artefatti tra cui l'isola bio-digestore, la dispensa a refrigerazione evaporativa, l'alveare urbano, la bio-illuminazione, l'up-cycler di rifiuti plastici. Questo progetto, come la maggior parte dei progetti speculativi, non ha l'ambizione di diventare un prodotto reale; lo scopo è piuttosto quello di stimolare la discussione su come potrebbe essere il futuro delle nostre case e cosa succederebbe se cambiassimo le tecnologie elettromeccaniche e digitali con quelle biologiche.

In sintesi, il Duet del MIT riguarda il completo adattamento dell'ambiente domestico alla persona, la Mitigation of Shock si occupa di adattare lo spazio personale e quotidiano alle nuove sfide del mondo come le crisi climatiche e l'incertezza alimentare mentre il Concept Kitchen 2025 (sviluppato da IDEO per IKEA) e La Casa del Futuro 2021 per BASE Milano, suggeriscono prima che la cucina diventerà uno spazio centrale della casa e assisterà il suo utente quotidianamente attraverso l'impegno e il dialogo, poiché questo ambiente diventerà autonomo e personale tanto da auto-aggiornarsi. Infine, la Microbial kitchen di Philips ipotizza un modo completamente nuovo di pensare l'ambiente domestico e ciò che significa essere intelligenti e indipendenti in termini di tecnologie.

Visioni radicalmente differenti e talvolta in contrapposizione, ma futuribili e tecnicamente plausibili. Forniscono scenari evolutivi in cui il significato della casa intelligente si sposta dal puro comfort a fornire strumenti agli utenti per vivere in tempi di incertezza e diventare parte attiva nel miglioramento dello stile di vita e del benessere (Fig. 14). In essi si riconoscono gli elementi per stabilire un nuovo rapporto tra l'utente e l'oggetto e l'utente e l'ambiente, una relazione di certo coerente con la disciplina del Design nelle sue declinazioni dell'abitare, del prodotto e dei servizi.

Discussione | Il saggio indaga su possibili nuove frontiere per la progettazione di ambienti domestici intelligenti in relazione ai problemi della società contemporanea, esplorando nuovi approcci e metodi che possano permettere ai progettisti di adottare prospettive plurime, al di là degli schemi esistenti. La trattazione offre una prospettiva di tipo sperimentale basata su fondamenti di Critical Design (Solaimani, Bouwman and Secomandi, 2013) alla ricerca di una via che vada oltre l'efficacia funzionale e verso un comfort percepito. Tuttavia, le applicazioni in ambito domestico che esprimono queste tecnologie sono ancora rare se non riferite ai colossi dei servizi on-line. I casi identificati portano in evidenza come la vita domestica e le funzionalità dell'ambiente costruito siano integrabili e che la loro in-



Fig. 6 | Philips Hue (source: computerbild.de, 2020).

Fig. 7 | Roomba (source: bazaar.hr, 2021).

Fig. 8 | Fusion Solar Huawei (source: e.huawei.com, 2021).

tegrazione possa essere utilmente progettata con un approccio capace di anticipare la vita futura e stimolare l'adattamento alle costanti e prossime trasformazioni. Una capacità di visione come questa mette a disposizione dei progettisti di ambienti e di tecnologie connesse una prospettiva che soddisfa esigenze 'umane' riferite al contesto sociale e storico, ma non di meno alla forte evoluzione dei modelli di business che influenzano l'erogazione di prodotti e servizi per la vita quotidiana.

Nel corso di questo saggio, si sono messi in evidenza i fattori per cui dovremmo ripensare il modo in cui progettiamo gli ambienti domestici intelligenti e come potremmo approcciarli in modo diverso. Qui non si propone una mappatura completa, ma esemplificativa dell'ambiente domestico intelligente, fornendo una panoramica degli scenari attuali, comprese le tecnologie, le infrastrutture e le diverse modalità di interazione con cui l'utente comunica con l'ambiente. Sono state esemplificate diverse applicazioni di tecnologie e servizi connessi e interagenti, tra cui la domotica integrata a specifici dispositivi IoT after-market, dedicati a supportare la vita quotidiana (ambiente automatizzato ed elettrodomestici, elettrodomestici connessi, comfort abitativo e entertainment, prodotti e servizi per la casa intelligente con uno scopo dedicato o specifico fino all'assistenza alla persona).

Partendo dall'osservazione delle soluzioni esi-

stenti e confrontandole con il contesto in cui viviamo e la sua evoluzione costante (oggi quasi radicale) si è potuto formulare l'ipotesi di introdurre analisi intangibili e di scenario per costruire una mappa delle funzioni dei sistemi connessi e intelligenti del prossimo futuro. L'ambiente domestico intelligente può cambiare, ovvero adattarsi giorno per giorno, in base alle esigenze della società che cambia, del mutamento climatico, delle situazioni politiche o economiche attraverso una relazione tra big data, interazione e autoapprendimento e controllo dei device. Ovvero l'utente può usare l'ambiente come un device, capace di veicolare le sue esigenze, di monitorare il benessere, di eseguire approvvigionamenti alimentari o processare gli alimenti, di compiere acquisti e gestire le scorte di ogni tipo di bene senza automatismi ma con sintonia e sincronia rispetto all'utente e ai suoi bisogni oggettivi o soggettivi.

Le questioni che il Design come disciplina dovrà allora affrontare potrebbero essere: quale sarà il significato della casa intelligente in futuro rispetto ai nuovi bisogni e desideri degli utenti? sarà più influente il progetto dell'ambiente fisico o quello dell'ambiente digitale di nuova generazione? quanta influenza avrà tale gerarchia progettuale sulla configurazione degli spazi? e quanta ne avrà sulla piena espressione del potenziale tecnologico? quali competenze dovranno essere messe in gioco per generare una proposta di

ambiente integrato ed efficiente, personale e godibile? I segnali derivanti dalle recenti affermazioni di tecnologie o dalle sperimentazioni citate indicano l'esigenza di una visione critica a monte della fase di progettazione, da eseguirsi con anticipo per consentire di elaborare una strategia progettuale, di conferire una dotazione tecnologica adeguata e una storia da raccontare all'utente finale.

Conclusioni e sviluppi futuri | Nel corso del saggio sono state riportate le soluzioni attuali per la casa intelligente e alcune visioni future proposte da designer e ricercatori. Lo stato dell'arte delle soluzioni esemplificate ci mostra le possibilità tecnologiche del momento e come vediamo le attuali sfide quotidiane. L'analisi delle proposte speculative e orientate al futuro mostra invece come immaginiamo la casa del futuro in base alle previsioni e agli scenari: alcune sfide attuali come l'emergenza climatica o la home food science determinata dalla scarsità crescente di risorse del pianeta.

Rispetto alle nuove frontiere e all'importanza di integrare questi nuovi approcci nella progettazione di soluzioni di smart home, inclusi prodotti e servizi, gli autori si riferiscono a metodologie di critical design e a prospettive più 'pluriversali' (Escobar, 2018) nella progettazione di sistemi di sistemi domestici connessi e intelligenti. Il design critico usa narrazioni e materializzazioni per



Fig. 9 | Nest (source: karotrading.in).



Fig. 10 | Netatmo (source: elektro.tzb-info.cz, 2021).

immaginare e dimostrare l'esistenza di realtà alternative, mondi futuri, con lo scopo di farci riflettere sulle tecnologie e lo sviluppo scientifico. Questi artefatti sono in qualche modo definibili come 'politici': non si limitano alle proprietà materiali e funzionali degli artefatti, ma esplorano i possibili i contesti sociali e culturali che reagiscono alla antropizzazione del mondo con i suoi progressi tecnologici e i mutamenti naturali.

Ci sono molti ambiti del progetto che possono essere esplorati usando i principi del design critico; in questa sede si è potuto osservare come per la smart home le molte tendenze attuali siano connotate dal monitoraggio pervasivo dell'utente e dell'ambiente. Inoltre, i sistemi di smart home stanno diventando sempre più indipendenti grazie all'integrazione di IA, in grado di anticipare i nostri desideri, come adattare la temperatura della casa prima del nostro arrivo, elaborando e accumulando una grande quantità di dati di cui non siamo consapevoli la maggior parte del tempo. Søndergaard e Hansen (2018), nei loro studi sull'assistenza vocale intelligente, evidenziano la capacità di questi dispositivi di persuadere gli utenti partendo dai dati che raccolgono durante la giornata: se ne deduce che questi dispositivi non sono solo artefatti tecnologici che mirano a supportare le attività quotidiane, quanto piuttosto artefatti politici che influenzano lo scenario. Lo stesso studio evidenzia anche la differenza tra i diversi produttori e come i dati siano elaborati secondo i valori della società in cui si colloca il prodotto (persuadere verso preferenze politiche, decisioni morali, ecc.).

Si potrebbe quindi concludere che gli artefatti tecnologici non sono neutrali (Feenberg, 2005; Ihde, 1997). E si potrebbe pensare che gli ambienti costruiti debbano diventare 'compatibili' con una life policy anziché di una life style. Più le nostre case diventano indipendenti, più funzionano e possono essere considerate delle macchine da calcolo: grazie a internet la questione del design della casa connessa passa attraverso il rischio di minacce cyber-fisiche (Heartfield et alii, 2018). Oltre ai rischi della gestione della rete e della raccolta dati, un altro aspetto che può essere esplorato per la progettazione delle future case intelligenti è la sfida ambientale, vista da due prospettive: la prima riguarda le tecnologie e i sistemi stessi, e la seconda riguarda l'adattamento dell'uomo all'ambiente attraverso soluzioni tecnologiche (come abbiamo potuto vedere nell'esempio di Mitigation of Shock). Il primo con-

cetto considera l'ottimizzazione del sistema di casa intelligente attraverso l'infrastruttura e i componenti, il secondo riguarda la capacità della casa intelligente di adattarsi al contesto e alle sue incertezze.

Infatti, ciò che gli autori vedono come una sfida e una prospettiva futura è quella di creare sistemi in grado di stabilire l'interazione con l'utente in modo significativo e non intrusivo e allo stesso tempo stimolare il dialogo tra l'utente e l'ambiente. Questa comunicazione reciproca potrebbe aiutare gli utenti a capire meglio le tecnologie e la casa intelligente stessa, andare oltre il comfort come concetto di lusso e muoversi verso il concetto di benessere fisico e mentale. Raggiungere una maggiore consapevolezza sia da parte del sistema che dell'utente dovrebbe essere la sfida progettuale per il futuro; è auspicabile quindi l'individuazione di nuovi ambiti di ricerca sperimentale per la progettazione mettendo il problem-finding al posto del problem-solving e sfruttando gli approcci e i principi del design critico, come le narrazioni e la prototipazione.

The Covid-19 pandemic has shown that we are living in uncertain times with complex and quick social and technological transformations. We are, intentionally and unintentionally, participating to «[...] debates and experiments (the current financial crisis is just one of the most recent examples), in which different actors including governments, companies, NGOs, social movements, virtual communities, [...] are engaged, and in which the differentiation between scientific research, institutions and laboratories, on the one hand, and societal and political processes, on the other hand, are blurring (Nowotny, 2008)» (Grand and Wiedmer, 2010, p. 3). In this context, technologies take on a fundamental yet uncertain role: increasingly ubiquitous and autonomous, quickly changing and with an almost infinite potential, leaving many issues pending on the design of intelligent devices and systems, today capable of processing large amounts of data, learning from users and the environment and being aware of them, passing from active to passive states and vice versa.

When planning for and with new generation technologies, ethical and social issues should be faced. What kind of influence do technolo-

gies have on citizens and society about human behaviour and the decision-making process? What kind of environmental impact emerges in the long run? When the daily life and its context change, how much do products and services change – or can change – with respect to their current performative and perceptive structure? The digitised spaces, in particular the home environment, can be purposely studied only in a critical and future vision. Especially since the pandemic has put the spotlight on the way we live daily in our environment and the links with the actors living in it. The objective of design becomes to manage social and individual difficulties as technologies improve, helping people to live better with uncertainty and to build or design environments capable of enabling and supporting the shift towards a new normal.

In the past, the smart house was considered as a connected system useful to control the environment and obtain the desired comfort in a private space. Today, it is becoming more versatile and personal, 'in' and 'from' remote, with complex products-services-systems capable of reaching an advanced level of performance, both for daily work and for leisure time. The solutions provided and in development envisage network and service systems that are part of the built environment, or domestic devices equipped with robust sensors connected in closed networks and systems of 'portable devices' connected in open networks (voice assistants with applications responding to users, smart devices, such as thermostats and air quality sensors active for indoor environmental quality). They all have the same ambition: help users in their daily activities and needs, evaluate and affect their environment more effectively, reducing the risks of a negative impact and increasing the feeling of comfort (Aldrich, 2003).

Many people link 'big' and different types of data to provide their users with effective services, but when the light goes off, when the devices switch from active to passive state, is there still a benefit? To what extent are these systems and devices companions and when do they become adversaries or obstacles in our daily life? Moreover, while digital technologies and Artificial Intelligence (AI) become more performing and autonomous, there still is the potential risk of experiencing a blasé effect (Simmel, 1950) without having a real advantage for the user if the performance is not connected to human needs. The hypothesis of this essay is that design is responsible for

exploring and facilitating an active and changing bond between the person, the devices and the environment. Making people more conscious and aware of technology gives them greater control and allows them to fully enjoy the environment through meaningful interactions and experiences.

Another observation and analysis plan concerns the complexity of the infrastructure, the systems and services network and how some new technologies can help us achieve sustainable solutions. Different disciplines and study fields contribute to the creation of a vision on this subject, such as Human-Computer Interaction (HCI), practices and theories of Critical Design, psychology and technology philosophy (Weinberger and Durante, 2020). The essay highlights the importance of using a universal and contemporary perspective while designing smart domestic environment, both theoretical and practical.

Below we will critically discuss a selection of cases concerning different types of smart home systems, through the analysis of technologies and infrastructures, methods of interaction, rituals and channels, hardware and software, and their relation with the design definition of the environments. In conclusion, a critical approach to such complex systems will be envisaged to design smart home environments in a more conscious and coherent way. Consciously designing means to use critical thinking, seen as the ability of a designer to analyse society, individuals and technologies on different levels, anticipate possible ethical and social implications, and consider sustainable development goals to build more prosperous and resilient conditions, by exploring the micro and macro levels. The idea for the future is that the principles and methods coming from critical and speculative design could be implemented to design smart houses corresponding to realities for the near future.

Theoretical background | The essay draws inspiration from observing the uncertainty caused by pandemics, economic crises, climate change, etc. But it also takes into consideration phenomena such as technological transformation and digital transition, that are not necessarily hostile, but difficult to assimilate for society and citizens due to their size or cultural distance from most of them. If society is continuously changing in reaction to these phenomena, the need to

quickly adapt emerges, to guarantee prosperous life conditions and not merely survival. The pandemic crisis has shown that Institutions and citizens should be better prepared for future events. The design as discipline, in research and practice, can face the change with its tools to simplify complexity and perhaps with even greater effectiveness in the home, where the designer's sensitivity to cultural and everyday use aspects are clearer.

Most part of our leisure time is spent in the house and there is a sharp preference to continuously adapt it to new needs that are even more significant in the new normal. Over the last years, we have seen a pervasive development of different domestic devices, making the house smarter and providing the users with more comforts. Unfortunately, as explained by Intille (2002, p. 80), «[...] homes today are ill-suited to exploiting the pervasive computing applications being developed in laboratories. Most homes do not easily accommodate even the simplest new technologies, let alone embedded sensor infrastructures and ubiquitous display technologies». After a careful observation, it is clear that these technologies and devices are sometimes more frustrating than comfortable and relaxing. Connected with technology, design can offer human-centred solutions and can involve the evolving context to fill in the blanks of the future domestic life experience.

The acceleration induced by the pandemic in the massive use of technologies and digital tools has prevented the creation of an accurate and systematic vision for extracting the references for a medium or long-term design vision. After this experience, a methodological urgency has developed. What design will be more effective for the domestic environment? How can space digitisation improve the quality of life and prepare us to the great changes ahead? The hypothesis is that we could study the design of smart homes with an anticipatory vision, capable of investigating the possible social and cultural, ethical and behavioural implications. Critical narrations, typically used in Critical Design practices, can involve «[...] not only designers and developers, but also the wider public in a debate about the implication of future technologies» (Schulte, Marshall and Cox, 2016, p. 1). Moreover, Critical Design has the potential «[...] to

raise awareness of its capability to engage designers in a different kind of thinking that delivers more conscious design products» (Jakobsone, 2017, p. S4253). The approaches of this design practice (speculative design, design fiction) use narration and prototyping to explore the alternatives to the current situation, anticipate or inspire the scientific and technological development (Dunne and Raby, 2013; Ilstedt and Wangel, 2014). Its purpose is to communicate the «[...] possibility through the stories it evokes and the conversations it starts» (Bleecker, 2010, p. 61).

The method of this dissertation is based on theoretical research and research-action, investigating literature from different consolidated and emerging point of view. First, the idea of a smart house was analysed through the HCI lens (Ubiquitous Computing and IoT; Nikou, 2019). It was noted that the HCI researchers have focused mainly on the interaction between technology and humans in the smart home context such as usability, ease of use and the compromises between privacy and awareness for individuals, without paying much attention to domestic aspects, such as roles, the meaning of the house or the emotional bonds it creates (Saizmaa and Kim, 2008). Critical design is getting a growing interest in the research and practice of HCI (Elsden et alii, 2017; Pierce et alii, 2015). Elsden et alii (2017, p. 5386) explained: «[...] HCI as a broadly pragmatic, experience-centred, and participant-focused field is well placed to innovate methods that invite first-hand interaction and experience with speculative design projects».

Considered this tendency, the essay wants to generate discussion on new alternative and experimental approaches for designing the smart house, considering the growing role of user experience in the acceptance and appreciation of digital solutions, integrating scenarios and projecting practices with design tools that today are oriented towards identifying often blasé or redundant solutions.

State of the art | To make a complete analysis framework, it is necessary to identify and briefly qualify the existing solutions dedicated to the smart home, considering different technologies, infrastructures and methods of interaction. At the same time, as a method premise, it is useful to



Fig. 11 | Wyze Home Monitoring System (source: cukejis.xyz, 2021).



Fig. 12 | Ring the Alarm (source: voonze.com, 2021).

underline that this work wants to supply an overview of emerging solutions rather than developing a taxonomy. Below we will establish the parameters used to analyse and describe the state of the solutions: through current infrastructures, types of technologies integrated into single devices of which the entire system is composed, different applications and purposes of the system and the methods of interaction.

Among the existing smart home systems and devices, the best known are the home automation systems. The system of connected devices monitors and activates various domestic functions such as lighting, controls, programming of much electricity-powered appliances, temperature control (air conditioning or heating), entertainment devices and more. The smart house can be described as: «[...] a house which is equipped with smart objects, a home network make it possible to transport information between objects and a residential gateway to connect the smart home to the outside Internet world. Smart objects make it possible to interact with inhabitants or to observe them» (Ricquebourg et alii, 2006, p. 23).

The typical infrastructure of this smart house is a device or a system of devices using different technologies according to their function, linked to a so-called gateway, the central hub. Over the last years, the concept of smart home as complex wired system is shifting from traditional home automation to IoT systems and devices (Marikyan, Papagiannidis and Alamanos, 2019). To basically distinguish these two types, we can say that when home automation relies on the Internet, we are talking about IoTs (Mussab et alii, 2017). There are two types of infrastructure and communication protocols: one requires a wired connection and electricity, and the other is wireless, therefore it requires a Wi-Fi, Bluetooth, infrared or radio wave connection. There are some hybrid solutions on the market using the ethernet (Ricquebourg et alii, 2006).

Recently, some smart home platforms such

as Google Home, Amazon Alexa, Apple Home Kit assistants, have become well-known (Figg. 1-3). These are, in some cases, stand-alone solutions, while in others are made to match to one of the two above-mentioned communication protocols. Home automation is increasingly evolving towards, partially or entirely, wireless systems with an increased ability to interact with the user. Therefore, it is interesting to see how technologies allow us to go beyond automation and towards more experiential solutions (Hoffman and Novak, 2015; Koskela and Väänänen-Vainio-Matila, 2004) up to modify the definition of 'smart home' in 'smart living'. Today, the devices are interconnected in a system and can be controlled by different unities and interfaces, such as wall-mounted devices, smartphones and tablets, even PC not necessarily available in the same room. And they raise the challenge of flexibility in terms of space-time, allowing the user to control the house from any place and at any time. In general, these smart systems are made by a network of sensors and data transmission units embedded in the devices we use every day. They could be made by different devices working with different functions, but can also focus on specific tasks, such as energy control.

These systems can be divided according to their application and purpose. The main applications within the domestic environment can be summarised as follows: 1) Comfort and entertainment; 2) Environmental solutions; 3) Health and well-being; 4) Safety. This categorisation comes from literature and the study of different case studies. Specifically, the publications by Ricquebourg et alii (2006) and Hamernik, Tanuska and Mudroncik (2012) give an exhaustive vision of these systems that can be considered as the theoretical base of this essay. The applications are often combined within the system but separated by producers and brands, coming from different productive and market cultures of the pre-digital era. However, apart from assistive technology dedicated to health and disabilities, the

four categories seem not linked to the user who perceives and assimilates the home as one environment, without strong functional and access differentiation, as it would seem obvious.

In the field of comfort and entertainment, we can find solutions aiming at helping the user in some daily activities, supplying an easier use and adapting to the user's needs, often autonomously. Systems within this category can include smart appliances (kitchen, laundry, cleaning, etc.), smart speakers, smart bulbs, smart sockets, etc. Some examples are Samsung Family Hub, LG ThinQ, Philips Hue, Roomba, etc. (Figg. 4-7). Concerning sustainable and self-generation solutions, we can identify very different types of products in terms of size and infrastructure. For example, intelligent systems based on the integration of photovoltaic cells capable of transforming energy, with an integrated distribution and management system, such as Fusion Solar by Huawei (Fig. 8).

Known as HEMS – Home Energy Management Systems (Zhou et alii, 2016), this kind of systems use photovoltaic solar panels and a domestic energy storage and distribution system capable of involving appliances, monitoring, controlling, managing or alerting functions in the event of anomalies. The technologies used for communication are usually wireless, such as Bluetooth, ZigBee and BACnet. Artificial intelligence and Android or iOS applications are often used to communicate with users and involve them in their management, to increase the perception of performance if they are integrated with smart metres (to process the link between produced and consumed energy or to support the communication and data transfer).

IoT devices are simple and economic solutions, often integrated in the provider's services, which can help to effectively handle the energy, water or gas consumption and activate saving mode autonomously. These are active digital systems, an alternative to hardware which, with the same performance, would be much more complex and expensive. Nest and Netatmo (Figg. 9, 10) are fully compatible with HVAC systems – Heating, Ventilation and Air Conditioning (Han and Lim, 2010). In these devices the hardware is simple (in most cases it has only one PCB and one display). While the HVAC systems management software, is more complex and uses existing platforms such as Google or others. Often, as for Netatmo's case, they use ZigBee protocol (useful for 'machine2machine' communication) and integrate the functions of additional smart devices such as radiator valves or the home electrical wiring. The same technology, increasingly used for smart objects, is used for Amazon Echo, Google Alexa, etc. already mentioned.

Health and well-being, as already stated, are a specific category: ranging from the assistance for the dosage of drugs to more specific types of areas that assist users suffering from a specific illness or disability (blindness, deafness, movement difficulties, etc.). There is a vast and varied range of intelligent security systems dedicated to solutions ranging from anti-theft to baby and child monitors. Some examples in this category are Wyze, Ring Alarm, Nanit and others (Figg. 11-



Fig. 13 | Nanit (source: buys365.ga, 2021).

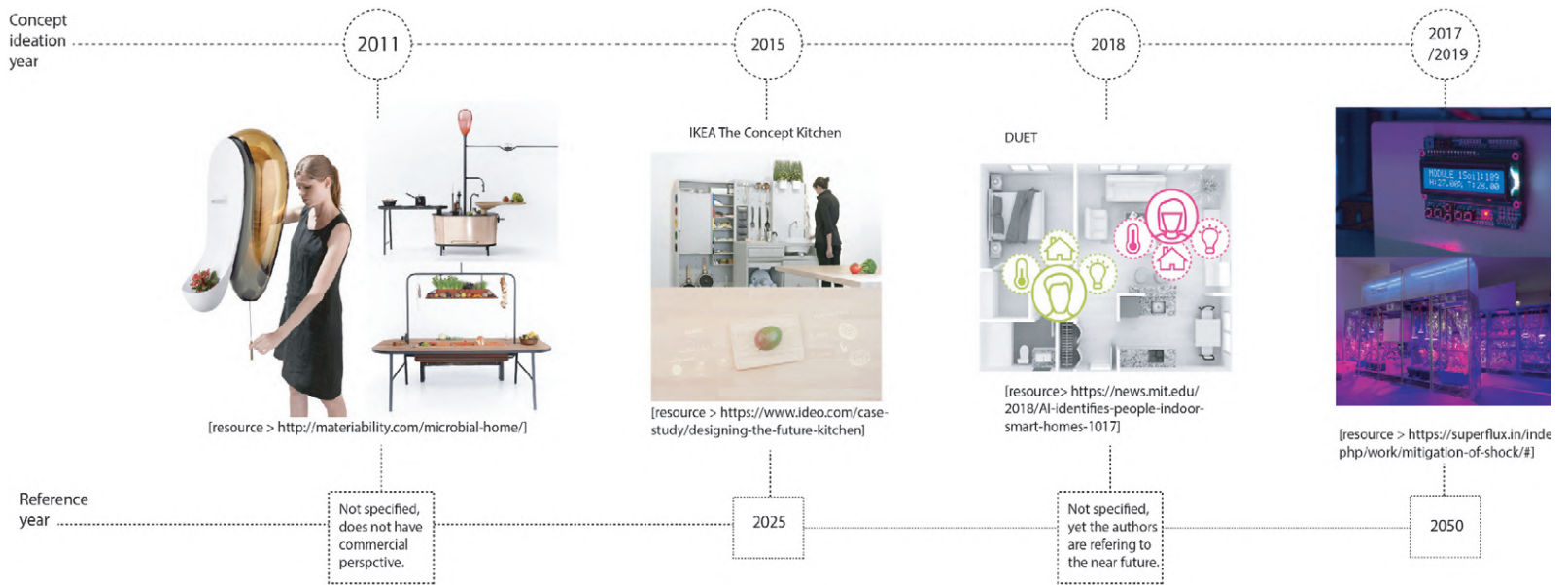


Fig. 14 | Map of the observed examples (source: materiability.com, 2011; ideo.com, 2015; news.mit.edu, 2018; superflux.in, 2019).

13). These devices and services interconnect or work individually, using different technologies. The most part uses sensors, artificial intelligence and machine learning (Guo et alii, 2019) influencing, depending on the equipment, also the man-object and man-environment interaction and proxemics, in this field the latest generation sensors such as MEMS (Micro Electro Mechanical System) have different uses: energy collection, inertial platforms, sensors for humidity and temperature, optical switches, and biosensors (Chan et alii, 2008; Rasmussen and Zaghloul, 1998). Finally, some modes of interaction still widespread are represented by the interfaces on the screens, voice command, interaction via remote command and, in some more advanced cases, gestural interaction (Kühnel et alii, 2011).

New frontiers for designing systems, services and products for smart homes

Given the scarcity of the state of the art for the various solutions, below we will observe, through some case studies, the new evolution or innovations that seem viable and within the reach of current technologies with a look at a more central role of users and their experience. From the previous examples, we could see that the current needs and challenges in this field mainly concern the objective comfort of the person, sustainable solutions, health and well-being, as well as safety. However, in these uncertain times, our needs are quickly changing and it is necessary to provide more perceptive and experiential smart home solutions capable of evolving and adapting to these changes.

If we elaborate a vision, it is clear how the evolution of the environments served by technologies will focus more on improving the lives of users than on increasing functional performances, where these functions are strongly changing as well as the needs that require them. Most solutions are based on the monitoring and interaction through the primary unit of the system of connected devices. Information, control and exhibition of technology dominate, as well as redundancy of available performance and disper-

sion of value. However, the scenario will change and become more complex with the use of the closed or open network and the AI constantly improving in its ability to predict events and needs, to learn from interactions and work autonomously.

The following cases are design fiction and speculative proposals that imagine and prototype how to develop a future capturing the potential of existing and evolving technologies. They show the lifestyle of the near future, highlighting some alternatives to the reality in which we are living, trying to imagine how technologies will evolve, what will be the needs and desires of users, and what will be the challenges for designers. Each one of these examples, conceptually establishes new solutions, new technologies, new ways of interacting with the space of everyday life.

Duet, developed at MIT, is a solution that studied how the smart, customised and automatised house could evolve. The system autonomously identifies the people moving in the house, following the user moving through rooms. Duet locates people by measuring the reflection of wireless signals from their bodies and identifies them by recording signals from nearby mobile devices, integrating them with a pavement mapping. Currently used home automation technologies locate and identify people thanks to the signals emitted by the devices they carry with them, in their pocket or bag. But the research team has noticed that most people leave the devices on the pieces of furniture at home, making tracking impossible. The system, for example, adjusts the temperature, turns on your favourite channel, and so on. For the MIT researchers this type of solution could be very useful for health and well-being and today, after the lockdowns that have made the home the centre of daily life again, they seem to have hit the mark. The system was tested for two weeks in an apartment housing four people and in an office with nine employees, demonstrating that it could identify and track inhabitants with 96% accuracy. Duet could even be used as an alarm, to recognise

signals and body language of any intruder, that is to avoid inappropriate access to private areas of the house.

Another example of smart house of the near future is the Mitigation of Shock project, the experiment carried out by the Superflux Studio on how humans will experience climate change without food security and resource scarcity. Superflux considered this complex scenario as a hyperobject (Morton, 2013). This installation is an apartment radically adapted to live with the consequences of climate change, such as the uncertainty of food supply due to the disruption of the supply chains and to overpopulation. This solution does not aim at survival, but rather at a new potential for prosperity as the conditions of the context change. The experimental solution is set in London 2050 and transforms a typical apartment into a space to grow and produce food. The system is equipped with computers specifically designed to control the environment and handle an autonomous food production.

A few years ago, IKEA presented the concept for the future kitchen, imagining how human behaviours will shape the design of the kitchen of the future. This concept was envisioned for 2025, picturing the kitchen as a centre of energy, activity and comfort taking into consideration that in urban areas the spaces are constantly shrinking and that over the years, there will be fewer resources, and food will be more expensive. Technology is embedded in every part of the home, but it does not automate personal choices and facilitates awareness by stimulating decision-making processes. It helps users to manage food in their house and diet, but it is also a system for energy saving that keeps food at the right temperature. The artefacts included in this system are the table to experience, the sink, the smart disposal. The solution is dynamic, and uses projected and animated interfaces.

At the 2021 Design Week, the IKEA Home of Tomorrow presented at BASE Milano was created with sustainability and customization in mind, introducing a digital company in the home, based on additive manufacturing, to produce

'home made' elements useful to further customise the environment or independently make changes to the context and lifestyle. Open-source projects and network designs appear as reference scenarios of this 'speculation'. It was interesting to study the two visions and understand how the critical vision of the future of the smart home, technological development and social issues will evolve.

Another disruptive concept within this field is the microbial home concept by Philips, developed imagining a future free from digital domination. In this case, it is a fully new and natural technology based on the microbial activity that provides solutions for energy, cleaning, lighting and waste disposal. It is a synergy of biological processes in a domestic system that uses less energy and does not pollute. It consists of several artefacts: the bio-digester island, the evaporative cooler, the urban hive, the bio-lighting, the plastic waste up-cycler. This project, like most speculative projects, does not have the ambition of becoming a real product. Its purpose is to generate discussion on how the future of our homes could be and what could happen if we exchanged electromechanical and digital technologies for biological ones.

In a nutshell, the Duet by MIT concerns the fully adaptation of the home environment to the person. The Mitigation of Shock deals with the adaptation of personal and daily space to the new challenges of the world such as climate crises and food insecurity. The Concept Kitchen 2025 (developed by IDEO for IKEA) and 2021 Home of Tomorrow for BASE Milano, suggest that the kitchen will become a central space of the house and will assist its user on a daily basis through commitment and dialogue, since this environment will become autonomous and personal enough to self-update. Finally, the Microbial kitchen by Philips imagines a completely new way of seeing the home environment and shows what it means smart and autonomous when talking about technology.

Radically different visions, sometimes opposing, but viable in the future and technically plausible. They supply evolutionary scenarios, where the meaning of smart home shifts from being pure comfort to being a provider of tools for users to live in uncertain times and become an active part in improving the lifestyle and well-being (Fig. 14). They have the elements to create a new bond between the user and the object, and the user and the environment. This bond is certainly consistent with the living, product and services aspects of the discipline of Design.

Discussion | The essay studies possible new frontiers for designing smart home environments in relation to the problems of contemporary society, by exploring new approaches and methods that could allow the designers to adopt multiple perspectives, beyond already existing schemes. The dissertation gives an experimental perspective based on Critical Design bases (Solaimani, Bouwman and Secomandi, 2013) researching a road going beyond functional effectiveness and towards perceived comfort. However, the applications in the home environment of these technologies are still rare and even referred to giants of online services. The identified cases highlight

how domestic life can be integrated with the functionality of the built environment. Their integration can be usefully designed with an approach capable of anticipating future life and stimulating adaptation to constant and upcoming transformations. This ability to foresee provides the designers with connected environments and technologies, a perspective that satisfies 'human' needs linked to the social and historical context, and also to the strong evolution of business models that influence the products and services provision in our daily life.

Throughout this essay, we have highlighted the reasons to rethink the way we design smart home environments and how to deal with them differently. We did not present a complete mapping, but an example of the intelligent home environment, providing an overview of current scenarios, including technologies, infrastructures and the different ways the user interacts with the environment. We discussed various applications of connected and interacting technologies and services, including home automation integrated with specific IoT after-market devices, dedicated to supporting daily life (automated environment and appliances, connected appliances, housing comfort and entertainment, products and services for smart homes with a dedicated or specific purpose up to personal assistance).

Starting from observing existing solutions and comparing them to the context, we live in and its constant evolution (currently almost radical) it was possible to express the theory of the introduction of intangible and scenario analyses to build a map of the functions of connected and intelligent systems of the near future. The smart home environment can change, or adapt day by day, based on the needs of our changing society, climate change, political or economic situations through a connection between big data, interaction and self-learning, and device control. The users can use the environment as a device, capable of conveying their needs, monitoring well-being, supplying or processing food, making purchases and managing stocks of all types of goods without automatism but in harmony and synchrony with the users and their objective or subjective needs.

The issues that Design as discipline will face could be: what will be the meaning of the smart home in the future compared to the new needs and desires of users? Will it have more influence the project of the physical environment or the new generation digital environment project? How much influence will have this design hierarchy on the space planning? How much influence will it have on the full technological potential? What competences should be put in place to create a proposal of integrated and efficient, personal and enjoyable environment? The signs coming from the recent success of technologies or from the above-mentioned experiments show the need for a critical vision before the design phase, to be carried out in advance to allow the development of a design strategy, to give it a technological equipment and a story to tell to the end user.

Conclusions and future developments | In the essay we have mentioned current solutions for the smart home and some future visions proposed by designers and researchers. The state

of the art of the explained solutions shows the current technological possibilities and how we see current daily challenges. On the contrary, the analysis of the speculative and future-oriented suggestions shows how we imagine the house of the future based on projections and scenarios: some current challenges such as the climate emergency or home food science determined by the increasing scarcity of the planet's resources.

Concerning the new frontiers and the importance of integrating these new approaches in the solutions for designing smart homes – including products and services – the authors refer to critical design methodologies and more 'pluriversal' perspectives (Escobar, 2018) in the design of connected and smart domestic systems. Critical design uses narratives and materialisations to imagine and demonstrate the existence of alternative realities, future worlds, with the aim of making us think about technologies and scientific development. These artefacts can somehow be defined as 'political': they are not limited to the material and functional properties of the artefacts, but explore the possible social and cultural contexts that react to the anthropisation of the world with its technological advances and natural changes.

There are many areas of the project that can be investigated using the principles of critical design. It was possible to observe that in the smart home many current trends are characterised by the pervasive monitoring of the user and the environment. Moreover, the smart home systems are becoming increasingly independent thanks to the IA integration, capable of anticipating our desires, such as adjusting the temperature of the house before we arrive, processing and accumulating a large amount of data of which we are unaware most of the time. Søndergaard and Hansen (2018), in their studies on the intelligent virtual assistant, highlight the ability of these devices to persuade users starting from the data they collect during the day. It follows that these devices are not just technological artefacts that aim to support daily activities, but rather political artefacts influencing the scenario. This study highlights the difference between the different producers and how the data are processed according to the values of the society where the product is placed (influencing political preferences, moral decisions, etc.).

Therefore, we could conclude that technological artefacts are not neutral (Feenberg, 2005; Ihde, 1997). One could think that the built environments could become 'compatible' with a life policy instead of a lifestyle. The more our homes become independent, the more they work and can be considered as computing machines: thanks to the Internet, the issue of connected home design goes through the risk of cyber-physical threats (Heartfield et alii, 2018). Besides the risks of network management and data collection, another aspect that can be studied for the design of future smart homes is the environmental challenge, seen from two perspectives. The first one concerns technologies and systems, and the second one concerns the adaptation of man to the environment through technological solutions (as seen in the Mitigation of Shock example). The first concept considers the optimisation of the smart home system, though

infrastructure and components, the second concerns the ability of the smart home to adapt to the context and its uncertainties.

In fact, the authors see as a challenge and a future prospective the idea of creating systems capable of establishing an interaction with the user in a meaningful and non-intrusive way and, at the same time, stimulating the dialogue be-

tween the user and the environment. This dialogue could help the users to better understand the technologies and the smart house, quitting considering comfort as a luxury concept and preferring the concept of physical and mental well-being. The design challenge for the future should be to reach a higher consciousness level both from the system and from the user. There-

fore, it is desirable to find new experimental research fields for design, exchanging problem-finding for problem-solving and exploiting the approaches and principles of critical design, such as narratives and prototyping.

References

- Aldrich, F. K. (2003), "Smart Homes – Past, Present and Future", in Harper, R. (ed.), *Inside the Smart Home*, Springer, London, pp. 17-39. [Online] Available at: doi.org/10.1007/1-85233-854-7_2 [Accessed 21 October 2021].
- Bleecker, J. (2010), "Design Fiction – From Props to Prototypes", in *6th Swiss Design Network Conference 2010 | Negotiating futures design function*, Stuedler Press, Basel, pp. 58-67. [Online] Available at: scribd.com/document/396582750/Proceedings-of-Swiss-Design-Network-Conference-2010?language_settings_changed=English [Accessed 21 October 2021].
- Chan, M., Estève, D., Escriba, C. and Campo, E. (2008), "A review of smart homes – Present state and future challenges", in *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, vol. 91, issue 1, pp. 55-81. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.cmpb.2008.02.001 [Accessed 21 October 2021].
- Dunne, A. and Raby, F. (2013), *Speculative Everything*, The MIT Press, Cambridge (MA).
- Elsden, C., Chatting, D., Durrant, A. C., Garbett, A., Nissen, B., Vines, J. and Kirk, D. S. (2017), "On Speculative Enactments", in Mark, G. and Fussell, S. (eds), *CHI '17 – Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Association for Computing Machinery, New York, pp. 5386-5399. [Online] Available at: doi.org/10.1145/3025453.3025503 [Accessed 21 October 2021].
- Escobar, A. (2018), *Design for Pluriverse – Radical Interdependence, Autonomy, and the Making of Worlds*, Duke University Press, Durham (US).
- Feenberg, A. (2005), "Critical theory of technology – An Overview", in *Tailoring Biotechnologies*, vol. 1, issue 1, pp. 47-64. [Online] Available at: sfu.ca/~andrew/fbooks/critbio.pdf [Accessed 21 October 2021].
- Grand, S. and Wiedmer, M. (2010), "Design Fiction – A Method Toolbox for Design Research in a Complex World", in Durling, D., Bousbaci, R., Chen, L., Gauthier, P., Poldma, T., Roworth-Stokes, S. and Stolterman, E. (eds), *Design and Complexity – DRS International Conference 2010, 7-9 July, Montreal*, pp. 1-17. [Online] Available at: dl.designresearchsociety.org/drs-conference-papers/drs2010/researchpapers/47 [Accessed 21 October 2021].
- Guo, X., Shen, Z., Zhang, Y. and Wu, T. (2019), "Review on the Application of Artificial Intelligence in Smart Homes", in *Smart Cities*, vol. 2, issue 3, pp. 402-420. [Online] Available at: doi.org/10.3390/smartcities2030025 [Accessed 21 October 2021].
- Hamernik, P., Tanuska, P. and Mudroncik, D. (2012), "Classification of Functions in Smart Home", in *International Journal of Information and Education Technology*, vol. 2, issue 2, pp. 149-155. [Online] Available at: doi.org/10.7763/IJNET.2012.V2.98 [Accessed 21 October 2021].
- Han, D. and Lim, J. (2010), "Smart home energy management system using IEEE 802.15.4 and zigbee", in *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 56, issue 3, pp. 1403-1410. [Online] Available at: doi.org/10.1109/TCE.2010.5606276 [Accessed 21 October 2021].
- Heartfield, R., Loukas, G., Budimir, S., Bezemskij, A., Fontaine, J. R. J., Filippoupolitis, A. and Roesch, E. (2018), "A taxonomy of cyber-physical threats and impact in the smart home", in *Computers & Security*, vol. 78, pp. 398-428. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.cose.2018.07.011 [Accessed 21 October 2021].
- Hoffman, D. L. and Novak, T. P. (2015), *Emergent Experience and the Connected Consumer in the Smart Home Assemblage and the Internet of Things*. [Online] Available at: dx.doi.org/10.2139/ssrn.2648786 [Accessed 21 October 2021].
- Ihde, D. (1997), "The Structure of Technology Knowledge", in *International Journal of Technology and Design Education*, vol. 7, pp. 73-79. [Online] Available at: doi.org/10.1023/A:1008809019482 [Accessed 21 October 2021].
- Ilstedt, S. and Wangel, J. (2014), "Altering expectations – How design fictions and backcasting can leverage sustainable lifestyles", in Lim, Y., Niedderer, K., Redström, J., Stolterman, E. and Valtonen, A. (eds), *Design's Big Debates – DRS International Conference 2014, 16-19 June, Umea, Sweden*, pp. 1-13. [Online] Available at: dl.designresearchsociety.org/drs-conference-papers/drs2014/researchpapers/123 [Accessed 21 October 2021].
- Intille, S. (2002), "Designing a Home of the Future", in *IEEE Pervasive Computing*, vol. 1, issue 2, pp. 76-82. [Online] Available at: doi.org/10.1109/MPRV.2002.1012340 [Accessed 21 October 2021].
- Jakobson, L. (2017), "Critical design as approach to next thinking", in *The Design Journal*, vol. 20, issue sup. 1, pp. S4253-S4262. [Online] Available at: doi.org/10.1080/14606925.2017.1352923 [Accessed 21 October 2021].
- Koskela, T. and Väänänen-Vainio-Mattila, K. (2004), "Evolution towards smart home environments – Empirical evaluation of three user interfaces", in *Personal and Ubiquitous Computing*, vol. 8, pp. 234-240. [Online] Available at: doi.org/10.1007/s00779-004-0283-x [Accessed 21 October 2021].
- Kühnel, C., Westermann, T., Hemmert, F., Kratz, S., Müller, A. and Möller, S. (2011), "I'm home – Defining and evaluating a gesture set for smart-home control", in *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 69, issue 11, pp. 693-704. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.ijhcs.2011.04.005 [Accessed 21 October 2021].
- Marikyan, D., Papagiannidis, S. and Alamanos, E. (2019), "A systematic review of the smart home literature – A user perspective", in *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 138, pp. 139-154. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.techfore.2018.08.015 [Accessed 21 October 2021].
- Morton, T. (2013), *Hyperobjects – Philosophy and Ecology after the End of the World*, University of Minnesota Press, Minneapolis.
- Mussab, A., Zaidan, A. A., Zaidan B. B., Talal, M. and Kiah, M. L. M. (2017), "A Review of Smart Home Applications based on Internet of Things", in *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 97, pp. 48-65. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.jnca.2017.08.017 [Accessed 21 October 2021].
- Nikou, S. (2019), "Factors driving the adoption of smart home technology – An empirical assessment", in *Telematics and Informatics*, vol. 45, pp. 101283, pp. 1-12. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.tele.2019.101283 [Accessed 21 October 2021].
- Nowotny, H. (2008), *Unersättliche Neugier – Innovation in einer fragile Zukunft*, Kulturverlag Kadmos, Berlin.
- Pierce, J., Sengers, P., Hirsch, T., Jenkins, T., Gaver, W. and DiSalvo, C. (2015), "Expanding and Refining Design and Criticality", in Begole, B. and Kim, J. (eds), *CHI '15 – Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, Association for Computing Machinery, New York (US), pp. 2083-2092. [Online] Available at: doi.org/10.1145/2702123.2702438 [Accessed 21 October 2021].
- Rasmussen, A. and Zaghoul, M. E. (1998), "In the flow with MEMS", in *IEEE Circuits and Devices Magazine*, vol. 14, issue 4, pp. 12-25. [Online] Available at: doi.org/10.1109/101.708474 [Accessed 21 October 2021].
- Ricquebourg, V., Menga, D., Durand, D., Marhic, B., Delahoche, L. and Loge, C. (2006), "The Smart Home Concept – Our immediate future", in *2006 IST IEEE International Conference on E-Learning in Industrial Electronics*, pp. 23-28. [Online] Available at: doi.org/10.1109/ICELIE.2006.347206 [Accessed 21 October 2021].
- Saizmaa, T. and Kim, H. (2008), "A Holistic Understanding of HCI Perspectives on Smart Home", in *2008 Fourth International Conference on Networked Computing and Advanced Information Management*, pp. 59-65. [Online] Available at: doi.org/10.1109/NCM.2008.141 [Accessed 21 October 2021].
- Schulte, B. F., Marshall, P. and Cox, A. L. (2016), "Homes For Life – A Design Fiction Probe", in Björk, S., Eriksson, E., Fjeld, M., Bødker, S., Barendregt, W. and Obaid, M. (eds), *NordiCHI '16 – Proceedings of the 9th Nordic Conference on Human-Computer Interaction*, Association for Computing Machinery, New York (US), art. 80, pp. 1-10 [Online] Available at: doi.org/10.1145/2971485.2993925 [Accessed 21 October 2021].
- Simmel, G. (1950), *The Sociology of George Simmel*, Free Press, Glencoe (US).
- Solaimani, S., Bouwman, H. and Secomandi, F. (2013), "Critical Design Issues for the development of Smart Home technologies", in *Journal of Design Research*, vol. 11, n. 1, pp. 72-90. [Online] Available at: doi.org/10.1504/JDR.2013.054067 [Accessed 21 October 2021].
- Søndergaard, M. L. J., and Hansen, L. K. (2018), "Intimate futures – Staying with the trouble of digital personal assistants through design fiction", in Koskinen, I. and Lim, Y.-K. (eds), *DIS 2018 – Proceedings of the 2018 Designing Interactive Systems Conference*, Association for Computing Machinery, New York (US), pp. 869-880. [Online] Available at: doi.org/10.1145/3196709.3196766 [Accessed 21 October 2021].
- Weinberger, D. and Durante, M. (2020), *Caos quotidiano – Un nuovo mondo di possibilità*, Codice Edizioni, Torino.
- Zhou, B., Li, W., Chan, K. W., Cao, Y., Kuang, Y., Liu, X. and Wang, W. (2016), "Smart home energy management systems – Concept, configurations, and scheduling strategies", in *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 61, pp. 30-40. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.rser.2016.03.047 [Accessed 21 October 2021].

INTERFACCE MATERICHE

Il biologico incontra il digitale

MATERIAL INTERFACES

Biological meets digital

Sabrina Lucibello, Lorena Trebbi, Chiara Del Gesso

ABSTRACT

L'introduzione del concetto di 'materialità digitale' supera la consuetudine di considerare gli attributi fisici della materia in opposizione a tutto ciò che è virtuale, binario e digitale. Già Bonsiepe nel 1995 integra il carattere materico degli oggetti e il valore semiotico dell'interfaccia, riconoscendole l'abilità di configurarsi come 'linguaggio non verbale', 'apparato spaziale' che stabilisce nuove relazioni tra corpo umano e tecnologia. Le superfici dunque svolgono il ruolo chiave di 'membrane' che creano e ricevono stimoli innestati tra interno ed esterno, tra soggetto e oggetto. Dal quadro descritto emerge la necessità di sperimentare soluzioni alternative che rispondano alle esigenze in termini sia di circolarità/sostenibilità che di esperienza/fruizione, attraverso ad esempio interfacce materiche o sperimentazioni sui nuovi materiali biofabbricati come la nanocellulosa microbica.

The introduction to the concept of 'digital materiality' goes beyond the custom of considering matters' physical characteristics as the opposite of virtual, binary and digital ones. Bonsiepe, in 1995, had already integrated the material characteristics of objects and the semiotic value of the interface, acknowledging its ability to become a 'non-verbal language', 'spatial system' establishing new relationships between the human body and technology. Therefore, surfaces have the key role of 'membranes', creating and receiving stimuli from inside and outside, and from subject and object. From this framework, it emerges the need to experiment alternative solutions meeting circularity/sustainability and experience/enjoyment needs, for example, through material interfaces or experiments on new biofabricated materials, such as microbial nanocellulose.

KEYWORDS

materialità digitale, esperienza materiale, design delle superfici, percezione, biofabbricazione

digital materiality, material experience, surface design, perception, biofabrication

Sabrina Lucibello, Architect and PhD, is an Associate Professor at the Department of Planning, Design, and Technology of Architecture, the President of the CdL Design and the Director of the Research and Services Saperi&Co Center of the 'Sapienza' University of Rome (Italy). She carries out research mainly in the field of product innovation and of new materials. Mob. +39 347/05.73.005 | E-mail: sabrina.lucibello@uniroma1.it

Lorena Trebbi, Designer and PhD, is a Post-Doctoral Research Fellow and Adjunct Professor at the Department of Planning, Design, and Technology of Architecture of the 'Sapienza' University of Rome (Italy). She carries out research in the field of innovative materials for design, particularly focusing on biofabrication and the possibility of implementing symbiotic processes between nature and culture, design and science. Mob. +39 377/12.64.521 | E-mail: lorena.trebbi@uniroma1.it

Chiara Del Gesso, PhD Candidate at the Department of Planning, Design, and Technology of Architecture of the 'Sapienza' University of Rome (Italy). She carries out research in the field of innovative processes and products through materials for design between design and science. She is a member of the research team in Saperi&Co Centre. Mob. +39 328/11.84.021 | E-mail: chiara.delgesso@uniroma1.it

La naturale propensione del progettista tesa a integrare il momento tecnico-produttivo con quello progettuale sul piano della sperimentazione estetica e funzionale si muove su diversi livelli: quello della 'percezione', che rivaluta il rapporto dei sensi nell'esperienza reale delle cose e dei materiali; quello del 'significato', che coglie l'importanza della dimensione culturale e concettuale del rapporto con la tecnologia; quello della 'informazione', che mette l'accento sul rilascio o sulla captazione dei dati; quello del 'linguaggio', con cui prefigura nuovi scenari. Muovendosi tra questi livelli, il progettista ha la possibilità di immaginare non solo nuovi artefatti e stili di vita ma anche nuove interpretazioni della qualità della materia, sia attraverso la sapiente gestione degli aspetti tecnologici sia attraverso il suo potenziamento. Un potenziamento 'superficiale' solo in apparenza, perché è qui, sulla superficie, che si concentrano informazioni, messaggi, interazioni, ma che si struttura a livello nano, arrivando al DNA della materia stessa, progettandone tanto le prestazioni tecniche quanto quelle percettive (come il grado di morbidezza, l'odore, la traslucenza, la porosità), contribuendo di fatto alla stessa evoluzione del panorama dei materiali per il progetto (Ferrara and Lucibello, 2012).

Il materiale e la sua superficie rappresentano dunque l'interfaccia tra noi e l'artefatto, e, così come già messo a fuoco da Gui Bonsiepe (1995) in *Design dell'Interfaccia*, il compito del Design consiste proprio nel collegare gli artefatti (materiali o immateriali) al corpo umano, indirizzando l'interazione tra utente e artefatto. L'interfaccia, ci dice Bonsiepe, non è un oggetto ma uno spazio in cui si articola l'interazione tra corpo umano, utensile e scopo dell'azione ed è l'ambito centrale verso il quale si orienta l'interesse del designer, perché trasforma gli oggetti in prodotti; in particolare poi, attraverso il materiale veniamo a scoprire e a dare un carattere a ciò che tocchiamo, vediamo, immaginiamo, moltiplicandone i significati e plasmandone al tempo stesso forma e funzione.

Negli ultimi anni però, l'innovazione nel campo dei materiali ha subito un'accelerazione tale da determinare una vera e propria rivoluzione che ha investito anche il campo del progetto per la rapidità, l'ampliarsi e l'amplificarsi di queste trasformazioni. La rapidità dei cambiamenti ha prodotto uno spaesamento dovuto a un evidente 'scarto di competenze' e un 'gap informazionale', non essendo più il progettista – né tanto meno il tecnico dei materiali – in grado di riuscire a gestire da solo e in tempo reale tutte le informazioni sui nuovi materiali. L'ampliarsi delle possibilità offerte dalla ricerca scientifica e dallo sviluppo delle nanotecnologie ha reso ancor più complesso il panorama, permettendo di progettare materiali ad hoc per qualsiasi tipo di esigenza e sempre più irrinunciabili perché modificati nella loro sostanza, ossia a livello molecolare.

È così che, se in passato parlando di materiali è sempre stato possibile distinguere tra naturale e artificiale, tradizionale o innovativo, oggi ciò non è più possibile dal momento che, al di là dei materiali 'base' come legno, metallo, ceramica, il mondo dei materiali è arrivato a comprendere un universo composto da tante sottocategorie in costante e rapido aggiornamento, fatto di materiali sempre più ibridi e dall'identità sem-

pre meno definibile a tratti anche inconciliabile con quella più 'autentica'. E come non considerare anche le impercettibili rivoluzioni che, agendo sulle caratteristiche estetiche, percettive, espressive ed esperienziali dei materiali, aprono nuove frontiere nei rapporti fra artificiale e naturale, fra oggetti d'uso e oggetti intelligenti, tra oggetti tecnici e oggetti del desiderio, tra uomo e ambiente?

Materiali ibridi perché surrogati, rimescolati, modificati geneticamente e carichi di un valore aggiunto che si esplica in termini di prestazione, ma anche in termini di informazione e capacità di interazione con gli stimoli sensoriali, per dar vita a nuovi linguaggi che sollecitano gli stessi comportamenti dell'uomo e la sua percezione delle cose e degli spazi. Materiali smart, che sembrano vibrare e rispondere agli stimoli esterni, come ad esempio avviene per le vernici termosensibili che cambiano aspetto al variare della temperatura o della luce; o per quelle soft-touch, gommose o vellutate; ma anche per i tessuti, le trame tecniche, i laminati e i film lenticolari, materiali unici e con personalità spiccata, capaci di stimolare un'esperienza emozionale sempre nuova e diversa a seconda delle ore del giorno, della nostra vicinanza e addirittura del nostro stato d'animo. Materiali intelligenti perché carichi di un plus non solo di performance e di prestazioni, ma anche di espressività che rende più diretto l'approccio sensoriale con l'artefatto, tanto che anche luci, suoni, odori, colori diventano materia in grado di conferire comfort psicologico e dunque anche fisico.

Questo è il terreno su cui oggi un progettista deve confrontarsi nel consapevole tentativo di riuscire a produrre una sorta di spaesamento semantico e di ricercata piacevolezza percettiva, muovendosi su un terreno 'intersoggettivo' che trae spunto dalla memoria e dall'esperienza individuale, stimolando nuovi linguaggi, comportamenti, forme di utilizzo e tipologie. Così il 'pensiero creativo' può spingersi fino a pensare ciò che non c'è ma che solo potrebbe essere, aprendo la strada a nuove sperimentazioni vicine tanto alle dinamiche inerenti al mondo dell'arte quanto a quello di sofisticate tecnologie spaziali, sempre più a cavallo tra fisico e digitale. Tutti elementi, questi, che vengono colti dall'utente come suggestioni che concorrono a creare un'esperienza emotivamente originale in cui la tecnologia integrata interviene per formare una relazione più stretta con l'ambiente ma anche con la persona, il prodotto e addirittura con la città, dove lo scopo è far interagire il personale con i clienti e con l'ambiente (Hecht and Colin, 2003). Questi spazi, esemplificazione di quello che Lev Manovich (2006) chiama 'spazio aumentato', sono parte dello spazio urbano contemporaneo nel quale alle strutture fisiche si sovrappongono informazioni e flussi di dati invisibili che lo attraversano (o lo aumentano), potendo per altro essere catturati in ogni momento con i nostri device (Buci Glucksmann, 2004).

Oltre che sulla 'esperienzialità' tecnologico-informatica, il progettista si deve oggi concentrare sull'utilizzo sapiente delle caratteristiche estetico-sensoriali dei materiali che, accanto a quelle tecnico-scientifiche, ne qualificano l'identità. La scelta di un materiale, di una texture, ma persino quella di elementi più immateriali come odori, suoni, insieme ovviamente alla luce, possono influen-

zare fortemente il modo in cui l'oggetto o l'ambiente sono percepiti. Resta una questione da comprendere e cioè se la sapiente combinazione di più stimoli sensoriali darà luogo a una nuova forma di consumismo che ci renderà capaci di consumare in modo più intenso oltre che più veloce, come oggi avviene.

Esperienze ibride | Generalmente l'esperienza digitale è mono-sensoriale, ossia tesa a stimolare principalmente una modalità sensoriale per volta, prima su tutte la vista. Tuttavia, la dimensione virtuale esiste necessariamente in relazione a quella reale (Zannoni, 2015), in cui i nostri sensi non agiscono autonomamente come canali separati. Il meccanismo di percezione, attraverso il quale elaboriamo il mondo esterno, avviene all'interno del nostro cervello come risultato dell'interazione tra molteplici modalità sensoriali (Haverkamp, 2012; Cytowic, 2018), allo stesso modo se la stimolazione è innescata da un oggetto virtuale o fisico. Oggi viviamo in una società in cui i mondi fisici e virtuali si sovrappongono, una società popolata da oggetti fisici che vengono innestati con informazioni digitali, così come da oggetti digitali in grado di acquisire una dimensione fisica tangibile. Di conseguenza si sta sviluppando il fenomeno sociale della 'letargia digitale', poiché i sensi devono compiere uno sforzo molto più consapevole per aprirsi e sono costretti a far fronte a una successione molto più rapida di entità passeggera (Jütte, 2004).

Un esempio di tale processo di ibridazione tra dispositivi digitali e analogici è *Interactive Paper*: utilizzando la tecnologia NFC permette di collegare lo smartphone a un volantino cartaceo che si trasforma in una pulsantiera attraverso cui aprire contenuti digitali sullo smartphone. Un caso simile di realtà aumentata, dove gli elementi immateriali virtuali sono integrati a un dispositivo fisico, è *The Listening Post* un poster musicale realizzato da *Uniform & Bare* Conductive che permette di ascoltare clip musicali di artisti che si esibiscono in un festival musicale toccando direttamente il suo poster pubblicitario. In questo scenario di esperienze ibride non è soltanto il mondo digitale a invadere il mondo fisico ma si può parlare anche di 'virtualità aumentata', per esempio con il concetto di *Material Design*¹ di Google, sviluppato da Matias Duarte nel 2014, il quale prevede un sistema di progettazione adattabile al design piatto, che mira alla creazione di interfacce digitali in grado di riprodurre fedelmente un'esperienza fisica. Attraverso questo sistema le interfacce grafiche possono comportarsi come materiali e oggetti reali, espandendo il concetto di profondità e tridimensionalità alle superfici digitali.

Le esperienze proposte tuttavia sono ancora fortemente ancorate al contesto bidimensionale della visione, per cui si cerca di fornire un'illusione prettamente visiva della realtà che non coinvolge gli altri sensi in qualità di strumenti percettivi. L'era post-digitale ha focalizzato l'attenzione sull'importanza della fisicità e della tattilità, nella crescente consapevolezza che viviamo in una società fatta di sentimenti e non di visioni (Gerritzen and Lovink, 2020). Da qui è nato lo scenario della 'virtualità tangibile', che comprende dispositivi tridimensionali, materici, tangibili, interattivi. *Knitted Keyboard*, ad esempio, è una

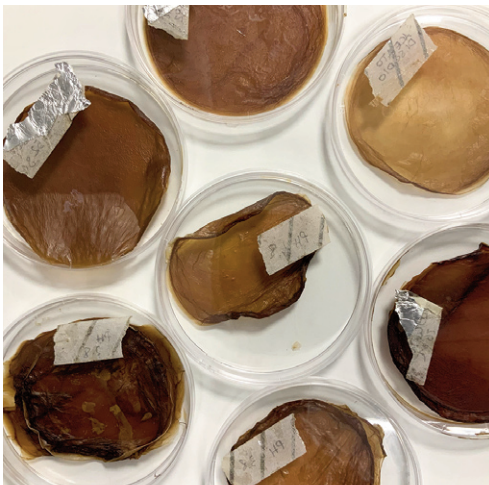
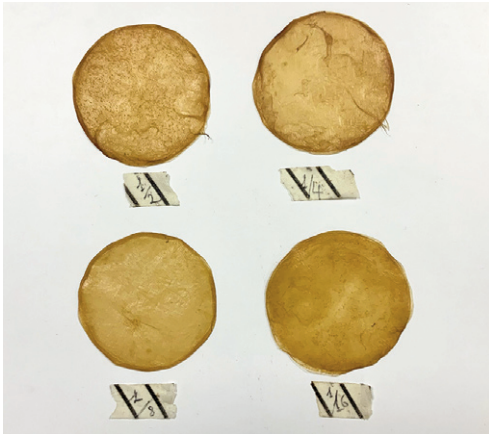
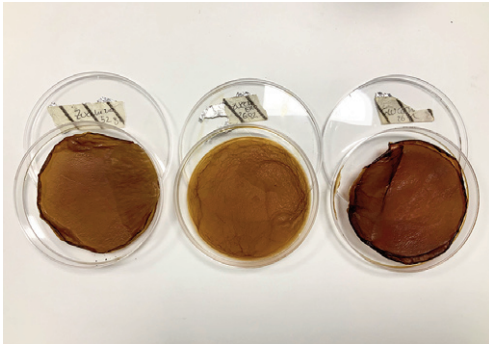


Fig. 1-3 | Microbial nanocellulose laboratory tests, realised by L. Trebbi in collaboration with E. Schifano PhD from Biology and Biotechnology Department Charles Darwin of 'Sapienza' University (credits: L. Trebbi, 2021).

Fig. 4 | Microbial nanocellulose sensory exploration, mixed samples (credit: L. Trebbi, 2021).

superficie interattiva basata su tessuto fabbricata attraverso la tecnologia di maglieria digitale progettata al MIT Media Labs. Il progetto combina filati funzionali (conduttivi, termocromici e composti) e non funzionali (spandex e poliestere high-flex) per creare un meccanismo di rilevamento collegato a un microprocessore centrale che converte i dati del sensore in un'interfaccia digitale strumento musicale (MIDI).

Nella sua installazione Fold Loud, Jooyoun Paek ha utilizzato fogli di carta e inchiostri conduttivi per creare oggetti sonori azionati da origami, dove ogni piega produce una specifica nota vocale. Manipolando gli artefatti di carta, aprendo e chiudendo la carta piegata è possibile comporre una melodia combinando i diversi suoni. L'esperienza piatta e mono-sensoriale offerta dalle interfacce digitali può quindi essere arricchita attraverso la percezione tattile, coinvolgendo tutto il nostro corpo in molti modi che vanno oltre l'atto di premere un pulsante virtuale su uno schermo. La superficie materica degli oggetti incarna così il suo ruolo di 'membrana osmotica' in grado di favorire o inibire lo scambio tra interno ed esterno (Manzini, 1986); in quanto designer, agendo su tali superfici materiche, abbiamo l'opportunità di determinare l'intensità di questo scambio e possibilmente superare il fenomeno della 'lettargia digitale'.

Un mondo fatto di superfici omogenee e prive di stimoli comporterebbe l'annullamento di tutta una serie di relazioni sensoriali (Manzini, 1986). Se la rivoluzione industriale prima, e la rivoluzione digitale poi hanno ridotto al minimo le opportunità di incontro con la 'varietà tattile' derivante dalla texture e dal calore dei materiali naturali, abbiamo ora bisogno di creare una nuova gamma di materiali in grado di fornire un livello equivalente di coinvolgimento tattile, attraverso la progettazione del 'rapporto di prossimità' (Manzini, 1986), che stabiliamo con gli oggetti.

Nanocellulosa microbica come membrana osmotica interattiva | Nell'attuale contesto di ricerca nel campo dei materiali per il progetto, il design interroga le nuove materialità con l'intento di individuare potenzialità inesprese e possibili nuove modalità di fruizione e applicazione. È questo il caso della nanocellulosa microbica, un materiale biofabbricato derivante dal processo di fermentazione di una coltura simbiotica di batteri e lieviti (SCOBY), tradizionalmente utilizzato per la produzione di Kombucha. Questa superficie materica, oltre a notevoli proprietà tecnico-performative, è dotata di forti qualità tattili, visive e olfattive che costituiscono gli elementi 'sensibili' in grado di influenzare profondamente la percezione del prodotto. L'attività di ricerca che gli autori stanno svolgendo presso gli spazi del centro Saperi&Co della 'Sapienza' Università di Roma è volta allo studio e analisi delle potenzialità di tale materiale ad agire (a funzionare, a fungere) da interfaccia materica per dispositivi digitali, collocandosi dunque nella dimensione di 'virtualità aumentata' per cui la dimensione sensoriale diventa parte centrale dell'esperienza.

Il materiale presenta una struttura di rete in fibra nanoscala e una morfologia cristallina che gli conferiscono alte proprietà meccaniche (Gatenholm and Klemm, 2010; Lay et alii, 2017). A differenza della cellulosa ottenuta da fonti vege-

tali, che richiede trattamenti chimici e l'uso di sostanze chimiche altamente inquinanti a causa della presenza di altri componenti (lignina, emicellulosa, pectina), la cellulosa da fonti microbiche è prodotta nella sua forma pura, che fornisce maggiore flessibilità, idrofilia e proprietà di rilascio del carico di droga (Dima et alii, 2017). In combinazione con additivi come polveri metalliche, grafene o polipirrolo, è possibile produrre nanocompositi altamente conduttivi ed elastici, dotati delle caratteristiche elettriche e meccaniche che non possono essere raggiunte dai singoli materiali (Liang et alii, 2012; Lay et alii, 2017). Flessibilità, biocompatibilità, trasparenza e tutte le altre proprietà esaminate rendono la nanocellulosa microbica adatta per applicazioni nel campo dell'indossabile, dell'elettronica morbida, dei biosensori, dei sensori cutanei e dei dispositivi elettronici.

L'uso della nanocellulosa microbica come soluzione alternativa sostenibile per l'e-textiles è stato esplorato da Giulia Tommasello (2016) nel corso della sua ricerca con il progetto Bio-Conductive Skin. Particelle conduttive come grafite e rame sono state inserite nel materiale, al fine di ottenere un tessuto conduttivo che può essere utilizzato come una seconda pelle indossabile. Uno dei problemi con gli e-tessuti è che quando perdono la loro resistenza o conducibilità nel tempo vengono gettati via come rifiuti elettronici, mentre la sostituzione di tessuto con un materiale biologico come nanocellulosa in grado di biodegradare consentirebbe di bio-riciclare l'elettronica in nuovi tessuti elettronici (Fontana, 2018).

L'azienda biotecnologica tedesca Scobytec, che negli ultimi anni ha iniziato a produrre sacchetti a base di nanocellulosa microbica e altri prodotti simili, ha ora iniziato a esplorare l'applicazione del materiale nel campo degli indossabili e dell'elettronica morbida realizzando alcuni prototipi come un gilet biker con LED integrati e Natural Action Shoe, una scarpa da indossare a piedi nudi dotata di hardware controller per esplorare ambienti VR/AR e facilitare il libero utilizzo delle mani. Un altro interessante progetto che esplora il potenziale interattivo di questo materiale biofabbricato è Intra-Action, un sintetizzatore di nanocellulosa microbica creato per New Instruments for Musical Expression (NIME). Il synth è in grado di generare suono da fogli bagnati di materiale che funziona come un sensore tattile capacitivo, modificando l'intensità del flusso elettrico a seconda dei diversi tocchi. Durante la performance dal vivo il materiale viene attorcigliato, accarezzato, piegato, pressato, sollevato o colpito, fondendo l'esperienza fisica e digitale.

Oltre alle proprietà tecnico-performative del materiale, un ruolo chiave è svolto dalle proprietà sensoriali, strettamente legate al suo processo di fabbricazione. Il processo di preparazione standard di Kombucha produce un materiale di colore brunoastro che può variare da chiaro a scuro a seconda del colore del tè utilizzato. Inoltre, mantiene il forte odore di aceto tipico del processo di fermentazione anche una volta essiccato e quindi, nonostante i numerosi vantaggi in termini di caratteristiche tecniche, performative e produttive, dal punto di vista estetico-percettivo il materiale finale non risulta molto accattivante (Figg. 1-3). Tuttavia, agendo sull'ambien-

te chimico della coltura, e quindi sul nutrimento utilizzato per alimentare il metabolismo microbico in termini di qualità e quantità, è possibile controllare e modificare le proprietà sensoriali del materiale risultante, influenzando allo stesso tempo colore, odore e consistenza che coinvolgono più canali sensoriali (Figg. 4-9). È possibile agire sulla consistenza del materiale anche dopo la fase di crescita, posizionando il materiale bagnato su una superficie testurizzata a rilievo o su uno stampo tridimensionale per modellarlo a piacere. Infine, le proprietà autoadesive del materiale consentono la stratificazione dei fogli di materiale (Fig. 10), attraverso i quali è possibile creare superfici tridimensionali in grado di fornire feedback tattile durante l'interazione.

Conclusioni | La riprogettazione dell'esperienza in risposta alle questioni della sostenibilità e dell'innovazione tecnologica, combina i due 'attrattori' del design contemporaneo: il biologico e il digitale. Materiali e artefatti riflettono l'evoluzione dei processi tecnologici influenzati da queste due dimensioni progettuali, che non seguono necessariamente percorsi distinti ma possono combinarsi e intrecciarsi in una doppia elica. Il progetto non può astrarsi dal contesto ambientale in cui opera come erroneamente prospettato dalla rivoluzione digitale, ma deve sempre far convivere livelli tecnici disparati e contrastanti, «[...] che non restituiscono mai un modello unificante e chiuso per le nuove possibili forme evolutive degli artefatti» (La Rocca, 2006, p. 143). Il design rappresenta lo strumento tramite cui far dialogare materiale e immateriale integrando diverse modalità di interazione, stratificando l'informazione a più livelli e attribuendo alle superfici un plus sensoriale.

The natural attitude of the designer aimed at integrating the technical-productive moment with the design focusing on aesthetic and functional experimentation has different levels. The 'perception' level, which re-evaluates the role of the senses in the real experience of things and materials. The 'meaning', which captures the importance of the cultural and conceptual dimension of the relationship with technology. The 'information', which emphasises the release or collection of data. The 'language', which prefigures new scenarios. Moving through these levels, the designer has the chance to imagine new artifacts, lifestyles, and also new interpretations of the matter quality, both by wisely manage the technological aspects and by its enhancement. An only apparently 'superficial' enhancement, because it is on the surface that information, messages and interaction are concentrated, but it is structured at a nano-level, reaching the DNA of the material, designing both its technical and perceptual performances (such as the level of softness, odours, translucency, porosity), contributing to the evolution of the landscape of materials available for the project (Ferrara and Lucibello, 2012).

The material and its surface are the interface between us and the artifacts. As already highlighted by Gui Bonsiepe (1995) in *Design dell'Interfaccia*, the job of Design is to link the artifacts (tangible or intangible) to the human body, chan-

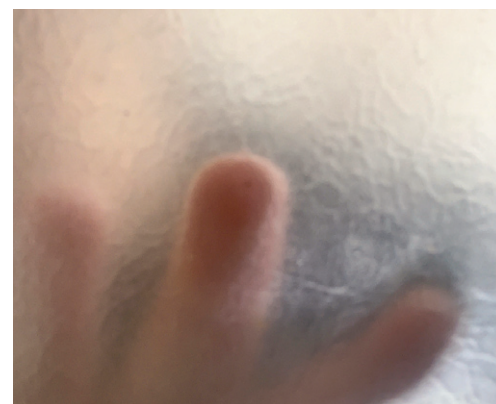
nelling the interaction between user and artifact. According to Bonsiepe, the interface is not an object but a space where the interaction between human body, tool and purpose of the action is the main focus of the designer, because it transforms objects in products. In particular, through the material we discover and give a sense to what we touch, see, imagine, multiplying its meanings and, at the same time, moulding its form and function.

However, in recent years, the innovation in the material field has had a remarkable acceleration that determined a real revolution that has also affected the project field due to the speed, expansion and amplification of these transformations. The quick changes have caused disorientation, due to a clear 'difference of competences' and an 'informational gap', because the designer is no longer able to handle alone and in real time all the information on new materials. The widening of the possibilities achieved through the scientific research and the development of nanotechnology has made the landscape even more complex, allowing to design specific materials for every type of need and increasingly unrecognisable because they are modified up to their matter, that is, at molecular level.

In the past, when talking about materials, we could always separate natural and artificial, traditional or innovative, and today is no longer possible. This is because, besides the 'basic' materials, such as wood, metal, and ceramic, the world of materials now includes a multitude of subcategories, constantly and rapidly updating, made of increasingly hybrid materials and with a less and less defined identity, at times even irreconcilable with the more 'authentic' one. It is impossible not to consider the imperceptible revolutions that, acting on the aesthetic, perceptive, expressive, and experiential characteristics of the materials, open up new frontiers in the relationship between artificial and natural, products and smart objects, technical objects and desirable objects, man and environment.

Hybrid materials are surrogates, mixed, genetically modified and loaded with an added value that is expressed in terms of performance, but also in terms of information and of the ability to interact with sensory stimuli, to create new languages that stimulate the same behaviours of men and their perception of things and spaces. Smart materials that seem to vibrate and respond to external stimuli, as it is the case for thermochromic paints – they change their aspect as the temperature or light changes – or for soft-touch paints – chewy or velvety – and also for fabrics – technical fabrics, laminates and lenticular films. These are unique materials with well-defined characteristics, capable of stimulating an ever new and different emotional experience depending on the time of day, our proximity and even our mood. Smart materials provide high-quality performances and services, and also have a high expressiveness that makes the sensory approach to the artifact more direct, so much so that even lights, sounds, smells, colours become materials capable of giving psychological and physical comfort.

This is the ground of comparison for a designer, in a conscious attempt to produce a sort of semantic disorientation and refined perceptive pleasure, walking on an 'intersubjective' path that



Figg. 5, 6 | Microbial nanocellulose sensory exploration: translucency (credits: L. Trebbi, 2021).

draws inspiration from memory and individual experience, stimulating new languages, behaviours, uses and types. The 'creative thought' can even imagine something that does not exist but could, opening the path to new experiments, close to the dynamics linked to the art world and to sophisticated space technologies, increasingly standing between the physical and digital world.

These elements are seen by the user as suggestions that help to create an emotionally original experience in which integrated technology participates to create a closer relationship with the environment but also with the person, the product and even the city, where the aim is to make the staff interact with customers and with the environment (Hecht and Colin, 2003). These spaces (symbols of what Lev Manovich (2006) called 'augmented space') are part of the contemporary urban space, where physical structures overlay with information and invisible data streams that cross it (or increase it), can be captured at any time with our devices (Buci Glucksmann, 2004).

In addition to the technological-computer 'experience', the designer must focus on the wise use of the aesthetic-sensorial characteristics of the materials which, together with the technical-scientific ones, characterise their identity. Choosing a material, a texture, and also immaterial elements such as odours, sounds, together with light, can strongly condition the way the object or the environment are perceived. There is a remaining issue: will the wise combination of several sensory inputs create a new form of consumerism that will make us consume more and faster, as it already happens?

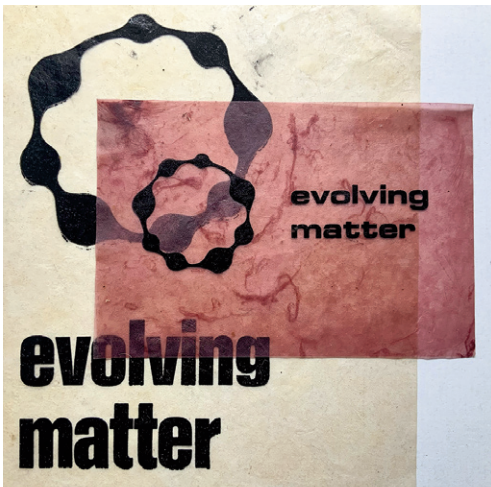


Fig. 7, 8 | Microbial nanocellulose, printing tests realised by L. Trebbi in collaboration with Slab Letterpress in Rome (credits: L. Trebbi, 2021).

Hybrid experiences | In general, the digital experience is mono-sensory: aimed at stimulating mostly one sense at a time, first of all sight. However, the virtual dimension necessarily exists in relation to the real one (Zannoni, 2015), where our senses do not act autonomously as separate channels. The perception mechanism that makes us process the external world, exists inside our brains as a result of the interaction between multiple sensory modalities (Haverkamp, 2012; Cytowic, 2018), as well as if the stimulation is triggered by a virtual or physical object. We currently live in a society where physical and virtual worlds overlap, a society filled with physical objects mixed with digital information, and with digital objects capable of gaining a tangible physical dimension. As a consequence, the social phenomenon of 'digital fatigue' is developing, as the senses have to make a much more conscious effort to feel and are forced to cope with a much faster series of passing entities (Jütte, 2004).

An example of this hybridisation process between digital and analogue devices is the Interactive Paper: using NFC technology, it allows you to connect your smartphone to a paper flyer, which turns into a keypad to open digital content on your smartphone. A similar case of augmented reality, where immaterial virtual elements are integrated into a physical device, is The Listening Post, a music poster made by Uniform & Bare Conduc-

tive. It allows to listen to musical videos of artists playing at a musical festival simply by touching its advertising poster. In this scenario of hybrid experiences, it is not only the digital world that invades the physical world but we can also mention, 'augmented virtuality'. For example, the concept of Material Design¹ by Google, developed by Matias Duarte in 2014, is a design system adaptable to a flat design, which aims to create digital interfaces that can faithfully replicate a physical experience. Through this system, the graphical interfaces can act as real materials and objects, extending the concept of depth and three-dimensionality to digital surfaces.

However, the proposed experiences are still strongly rooted into the bi-dimensional context of the vision. This is why we try to provide a purely visual illusion of reality that does not involve the other senses as perceptual tools. The post-digital era has focused everyone's attention on the importance of physicality and tactility, in the growing awareness that we live in a society made up of feelings and not visions (Gerritzen and Lovink, 2020). This is the origin of the 'tangible virtuality' scenario, which involves three-dimensional, material, tangible, and interactive devices. Knitted Keyboard, for example, is an interactive surface, based on fabric and created with digital knitting technology designed at MIT Media Labs. The project combines functional yarns (conductive, thermochromic and composite) and non-functional yarns (spandex and high-flexible polyester) to create a detection mechanism connected to a central microprocessor that converts the sensor's data into a digital musical instrument interface.

Jooyoun Paek, in his installation Fold Loud, used paper sheets and conductive inks to create sound objects powered by origami, where each fold plays a specific note. By touching the paper artifacts, opening and closing the fold paper, it is possible to play a melody by combining different tunes. The flat and mono-sensory experience provided by the digital interfaces can be enriched through tactile perception, engaging our body in different ways, by doing more than just pushing a virtual button on a screen. The material surface of the objects has the role of 'osmotic membrane', capable of favouring or inhibiting the exchange between inside and outside (Manzini, 1986). As designers, we have the opportunity to determine the intensity of this exchange and possibly to overcome the phenomenon of 'digital fatigue'.

A world made of homogeneous surfaces, without inputs, would entail to cancel a series of sensory relations (Manzini, 1986). First the Industrial Revolution and then the Digital Revolution have minimised the opportunities to meet the 'tactile variety' originating from the texture and the warmth of natural materials. We now need to create a new range of materials capable of having similar levels of tactile engagement, by designing the 'proximity relationship' (Manzini, 1986), that we create with the objects.

Microbial nanocellulose as interactive osmotic membrane | In the current research in the field of materials for the project, the design addresses the new matters with the aim of identifying unexpressed potential and possible new methods of use and application. It is the case for microbial nanocellulose, a biofabricated material re-

sulting from the fermentation process of a symbiotic culture of bacteria and yeasts (SCOBY), traditionally used to produce Kombucha. This material surface, together with many impressive technical-performative properties, has strong tactile, visual and olfactory qualities, 'sensitive' elements capable of deeply influencing the perception of the product. The research activity that the authors are carrying out in the Center Saperi & Co of the 'Sapienza' University of Rome is aimed at the study and analysis of the potential of this material and to act (to function, to serve) as a material interface for digital devices, thus placing itself in the dimension of 'augmented virtuality', where the sensory dimension becomes the central part of the experience.

The material has a nanofiber reticulated structure and a crystalline morphology that endows it with excellent mechanical properties (Gatenholm and Klemm, 2010; Lay et alii, 2017). Unlike the cellulose made from plants – which requires chemical treatments and the use of highly polluting chemicals due to the presence of other components (lignin, hemicellulose, pectin) – the cellulose from microbial sources is produced in its purest form, providing increased flexibility, hydrophilicity and drug load release properties (Dima et alii, 2017). With the combination of additives such as metal powders, graphene or polypyrrole, it is possible to produce highly conductive and elastic nanocomposites, endowed with electrical and mechanical characteristics that cannot be achieved by single materials (Liang et alii, 2012; Lay et alii, 2017). Flexibility, biocompatibility, translucency, and all the other examined properties make the microbial nanocellulose suited for applications in the field of wearables, soft electronics, biosensors, skin sensors and electronic devices.

The use of microbial nanocellulose as an alternative solution for e-textiles has been dealt with by Giulia Tommasello (2016) in her research with the Bio Conductive Skin project. Conductive particles such as graphite and copper have been added into the material, to obtain a conductor material that can be used as a wearable second skin. The e-fabrics problem is that when they lose their resistance or conductivity over time they are thrown away as electronic waste. Instead, replacing the fabric with a biological material as a nanocellulose capable of biodegrading would allow to bio-recycle electronic components into new electronic fabrics (Fontana, 2018).

Over the last years, Scobytec, a German Biotechnology company, has started to produce bags from microbial nanocellulose and other similar products. It has now started to study how to use this material in the wearable and soft electronic sectors creating some prototypes. For example: a biker vest equipped with LEDs and Natural Action Shoe, shoes to wear without socks, equipped with controller hardware to explore VR/AR environments and facilitate a hands-free experience. Another interesting project studying the interactive potential of this biofabricated material is Intra-Action, a microbial nanocellulose synth created for New Instruments for Musical Expression (NIME). The synth can generate sound from wet sheets of a material working as a capacitive touch sensor, by changing the intensity of the electrical flow according to differ-

ent touches. During the live performance, the material is twisted, stroked, folded, pressed, lifted or hit, merging the physical and digital experience.

Besides the technical-performative properties of the material, sensory properties, strictly linked to its fabrication process, have a key role. The standard kombucha-making process creates a brownish material, whose colour can vary from light to dark depending on the colour of the tea used. Moreover, it maintains a strong vinegar smell typical of its fermentation process even after it has dried up. Therefore, despite its many perks – technical, performative and productive – from the aesthetic-perceptual point of view, the final material is not very appealing (Fig. 1-3). However, by working on the chemical environment of the crop, and on the nourishment used to feed the microbial metabolism in terms of quality and quantity, it is possible to monitor and modify the sensory properties of the resulting material, affecting at the same time colour, smell and texture, involving multiple sensory channels (Fig. 4-9). It is possible to work on the texture of the material also after the growth phase, by placing the wet material on an embossed and textured surface or on a three-dimensional mould to shape it at will. Finally, the self-adhesive properties of the material allow to layer sheets (Fig. 10) to create three-dimensional surfaces capable of providing tactile feedback during interaction.

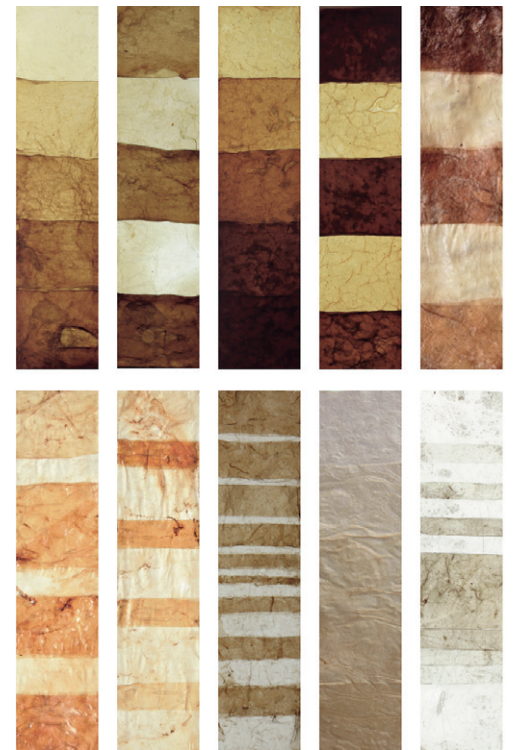
Conclusions | Redesigning the experience in response to sustainability and technological innovation, combines the two ‘attractors’ of contemporary design: biological and digital. Materials and artifacts reflect the evolution of technological processes, influenced by these two design dimensions. They do not necessarily follow different paths but can be combined and intertwined. The project cannot be isolated from its environmental context, as wrongly envisaged by the Digital Revolution, but must always bring together

different and contrasting technical levels which never show a unifying and closed model for the new possible evolved forms of artifacts (La Rocca, 2006, p. 143). Design is the tool to link material and immaterial worlds, by integrating different methods of interaction, layering information on multiple levels, and giving a sensorial plus to the surfaces.



Fig. 9 | Microbial nanocellulose, skin patch (credit: L. Trebbi, 2021).

Fig. 10 | Microbial nanocellulose stratification experiments, sensory scales realised by M. Campanella, L. Laricchiuta and C. Summa from Polytechnic University of Bari, in collaboration with Inmatex Research Lab, first supervisor Prof. R. Carullo, second supervisor Prof. S. Lucibello, co-supervisors G. Modeo, M. Stoppa and L. Trebbi (credit: M. Campanella, L. Laricchiuta and C. Summa, 2021).



Note

1) For more information see the video: Material Design [Online] Available at: youtube.com/watch?v=Q8TXgCzEnw [Accessed 29 October 2021].

References

- Bonsiepe, G. (1995), *Dall' Oggetto all' Interfaccia – Mutazione del Design*, Feltrinelli, Milano.
- Buci Glucksmann, C. (2004), *L'art à l'époque virtuel*, Collection Arts 8, L'Harmattan, Parigi.
- Cytowic, R. E. (2018), *Synesthesia*, The MIT Press, Boston.
- Dima, S., Panaitescu, D., Orban, C., Ghiurea, M., Doncea, S., Fierascu, R., Nistor, C., Alexandrescu, E., Nicolae, C., Trică, B., Moraru, A. and Oancea, F. (2017), “Bacterial Nanocellulose from Side-Streams of Kombucha Beverages Production – Preparation and Physical-Chemical Properties”, in *Polymers*, vol. 9, 374, pp. 1-24. [Online] Available at: doi.org/10.3390/polym9080374 [Accessed 22 September 2021].
- Ferrara, M. and Lucibello, S. (2012), “Teaching material design – Research on teaching methodology about materials in industrial design”, in *Strategic Design Research Journal*, vol. 5, issue 2, pp. 75-83. [Online] Available at: revistas.unisinos.br/index.php/sdrj/article/view/sdrj.2012.52.03 [Accessed 29 October 2021].
- Fontana, F. (2018), “L’empowerment femminile passa dai batteri – Intervista con Giulia Tommasello”, in *Digicult*. [Online] Available at: digicult.it/it/design/female-empowerment-goes-through-bacteria-an-interview-with-giulia-tommasello/ [Accessed 18 September 2021].
- Gatenholm, P. and Klemm, D. (2010), “Bacterial Nanocellulose as a Renewable Material for Biomedical Applications”, in *MRS Bulletin*, vol. 35, issue 3, pp. 208-213. [Online] Available at: doi.org/10.1557/mrs2010.653 [Accessed 16 September 2021].
- Gerritzen, M. and Lovink, G. (2020), *Made in China, Designed in California, Criticised in Europe – Design Manifesto*, BIS Publishers, Amsterdam.
- Haverkamp, M. (2012), *Synesthetic Design – Handbook for a multisensory approach*, Birkhäuser, Basel.
- Hecht, S. and Colin, K. (2003), *Things That Go Unseen*, Industrial Facility, London.
- Jütte, R. (2004), *A History of the Senses – From Antiquity to Cyberspace*, Polity Press, Cambridge (UK).
- Liang, H., Guan, Q., Zhu-Zhu, Song, L.-T., Yao, H., Lei, X. and Yu, S. (2012), “Highly conductive and stretchable conductors fabricated from bacterial cellulose”, in *NPG Asia Materials*, vol. 4, e19, pp. 1-6. [Online] Available at: doi.org/10.1038/am.2012.34 [Accessed 13 September 2021].
- La Rocca, F. (2006), *Il tempo opaco degli oggetti – Forme evolutive del design contemporaneo*, FrancoAngeli, Milano.
- Lay, M., González, I., Tarrés, J. A., Pellicer, N., Ngun Bun, K. and Vilaseca, F. (2017), “High electrical and electrochemical properties in bacterial cellulose/polypyrrole membranes”, in *European Polymer Journal*, vol. 91, pp. 1-9. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2017.03.021 [Accessed 12 September 2021].
- Manovich, L. (2006), “The poetics of augmented space”, in *Visual Communication*, vol. 5, issue 2, pp. 219-240. [Online] Available at: doi.org/10.1177/1470357206065527 [Accessed 25 September 2021].
- Manzini, E. (1986), *La materia dell'invenzione – Materiali e progetto*, Feltrinelli, Milano.
- Tommasello, G. (2016), *Bio Conductive Skin*. [Online] Available at: issuu.com/giuliatomasello4/docs/bio_conductive_skin [Accessed 27 October 2021].
- Zannoni, M. (2015), “Paper and Interaction – Ricerche e sperimentazioni sui nuovi oggetti cartacei interattivi”, in Acocella, A. (ed.), *Paper Design*, Altralinea, Firenze, pp. 42-59.

DESIGN E INNOVAZIONE DEL PATRIMONIO CULTURALE

Connessioni phygital per un Patrimonio di prossimità

DESIGN AND INNOVATION FOR THE CULTURAL HERITAGE

Phygital connections for a Heritage of proximity

Eleonora Lupo

ABSTRACT

L'articolo propone una riflessione nel campo della progettazione per i Beni Culturali nello scenario 'phygital', ovvero la convergenza e l'interazione tra il mondo fisico-analogico e quello virtuale-digitale in un nuovo spazio fluido. Questa condizione impatta notevolmente sul Patrimonio culturale, sia sulla sua natura e definizione sia sulla sua accessibilità ed esperienza, divenendo un continuum inscindibile di elementi materiali e immateriali estesi e connessi nel tempo e nello spazio. Le potenzialità delle nuove tecnologie consentono la creazione di significative connessioni tra Patrimonio, fruitori e stakeholders, in una dimensione spaziale ibrida di prossimità, sia fisica che metaforica. La cultura del design risponde a queste trasformazioni (e al bisogno di nuove modalità di relazione, coinvolgimento e contatto profondo con il Patrimonio, anche in risposta alla crisi post-pandemica) con un approccio innovativo verso una tecnologia guidata dalla cultura, definita come 'culture-driven innovation', per innovare l'esperienza di fruizione e quindi di progettazione con il Patrimonio, attraverso co-creazione di narrazioni aumentate e amplificate, modalità co-curatoriali partecipative e contributive, fino a pratiche performative e di riuso creativo del Patrimonio culturale.

The article presents reflections in the field of design for the Cultural Heritage within the 'phygital' scenario, in which the physical-analogical world converges and interacts with the virtual-digital world in a new fluid space. This condition has a significant impact on the cultural Heritage, both on its nature and definition and its accessibility and experience, as it becomes an indivisible continuum of tangible and intangible elements extended and connected in time and space. The potential of new technologies makes it possible to create significant connections between the Heritage, the users and the stakeholders, in a hybrid spatial dimension of both physical and metaphorical proximity. Design culture responds to these transformations (and to the need for new ways to relate to, become involved with and connect deeply with the Heritage, partly in response to the post-pandemic crisis) with an innovative approach to culture-driven technology. Defined as 'culture-driven innovation', it aims to innovate the user experience and hence the experience of designing with the Heritage, through the co-creation of augmented and amplified narratives, participatory and contributory co-curatorial practices, as well as performance practices and the creative re-use of the cultural Heritage.

KEYWORDS

design per l'innovazione del patrimonio culturale, phygital, heritage continuum, attivazione, prossimità

design for the innovation of the cultural heritage, phygital, heritage continuum, activation, proximity

Eleonora Lupo, Designer and PhD, is an Associate Professor at the Department of Design of the Politecnico di Milano (Italy). She works mainly on Humanities Driven Innovation, product and process design cultures and Design for Cultural Heritage. She has been Visiting Professor in different Design Schools in Europe, Brazil, Argentina, China and coordinates and participates in several competitively funded national and international research projects. Mob. +39 347/52.03.344 | E-mail: eleonora.lupo@polimi.it

L'articolo intende indagare alcune frontiere del design per i Beni Culturali, attraverso l'esplorazione di pratiche di ricerca e progetto in cui si attivano, in maniera complementare alla consolidata pratica di valorizzazione, azioni di vera e propria 'innovazione' del Patrimonio culturale: la 'culture-driven innovation' è caratterizzata da un passaggio che vede da progettare 'per' il Patrimonio culturale a progettare 'con' il Patrimonio culturale, considerandolo una vera e propria risorsa da attivare, attualizzare e incorporare in modo sostenibile in nuovi beni, servizi ed esperienze, attraverso processi di partecipazione, cura, curatela, ma soprattutto co-design e co-creazione, in cui coinvolgere tutta la filiera degli stakeholders. Questo passaggio è reso possibile e amplificato dallo scenario 'phygital', ovvero la convergenza e l'interazione tra il mondo fisico-analogico e quello digitale in un nuovo spazio fluido, in cui cambiano le modalità e forme di accessibilità ed esperienza del Patrimonio culturale, ma anche e soprattutto, la sua natura e definizione: si tratta di un continuum inscindibile di elementi materiali e immateriali estesi e connessi nel tempo e nello spazio, definibile come 'Heritage continuum'. In questo scenario, occorre superare una versione semplicistica di innovazione di tipo esclusivamente tecnologico, a vantaggio di una visione olistica: le nuove tecnologie (mobile, social, ecc.) più che offrire un catalogo di opportunità pronto all'uso vanno intese come il mezzo che permette la creazione di connessioni significative tra Patrimonio, utenti e stakeholders, in una dimensione spaziale ibrida di prossimità non solo fisica ma relazionale (significato, uso, ecc.) grazie al digitale; l'abilitazione di queste connessioni è cruciale per abilitare nuove e profonde forme di innovazione dell'esperienza di fruizione e progettazione con il Patrimonio.

Questa visione di innovazione culture-driven ambisce a discutere al di fuori da retoriche e pregiudizi temi scottanti, quali democratizzazione e de-professionalizzazione del Patrimonio, per proporre nuove politiche e strategie di accessibilità, autorevolezza dei contenuti e diritti di proprietà intellettuale nell'era phygital. Una visione che non prevale sulle discipline e pratiche consolidate di tutela dei Beni culturali (che per inciso, beneficiano anch'esse dello scenario phygital), ma propone un modello complementare e innovativo basato sulle connessioni di prossimità rese possibili dal mondo phygital per ripensare le relazioni tra Istituzioni, fruitori, reti e partnership territoriali e immaginare nuove funzioni e collaborazioni.

Il contributo è strutturato in: una ricognizione del contesto di riferimento, che analizza lo stato dell'arte in termini di letteratura, nodi del dibattito e opportunità progettuali; la presentazione delle forme di innovazione guidata dalla cultura indotte dalle dinamiche di co-creazione e connessione dello scenario phygital (narrazioni aumentate e amplificate, modalità co-curatoriali partecipative e contributive, pratiche performative e di riuso creativo del Patrimonio culturale), discutendone temi chiave, implicazioni e sfide; una valutazione delle implicazioni che tali processi possono avere in termini di impatto e ricadute sulla comunità scientifica e sul settore dei Beni culturali.

L'obiettivo del saggio è quello di fornire, alla

comunità scientifica e accademica e a Istituzioni e professioni della cultura, un framework coerente di lettura e interpretazione dei processi di innovazione in corso, per stimolare il dibattito sia a livello teorico-metodologico che sul piano applicativo attraverso alcune indicazioni progettuali. Tale framework è basato su una rilettura critica dello stato dell'arte attraverso la proposta di concetti chiave (il design per l'Attivazione del Patrimonio Culturale, lo scenario Phygital, l'idea di Heritage continuum, e il tema del Patrimonio di prossimità) e l'analisi di casi studio (che per necessità di sintesi sono citati a scopo puramente esemplificativo).

Il contesto di riferimento: nodi problematici e opportunità

È ormai sancita l'autorevolezza di ruolo, applicazioni e valore del design in ambito di Patrimonio culturale: il design contemporaneo è disciplina multiversa (Bertola and Manzini, 2004; Manzini 2006) che nelle sue accezioni emergenti si concentra sulla progettazione 'per' uno scopo (Sanders and Stapper, 2008). In questo quadro di ampliamento di applicazione del design (progettazione di beni materiali, strategie, comunicazione, processi, servizi ed esperienze, politiche, identità, rappresentazioni e conversazioni) quello del design 'per' i Beni culturali è un caso emblematico e di questa necessaria evoluzione disciplinare, in cui tecnologia e cultura sono fortemente integrate. Da una serie di pubblicazioni seminali (Celaschi and Trocchianesi, 2004) e una ricerca fondativa quale d.Cult – Il Design per la Valorizzazione dei Beni Culturali (Maffei, Parente and Villari, 2006;), così come da successivi progetti di ricerca a scala nazionale quale Design & Cultural Heritage (Irace, 2013), emerge un approccio culturale nel quale anche le componenti tecnica e tecnologica sono orientate a dimensioni immateriali quali la messa in valore del Patrimonio attraverso modelli relazionali e territoriali, la sua fruizione, la partecipazione e l'empowerment delle comunità.

A livello internazionale, da una parte, si sono intessuti importanti legami tra il Patrimonio culturale e la cultura progettuale in termini di sviluppo locale poiché il design consente una continua rigenerazione del Patrimonio salvaguardando le diversità locali, la conoscenza tacita dei luoghi e delle produzioni tipiche (Corte-Real, Duarte and Carvalho Rodrigues, 2005), dall'altra, è cresciuta anche l'attenzione sul tema delle tecnologie per il Patrimonio Culturale, che hanno lo scopo di migliorare l'esperienza dei fruitori e il loro coinvolgimento o aumentare l'interazione sociale e le capacità di interpretazione del Patrimonio (Russo et alii, 2007; Spallazzo, 2012; Parry, 2013; Kidd, 2014). Una serie di sperimentazioni e studi, a partire da musei narrativi (Studio Azurro, 2011) e spazi performativi (Dernie, 2006), applicano le potenzialità delle tecnologie digitali per musei e Patrimonio culturale (Allen and Lupo, 2012) per offrire esperienze di tipo inclusivo, dialogico e partecipativo (Affleck and Kvan, 2007; Tchen and Ševcenko, 2011; Simon, 2010; Giaccardi, 2012; Visser and Richardson, 2013; Smith and Iversen, 2014).

La maturità raggiunta dall'ambito progettuale dei Beni culturali invita a superare il tradizionale concetto di valorizzazione verso una idea di innovazione, espressa dal concetto di 'attivazio-

ne'. Il design per i Beni culturali vede una 'filiera estesa della valorizzazione', cioè un unicum indissolubile tra la progettazione della tutela (identificazione, documentazione, archiviazione, conservazione, restauro) e la necessaria (ma a volte sottodimensionata) 'attivazione' del Patrimonio che consiste in fruizione, trasmissione, promozione, ma soprattutto in uso e riuso creativo come materia prima di progetto da ricontestualizzare, attualizzare e incorporare (in maniera culturalmente, socialmente ed economicamente sostenibile) in significati, prodotti, processi più vicini alle persone. Rendere il Patrimonio culturale sempre più accessibile e fruibile in modo diffuso, personalizzabile e condiviso, risponde alla sua intrinseca natura evolutiva e trasformativa nel tempo (Vecco, 2010).

Il concetto di Patrimonio culturale 'aperto a nuovi usi e applicazioni' (Lupo, Giunta and Trocchianesi, 2011), e quindi il passaggio dalla progettazione 'per' il Patrimonio alla progettazione 'con' il Patrimonio, è tuttavia delicato, poiché la co-creazione supera i modelli partecipativi (Simon, 2010) e necessita di un cambio di prospettiva, che a volte è ancora difficile da accettare per le Istituzioni culturali stesse. Esso, tuttavia, sta avvenendo a prescindere dalla loro volontà, supportato anche dall'evidente orientamento progettuale-creativo di politiche istituzionali e governative nazionali e internazionali, che chiamano direttamente in causa il Design e i suoi approcci quali il co-Design come leva di sviluppo e innovazione sostenibile basati sulla cultura (European Commission, 2018a; 2018b; 2018c; 2019). In questo scenario la competenza del Design è riconoscibile e codificata (sia in processi e azioni bottom-up che in approcci top-down, di politiche istituzionali e governative) nei modelli partecipati e sostenibili di co-creazione basati sul Patrimonio, che, anche grazie alle nuove tecnologie, rispondono a un bisogno di maggiore prossimità con esso, attraverso le già citate narrazioni aumentate, interpretazioni plurali e multivocali, pratiche performative e di scambio e ri-scrittura e nuovi usi.

Il secondo elemento è il concetto di 'phygital', ovvero l'unione (o meglio continua sovrapposizione) di fisico e digitale nell'esperienza quotidiana, a partire da semplici applicazioni come il QRcode, per spingersi fino all'Internet of Things (pensiamo alle evoluzioni della domotica), le stampanti 3D o alla realtà aumentata (mediata da Google Glass o più semplicemente da applicazioni mobile). Il neologismo 'phygital' è stato creato dalla agenzia di marketing Momentum nel 2013, ed è spesso parte integrante del progetto di esperienze d'acquisto innovative, caratterizzate da immediatezza, immersione e interazione (Natal et alii, 2017).

In senso esteso descrive la materialità multidimensionale e iper-connessa che permea qualsiasi ambito della contemporaneità. Si tratta di un continuum inscindibile di connessioni tra dimensioni tangibili e intangibili che vanno dal fisico al digitale, ma anche dal digitale al fisico (Giaccardi, 2015; Giaccardi and Redström, 2020): informazioni e contenuti aumentati e geolocalizzati sono sovrapposti a materiali, oggetti e luoghi e sono rese accessibili tramite i dispositivi portatili personali; parallelamente contenuti digitali sono sempre più spesso materializzati attraverso in-

terfacce utenti tangibili o TUI (Shaer and Hornecker, 2010), oggetti smart e processi di embodiment (Dourish, 2001; Marshall and Hornecker, 2013) e interazione materiale o tangibile (Hornecker and Buur, 2006). Si parla quindi non solo di Augmented Reality (Furth, 2011) ma anche di Mixed Reality (Kidd, 2014), Extended Reality (Lokesh, Banumathi and Bhagya, 2020) o Hyper Reality (Steiner, 2010) per descrivere questa nuova meta-materialità.

Nel settore dei Beni culturali il 'phygital' entra soprattutto in relazione al valore delle tecnologie digitali nell'ambito del turismo 'intelligente', della gestione delle destinazioni (pre-post viaggio) e dei servizi (Ballina, Valdes and Del Valle, 2019) o nel marketing (Neuburger, Beck and Egger, 2018); mentre all'interno di musei e siti culturali è spesso inteso e applicato in relazione alle ripro-

duzioni e alla digitalizzazione delle collezioni (Lo Turco and Giovannini, 2020), o alla realtà aumentata (Andrade and Dias, 2020). Nofal, Reffat e Vande Moere (2017) definiscono esplicitamente il concetto di 'Patrimonio phygital', caratterizzato da accessibilità, personalizzabilità, immersione, affordance, materializzazione, 'situatività'. In relazione al grado di 'situatività' (quanto cioè la tecnologia dipende dal contesto fisico) e alla affordance fisica (quanto l'iterazione è supportata e facilitata fisicamente), i tre studiosi individuano tre modelli incrementali di 'Patrimonio phygital': da quello aumentato (ad esempio con applicazioni di realtà virtuale e artefatti 3D) a quello integrato (ad esempio con TUI e sensori) fino a quello attuato, che è capace anche di adattarsi fisicamente agli input.

In stretta analogia con questo contesto 'phy-

gital', non solo l'esperienza ma anche la definizione stessa di Patrimonio culturale si è trasformata. Lo definiamo un 'Heritage continuum', un'ecologia di forme e contenuti culturali in cui connessioni tra le collezioni di musei, Istituzioni culturali, archivi, depositi online, opere d'arte, monumenti, territori e utenti, creano uno spazio stratificato tra fisico e virtuale e un'esperienza ibrida sempre più estesa, aumentata e arricchita. Si tratta di relazioni tra diverse scale di Patrimonio (musei, archivi, siti, ecc.) ma anche forme di produzione culturale contemporanea definite Contemporary Heritage (Battesti, 2012) basate sulle relazioni fra Patrimonio e luoghi (pensiamo alle dislocazioni o alle origini di un Patrimonio digitale), fra Patrimonio e persone, ma soprattutto tra le persone stesse, che avvengono nello spazio fisico grazie alla dimensione digitale. È un Patrimonio sempre più intelligente (Batchelor, Schnabel and Dudding, 2021), non solo perché è valorizzato da tecnologie smart ma perché diventa esso stesso più responsivo e si attiva autonomamente e in modo sensibile.

Questo continuum di relazioni ridefinisce anche il concetto di prossimità, poiché nuove esperienze culturali creano una vicinanza con il Patrimonio attraverso nuovi significati e usi più vicini alle persone. Le relazioni tra Patrimonio e prossimità nascono nell'ambito del turismo sostenibile, poiché in seguito alla maggiore consapevolezza degli impatti dei cambiamenti climatici, la riscoperta di luoghi vicini, raggiungibili con una mobilità a minore impatto ambientale è considerata un'opportunità di sviluppo sostenibile (Bertacchini, Nuccio and Durio, 2019). La prossimità è emersa di recente come concetto chiave per la ripresa post-Covid, in contesti e situazioni di mobilità limitata o controllata (Romagosa, 2020); tuttavia il concetto di turismo di prossimità si amplia rispetto alla dimensione spaziale, a vantaggio di una connessione più profonda con la comunità umana ed ecologica di ciascuno (Rantala et alii, 2020). Si quindi parla di alterità nel turismo, o turismo alternativo: i turisti percepiscono la distanza in termini di costi di viaggio, tempo e la novità (culturale) o la familiarità di una destinazione (Salmela et alii, 2021).

Lo scenario 'phygital' problematizza ulteriormente la nozione di prossimità culturale, che si estende fino a comprendere una vicinanza di significato (dovuta ad esempio alla creazione di collegamenti tra radici comuni), fino a un senso di fascino e curiosità, per ciò che è reso accessibile e raggiungibile dagli strumenti digitali in un ambiente fisico. Prossimità in questo senso si può intendere anche come influenza esercitata dal Patrimonio (Lord and Blankenberg, 2015) per generare esperienze trasformative (Nielsen, 2014) e quindi un vero e proprio impatto duraturo grazie alle nuove forme di contatto con il Patrimonio. La vera sfida di prossimità 'phygital' con il Patrimonio è rispondere al bisogno di maggiore contatto con esso, tramite la tangibilizzazione delle relazioni tra l'Heritage continuum e le persone, per restituire fisicità all'esperienza digitale e colmare un vuoto dovuto alla situazione post-pandemica (Sacco and Travkina, 2020).



Figg. 1, 2 | To the East – Genti e Dei alle Vie della Seta, Terme di Diocleziano, Roma, 2011 (credits: Studio Azzurro).

Per superare la sterile contrapposizione tra esperienza fisica e online a vantaggio di una esperienza mista (Agostino, Arnaboldi and Lampis, 2020) occorre progettare una materialità ibrida, concentrandosi in particolare sulla non neutralità delle infrastrutture digitali per modellare pratiche di inclusione o esclusione (Galani and Kidd, 2020). In questo quadro, approcci di Human Computer Interaction avanzata, quali Embodied Interaction o Material Interaction (Hornecker and Ciolfi, 2019), sono sicuramente quelli più strettamente collegati all'idea di vicinanza e prossimità fisica, andando a intercettare il corpo e le sue gestualità, dischiudendo o precludendo significati anche in base ai background culturali e alle capacità dei fruitori. Ma occorre non limitarsi ad applicazioni in ambiti di fruizione aumentata, quanto ambire a sperimentare anche processi partecipativi di co-creazione e ri-uso, ovvero di innovazione del Patrimonio.

Forme e processi di attivazione della culture-driven innovation | In linea con le indicazioni dell'OCSE sullo sviluppo orientato alla cultura,

l'innovazione legata al Patrimonio Culturale non è solo tecnologica ma anche sociale, politica, imprenditoriale, economica e metodologica, condensandosi in un approccio olistico (Sonkoly and Vahtikari, 2018). Gli obiettivi di sviluppo sostenibile dell'UNESCO e gli indicatori culturali 2030 (UNESCO, 2019), sottolineano come il Patrimonio possa svolgere un ruolo di ispirazione creativa per la società, e avere un valore come leva per facilitare l'inclusione, la coesione, l'equità, il benessere, lo sviluppo sociale ed economico. L'innovazione guidata dalla cultura apre, grazie allo scenario 'phygital' di prossimità dell'Heritage continuum, a una co-progettazione e co-creazione con il Patrimonio in cui includere non solo utenti finali (ad es. fruitori del Patrimonio) ma tutti gli stakeholders della filiera (Istituzioni culturali e i suoi addetti, territorio, decisori politici, industrie creative e culturali-CCIs, ecc.); questo per re-immaginare l'intera catena del valore del Patrimonio (Porter, 2006), e risalendo la filiera, co-progettare e abilitare opportunità di ri-uso del Patrimonio per i vari stakeholders, o ridisegnare le attività di gestione e management (Freeman et alii, 2016).

A seguire vengono descritte (ed esemplificate attraverso casi studio) le forme in cui si può attuare l'innovazione guidata dalla cultura, discutendo le tipologie di connessione e relazione maggiormente implicate, le tipologie di prossimità attivabili, i processi di co-creazione progettabili. Nella loro incrementalità, non vanno intese in maniera sequenziale quanto complementare e olistica. Le narrazioni e connessioni amplificate sono solo il livello base di innovazione del Patrimonio. Il Patrimonio culturale è accessibile, aumentato, condiviso, drammatizzato tramite le tecnologie, principalmente in mostre e installazioni interattive e tramite applicazioni mobile di realtà aumentata. La narrazione aumentata consente modalità immersive contestualizzate nello spazio reale, che vanno oltre l'isolamento di una esperienza virtuale in un mondo finzionale parallelo.

Esempi emblematici sono le opere di Studio Azzurro (2011), le cui mostre temporanee o installazioni permanenti sono concepite come 'mu-



Fig. 3 | Eye Catcher pARoS Art Museum (credit: Local Project).

sei di narrazione', spazi interattivi tramite oggetti, superfici, schermi o pavimenti sensibili, in cui la narrazione dei contenuti è attivata, in un approccio performativo, dai movimenti e dalle azioni (deliberate o inconsce) dei visitatori nello spazio. La mostra temporanea To the East – Genti e Dei alle Vie della Seta alle Terme di Diocleziano, tenutasi a Roma nel 2011; Figg. 1, 2), organizzata in un itinerario attraverso 18 installazioni multimediali che corrispondono a 12 luoghi delle Vie della Seta, è una narrazione di contaminazioni culturali tra popolazioni, religioni e tradizioni, a partire da più di 100 reperti fisici tra cui la Bibbia di Marco Polo; casse di legno contenenti i reperti sono usate come metafora del viaggio e supporto alle video installazioni.

L'esperienza spaziale è ben incorporata nella visita sia nella metafora dell'itinerario che nelle modalità di interazione con le installazioni e l'attivazione dei contenuti: ogni installazione infatti presenta dei dispositivi statici che sono attivati dalla presenza dei visitatori, perlopiù senza contatto diretto con interfacce, ma semplicemente avvicinandosi a una cassa, o sporgendosi su essa, eccezion fatta per un libro interattivo che occorre sfogliare e un tappeto su cui si cammina. Si tratta quindi di una dinamica di interazione piuttosto naturale, che poiché non usa dispositivi mobili portatili, mixa in modo interessante azioni formalizzate e consapevoli (sfogliare pagine), azioni formalizzate ma inconsce (sporgersi su una cassa) e azioni non formalizzate ma consapevoli (occupare lo spazio, o in un caso soffiare su delle foglie).

Il valore aggiunto dalla tecnologia è narrativo e performativo nel dare voce a oggetti altrimenti piuttosto silenti, mentre non offre modalità di contributo o partecipazione, che pure avrebbero consentito una maggiore coinvolgimento emotivo e non solo fisico. Un altro punto critico è che nonostante la dimensione multiculturale dei contenuti, l'approccio alla narrazione, pur dando spazio ai dialoghi tra personaggi che offrono differenti rappresentazioni degli stessi luoghi o eventi, risulta una storia priva di reali voci dissidenti o interpretazioni plurali, cui invece le tecnologie avrebbero potuto dare maggiormente visibilità.

Altri esempi sono i progetti dello studio Local Project di New York, che ha sviluppato per il Cleveland Museum of Art l'app mobile ArtLens di visita che permette di vedere le opere d'arte in uno specifico contesto e per l'ARoS Art Museum l'installazione Eye Catcher che propone contenuti ai visitatori in base a un tracciamento ottico dei loro sguardi su una singola opera (Fig. 3). In entrambi i casi si ha un valore aggiunto di amplificazione dei contenuti (ad esempio la contestualizzazione delle opere) dimostrando che è tecnicamente possibile andare oltre dinamiche di consultazione standard e formalizzate anche se la mediazione del supporto digitale (il dispositivo mobile usato per inquadrare le opere) resta rilevante e non genera una esperienza realmente immersiva e spazializzata.

In generale ciò che rende 'phygital' l'esperienza aumentata è la costruzione di livelli di interazione, tra elementi materiali, contenuti immateriali e persone: gli elementi tangibili diventano intelligenti, arricchiti di dati, informazioni, storie, e sono esplorabili in modo evocativo o educativo-formativo; le persone entrano in maggiore contatto con la dimensione intangibile, partecipando con le loro storie e connessioni. La dimensione fisica dell'esperienza può essere recuperata rendendo tangibili le connessioni tra Patrimonio e luoghi d'origine (che possono essere andate perse nei processi di delocalizzazione, dislocazione o messa in mostra) attraverso una meta-materialità aumentata da dati digitali o una reale percezione corporea tramite sistemi geolocalizzati di interfacce tangibili per aumentare la vicinanza e la potenza della narrazione e dell'engagement. La dimensione di co-creazione, pur essendo limitata (i fruitori hanno un ruolo principalmente contemplativo, ma attivo nell'attivazione dei contenuti), può essere incrementata attraverso la partecipazione.

Le modalità partecipative curatoriali e contributive sono quelle in cui l'innovazione del Patrimonio si apre a molteplici interpretazioni e rappresentazioni, accogliendo i contributi generati dagli utenti per favorire senso di appartenenza, appropriazione e coesione sociale. Le connessioni create da questi contenuti attivano mag-



Fig. 4-6 | Development of the mobile app, Museo Diocesano di Milano, Mela-Museums in an Age of Migration (credits: author).

giore prossimità tra Beni e persone, ma indirettamente anche tra persone, costruendo dei legami sociali sulla base di un Patrimonio comune o plurale, tramite i diversi punti di vista. All'interno dei modelli partecipativi per il Patrimonio (Simon, 2010) si è passati da modalità eminentemente contributive tramite contenuti generati dall'utente ad approcci più complessivi di tipo co-curatoriale, che possono confluire sia in allestimenti/mostre dialogiche (Tchen and Ševcenko, 2011) che in contenuti per applicazioni per dispositivi mobili. Il concetto di co-curatela traduce in ambito culturale il processo di progettazione partecipata di co-design (Sander and Stapper, 2008) poiché progetta la valorizzazione del Patrimonio con tutti gli attori della filiera e, se possibile, con i suoi stessi detentori. Si parla di 'community participation', o di 'indigenous curation' (Kreps, 2003; 2008) per supportare l'auto-rappresentazione del Patrimonio da parte dei detentori, ma anche di 'interpretive communities' (Hooper-Greenhill, 2003) per promuovere l'appropriazione e la condivisione da parte di comunità altre.

Un esempio emblematico è la sperimentazione progettuale condotta all'interno del Museo Diocesano di Milano per il progetto europeo Mela-Museums in an Age of Migration dal gruppo di ricerca in Design for Cultural Heritage del Dipartimento di Design del Politecnico di Milano: è stata co-progettata un'applicazione mobile nel

campo del Patrimonio religioso cattolico, con una logica contributiva e un obiettivo interculturale. In una prima fase, dopo il confronto con i curatori del museo per la scelta delle opere su cui condurre la sperimentazione (alcuni dipinti del XVIII sec. presenti nella sala dell'Arciconfraternita sul tema dei miracoli eucaristici, associati a temi potenzialmente interreligiosi quali pellegrinaggio, malattia e fede) sono state sviluppate, a partire da specifici elementi del dipinto (personaggi, gesti, oggetti) delle video narrazioni attivabili inquadrando i dipinti con dei dispositivi mobili.

Tali contenuti sono stati arricchiti tramite due diverse sessioni co-curatoriali in cui utenti con diverso background culturale e religioso, stimolati dalla visione delle video narrazioni, hanno prodotto dei contenuti che sono stati di volta in volta verificati e implementati in versioni aggiornate e navigabili dell'app: nella prima utenti esperti hanno risposto a un questionario finalizzato a raccogliere contenuti autorevoli e culturalmente consistenti relativi a similitudini e differenze tra diverse religioni; nella seconda utenti generici sono stati coinvolti a offrire il loro punto di vista, commentando contestualmente l'efficacia della narrazione e la comprensibilità dei contenuti con l'aiuto di un facilitatore. Dopo attenta valutazione i contenuti generati dagli utenti sono stati integrati nell'architettura definitiva dell'app, completata inoltre da collegamenti ad altre opere del museo (calici, paramenti sacri, ecc.) simili a quelli presenti nei dipinti, riprodotti anche attraverso modelli 3D esplorabili, così da incentivare la visita dell'intero museo.

L'app ha l'indubbio pregio di costruire intorno ai dipinti una narrazione aumentata e multivocale grazie al processo di co-curatela adottato, ma purtroppo non offre la stessa possibilità (ovvero poter commentare durante la visita) ai visitatori finali, perdendo quindi l'opportunità di costruire delle dinamiche di scambio sociale e confronto durante o post visita, tramite i canali digitali del museo. Questo vincolo è stato imposto per precisa indicazione del museo di non riuscire a gestire in tempo reale la moderazione di tali conversazioni e non poter quindi valutare l'adeguatezza e qualità dei contenuti, visto il delicato tema religioso. Anche in questo caso permane il cruciale ruolo di mediazione del dispositivo tecnologico mobile, comunque interpretato come mero strumento familiare agli utenti e utile a produrre contenuti. Altre modalità di attivazione dei contenuti di tipo più gestuale (ad esempio sollevare un calice 3D riproponendo le gestualità del dipinto) sono state escluse sempre per volontà del museo di evitare rischi di semplificazione e spettacolarizzazione di temi delicati e complessi (Capurro and Lupo, 2016; Figg. 4-6).

Un esempio che va invece nella direzione di creazione di scambi e relazioni sociali è (pur nei limiti della sua semplificazione, dei vincoli di numero di partecipanti e deferimento nel tempo della fruizione di tali contenuti per utenti successivi, poiché non si tratta di una app in tempo reale) l'installazione Commentary Box sviluppata nel 2016 dallo studio Local Project per l'ARoS Art Museum che registra contributi tramite scambi dialogici tra due visitatori su precise opere d'arte (Fig. 7). Tuttavia lo scenario dei contenuti generati dagli utenti, grazie all'incremento dell'u-

so dei dispositivi mobili (Krumm, Davies and Narayanaswami, 2008) si è evoluto, in un modello di azione collettiva in cui è spesso assente un processo di regia o curatela complessiva; ciò richiede una maggiore attenzione alla qualità di questi contenuti, spostando l'attenzione dal concetto di autorialità a quello di autorevolezza. A questo riguardo fondamentali alla produzione di contenuti rilevanti e culturalmente consistenti sono la riconoscibilità degli autori e i sistemi di moderazione e attribuzione che permettano di distinguere tra contenuti prodotti dall'Istituzione culturale o dal detentore del Patrimonio, contenuti generati da esperti o da utenti generici.

La democratizzazione non solo all'accesso ma anche della produzione di contenuti culturali spesso si associa a una de-professionalizzazione del settore. Questo è vero solo in parte, perché è evidente che i musei, le Istituzioni culturali e i professionisti che vi lavorano stanno formandosi e sviluppando competenze specifiche in alfabetizzazione digitale per guidare questa trasformazione: è assodato (soprattutto dopo il lockdown causato dalla pandemia) che la valorizzazione della dimensione digitale delle collezioni richiede competenze e risorse adeguate per non essere svolta in modo superficiale, o guidata dall'urgenza e limitata a una comunicazione unidirezionale dal museo al pubblico quanto stimolare una partecipazione dei cittadini (Colombo, 2020). Una ulteriore sfida riguarda infine la tangibilizzazione e spazializzazione di questi processi di co-curation e contenuti generati dagli stakeholder, affinché non restino solo dati: anche in questo caso l'embodiment, o l'utilizzo di interazione materiale e oggetti intelligenti potrebbe rendere accessibile e possibile contribuire in modo più coinvolgente a questi contenuti.

Le pratiche performative sono uno dei livelli più avanzati di innovazione del Patrimonio culturale di tipo 'phygital', traducendo prossimità, connessione, contatto e coinvolgimento con il Patrimonio tramite l'embodiment, per generarne una più profonda comprensione. Questo modello si rivela molto adatto per il Patrimonio culturale immateriale, caratterizzato da pratiche e processi incorporati in luoghi e persone (Kirshenblatt-gimblett, 2014), performabile attraverso le tecnologie secondo specifiche modalità. Nella modalità attoriale le tecnologie creano un ambiente responsivo in cui il contenuto culturale è attivato non da interazioni stereotipate (cioè toccando uno schermo) ma da gesti culturalmente consistenti, coerenti con quelli che normalmente caratterizzano il Patrimonio nel suo contesto (ad esempio un rito) e che sono ben spiegati e proposti ai fruitori.

Nella modalità pratica, ad esempio nelle attività di apprendimento con la comunità dei detentori, si possono utilizzare e replicare, tramite le tecnologie, le conoscenze di un artigianato tradizionale, riproducendone o simulandone i processi a fini educativi. Un esempio è il progetto Whispering Table, installazione interattiva del 2009 dello studio The Green Eyl per la mostra Kosher & Co. On Food and Religion al Jüdisches Museum di Berlino, basata su interfacce tangibili in cui i visitatori possono interagire in un preciso scenario culturale e comportamentale, performando una cena comunitaria per attivare i contenuti. I visitatori, interagendo con gli oggetti sul-

la tavola (spostandoli, ridisponendoli, passandosi l'un l'altro), possono esplorare le differenze e similitudini tra riti e cerimonie di diverse culture: gli oggetti sono sensibili alla posizione di altri oggetti cui sono stati posti vicini e avvicinandoli alle orecchie iniziano a raccontare specifici contenuti.

L'installazione (in un set esplicitamente simulato per evitare fraintendimenti sulla re-interpretazione della sua autenticità o rievocazioni folkloristiche) ha il pregio di coinvolgere in modo attivo e fisico i visitatori e di utilizzare come interfacce tangibili non forme astratte e simboliche ma oggetti da tavola in ceramica il cui design è stato rivisto allo scopo, in una logica di riduzione minimale ma di chiaro riferimento alla funzione originaria e di ricerca di familiarità persino nel suono prodotto. Il gesto di avvicinare l'interfaccia all'orecchio tuttavia non corrisponde a una interazione naturale e spettacolarizza un po' la messa in scena; non è infine possibile contribuire alla narrazione (Figg. 8, 9).

Altri esempi sono le postazioni interattive *Browse with Your Face* (Fig. 10) e *Strike the Pose* (Fig. 11) di Local Project per il Cleveland Museum of Art, che permettono di usare le posizioni del corpo e le espressioni del viso per la ricerca e consultazione di opere d'arte. Anche questi casi hanno il pregio di offrire modalità di mediazione, per la ricerca e attivazione dei contenuti, di tipo fisico e corporeo, con l'obiettivo di favorire una comprensione intuitiva dell'arte, ma l'approccio di fornire agli utenti feedback quasi immediati in risposta a smorfie facciali o posture anomale trasforma l'esperienza più in un gioco in cui il divertimento alla continua ricerca di nuove pose prende il sopravvento sull'approfondimento. In questa visione occorre superare i concetti di interazione corretta/scorretta, a vantaggio di una interazione più naturale (Shaer and Homecker 2010), connessa cioè con le gestualità e materialità più intuitive e familiari, per una migliore qualità fruitiva: le interfacce tangibili consentono anche l'incorporazione di attributi materiali reali (ad esempio dimensione, forma, consistenza, colore, peso) per veicolare informazioni (Nofal, Reffat and Vande Moere, 2017). La dimensione di co-creazione può essere sperimentata utilizzando la gestualità anche per attività generative di contenuti.

Vi sono poi modalità che sono totalmente centrate sulla co-creazione e sul ri-uso del Patrimonio. Il ri-uso può avvenire a partire dall'applicazione di Patrimonio digitalizzato in nuovi prodotti o servizi culturali (essi stessi digitali o fisici), o dall'utilizzare un Patrimonio di conoscenze e saperi come repertorio di risorse per supportare una nuova produzione (fisica o digitale). Del primo caso fanno parte piattaforme online di archivio di contenuti culturali (curati dalle stesse Istituzioni detentrici del Patrimonio) che possono essere ricercati tramite varie chiavi per essere riutilizzati per diversi scopi e persino prodotti commercializzabili: Europeana consente di progettare e prototipare applicazioni dalla finalità educativa, per il turismo o l'intrattenimento (ad esempio *Historiana*; Fig. 12).

Del secondo caso esemplificativo è il progetto *Inspired by China* del Peabody Essex Museum che nel 2006 ha organizzato una sperimentazione con designer per progettare nuovi mobili ispirati da quelli tradizionali del museo (Figg. 13, 14). Nel riuso di contenuti culturali il pregio è proprio la riutilizzabilità a sua volta di quanto prodotto (come tutti i progetti sviluppati grazie ai dati di Europeana), viceversa un limite è quello di creare nuove opere d'arte fini a se stesse. Il ruolo del design nel riuso del Patrimonio è legato alla capacità di dare un significato culturale alle soluzioni tecnologiche disponibili, collegandole, grazie ad attività di co-design, a bisogni e utenti reali, ma soprattutto a contesti, dinamiche d'uso, ambiti, a volte inaspettati ma di grande opportunità e potenzialità. Ad esempio al di fuori dai luoghi deputati della cultura: per poter impersonare opere d'arte (*Van Go Yourself*; Fig. 15); creare delle proprie gallerie digitali personalizzate, condividerle sui propri dispositivi, ma soprattutto scaricare immagini ad altissima risoluzione con licenza aperta per poterle applicare ad altri contesti. Un esempio è la piattaforma *RijskStudio* del Rijks Museum: le immagini (dipinti, disegni, oggetti) sono ricercabili attraverso diversi criteri (oltre i classici autore, tipologia, ecc.), tra cui alcuni (ad esempio la palette cromatica di riferimento, il tema, elementi raffigurati nei dettagli, ecc.) sono emblematici della scelta di supportare ricerche meno tradizionali e quindi connessioni tematiche sulla base dell'intenzione d'uso dell'utilizzatore (Fig. 16). Pioniera è anche l'esperienza, sempre del Rijks Museum, del concorso annuale *RijskStudio Award* che premia prodotti concepiti ispirandosi alle opere del museo (Figg. 17, 18).

Entrambi questi esempi hanno il pregio di avvicinare il Patrimonio culturale all'esperienza quotidiana delle persone e di spostare il focus dalla conservazione all'innovazione; tuttavia è importante sottolineare che un tale approccio di traduzione e interpretazione in nuovi servizi o prodotti degli elementi formali, visuali, espressivi, simbolici, di un Bene culturale non è sempre possibile, né raccomandato, come forma di aumento della conoscenza o edutainment, in quanto può scivolare nel semplice intrattenimento. Ove tuttavia si concentri, insieme a una conser-

vazione filologica, sulla rigenerazione sostenibile di forme culturali di una comunità in termini di sviluppo, riconoscendo ai detentori la possibilità di controllare e decidere gli impatti di tali utilizzi, è certamente da supportare e promuovere. Cruciale, in termini di implicazioni culturali e socio-economiche, è il ruolo del Design nell'indirizzare tali pratiche di ri-uso creativo non solo in prodotti finiti ma anche meta-output quali elementi che gli stessi stakeholders possano utilizzare a loro volta, nel rendere comprensibile e condivisibile il valore di questo cambio di prospettiva ai detentori del Patrimonio, evitando atteggiamenti stereotipati e semplificatori sulle tecnologie quali 'toolification' e 'solutionism' (Manzini, 2006), nel sollecitare, coinvolgendo tutti gli stakeholder, la riflessione politica e culturale su nuovi modelli di proprietà intellettuale (Shiach and Virani, 2017).

Conclusioni | Nel loro insieme, le quattro forme di innovazione culture-driven discusse possono costituire, oltre a uno strumento originale di lettura delle trasformazioni in atto, un nuovo modello di guida all'innovazione e attivazione del Patrimonio culturale. Attraverso i casi studio discussi si ritiene di avere dimostrato il potenziale di progettare in chiave phygital la relazione con il Patrimonio: una esperienza phygital consente una articolazione delle forme di prossimità nella direzione di appropriazione e creazione di Patrimonio culturale, secondo una visione olistica e una logica incrementale e di complementarità. Le opportunità di co-creazione tuttavia non sono sempre dirette e immediate (ad esempio nelle modalità amplificate o performative) così come la tangibilizzazione o incorporazione fisica: occorre una più profonda elaborazione di come possono avvenire in modo realmente 'phygital' a partire dagli spunti forniti. Uno sviluppo futuro è quindi la verifica sperimentale sul campo di questo approccio olistico, con l'obiettivo di inglobare insieme tutti e quattro i livelli di innovazione.

L'impostazione eminentemente teorica di questo modello non è scevra di limiti, soprattutto in relazione alla necessariamente parziale selezione dei riferimenti e in seconda battuta alla sua applicabilità e validità. Relativamente alla rilettura proposta dello stato dell'arte la scelta è però ragionata, privilegiando sistematizzare la

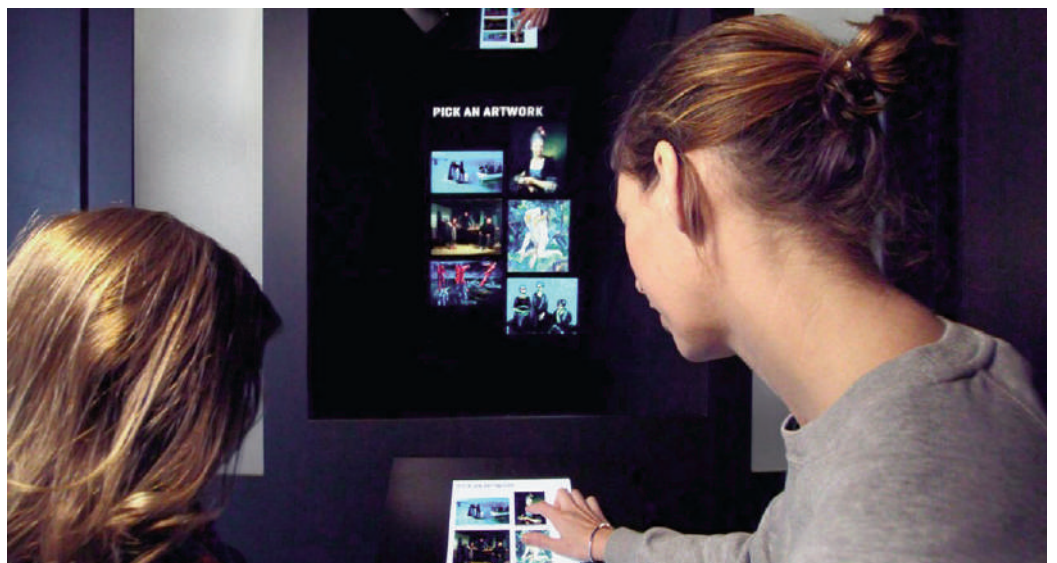


Fig. 7 | Commentary Box, ARoS Art Museum (credits: Local Project).

convergenza, nel settore dei Beni culturali, di temi e ambiti disciplinari diversi, attraverso la proposta di concetti e strategie chiave (attivazione, Heritage continuum, prossimità phygital) che proprio nel loro essere stati messi in relazione per la prima volta costituiscono un unicum originale. Il framework teorico originale prodotto consente anche di leggere processi di trasformazione che attengono alla sfera della progettazione più in generale, essendo potenzialmente e con le dovute modifiche trasferibili e applicabili al design di quei prodotti e servizi in cui concetti di phygital, prossimità e continuum culturale possono costituire leve d'innovazione di forma, uso valore e significato.

Relativamente alla applicabilità e validità del modello, il contributo fornisce indicazioni operative per sviluppi concreti, che possono alimentare le riflessioni della comunità scientifica sul piano metodologico e operativo, con l'obiettivo di progettare strategie a lungo termine che possano assicurare processi pervasivi e duraturi di esperienza e riuso del Patrimonio, ridurre al minimo il rischio di esperimenti puntuali e circoscritti e garantire conseguenze positive su conoscenza, trasformazione e impatto del Patrimonio (Jelinčić, 2017; Borowiecki, Forbes and Fresa, 2016) alcune implicazioni culturali e socio-economiche del modello sono state rilevate: da una parte le politiche di accessibilità e autorevolezza dei contenuti (diritti di proprietà intellettuale), dall'altra il tema delle necessarie partnership tra Istituzioni, stakeholders e fruitori. Occorre quindi verificare sul campo l'impatto che l'utilizzo di questo modello può avere non solo sulla innovazione del Patrimonio, ma anche sul guidare la trasformazione della comunità scientifica e di settore su questi aspetti: nuove forme di collaborazione e di gestione dei contenuti culturali possono essere concertate e supportate da un approccio progettuale phygital.

This article aims to investigate certain frontiers in design for the Cultural Heritage, by exploring research and design practices that enable actions, in a manner complementary to the consolidat-

ed practices of promotion and enhancement, to truly 'innovate' the cultural Heritage. 'Culture-driven innovation' is characterised by the transition from designing 'for' the cultural Heritage to designing 'with' the cultural Heritage, considered as a real resource that can be activated, actualised and sustainably incorporated into new goods, services and experiences through processes of participation, co-curatorship, and especially co-design and co-creation, involving the entire chain of stakeholders. This transition is made possible and amplified by the 'phygital' scenario, in which the physical-analogical world converges and interacts with the digital world in a new fluid space, changing the forms and modes in which the cultural Heritage is accessed and experienced, as well as and most importantly its nature and definition: an indivisible continuum of tangible and intangible elements extended and connected in time and space, which may be defined as the 'Heritage continuum'.

In this scenario, it is important to move past a simplistic view of an exclusively technological type of innovation, towards a more holistic vision: the new technologies (mobile, social, etc.) should be understood not as a catalogue of ready-to-use opportunities, but as the means that makes it possible to create meaningful connections between the Heritage, the users and the stakeholders, in a hybrid spatial dimension of proximity that is not only physical but relational (meaning, use, etc.) thanks to digital; enabling these connections is critical to enabling deep new forms of innovation in the experience of using and designing with the Heritage.

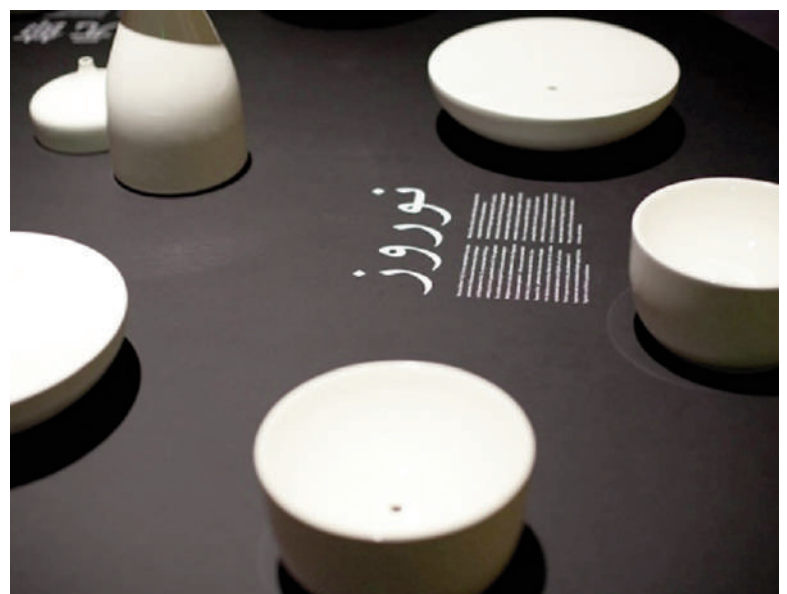
This vision of culture-driven innovation seeks without rhetoric or prejudice to debate pressing issues such as the democratisation and de-professionalisation of the Heritage, to propose new policies and strategies for accessibility, authoritative content and intellectual property rights in the phygital era. It is a vision that does not purport to replace consolidated disciplines and practices for the protection of the cultural Heritage (which also, it should be said, benefit from the phygital scenario), but offers a complementary innovative model, based on the connections of proximity made possible by a phygital world, for recon-

sidering relations between regional Institutions, users, networks and partnerships and imagining new functions and collaborations.

The article is structured as follows: a survey of the relevant context, which analyses the state of the art in terms of the literature, the key issues in the debate and the design opportunities; a presentation of the culture-driven forms of innovation fostered by the dynamics of co-creation and connection within the phygital scenario (augmented and amplified narratives, participatory and contributory co-curatorial approaches, performance practices and the creative re-use of the cultural Heritage), with a discussion of the key issues, implications and challenges; an assessment of the implications of such processes in terms of impact and spillover effect on the scientific community and on the cultural Heritage sector.

The aim of the essay is to provide a coherent framework for the scientific and academic communities and for cultural Institutions and professionals, within which to read and interpret current innovation processes, in order to stimulate the debate at the theoretical and methodological levels and for the purposes of application, based on certain design guidelines. This framework is constructed on a critical reading of the state of the art that will present several key concepts (design for the Activation of the Cultural Heritage, the Phygital scenario, the concept of Heritage continuum and the theme of Heritage of proximity), and case study analyses (which in the interest of brevity, will be cited purely as examples).

The relevant context: problems and opportunities | The authoritative role, applications and value of design in the field of the cultural Heritage are now widely acknowledged: contemporary design is a multiverse discipline (Bertola and Manzini, 2004; Manzini 2006), in which emerging domains focus on design 'for' a purpose (Sanders and Stapper, 2008). Within this framework of expanding design applications (design of material goods, strategies, communication, processes, services and experiences, policies, identities, representations and conversations), design 'for' the cultural Heritage is an emblem-



Figg. 8, 9 | Whispering Table, Jüdisches Museum Berlino (credits: The Green Eyl, 2008).



Fig. 10, 11 | Browse with Your Face, Cleveland Museum of Art; Strike the Pose, Cleveland Museum of Art (credits: Local Project).

atic case of the necessary evolution of the discipline, in which culture and technology are tightly integrated. A series of seminal publications (Celaschi and Trocchianesi, 2004) and a foundational research study such as *d.Cult – Il Design per la Valorizzazione dei Beni Culturali* (Maffei, Parente and Villari, 2006), as well as subsequent national research studies such as *Design & Cultural Heritage* (Irace, 2013), advance a cultural approach in which the technical and technological components are oriented towards intangible dimensions such as the enhancement of the Heritage through regional and relational models, its enjoyment, community participation and empowerment.

At the international level, on the one hand, significant bonds have been established between the cultural Heritage and design culture in terms of local development, because design can foster a continuous regeneration of the Heritage while preserving local diversity and an implicit understanding of the places and their typical productions (Corte-Real, Duarte and Carvalho Rodrigues, 2005). On the other hand, there is a growing attention to the theme of technology for the Cultural Heritage, the purpose of which is to improve user experience and engagement or to increase social interaction and the ability to interpret the Heritage (Russo et alii, 2007; Spallazzo, 2012; Parry, 2013; Kidd, 2014). A series of experiments and studies, starting with storytelling museums (Studio Azzurro, 2011) and performance spaces (Dernie, 2006), apply the potential of digital technologies to museums and the cultural Heritage (Allen and Lupo, 2012) to offer inclusive, dialogic or participatory experiences (Affleck and Kvan, 2007; Tchen and Ševcenko, 2011; Simon, 2010; Giaccardi, 2012; Visser and Richardson, 2013; Smith and Iversen, 2014).

The maturity that has been achieved in the field of design for the Cultural Heritage suggests moving beyond the traditional concept of enhancement to embrace an idea of innovation, expressed in the concept of 'activation'. Design for the Cultural Heritage is based on an 'extended chain of enhancement', an indivisible unicum that links design for preservation (identification, documentation, archiving, conservation, restoration) with the necessary (though sometimes undersized) 'activation' of the Heritage, which consists in the use, transmission, promotion but above

all creative use and reuse as the raw materials for design, which must be recontextualised, actualised and incorporated (in a culturally, socially and economically sustainable way) into meanings, products, and processes that mean more to people. Making the Cultural Heritage more accessible to be enjoyed on a larger, more personal and collective scale, responds to its intrinsic nature as evolving and changing over time (Vecco, 2010).

The concept of the Cultural Heritage as 'open to new uses and applications' (Lupo, Giunta and Trocchianesi, 2011), and hence the transition from designing 'for' the Heritage to designing 'with' the Heritage, is a sensitive one however because co-creation supersedes participatory models (Simon, 2010) requiring a change in perspective, which cultural Institutions themselves often find hard to accept. Yet it is happening despite them, supported by the obvious orientation in favour of design and creativity of national and international institutional and government policies, which rely directly on Design and approaches such as co-Design to serve as the drivers of sustainable culture-based development and innovation (European Commission, 2018a; 2018b; 2018c; 2019). In this scenario, the competence of Design may be recognized and codified in sustainable participatory models of co-creation based on the Heritage (both in bottom-up actions and processes and in top-down approaches to institutional and government policies). Supported by new technologies, these models respond to the need to bring people closer to the Heritage, by means of the above-mentioned augmented narratives, plural interpretations, practices of performance and interaction, and re-interpretations and new uses.

The second element is the concept of 'phygital', the union (or better seamless overlay) of the physical and digital in everyday experiences, from simple applications such as QR codes, to the Internet of Things (for example the evolution of home automation), 3D printing or augmented reality (mediated by Google Glass or more simply by mobile apps). The neologism 'phygital' was created by the marketing agency Momentum in 2013, and is often an integral part of the design of innovative buying experiences, focused on immediacy, immersion and interaction (Natal et alii, 2017).

In a wider sense, it describes the multidimen-

sional and hyper-connected materiality that permeates any contemporary environment. This is an indivisible continuum of connections between tangible and intangible dimensions ranging from physical to digital, and from digital to physical (Giaccardi, 2015; Giaccardi and Redstrom, 2020): augmented and geopositioned information and content overlap with materials, objects and places, and are accessible on personal mobile devices; at the same time, digital content is increasingly materialised through tangible user interfaces or TUI (Shaer and Hornecker, 2010), smart objects, processes of embodiment (Dourish, 2001; Marshall and Hornecker, 2013) and material or tangible interaction (Hornecker and Buur, 2006). This involves not only Augmented Reality (Furth, 2011) but Mixed Reality (Kidd, 2014), Extended Reality (Loksha, Banumathi and Bhagya, 2020) or Hyper Reality (Steiner, 2010) to describe this new meta-materiality.

In the field of the Cultural Heritage, the 'phygital' is introduced mainly in relation to the value of digital technologies in the area of 'intelligent' tourism, of destination management (pre-post journey) and services (Ballina, Valdes and Del Valle, 2019) or marketing (Neuburger, Beck and Egger, 2018); while in museums and cultural sites, it is often meant for and applied to reproductions and to the digitisation of the collections (Lo Turco and Giovannini, 2020), or augmented reality (Andrade and Dias, 2020). Nofal, Reffat and Vande Moere (2017) explicitly define the concept of 'phygital Heritage', characterised by accessibility, customisation, immersion, affordance, materialisation, 'situativeness'. As to the degree of 'situativeness' (the degree to which technology depends on the physical context) and physical affordance (the degree to which interaction is supported and physically facilitated), the three scholars outline three incremental models of 'phygital Heritage': from an augmented model (for example with virtual reality applications and 3D artefacts) to an integrated model (for example with TUIs and sensors) to the implemented model which can also adapt physically to input.

In a strict analogy with the 'phygital' context, not only the experience but the very definition of Cultural Heritage has been transformed. We define it as a 'continuum Heritage', an ecology of cultural forms and contents, in which connections between the collections of museums, cul-



Fig. 12 | Historiana, Europeana (credit: Europeana).

tural Institutions, archives, online repositories, works of art, monuments, territories and users, create a stratified space between the physical and virtual and an increasingly expanded, augmented and enriched hybrid experience. These are relations between different scales of the Heritage (museums, archives, sites, etc.), but also forms of contemporary cultural production defined as Contemporary Heritage (Battesti, 2012) based on the relations between the Heritage and places (for example dislocations or the origins of a digital Heritage), between the Heritage and individuals, but especially between the individuals themselves, which occur in the physical space thanks to the digital dimension. The Heritage becomes increasingly intelligent (Batchelor, Schnabel and Dudding, 2021), not only because it is enhanced by smart technologies but because it becomes more responsive itself and is activated autonomously by sensitive means.

This continuum of relations also redefines the concept of proximity, given that new cultural experiences create a closeness to the Heritage with new meanings and uses that people can feel closer. The relationships between Heritage and proximity arise in the field of sustainable tourism, as the growing awareness of the impact of climate change has turned rediscovering nearby locations, which can be reached using mobility with lower environmental impact, into an opportunity for sustainable development (Bertacchini, Nuccio and Durio, 2019). Proximity has recently emerged as a key concept for the post-Covid recovery, in contexts and situations with limited or controlled mobility (Romagosa, 2020); however, the concept of proximity tourism has expanded with regard to the spatial dimension, leading to a deeper connection to each individual's human and ecological community (Rantala et alii, 2020). The issue is 'alterity in tourism', or alternative tourism: the tourists perceive distance in terms of the costs of travel, time and the (cultural) newness or familiarity of a destination (Salmela et alii, 2021).

The 'phygital' scenario further problematizes the notion of cultural proximity, which extends to include a proximity of meaning (originating for example in the creation of connections between shared roots), a sense of fascination and curiosity for what has become accessible through dig-

ital tools in a physical environment. Proximity in this sense may also be understood as an influence exercised by the Heritage (Lord and Blankenberg, 2015) to generate transformative experiences (Nielsen, 2014) and thus real and lasting impact, thanks to new forms of contact with the Heritage.

The real challenge of 'phygital' proximity with the Heritage is to respond to the need for greater contact with it, through the tangibilisation of relations between the Heritage continuum and people, to restore a physical quality to the digital experience and fill a void caused by the post-pandemic situation (Sacco and Travkina, 2020). To move beyond the sterile contrast between physical and online experiences in favour of a mixed experience (Agostino, Arnaboldi and Lampis, 2020), it is important to design a hybrid materiality, concentrating primarily on the non-neutrality of digital infrastructures to shape practices of inclusion or exclusion (Galani and Kidd, 2020). Within this framework, approaches to advanced Human Computer Interaction such as Embodied Interaction, or Material Interaction (Hornecker and Ciolfi, 2019), are undoubtedly more closely linked to the idea of vicinity and physical proximity, intercepting the body and its gestures, revealing or precluding meanings based on the cultural backgrounds and capacities of the users. But it is also important not to stop at augmented user experience applications, but to aspire to experiment with participatory processes of co-creation and re-use as well, in other words, innovation of the Heritage.

Forms and processes for activating culture-driven innovation | As outlined in the OECD guidelines for culture-oriented development, innovation for the Cultural Heritage is not just technological, it is also social, political, entrepreneurial, economic and methodological, condensed in a holistic approach (Sonkoly and Vahtikari, 2018). UNESCO's goals for sustainable development and the 2030 cultural indicators (UNESCO, 2019), underscore how the Heritage can play a role in creatively inspiring society, and have value as a lever to facilitate inclusion, cohesion, equity, well-being, social and economic development. Culture-driven innovation can rely on the Heritage

continuum's 'phygital' scenario of proximity, to open to co-design and co-creation with the Heritage which should include not only final users (for example Heritage users), but all the stakeholders in the chain (cultural Institutions and staff, territory, political decision-makers, creative and cultural industries, etc.); the aim is to reimagine the entire chain of value of the Heritage (Porter, 2006), and moving up the chain, to co-design and enable opportunities to reuse the Heritage for the various stakeholders, or redesign the management activities (Freeman et alii, 2016).

To follow are descriptions (exemplified in case studies) of the forms that can be used to enact culture-driven innovation, with a discussion of the types of connections and relations most widely involved, the types of proximity that can be activated, the processes of co-creation that can be designed. Though they are incremental, they must not be understood sequentially but as complementary and holistic. The amplified narratives and connections are only the base level of innovation for the Heritage. The cultural Heritage is accessible, augmented, shared and dramatized through technology, primarily in interactive exhibitions and installations and through mobile augmented reality applications. Augmented narration makes contextualised immersive modes possible in real space, which are something more than the isolation of a virtual experience in a fictional parallel world.

Emblematic examples are the works of Studio Azzurro (2011), whose temporary exhibitions or permanent installations were conceived as 'narrative museums', spaces that became interactive by means of sensitive objects, surfaces, screens or floors, in which the content narrative is activated, with a performative approach, by the visitors' movements or actions (deliberate or unconscious) within the space. The temporary exhibition *To the East – Genti e Dei alle Vie della Seta* at the Baths of Diocletian, held in Rome in 2011 (Fig. 1, 2), organized as a journey across 18 multimedia installations corresponding to 12 locations along the Silk Road, is a narrative about cultural cross-pollinations between peoples, religions and traditions, based on more than 100 physical artefacts, including Marco Polo's Bible; wooden crates containing the artefacts are used as a metaphor for the journey and a support for the video installations.

The spatial experience is well-incorporated into the visit both in the metaphor of the journey and in the modes of interaction with the installations and the activation of the content: each installation includes static devices activated by the presence of the visitors, mostly without direct contact with the interfaces, but simply by standing near a crate, or leaning over it, with the exception of an interactive book to leaf through and a carpet to walk on. This is a rather natural dynamic of interaction: because it does not rely on portable mobile devices, it is an interesting mix of formalized conscious actions (turning pages), formalised but unconscious actions (leaning over a crate) and non-formalised but conscious actions (occupying space, or in one case blowing on leaves).

The value added by technology is narrative and performative because it gives voice to objects that would otherwise remain rather silent. It does not however offer ways to contribute or par-

ticipate, which might have provided greater emotional and not just physical engagement. Another critical issue is that despite the multicultural dimension of the content, the approach to the narration, which does allow for dialogues between characters who offer different portrayals of the same places or events, produces a story devoid of real dissenting voices or plural interpretations, to which the technologies could have brought greater visibility.

Other examples are the projects by the New York firm Local Project, which for the Cleveland Museum of Art developed the ArtLens mobile app, which makes it possible to view the artworks in a specific context; and for the ARoS Art Museum, the Eye Catcher installation, which offers visitors content based on tracing their eye movements as they look at an individual artwork (Fig. 3). In both cases the added value consists in expanding the content (for example in contextualising the artworks) and demonstrating that it is technically possible to provide more than the standard dynamics of formalised visitor experiences, even when the mediation of the digital platform (the mobile device used to frame the works) remains significant and is unable to generate a truly immersive spatialised experience.

In general, what makes the augmented experience 'phygital' is building levels of interaction between material elements, intangible content and people: the tangible elements become intelligent, enriched with data, information and stories, and can be explored with evocative or educational intent; visitors come into greater contact with the intangible dimension, participating with their stories and connections. The physical dimension of the experience can be restored by making the connections between the Heritage and the places of origin tangible (they may have been lost in the processes of delocalisation, dislocation or exhibition), relying on the augmented meta-materiality of the digital data or real bodily perception generated by geopositioned systems of tangible interfaces, to increase the closeness and power of the narration and engagement. The co-creative dimension, while limited (the role of the users is mainly contemplative, though active in activating the content), can be increased through participation.

Curatorial and contributory participatory modes open innovation in the Heritage to multiple interpretations and representations, welcoming contributions generated by users to foster a sense of belonging, appropriation and social cohesion. The connections created by this content activate increased proximity between people and the Heritage, and indirectly between people as well, building social bonds based on a common and plural Heritage, thanks to the diverse points of view. Within participatory models for the Heritage (Simon, 2010), there has been a shift from eminently contributory modes that relied on user-generated content, to more comprehensive approaches of the co-curatorial type which may take the form of either dialogic exhibitions/installations (Tchen and Ševchenko, 2011) or content for mobile device apps. The concept of co-curatorship translates the process of participated co-design

for the cultural field (Sander and Stapper, 2008), because it designs the enhancement of the Heritage with all the actors in the chain, and if possible, with its holders. 'Community participation' and 'indigenous curation' (Kreps, 2003; 2008) are invoked to support the self-representation of the Heritage on the part of the holders, as are 'interpretive communities' (Hooper-Greenhill, 2003) to promote appropriation and sharing by other communities.

An emblematic case is the design experiment conducted at the Diocesan Museum in Milan for the European project Mela-Museums in an Age of Migration by the Design for the Cultural Heritage research group at the Politecnico di Milano: a mobile application was co-designed for the field

of the Catholic Heritage, with a contributory approach and an intercultural intent. Following a meeting with the museum curators to select the works to be used in the experiment (XVIII century paintings hanging in the hall of the Arciconfraternità on the theme of eucharistic miracles, associated with potentially inter-religious themes such as pilgrimage and faith), the first phase was dedicated to the development of narrative videos based on paintings (characters, gestures, objects), which would be activated by focusing a mobile device on the paintings.

This content was expanded in two different co-curatorial sessions in which users from different cultural and religious backgrounds viewed the stories told in the videos, and produced con-



Fig. 13, 14 | Inspired by China, Peabody Essex Museum (credits: Peabody Essex Museum, 2006).

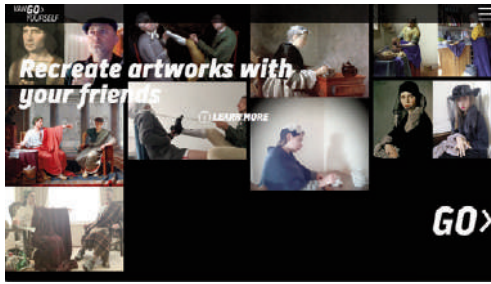


Fig. 15 | Van Go Yourself (credit: Van Go Yourself).

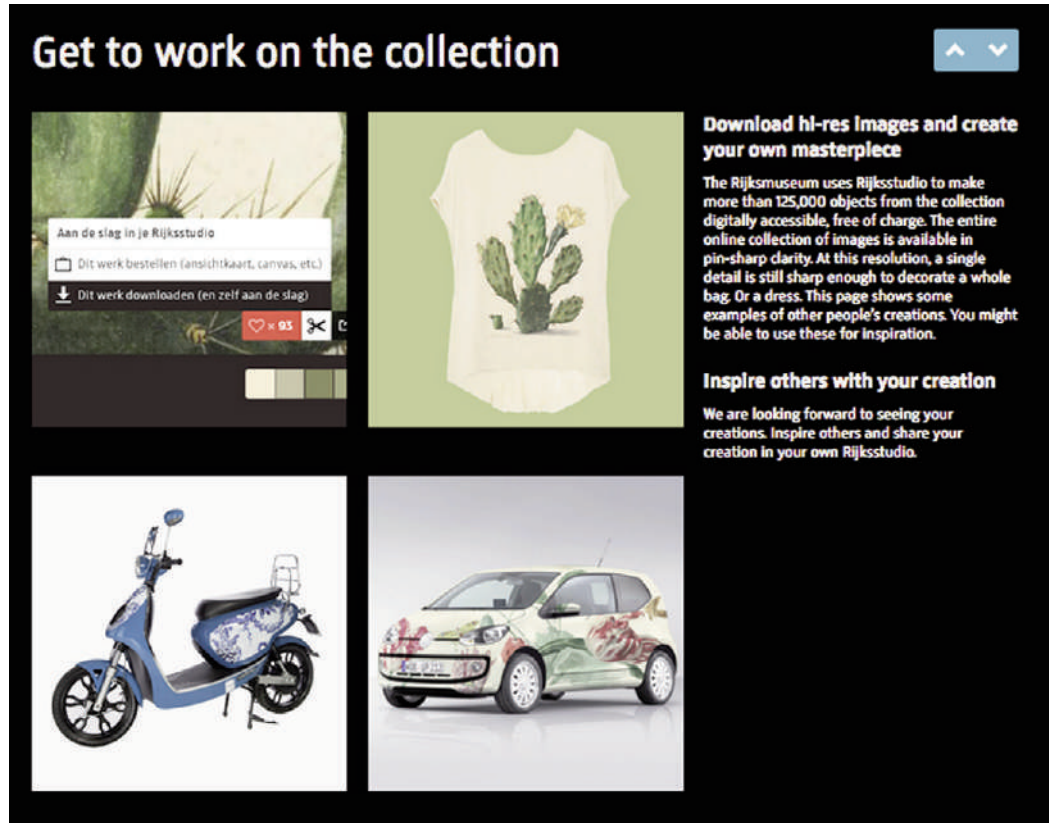


Fig. 16 | RijskStudio, Rijsk Museum (credit: Rijsk Museum).

tents that were verified and implemented in updated versions that could be browsed on the app. During the first session, expert users answered a questionnaire the purpose of which was to gather authoritative and culturally consistent content about the similarities and differences between religions; during the second session, generic users were asked to offer their point of view, commenting contextually on the effectiveness of the narrative and the clarity of the content with the help of a facilitator. After carefully assessment, the content generated by the users was integrated into the definitive architecture of the app, which was furthermore completed by links to other works in the museum (chalices, sacred paraments, etc.) similar to those in the paintings, which were also reproduced in explorable 3D models, to encourage a visit to the entire museum.

The app has the undoubtable merit of building an augmented multi-voice narrative around the paintings, thanks to the process of co-curation. It does not however offer final visitors the same opportunity (to be able to comment during the visit), thereby missing the opportunity to build dynamics of social exchange and dialogue during or after the visit, on the museum's digital channels. This constraint was imposed at the specific instruction of the museum, due to the inability to moderate these conversations in real-time and hence evaluate the adequacy and quality of the content, given the sensitive religious theme. In this case too, the mediation of the mobile technological device remains critical, as an instrument that is familiar to users and useful for the production of content. Other more gestural methods for activating the content (for example raising a 3D chalice in imitation of the gesture in the painting) were excluded at the instruction of the 4spectacularising sensitive and complex themes (Capurro and Lupo, 2016; Figg. 4-6).

One example that aims to create social interaction and relations (though limited by its simplification, its finite number of users and the delay in making the content available for later users, given that it is not a real-time app) is the Commentary Box installation developed in 2016 by the firm Local Project for the ARoS Art Museum, which records contributions in the form of a dialogue between two visitors about specific works of art (Fig. 7). The scenario of user-generated content has evolved, however, thanks to the growing use of mobile devices (Krumm, Daview and Narayanaswami, 2008), in a model of collective action which often lacks a comprehensive process of direction or curatorship; it requires greater attention to the quality of this content, shifting attention from the concept of authorship to that of authoritativeness. In this sense, fundamental elements in the production of important and culturally significant contents are the recognizability of the authors and the system of moderation and attribution that makes it possible to distinguish content produced by the cultural Institution or the holder of the Heritage and content generated by expert or generic users.

The democratisation not only of access but of the production of cultural content as well is often associated with the de-professionalisation of the field. This is only partly true, because it is obvious that the museums, cultural Institutions and professionals who work there are training and developing specific skills in digital literacy to guide this transformation: it has been established (especially after the lockdown caused by the pandemic) that enhancing the digital dimension of the collections requires adequate skills and resources, to avoid an outcome that is superficial, or developed under the strain of urgency and limited to one-way communication from the museum to the user, but made to stimulate the

participation of the citizens (Colombo, 2020). A further challenge is to make these processes of co-curation and stakeholder-generated content tangible and spatialised, so that they do not remain just data. In this case too, embodiment, or the use of material interaction or intelligent objects could make this content accessible with the possibility of contributing to it in a more engaging way.

Performative practices are one of the most advanced levels of 'phygital' innovation for the cultural Heritage, translating proximity, connection, contact and engagement with the Heritage through embodiment, to generate a deeper understanding or it. This model has proven to be particularly fitting for the intangible cultural Heritage, characterised by practices and processes embodied in places and persons (Kirshenblatt-Gimblett, 2014), and performable using technologies in specific modes. In the actor mode, technologies create a responsive environment in which the cultural content is activated not by stereotyped interactions (such as touching a screen), but by culturally coherent gestures, consistent with those that generally characterise the Heritage in its context (for example a ritual) and which are properly explained and presented to the users.

In the practical mode, for example in learning activities with the community of holders, technology can make it possible to use and replicate the expertise of traditional crafts, reproducing or simulating their processes for educational purposes. One example is the Whispering Table project, an interactive installation designed in 2009 by The Green Eyl for the exhibition titled Kosher & Co. On Food and Religion, held at the Jüdisches Museum in Berlin. It was based on tangible interfaces in which the visitors could interact within a precise cultural and behavioural scenario, performing a community supper to activate the

content. Interacting with the objects on the table (by moving them, rearranging them, handing them to others), the visitors could explore the differences and similarities between rituals and ceremonies from different cultures: the objects were sensitive to the position of other objects placed beside them, and when lifting them up to the ear, they began to tell specific stories.

The installation (in a set simulated explicitly to avoid misunderstandings regarding the reinterpretation of its authenticity or folk-like re-evocations) has the merit of actively and physically engaging the visitors, and creating tangible interfaces not with abstract and symbolic forms but with ceramic tableware redesigned for this purpose, in a logic of minimal reduction that clearly refers however to the original function and seeks familiarity even in the sounds that are produced. The gesture of lifting the interface to the ear is not a natural interaction and to some degree it spectacularises the *mise-en-scène*; finally, the possibility of contributing to the narration is excluded (Fig. 8, 9).

Other examples are the interactive stations titled *Browse With Your Face* (Fig. 10) and *Strike The Pose* (Fig. 11) by Local Project for the Cleveland Museum of Art, which make it possible to use body poses and facial expressions to search and consult works of art. These cases also have the merit of offering physical and bodily modes of mediation to search and activate the content, with the purpose of fostering an intuitive understanding of art. But the approach to provide almost immediate feedback to users in response to facial grimaces or unusual postures transforms the experience into a game in which the fun of trying out new poses becomes more important than the learning experience. In this vision, the concepts of proper/improper interaction should be superseded by a more natural form of interaction (Shaer and Hornecker 2010), linked to more intuitive and familiar gestures and material aspects, for a better user experience: tangible interfaces also make it possible to incorporate real material qualities (such as dimension, form, substance, colour, weight) to convey information (Nofal, Reffat and Vande Moere, 2017). The aspect of co-creation may be tested by using gestures to actively generate content.

There are also modes entirely centred on co-creation and on reusing the Heritage. The reuse could be based on applications of the digitised

Heritage in new products or cultural services (be they digital or physical themselves), or by using a Heritage of knowledge and skills as a repertory of resources to support a new production (physical or digital). The first case includes online platforms to store cultural content (curated by the Institutions that hold the Heritage) which may be searched with various keys to be reused in the future for different purposes or even as marketable products: Europeana offers the possibility of designing and prototyping educational applications, for tourism or entertainment (such as *Historiana*; Fig. 12).

An example of the second case is the project titled *Inspired by China* by the Peabody Essex Museum, which in 2006 organized an experiment with designers to design new furniture inspired by the museum's traditional artefacts (Fig. 13, 14). The virtue of reusing cultural content lies in the reusability of the produced outcome (like all the projects developed on the basis of the Europeana data). Vice versa, a limit could be the creation of new artworks for their own sake. The role of design in reusing the Heritage rests on its capacity to give cultural meaning to available technological solutions, by connecting them in co-creation processes to real needs and users, but above all to contexts, user dynamics and fields that may well be unexpected but offer great opportunity and potential. For example, outside traditional places of culture: to impersonate works of art (Van Go Yourself; Fig. 15); to create personal customised digital galleries and share them on one's personal devices; but above all to download open-source high-resolution images and be able to apply them to other contexts.

One example is the *RijskStudio* platform of the Rijks Museum: the images (paintings, drawings, objects) may be searched through a range of parameters (beyond the classic author, typology, etc.), some of which (for example a painting's colour palette, theme, elements portrayed in the details, etc.) are emblematic of the decision to support less traditional searches, and therefore thematic connections based on the user's intent (Fig. 16). The Rijks Museum also pioneered the experience of the annual *RijskStudio Award* competition, for products inspired by the works in the museum (Fig. 17, 18).

Both of these examples have the merit of bringing the cultural Heritage closer to people's

everyday experiences and to shift the focus from conservation to innovation; it is important however to emphasize that such an approach, aimed at translating and interpreting the formal, visual, expressive and symbolic elements of a heritage asset into new services or products is not always possible, nor is it recommended as a means to increase knowledge or as edutainment, because it risks slipping into mere entertainment. But should the focus be, along with philological conservation, on the sustainable regeneration of a community's cultural forms in terms of development, acknowledging the right of the holders to control and decide the impact of such use, then it most certainly must be supported and promoted.

The role of Design, in terms of cultural and socio-economic implications, is critical in orienting such practices of creative re-use not only towards finished products but also as meta-output, elements that the stakeholders themselves can use to make the value of this change in perspective clear and shared by the holders of the Heritage, avoiding more simplistic and stereotyped attitudes towards technologies such as 'toolification' and 'solutionism' (Manzini, 2006). It is important to involve all the stakeholders in encouraging a political and cultural reflection upon new models of intellectual property (Shiach and Virani, 2017).

Conclusions | Taken together, the four forms of culture-driven innovation discussed above may constitute not only an original interpretative framework for the transformations underway, but also a new model to guide the innovation and activation of the cultural Heritage. The case studies discussed above undoubtedly demonstrate the potential of a phygital approach to designing the relationship with the Heritage: a phygital experience allows forms of proximity to be articulated with the purpose of fostering appropriation and the creation of cultural Heritage, following a holistic approach and a logic of incremental growth and complementarity. Opportunities for co-creation are however not always direct or immediate (for example in the amplified or performative mode), and the same holds for physical tangibilisation or embodiment: a more in-depth elaboration is needed to explore how they might take place in truly 'phygital' form based on the available cues. A future development is therefore the

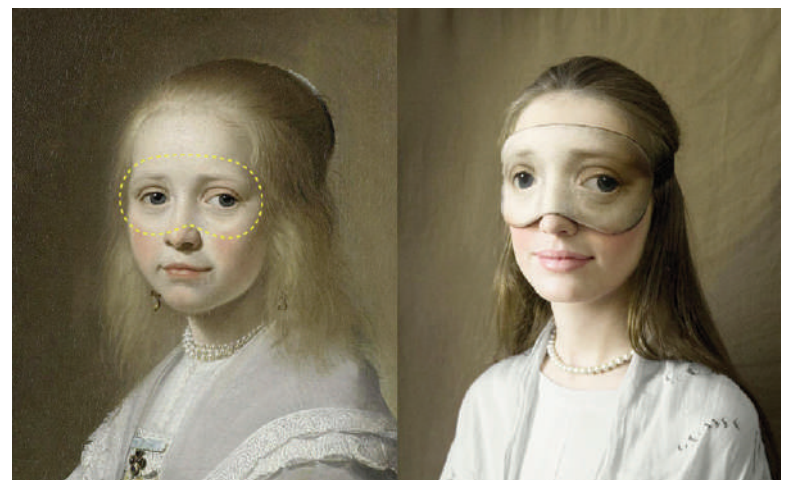
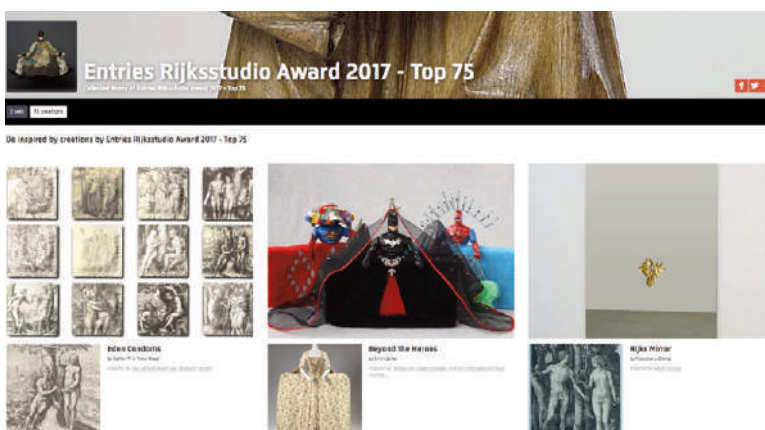


Fig. 17, 18 | RijksStudio Award, Rijks Museum (credits: Rijks Museum).

experimentation of this holistic approach in the field, with the aim of incorporating all four levels of innovation.

The eminently theoretical construction of this model has its limits, however, especially as concerns the necessarily partial selection of references, and secondarily its applicability and validity. With regards to the proposed reinterpretation of the state of the art, the choice is reasoned: in the cultural Heritage sector, it favours systematising the convergence of different themes and disciplinary fields, by proposing key concepts and strategies (activation, Heritage continuum, phygital proximity) that by virtue of being associated for the very first time, constitute an original unicum. The original theoretical framework we have produced also makes it possible to interpret transformation processes that pertain to the field of design more in general, which are potentially and with all due modifications transferable and applicable to the design of products and services for which the concepts of phygital, proximity and cul-

tural continuum may serve as levers for innovation in form, use, value and meaning.

As for the applicability and validity of the model, this contribution provides operative instructions for practical development, which can support the reflections of the scientific community on the methodological and operative levels, with the following objectives: to plan long-term strategies that can ensure lasting and pervasive processes for the experience and reuse of the Heritage; to reduce the risk of overly specific circumscribed experiments to a minimum and ensure positive consequences for the knowledge, transformation and impact of the Heritage (Jelinčić, 2017; Borowiecki, Forbes and Fresa, 2016). The model reveals certain cultural and socio-economic implications: on the one hand policies regarding the accessibility and authoritative quality of the content (intellectual property rights), on the other the issue of the necessary partnerships between Institutions, stakeholders and users. The model must therefore be tested

in the field to verify its impact not only on the innovation of the Heritage, but also in guiding the transformation of the scientific community and the sector itself on these issues: new forms of collaboration and management of cultural content may be concerted and supported by a phygital design approach.

References

- Affleck, J. and Kvan, T. (2007), "Memory Capsules – Discursive Interpretation of Cultural Heritage through New Media", in Kalay, Y. E., Kvan, T. and Affleck, J. (eds), *New Heritage – New Media and Cultural Heritage*, Routledge, London, pp. 92-111. [Online] Available at: doi.org/10.4324/9780203937884 [Accessed 23 September 2021].
- Agostino, D., Arnaboldi, M. and Lampis, A. (2020), "Italian state museums during the Covid-19 crisis – From onsite closure to online openness", in *Museum Management and Curatorship*, vol. 35, issue 4, pp. 362-372. [Online] Available at: doi.org/10.1080/09647775.2020.1790029 [Accessed 23 September 2021].
- Allen, J. and Lupo, E. (eds) (2012), *Representing Museum Technologies*, Politecnico di Milano, Milano. [Online] Available at: mela-project.polimi.it/publications/951.htm [Accessed 23 September 2021].
- Andrade, J. G. and Dias, P. (2020), "A phygital approach to cultural heritage – Augmented reality at Regaleira", in *Virtual Archaeology Review*, vol. 11, issue 22, pp. 15-25. [Online] Available at: doi.org/10.4995/var.2020.11663 [Accessed 23 September 2021].
- Ballina, F. J., Valdes, L. and Del Valle, E. (2019), "The Phygital experience in the smart tourism destination", in *International Journal of Tourism Cities*, vol. 5, issue 4, pp. 656-671. [Online] Available at: doi.org/10.1108/IJTC-11-2018-0088 [Accessed 23 September 2021].
- Batchelor, D., Schnabel, M. A. and Dudding, M. (2021), "Smart Heritage – Defining the Discourse", in *Heritage*, vol. 4, issue 2, pp. 1005-1015. [Online] Available at: doi.org/10.3390/heritage4020055 [Accessed 23 September 2021].
- Battesti, J. (ed.) (2012), *Que reste-t-il du présent? Collecter le contemporain dans les musées du société*, Le Festin, Bordeaux.
- Bertacchini, E., Nuccio, M. and Durio, A. (2019), "Proximity tourism and cultural amenities", in *Tourism Economics*, vol. 27, issue 1, pp. 187-204. [Online] Available at: doi.org/10.1177/1354816619890230 [Accessed 23 September 2021].
- Bertola, P. and Manzini, E. (eds) (2004), *Design multiverso – Appunti di Fenomenologia del design*, Poli.Design, Milano.
- Borowiecki, K. J., Forbes, N. and Fresa, A. (eds) (2016), *Cultural Heritage in a Changing World*, Springer, Cham. [Online] Available at: springer.com/gp/book/9783319295428 [Accessed 23 September 2021].
- Capurro, R. and Lupo, E. (eds) (2016), *Designing Multivocal Museums – Intercultural practices at Museo Diocesano Milano*, Politecnico di Milano, Milano. [Online] Available at: mela-project.polimi.it/publications/static-001.htm [Accessed 23 September 2021].
- Celaschi, F. and Trocchianesi, R. (2004), *Design & Beni culturali – La cultura del progetto nella valorizzazione dei Beni culturali*, Poli.Design, Milano.
- Colombo, M. E. (2020), *Musei e cultura digitale – Fra narrativa, pratiche e testimonianze*, Editrice Bibliografica, Milano.
- Corte-Real, E., Duarte, A. M. C. and Carvalho Rodrigues, F. (eds) (2005), *Pride and predesign – The Cultural Heritage and the science of design*, CUMULUS and IADE – School of Design, Lisbona.
- Dernie, D. (2006), *Exhibition Design*, Laurence King Publishing, London.
- Dourish, P. (2001), *Where the Action Is – The Foundations of Embodied Interaction*, The MIT Press, Cambridge (MA).
- European Commission (2019), *European Framework for Action on Cultural Heritage*. [Online] Available at: op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/5a9c3144-80f1-11e9-9f05-01aa75ed71a1 [Accessed 23 September 2021].
- European Commission (2018a), *Strategic framework for the EU's cultural policy*. [Online] Available at: ec.europa.eu/culture/policies/strategic-framework-eus-cultural-policy [Accessed 23 September 2021].
- European Commission (2018b), *Council conclusions on the Work Plan for Culture 2019-2022*, document 52018XG1221(01). [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52018XG1221%2801%29 [Accessed 23 September 2021].
- European Commission (2018c), *Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – A new European Agenda for Culture*, COM/2018/267 final, document 52018DC0267. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2018:267:FIN [Accessed 23 September 2021].
- Freeman, A., Adams Becker, S., Cummins, M., McKelroy, E., Giesinger, C. and Yuhnke, B. (2016), *Horizon Report – 2016 Museum Edition*, NMC – The New Media Consortium, Austin (Texas). [Online] Available at: ecsite.eu/activities-and-services/resources/horizon-report-2016-museum-edition [Accessed 23 September 2021].
- Furth, B. (ed.) (2011), *Handbook of Augmented Reality*, Springer, Cham. [Online] Available at: springer.com/gp/book/9781461400639 [Accessed 23 September 2021].
- Galani, A. and Kidd, J. (2020), "Hybrid Material Encounters – Expanding the Continuum of Museum Materialities in the Wake of a Pandemic", in *Museum & Society*, vol. 18, issue 3, pp. 298-301. [Online] Available at: doi.org/10.29311/mas.v18i3.3565 [Accessed 23 September 2021].
- Giaccardi, E. (2015), "Designing the Connected Everyday", in *Interaction*, vol. 22, issue 1, pp. 26-31. [Online] Available at: doi.org/10.1145/2692982 [Accessed 23 September 2021].
- Giaccardi, E. (ed.) (2012), *Heritage and Social Media – Understanding Heritage in a Participatory Culture*, Routledge, London and New York.
- Giaccardi, E. and Redström, J. (2020), "Technology and more than-human design", in *Design Issues*, vol. 36, issue 4, pp. 33-44. [Online] Available at: doi.org/10.1162/desi_a_00612 [Accessed 23 September 2021].
- Hooper-Greenhill, E. (2003), "Interpretive communities, strategies and repertoires", in Watson, S. (ed.), *Museums and their communities*, Routledge, London, pp. 76-94.
- Hornecker, E. and Buur, J. (2006), "Getting a grip on tangible interaction – A frame work on physical space and social interaction", in *CHI '06 – Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Montréal Québec Canada, April 22-27, 2006*, ACM Press, pp. 437-446. [Online] Available at: doi.org/10.1145/1124772.1124838 [Accessed 12 October 2021].
- Hornecker, E. and Ciolfi, L. (2019), *Human-Computer Interactions in Museums*, Morgan & Claypool Publishers, San Rafael (CA). [Online] Available at: doi.org/10.2200/S00901ED1V01Y201902HC1042 [Accessed 12 October 2021].
- Irace, F. (ed.) (2013), *Design & Cultural Heritage*, Mondadori Electa, Milano.
- Jelinčić, D. A. (2017), *Innovations in Culture and Development – The Culturinno Effect in Public Policy*, Springer, Cham. [Online] Available at: link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-52721-5 [Accessed 23 September 2021].

- Kalay, Y. E., Kvan, T. and Affleck, J. (eds), *New Heritage – New Media and Cultural Heritage*, Routledge, London. [Online] Available at: doi.org/10.4324/9780203937884 [Accessed 23 September 2021].
- Kidd, J. (2014), *Museums in the New Mediascape – Transmedia, Participation, Ethics*, Ashgate, Farnham.
- Kirshenblatt-gimblett, B. (2014), “Intangible heritage as metacultural production”, in *Museum International*, vol. 66, issue 1-4, pp. 163-174. [Online] Available at: doi.org/10.1111/muse.12070 [Accessed 23 September 2021].
- Kreps, C. (2008), “Indigenous curation, museums, and intangible cultural heritage”, in Smith, L. and Akagawa, N. (eds), *Intangible Heritage*, Routledge, London. [Online] Available at: doi.org/10.4324/9780203884973 [Accessed 23 September 2021].
- Kreps, C. (2003), *Liberating culture – Cross-cultural Perspective on Museums, Curation and Heritage Preservation*, Routledge, London.
- Krumm, J., Davies, N. and Narayanaswami, C. (2008), “User-generated contents”, in *Pervasive Computing*, vol. 7, issue 4, pp. 10-11. [Online] Available at: doi.org/10.1109/MPRV.2008.85 [Accessed 23 September 2021].
- Lo Turco, M. and Giovannini, E. C. (2020), “Towards a phygital heritage approach for museum collection”, in *Journal of Archaeological Science | Reports*, vol. 34, part A. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102639 [Accessed 23 September 2021].
- Lokesha, V. B., Banumathi, D. and Bhagya, R. (2020), “Progressing with extended reality”, in *Journal of Critical Reviews*, vol. 7, issue 18, pp. 1405-1411. [Online] Available at: jcreview.com/?mno=95809 [Accessed 23 September 2021].
- Lord, G. D. and Blankenberg, N. (2005), *Cities, Museums and Soft Power*, The AAM Press, Washington.
- Lupo, E. (2009), *Il design per i Beni culturali – Pratiche e processi innovativi di valorizzazione*, FrancoAngeli, Milano.
- Lupo, E., Giunta, E. and Trocchianesi, R. (2011), “Design research and cultural heritage – Activating the value of cultural assets as open-ended knowledge system”, in *Design Principles and Practices Journal*, vol. 5, issue 6, pp. 431-450. [Online] Available at: doi.org/10.18848/1833-1874/CGP/v05i06/38227 [Accessed 23 September 2021].
- Maffei, S. M., Parente, M. and Villari, B. (eds) (2006), *SDI Design Review 03 – Il design per la valorizzazione dei beni culturali – Le premesse fondative della ricerca d.Cult.*, Poli.Design, Milano.
- Manzini, E. (2006), “Design culture and dialogic design”, in *Design Issues*, vol. 32, issue 1, pp. 52-59. [Online] Available at: doi.org/10.1162/DESI_a_00364 [Accessed 23 September 2021].
- Marshall, P. and Hornecker, E. (2013), “Theories of Embodiment in HCI”, in Price, S., Jewitt, C. and Brown, B. (eds), *The Sage Handbook of Digital Technology Research*, Sage Publications, Los Angeles.
- Natal, D., Corcuera, A., Carruesco, F. and Alonso, J. (2017), *Consumer Engagement Trends For 2017*. [Online] Available at: ideasen.llorenteycuena.com/2016/12/19/consumer-engagement-trends-for-2017/ [Accessed 23 September 2021].
- Neuburger, L., Beck, J. and Egger, R. (2018), “The ‘Phygital’ Tourist Experience – The Use of Augmented and Virtual Reality in Destination Marketing”, in Camilleri, M. A. (ed.), *Tourism Planning and Destination Marketing*, Emerald Publishing Limited, Bingley (UK), pp. 183-202. [Online] Available at: doi.org/10.1108/978-1-78756-291-220181009 [Accessed 23 September 2021].
- Nielsen, J. (2014), “Transformations in the Postmodern Museum”, in *Museological Review*, issue 18, pp. 22-29. [Online] Available at: le.ac.uk/museum-studies/about/journals/museological-review [Accessed 23 September 2021].
- Nofal, E., Reffat, R. M. and Vande Moere, A. (2017), “Phygital heritage – An approach for heritage communication”, in *The 3rd Annual International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN2017)*, Coimbra, Portugal, 26-29 June 2017, pp. 220-229. [Online] Available at: doi.org/10.3217/978-3-85125-530-0-36 [Accessed 23 September 2021].
- Parry, R. (ed.) (2013), *Museum in a digital age*, Routledge, Londra.
- Porter, M. E. (2006), *Strategy for museums*, presentation at the American Alliance of Museums Annual Meeting, Boston (MA), April 28, 2006. [Online] Available at: hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=46839 [Accessed 23 September 2021].
- Rantala, O., Salmela, T., Valtonen, A. and Höckert, E. (2020), “Envisioning Tourism and Proximity after the Anthropocene”, in *Sustainability*, vol. 12, issue 10, 3948. [Online] Available at: doi.org/10.3390/su12103948 [Accessed 23 September 2021].
- Romagosa, F. (2020), “The Covid-19 crisis – Opportunities for sustainable and proximity tourism”, in *Tourism Geographies – An International Journal of Tourism Space, Place and Environment*, vol. 22, issue 3, pp. 690-694. [Online] Available at: doi.org/10.1080/14616688.2020.1763447 [Accessed 23 September 2021].
- Russo, A., Watkins, J., Kelly, L. and Chan, S. (2007), “Social media and cultural interactive experiences in museums”, in *Nordisk Museologi*, issue 1, pp. 19-29. [Online] Available at: doi.org/10.5617/nm.3255 [Accessed 23 September 2021].
- Sacco, P. L. and Travkina, E. (2020), *Culture Shock – Covid-19 and the cultural and creative sector*, OECD. [Online] Available at: oecd.org/coronavirus/policy-responses/culture-shock-covid-19-and-the-cultural-and-creative-sectors-08da9e0e/ [Accessed 23 September 2021].
- Salmela, T., Nevala, H., Nousiainen, M. and Rantala, O. (2021), “Proximity tourism – A thematic literature review”, in *Matkailututkimus | Finnish Journal of Tourism Research*, vol. 17, issue 1, pp. 46-63. [Online] Available at: doi.org/10.33351/mt.107997 [Accessed 23 September 2021].
- Sanders, E. B. N. and Stapper, P. J. (2008), “Co-creation and the new landscape of design”, in *Co-design – International Journal of CoCreation in Design and the Arts*, vol. 4, issue 1, pp. 5-18. [Online] Available at: doi.org/10.1080/15710880701875068 [Accessed 11 October 2021].
- Shaer, O. and Hornecker, E. (2010), “Tangible User Interfaces – Past, Present, and Future Directions”, in *Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction*, vol. 3, n. 1-2, pp. 4-137. [Online] Available at: dx.doi.org/10.1561/11000000026 [Accessed 23 September 2021].
- Shiach, M. and Virani, T. (eds) (2017), *Cultural Policy, Innovation and the Creative Economy*, Palgrave Macmillan, London.
- Simon, N. (2010), *The Participatory Museum*, Museum 2.0, Santa Cruz. [Online] Available at: participatory-museum.org/ [Accessed 23 September 2021].
- Smith, R. C. and Iversen, O. S. (2014), “Participatory Heritage Innovation – Designing Dialogic Sites of Engagement”, in *Digital Creativity Journal*, vol. 25, issue 3, pp. 255-268. [Online] Available at: doi.org/10.1080/14626268.2014.904796 [Accessed 23 September 2021].
- Sonkoly, G. and Vahtikari, T. (2018), *Innovation in Cultural Heritage research – For an integrated European research policy*, European Commission Directorate-General for Research and Innovation. [Online] Available at: op.europa.eu/it/publication-detail/-/publication/1dd62bd1-2216-11e8-ac73-01aa75ed71a1 [Accessed 23 September 2021].
- Spallazzo, D. (2012), *Mobile Technologies and Cultural Heritage – Towards a design approach*, LAP Lambert Academic Publishing, Saarbrücken.
- Steiner, C. (2010), “From heritage to hyper-reality? Tourism destination development in the Middle East between Petra and the Palm”, in *Journal of Tourism and Cultural Change*, vol. 8, issue 4, pp. 240-253. [Online] Available at: doi.org/10.1080/14766825.2010.521245 [Accessed 23 September 2021].
- Studio Azzurro (ed.) (2011), *Musei di narrazione – Percorsi interattivi e affreschi multimediali*, Silvana Editoriale, Milano.
- Tchen, J. K. W. and Ševcenko, L. (2011), “The ‘dialogic museum’ revisited – A collaborative reflection”, in Adair, B., Filene, B. and Koloski, L. (eds), *Letting go – Sharing Historical Authority in a User-Generated World*, The Pew Center for Arts & Heritage, Philadelphia, pp. 80-89.
- UNESCO (2019), *Culture | 2030 Indicators*. [Online] Available at: unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000371562 [Accessed 23 September 2021].
- Vecco, M. (2010), “A definition of cultural heritage – From the tangible to the intangible”, in *Journal of Cultural Heritage*, vol. 11, issue 3, pp. 321-324. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.culher.2010.01.006 [Accessed 23 September 2021].
- Visser, J. and Richardson, J. (2013), *Digital Engagement in Culture, Heritage and the Arts*. [Online] Available at: digitalengagementframework.com [Accessed 23 September 2021].

COMUNICARE IL MUSEO TRA ANALOGICO E DIGITALE

Un'esperienza di progettazione multimediale interattiva

COMMUNICATING THE MUSEUM BETWEEN ANALOGUE AND DIGITAL

Interactive multimedia design experience

Federica Dal Falco, Silvia Bonomi

ABSTRACT

Il contributo affronta il tema del rapporto tra comunicazione museale e tecnologie informatiche, restituendo un quadro dei principali riferimenti internazionali che testimoniano l'evoluzione dei Musei tra analogico e digitale, fino alla radicalità degli ambienti immersivi. L'apparato teorico è integrato dalla proposta di una metodologia tra multimediale e IoT, sperimentata nell'ottica di creare sinergie tra ricerca e terza missione, attuata attraverso il progetto interdisciplinare Interactive Multimedia Museum Experience, un modello di comunicazione museale che nelle sue varianti è stato validato negli ultimi anni in prestigiose Istituzioni museali della città di Roma.

This paper deals with the relationship between museum communication and information technologies, providing an overview of the main international references that witness the evolution of museums between analogue and digital, up to the radicality of immersive environments. The theoretical apparatus is integrated by the proposal of a methodology between multimedia and IoT, experimented in order to create synergies between research and third mission, implemented through the interdisciplinary project Interactive Multimedia Museum Experience, a model of museum communication that in its variants has been validated in recent years in prestigious museum institutions in the city of Rome.

KEYWORDS

comunicazione museale, design interattivo e multimediale, narrazione digitale, esperienza utente, ambienti immersivi

museum communication, multimedia and interaction design, digital storytelling, user experience, immersive environments

Federica Dal Falco, Architect and PhD, is an Associate Professor of Design at the Department of Planning Design and Technology of Architecture of the 'Sapienza' University of Rome (Italy). She carries out research activities in the field of design history, museum communication, design for public space. Scientific coordinator for scientific and cultural collaboration agreements between PDTA Department and Museum Institutions in Rome, she developed interdisciplinary and international projects between Design, Choreographic Arts and AI. She is an Academic of the National Academy of Design (Russia) and Guest Investigator CIEBA (Portugal). Mob. +39 331/31.08.700 | E-mail: federica.dalfalco@uniroma1.it

Silvia Bonomi is an Associate Professor at the 'Antonio Ruberti' Department of Computer, Automatic and Management Engineering of the 'Sapienza' University of Rome (Italy). She carries out research in the field of information engineering and cyber security with a focus on the design and implementation of fault-tolerant and attack-tolerant systems. She is interested in the engineering aspects of the design of multimedia applications in museums with particular emphasis on interaction design and user involvement. E-mail: bonomi@diag.uniroma1.it

I musei si sono recentemente trasformati in luoghi in cui coesistono testimonianze visive legate all'ambiente e alle culture prodotte dalle civiltà e nuove forme di comunicazione che prevedono la condivisione digitale, fino al design di ambienti interattivi nel segno di un ampliamento della sfera percettiva. Il museo quale dispositivo ibrido (Irace, 2014) ha accentuato il suo carattere di struttura culturale complessa tra materiale e immateriale, nonostante sia fondato su pochi elementi chiaramente identificabili: la collezione, il pubblico, il personale e la sede (Marini Clarelli, 2021). Le concezioni museali contemporanee sono oggetto di studi e ricerche che da diverse angolazioni analizzano criticamente il rapporto tra analogico e virtuale, edutainment, utilizzo consapevole delle tecnologie digitali e conoscenza tradizionale delle opere conservate. Tali questioni sono centrali nell'evoluzione del ruolo sociale e culturale del Museo (Bonacini, 2011; Branchesi, Curzi and Mandarano, 2017; Fonti and Caruso, 2012; Mandarano, 2019) e sono state indagate in ambito semiotico (Eco and Pezzini, 2015; Pezzini, 2011), più propriamente teorico e curatoriale con ipotesi radicali quali quelle della storica dell'arte Catherine Grenier (2013), o con un approccio fortemente critico (Pomian, 2021).

Grenier si interroga sul futuro dei Musei, minacciati dalla crisi economica, dalla trasformazione delle pratiche culturali, recentemente anche da eventi pandemici e reinterpreta il modello francese del museo, basato su una concezione umanistica radicata nel pensiero dell'Illuminismo, anche collegandosi all'idea di 'musée imaginaire' teorizzata da André Malraux (1965). Il 'museo polimorfo' proposto dall'autrice accoglie nuove funzioni per diffondere la cultura e si posiziona in modo più attivo rispetto alla società, integrando arti e civiltà, secondo una visione globale e pubblica dell'Istituzione museale. Gli aspetti cruciali conseguenti al profondo mutamento del ruolo del Museo nella contemporaneità si identificano con due azioni sinergiche: da un lato il continuo rinnovamento delle pratiche museali coerentemente con una visione aperta a nuovi pubblici e a molteplici linguaggi, dall'altro la messa a punto di strategie che ne riflettano la dimensione di prodotto culturale (Guccione, 2012).

Tra i diversi ambiti tematici specialistici – ricerca, curatela, esposizione, gestione – su cui si basa il Museo come dispositivo, le strategie di comunicazione hanno un ruolo sempre più rilevante. La maggiore apertura delle Istituzioni museali nei confronti della società civile, l'incentivarsi degli afflussi e una nuova dimensione attiva e partecipativa dei visitatori hanno comportato un maggiore interesse rispetto al multimedia e all'interaction design e in generale a progetti interdisciplinari che sviluppano narrazioni (Harada et alii, 2018) secondo una dimensione creativa e virtuale, il cui obiettivo è stimolare approfondimenti attraverso il diletto, come indicato fin dal 2007 dalla carta ICOM (Sutera, 2016). I nuovi media hanno comportato un più facile e ampio accesso alle informazioni, la possibilità di realizzare collaborazioni interculturali e l'accoglienza di un pubblico più vasto. La telematica applicata alla museografia ha introdotto forti cambiamenti nella visualizzazione, nei metodi di lavoro, nelle relazioni e nel coinvolgimento dei visitatori, nel-

l'ottica di una coesistenza equilibrata tra supporti analogici e nuovi media (Henning, 2006). Questi spazi virtuali non sono da considerarsi alternativi alla tradizionale visita museale, al contrario possono innescare approfondimenti e innovativi processi di apprendimento in un'ottica partecipativa (Yang, Zhang and Jiang, 2015; Simon, 2010).

Recentemente, i Musei hanno sperimentato forme espositive di forte impatto emotivo e sensoriale che includono narrazioni dei contesti e delle molteplici storie ad esse collegate (Levent and Pascual-Leone, 2014): l'idea di un museo aperto alla sperimentazione e alla sensorialità è un concetto che risale alla fine del XX secolo e fa riferimento anche alle teorie del critico e curatore Nicholas Serota (1996) che nel 2000 ha creato la Tate Modern di Londra. Serota sostiene che, coerentemente con le caratteristiche ludiche e performative dell'arte contemporanea, l'esperienza museale deve tenere conto delle componenti emotive, rivoluzionando il tradizionale approccio all'acquisizione delle conoscenze. Questo orientamento è presente anche negli studi neuro-estetici contemporanei, che connettono l'attività del cervello umano con le reazioni corporee e del pensiero al cospetto della bellezza e dell'arte. La ricerca sui neuroni specchio ha studiato i processi empatici stimolati dalle immagini artistiche, arrivando a proporre una più ampia valutazione del Patrimonio Culturale che include le emozioni dell'osservatore (Ardizzi et alii, 2018).

La radicalizzazione dell'approccio sensoriale: allestimenti museali vs ambienti immersivi

Sul piano dell'allestimento museale, il design virtuale dell'artificiale ha portato alla costituzione di Musei quali il Mori Building Digital Art Museum di Tokyo, situato sull'isola artificiale di Odaiba e aperto nel 2018, e l'Atelier des Lumières di Parigi¹, che offrono ai visitatori ambienti immersivi. Dedicato a una installazione digitale interattiva, il Mori Museum ha come obiettivo primario il coinvolgimento sensoriale del visitatore²: una visione che si colloca sulla scia evolutiva di quel concetto di arte e di meraviglia che affonda le sue radici nell'universo delle Wunderkammer (Galli Michero and Mazzotta, 2013). La creazione di un mondo parallelo costituito da uno spazio che allestisce oggetti immateriali e reinventa geografie azzerando il concetto di tempo rispetto ai tradizionali ordini cronologici, amplifica le risposte percettive dei fruitori, trasportati attraverso potenti stimoli sensoriali in una dimensione di paesaggi sonori e in movimento.

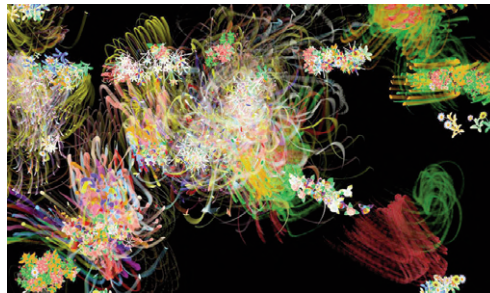
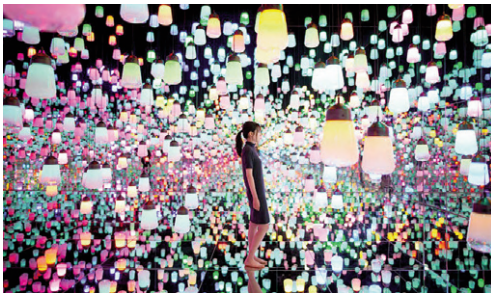
L'allestimento museale diventa in tal senso design di spazi senza confini costituiti da un caleidoscopio di oggetti multimediali. Il Mori Museum è stato concepito come un 'black box', una scatola che dialoga con il tempo accogliendo installazioni, performances e sound design (Figg. 1, 2). Questo nuovo modello costituisce il negativo del 'white box', la scatola basata sulla percezione visiva assunta dalla fine degli anni Settanta del Novecento quale paradigma espositivo (O'Doherty, 1999; Guccione, 2012). L'interpretazione digitale del mondo e la sua rappresentazione ambientata nel Museo di Tokyo (Figg. 3-5) si ricollegano alle prime sperimentazioni del rapporto tra multimedialità e architettura

ra³ e segnano un nuovo passaggio nel rapporto tra natura e artificiale radicalizzando quell'idea di trasformazione dell'ambiente a opera dell'uomo già segnalata da Gillo Dorfles (1968). La ricerca di un diverso equilibrio volto a naturalizzare i prodotti artificiali, anche le immagini, e finalizzato a nuovi valori creativi, è il processo che porterebbe a una riconversione de 'l'antinaturalità' che abbiamo creato nella 'naturalità' da cui dipendiamo. Il Mori Museum e l'Atelier des Lumières sono casi estremi dell'utilizzo delle tecnologie digitali e offrono riflessioni critiche sullo sviluppo futuro dei musei che devono trovare il giusto equilibrio tra il loro essere Istituzioni deputate alla conservazione e valorizzazione delle opere e il divenire luoghi di sperimentazione e di ricerca, contemplando aspetti legati alla sensorialità (Saumarez Smith, 2006).

In questa dimensione complessa e in continua evoluzione, il presente contributo si colloca in una cornice di ricerche e pratiche dedicate all'interpretazione digitale e alla comunicazione del museale, secondo una concezione di Patrimonio culturale quale organismo incrementabile. Il modello proposto, Interactive Museum Experience, che è stato validato nelle sue varianti di Museum Experience Design e Architecture Dance Design attraverso pubblicazioni scientifiche, convegni internazionali e percorsi di sperimentazione progettuale, è di tipo interdisciplinare e coniuga nuove concezioni museali internazionali, con la grafica, il multimedia e l'interaction design, anche considerando l'apporto delle discipline coreutiche, secondo una visione globale e olistica⁴. Le attività di ricerca con applicazioni sono state condotte negli ultimi cinque anni presso Istituzioni universitarie (Sapienza e ENSAM, Montpellier) e in collaborazione con prestigiosi Musei di Roma, con un approccio che integra l'esperienza fisica della visita, conoscenze storiche e museografiche, l'analogico e il digitale, al fine di realizzare tramite tools multimediali e interattivi nuovi processi ideativi condivisi, creando narrazioni per stimolare approfondimenti avvicinando pubblici diversificati.

L'articolo si struttura in tre paragrafi che sviluppano la tematica secondo due angolazioni complementari: la narrazione multimediale e i suoi riferimenti inerenti alla letteratura sui museum studies e sulla comunicazione museale, e le competenze dell'interaction design descritte nel terzo paragrafo. Nel secondo paragrafo è introdotta l'ultima sperimentazione dedicata alla Mostra dal titolo Reflections – Dino Gavina, l'Arte e il Design tenuta presso la Galleria d'Arte Moderna e Contemporanea di Roma dal 30 giugno al 17 ottobre 2021. La finalità del contributo è la disseminazione del modello sperimentato, la cui originalità risiede nel processo interdisciplinare perseguito, volto a interpretare un complesso di elementi storici, critici e allestitivi al fine di creare narrazioni digitali integrate e concepite quali dispositivi utili per comprendere il valore delle molteplici storie che sottendono gli oggetti e le opere esposte.

Museum Experience: contenuti, strumenti, competenze e metodologia tra multimediale e IoT | Il processo di digitalizzazione e comunicazione museale ha subito una forte accelerazione a seguito della pandemia di Covid-19 e dei



Figg. 1-5 | MORI Building Digital Art Museum, Tokyo (credits: teamLab-Borderless).

lockdown che a livello internazionale hanno costretto la chiusura di tali Istituzioni per lunghi periodi con conseguenti gravi danni economici, sociali e culturali. La resilienza dei Musei è stata misurata con nuovi progetti che comprendono visite virtuali, video e approfondimenti pubblicati e divulgati sui canali social, anche grazie alla collaborazione con Google Art and Culture che ha permesso di consultare archivi digitali in rete. La digitalizzazione ha riguardato anche eventi, conferenze, webinar, attività educative e di gamification, di sensibilizzazione dell'opinione pubblica sui social network, podcast, installazioni e videomapping. Le esperienze sviluppate nell'ambito delle diverse declinazioni dello storytelling hanno incrementato l'audience engagement, migliorando la user experience, e le strategie digitali museali sono divenute centrali anche al termine dei lockdown.

In questo quadro, è da considerare il ruolo del design concepito quale dispositivo di innescio di processi creativi e di connessione di contenuti e azioni interdisciplinari finalizzati all'innovazione, dove il ruolo del progettista è coerente con un approccio sistemico liminare a quello che è stato definito 'the choral architect' (Ratti and Claudel, 2015). Una figura flessibile, capace di coordinare aspetti diversi del progetto attraverso metodologie specifiche che coinvolgono specifiche competenze teoriche e tecniche. Tale approccio riguarda anche l'uso delle nuove tecnologie coniugate a strategie di comunicazione museale, che possono valorizzare le ar-

chitetture e le opere conservate nei Musei, nel rispetto dei diversi ordinamenti e delle scelte museografiche.

Il punto di partenza dei progetti interdisciplinari tra multimedia e interaction design è lo studio e la ricerca delle opere oggetto di collezioni permanenti o di esposizioni temporanee, al fine di creare storie e narrazioni tra loro collegate e fruibili con diversi strumenti, dall'audiovisivo all'intelligenza artificiale (Agostinelli et alii, 2019). Il fine del processo è duplice: da un lato ampliare i pubblici e migliorare l'esperienza museale attraverso il coinvolgimento percettivo ed empatico secondo una dimensione di 'narrative experience', dall'altro valorizzare il Patrimonio Culturale attraverso prodotti immateriali basati sull'associazione e il montaggio di contenuti noti e nuovi. Dall'iniziale feeling, che fa riferimento a un modello partecipato di fruizione, maturano conoscenze e approfondimenti, il cui obiettivo è la ricerca di un equilibrio tra apprendimento e diletto sul modello dell'edutainment e, nel caso di un pubblico adulto, dell'infotainment (Cerquetti, 2014; Dal Falco, 2018).

L'Interactive Museum Experience per la mostra Reflections – Dino Gavina, l'Arte e il Design | Nell'ambito delle sinergie tra ricerca teorica e sperimentazione progettuale è stato sviluppato il progetto interdisciplinare 'Interactive Museum Experience', ideato da Docenti e Ricercatori di Design e di Ingegneria informatica di 'Sapienza' Università di Roma e dedicato alla co-

municazione museale. I risultati sono stati realizzati in collaborazione con Istituzioni della Città di Roma, quali i Musei Andersen, Praz e Manzù (Dal Falco and Vassos, 2017), le Gallerie Nazionali di Arte Antica Barberini e Corsini (Dal Falco, 2020), la Galleria Nazionale d'Arte Moderna e Contemporanea, in occasione della mostra 'Reflections – Dino Gavina, l'Arte e il Design'. Una mostra che indaga l'emblematica figura di Gavina, imprenditore illuminato e designer che ha operato soprattutto in Italia dalla seconda metà del '900, intessendo relazioni con importanti artisti internazionali.

Il processo maturato nell'arco di cinque anni ha condotto alla messa a punto di una metodologia basata su conoscenze delle tematiche espositive e delle opere oggetto della sperimentazione avvalendosi di differenti competenze. I progetti integrano conoscenze di storia dell'arte e museografiche, di graphic e multimedia design, collegando la progettazione di audiovisivi con l'interaction design e il merchandising museale. Nell'ambito di musei di piccole e medie dimensioni, o di esposizioni dedicate a un artista o a un tema, l'approccio olistico può associare elementi biografici a opere o oggetti, al contesto storico e ambientale in cui l'artista ha vissuto. La narrazione viene sviluppata in modo coerente all'identità visuale del Museo, partendo dal presupposto che il progetto grafico dovrà essere un riferimento costante nello sviluppo progettuale, in quanto rappresentativo dei significati essenziali delle tematiche scelte. In alcuni casi, in particolare per

esposizioni temporanee, il concept del logo costituisce il primo pezzo del puzzle del sistema di oggetti dedicati alla comunicazione. Il processo progettuale è sinteticamente costituito da ambiti di conoscenza e ricerca che corrispondono a precise figure e competenze (Fig. 6):

- 1) Conoscenza delle opere d'arte e/o degli oggetti, della biografia degli artisti e delle loro relazioni sociali, del contesto e degli eventi principali caratterizzanti un determinato periodo storico, dei musei in cui sono conservate le opere e delle scelte museografiche ad esse relative; questa fase prevede incontri e seminari con storici e critici dell'arte e del design, curatori di mostre e allestimenti specifici, eventuali interviste, consultazione e redazione di bibliografie, di audiovisivi e apparati fotografici, individuazione di parole chiave, costruzione di data visualization dei materiali consultati;
- 2) Creazione di brevi narrazioni, legate alla prima fase con scritti e utilizzo di strumenti quali lo storyboard, concepiti al fine del progetto multimediale e interattivo, con la partecipazione di competenze nel campo della comunicazione, dello storytelling e della fotografia; concept del prodotto multimediale e scelta del target di riferimento specificando attraverso quali tools si intende comunicare l'esperienza museale;
- 3) Progetto dell'identità visuale, con gli strumenti propri del graphic design, dalle scelte tipografiche a quelle cromatiche e di immagine, con l'ausilio di esperti del campo e riscontro delle proposte a livello curatoriale (Figg. 7-12);
- 4) Sviluppo del progetto multimediale con software dedicati, ricerche a livello di sound design e della grafica di supporto;
- 5) Applicazioni interattive multimediali realizzate tramite l'applicazione dei principi dello user-centered design che accompagnino il visitatore in una esperienza caratterizzata dalla narrazione dell'analogico tramite strumenti digitali immersivi; a tal fine, è necessaria la collaborazione di diverse figure professionali e tecniche quali designer, specialisti di interaction design, specialisti di sistemi mobili e pervasivi e esperti di intelligenza artificiale.

I contenuti del progetto multimediale sono il fondamento dell'esperienza interattiva sviluppata attraverso tools specifici, nell'ottica di testare un processo integrale di progettazione e condivisione disciplinare.

Interaction Design e Intelligenza Artificiale: il loro ruolo nell'esperienza museale | Un fattore preponderante per il successo della comunicazione museale nella contemporaneità è quello ricoperto dal grado di coinvolgimento e di apprezzamento mostrato dal visitatore (o più in generale dall'utente fruitore della mostra).

In un'epoca sempre più contraddistinta dalla tecnologia e dalla sua pervasività, il successo dell'esperienza museale non può prescindere dall'inclusione di uno spazio virtuale che accompagni il visitatore durante la sua visita. A tale scopo, la disciplina della User Experience Design sta acquistando sempre più rilevanza nel contesto della comunicazione museale. Il suo scopo è quello di progettare un ambiente (reale o virtuale) volto ad aumentare il livello di soddisfazione e la fedeltà del cliente migliorando l'usabilità, la facilità d'uso e il piacere fornito nell'interazione tra il

cliente (nel nostro contesto il visitatore) e il prodotto (nel nostro contesto la mostra). All'interno di questa disciplina, un ruolo fondamentale è quello rivestito dall'interaction design cioè della progettazione di prodotti e servizi interattivi in cui l'attenzione del designer va oltre l'elemento in sviluppo per includere il modo in cui gli utenti interagiranno con esso.

Nel processo di interaction design esistono cinque dimensioni fondamentali che devono essere prese in considerazione: 1) le parole utilizzate per guidare l'interazione che comprendono il testo (ad esempio le etichette dei pulsanti) e aiutano a fornire agli utenti la giusta quantità di informazioni; 2) le rappresentazioni visive che sono elementi grafici come immagini, tipografia e icone che aiutano nell'interazione dell'utente; 3) gli oggetti fisici/spaziali, riferiti al mezzo attraverso il quale gli utenti interagiscono con il prodotto o servizio (ad esempio su laptop tramite un mouse o tramite touch screen su telefono cellulare); 4) il tempo, riferito ai media che cambiano con il tempo, come animazioni, video e suoni; 5) il comportamento che riguarda il modo in cui le quattro dimensioni precedenti definiscono le interazioni offerte da un prodotto (ad esempio come gli utenti possono eseguire azioni su un sito Web o come gli utenti possono utilizzare una particolare applicazione), oppure il modo in cui il prodotto reagisce agli input degli utenti e fornisce feedback.

L'intelligenza artificiale è un'altra disciplina che sta acquisendo sempre più rilevanza nel contesto dell'esperienza museale perché aiuta a migliorare l'esperienza definita attraverso le cinque dimensioni dell'interaction design con contenuti multimediali personalizzati per il visitatore e contestualizzati all'ambiente circostante. Le moderne soluzioni di intelligenza artificiale cercano di mettere l'utente al centro creando esperienze e supporto personalizzati e per raggiungere questo scopo, raccolgono dati sul comportamento e le preferenze degli utenti e le correlano tra loro. Esempi particolarmente rilevanti nel contesto in esame sono dati da sensori che raccolgono dati psicofisici al fine di misurare il livello di eccitazione o dall'uso di dispositivi che tracciano il percorso di un visitatore attraverso una mostra e che consentono poi di correlare tali percorsi con dati personali sulle preferenze e

sul background degli utenti al fine di proporre suggerimenti.

Pisoni et alii (2021), in un recente survey, evidenziano come sia in atto una forte espansione dell'utilizzo di tecnologie innovative nel contesto di tutti i beni culturali e in particolare di una tecnologia che fornisca esperienze museali inclusive e accessibili sottolineando come l'intelligenza artificiale e l'interazione uomo-macchina rappresentino strumenti necessari per aiutare la progettazione di soluzioni al fine di migliorare l'accessibilità del Patrimonio Culturale e mantenere il focus sull'essere umano. In questo panorama, diventa sempre più importante adottare un approccio multidisciplinare che combini insieme competenze estremamente variegata quali: abilità grafica e progettuale, competenze ingegneristiche e informatiche nel campo dell'intelligenza artificiale e in materia di fattori umani ed ergonomia. Fornire gli elementi di base dell'interaction design è quindi un passo fondamentale per raggiungere l'obiettivo di fondere la narrazione dell'opera analogica con quella in forma digitale. Nell'ambito delle attività svolte nel contesto del progetto di Museum Experience Design si è quindi scelto di prestare attenzione anche agli strumenti tecnologici e alla necessità di acquisire competenze di base di programmazione che consentano di sviluppare prototipi di applicazioni interattive e multimediali tramite un linguaggio studiato ad hoc per i designer e per supportare efficacemente l'interazione.

Nel corso dell'ultima esperienza portata avanti nel contesto della mostra Reflections – Dino Gavina, l'Arte e il Design, prima ancora di definire il concept delle applicazioni, si è puntato sulla definizione ed analisi delle funzionalità che l'applicazione interattiva avrebbe dovuto supportare in base al tipo di pubblico da coinvolgere (facendo considerazioni, ad esempio, sull'età o sui possibili interessi) e al tipo di esperienza che si intende offrire (raccontare tramite il gioco o più semplicemente accompagnare il visitatore nella visita con una narrativa più "tecnologica"). Il risultato è stato lo sviluppo di prototipi di applicazioni estremamente diverse tra loro che vanno da un concept spiritoso e in stile comics molto orientato ad un pubblico giovane fino a concept sofisticati e in stile più classico più orientati ad un pub-



Fig. 6 | Interactive Multimedia Museum Experience: design and research process (credit: authors).

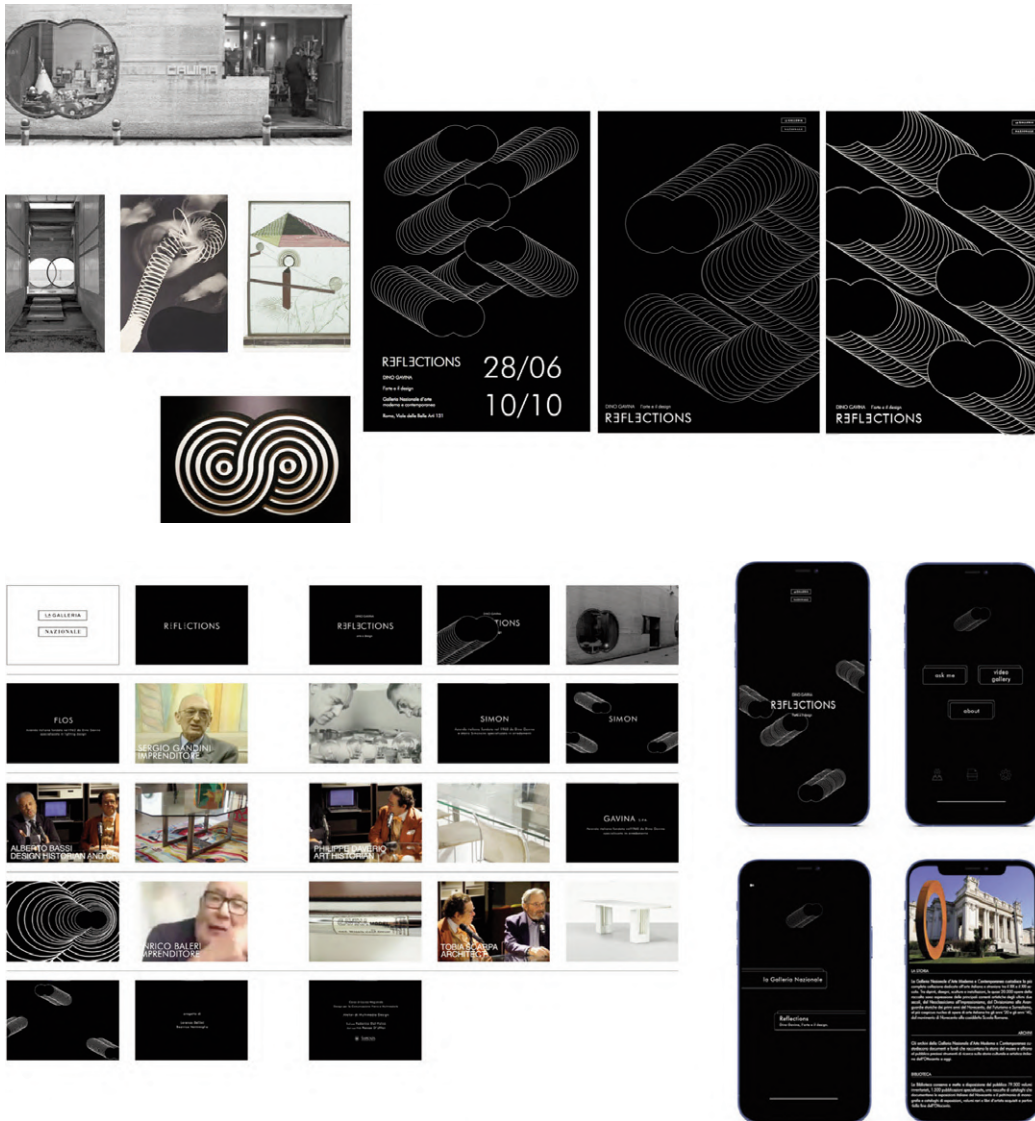


Fig. 7, 8 | Reflections – Dino Gavina, Arts and Design, design project by L. Bellini and B. Ventimiglia.

blico adulto e professionale in grado di accompagnare e intrattenere il visitatore durante la sua permanenza nel museo, mantenendo la coerenza tra rappresentazioni nel mondo reale e mondo virtuale (Figg.13-16).

Conclusioni | La visione e l'approccio interdisciplinare che caratterizzano la metodologia proposta includendo competenze del design, tecnologiche, storiche, museografiche e curatoriali costituiscono un modello di studio e sperimentazione trasferibile a differenti contesti e Istituzioni museali, comprendendo mostre temporanee e particolari allestimenti. La flessibilità del processo proposto è parte integrante dell'approccio olistico che lo sottende, con possibilità di adattamento a contenuti culturali diversificati, dall'antico al contemporaneo, da progetti specifici a ordinamenti permanenti, fino a performances ed eventi, dalle opere d'arte tradizionali a mostre di architettura e design. Il processo descritto può contribuire a un avanzamento delle ricerche teoriche e pratiche sulle modalità con cui il design della comunicazione attiva sintesi progettuali mirate all'incremento delle conoscenze attraverso innovative forme di live experience.

Il modello sperimentale e i suoi obiettivi possono essere implementati in prospettiva, sia con

un aggiornamento tecnologico digitale (realtà aumentata, smart spaces) sia dal punto di vista critico, inserendo nel processo un passaggio che contempli approfondimenti disciplinari più ampi. In tal senso, è auspicabile un coinvolgimento di competenze che da diverse angolazioni, dalle scienze alle humanities, contribuiscano con nuovi strumenti di confronto a implementare i valori dello storytelling, favorendo la creazione di narrazioni tra multimedialità, intelligenza artificiale e comprensione approfondita di oggetti, artisti e dei siti nei quali sono conservati o esposti. Questo valore aggiunto fa parte dell'ambito di ricerche mirate ad ampliare le conoscenze e a comunicarle secondo una visione del Museo quale luogo democratico, inclusivo e polifonico, aperto al dialogo critico e al confronto tra passato e futuro.

Il contributo, pur nel considerare l'evoluzione nel segno dell'immateriale quale fatto acquisito, si colloca in un'area di studi e sperimentazioni che reputa imprescindibile la coesistenza tra forme analogiche e virtuali. Su questo tema si basa l'equilibrio dell'esperienza museale tra tradizione e innovazione, visita fisica e virtuale, conoscenza scientifica e diletto, inteso quale dispositivo atto ad innescare processi empatici. Un fattore di attrattività che induce nei visitatori un certo feeling, e il desiderio di ripetere quanto

esperito aumentando di volta in volta la consapevolezza delle conoscenze acquisite. Se il vecchio museo si concentrava sugli oggetti, il museo contemporaneo si concentra sulle persone, offrendo al design un campo di sperimentazione progettuale di grande interesse scientifico, culturale e sociale.

Museums have recently become places where visual evidence linked to the environment and cultures produced by various civilisations coexist with new forms of communication involving digital sharing, up to and including the design of interactive environments in the name of expanding the sphere of perception. The museum as a hybrid device (Irace, 2014) has accentuated its character as a complex cultural structure between material and immaterial, despite being based on a few clearly identifiable elements: the collection, the public, the staff and the location (Marini Clarelli, 2021). Contemporary museum concepts are the subject of studies and researches that critically analyse from different angles the relationship between analogue and virtual, edutainment, conscious use of digital technologies and traditional knowledge of the preserved works. These issues are central to the evolution of the social and cultural role of the museum (Bonacini, 2011; Branchesi, Curzi and Mandarano, 2017; Fonti and Caruso, 2012; Mandarano, 2019) and have been investigated in semiotics (Eco and Pezzini, 2015; Pezzini, 2011), more properly theoretical and curatorial with radical hypotheses such as those of art historian Catherine Grenier (2013), or with a strongly critical approach (Pomian, 2021).

Grenier questions the future of museums, threatened by the economic crisis, the transformation of cultural practices, and recently also by pandemic events, and reinterprets the French model of the museum, based on a humanistic conception rooted in the thought of the Enlightenment, also linking to the idea of the 'musée imaginaire' theorised by André Malraux (1965). The 'polymorphic museum' proposed by the author welcomes new functions to disseminate culture and positions itself more actively with respect to society, integrating arts and civilisations, according to a global and public vision of the museum institution. The crucial aspects resulting from the profound change in the role of the museum in the contemporary world are identified with two synergistic actions: on the one hand, the continuous renewal of museum practices in line with a vision open to new audiences and multiple languages, and on the other hand, the development of strategies that reflect its dimension as a cultural product (Guccione, 2012).

Among the various specialised thematic areas (research, curatorship, exhibition, management) on which the museum as a device is based, communication strategies play an increasingly important role. The greater openness of museum institutions towards civil society and the incentive of influxes and a new active and participatory dimension of visitors have led to a greater interest with respect to multimedia and interaction design and in general to interdisciplinary projects that develop narratives (Harada et alii, 2018)

according to a creative and virtual dimension, whose objective is to stimulate insights through enjoyment, as indicated by the ICOM charter since 2007 (Sutera, 2016). The new media have meant an easier and wider access to information, the possibility of making intercultural collaborations and, of course, the reception of a wider audience. Telematics applied to museography has introduced strong changes in visualisation, working methods, relationships and visitor involvement, with a view to a balanced coexistence of analogue and new media (Henning, 2006). These virtual spaces are not to be considered as alternatives to the traditional museum visit, on the contrary, they can trigger insights and innovative learning processes in a participatory perspective (Yang, Zhang and Jiang, 2015; Simon, 2010).

Recently, Museums have been experimenting with exhibition forms of strong emotional and sensory impact that include narratives of the contexts and the multiple stories connected to them (Levent and Pascual-Leone, 2014): the idea of a museum open to experimentation and sensoriality is a concept that dates back to the end of the 20th century and also refers to the theories of the critic and curator Nicholas Serota (1996) who created the Tate Modern in London in 2000. Serota argues that, consistent with the playful and performative characteristics of contemporary art, the museum experience must take into account emotional components, revolutionising the traditional approach to knowledge acquisition. This orientation is also present in contemporary neuroaesthetic studies, which connect the activity of the human brain with bodily and thought reactions in the presence of beauty and art. Mirror neuron research has studied the empathic processes stimulated by artistic images, going so far as to propose a broader evaluation of Cultural Heritage that includes the emotions of the observer (Ardizzi et alii, 2018).

The radicalisation of the sensory approach: museum layouts vs. immersive environments

| In terms of museum design, the virtual design of the artificial has led to the establishment of museums such as the Mori Building Digital Art Museum in Tokyo, located on the artificial island of Odaiba and opened in 2018, and the Atelier des Lumières in Paris¹, which offer visitors immersive environments. Dedicated to an interactive digital installation, the primary objective of the Mori Museum is the sensory involvement of the visitor²: a vision that follows in the evolutionary wake of that concept of art and wonder that has its roots in the universe of the Wunderkammer (Galli Michero and Mazzotta, 2013). The creation of a parallel world made up of a space that sets up immaterial objects and reinvents geographies, resetting the concept of time with respect to traditional chronological orders, amplifies the perceptive responses of the users, transported through powerful sensory stimuli in a dimension of sound and moving landscapes.

In this sense, the museum layout becomes the design of borderless spaces made up of a kaleidoscope of multimedia objects. The Mori Museum has been conceived as a 'black box', a box that dialogues with time by hosting installations, performances and sound design (Figg. 1, 2). This new model is the negative of the 'white

box', the box based on visual perception that has been the exhibition paradigm since the late 1970s (O'Doherty, 1999; Guccione, 2012). The digital interpretation of the world and its representation set in the Tokyo Museum (Figg. 3-5) are linked to the first experiments in the relationship between multimedia and architecture³ and mark a new transition in the relationship between nature and the artificial, radicalising the idea of the transformation of the environment by man, already pointed out by Gillo Dorfles (1968). The search for a different balance aimed at naturalising artificial products, including images, and aimed at new creative values, is the process that would lead to a reconversion of the 'anti-naturalness' that we have created into the 'naturalness' on which we depend. The Mori Museum and the Atelier des Lumières are extreme cases of the use of digital technologies and offer critical reflections on the future development of museums, which must find the right balance between

being institutions for the conservation and enhancement of works and becoming places of experimentation and research, contemplating aspects linked to sensoriality (Saumarez Smith, 2006).

In this complex and constantly evolving dimension, this contribution is part of a framework of research and practices dedicated to digital interpretation and communication of the museum, according to a concept of cultural heritage as an organism that can be increased. The proposed model, Interactive Museum Experience, which has been validated in its variants of Museum Experience Design and Architecture Dance Design through scientific publications, international conferences and design experimentation, is interdisciplinary and combines new international museum concepts with graphics, multimedia and interaction design, also considering the contribution of choreutics disciplines, according to a global and holistic vision⁴. Research activities with applications have been carried out in the last five



Figg. 9, 10 | Reflections – Dino Gavina, Arts and Design, design project by E. Buonadonna, A. Iacono, F. D. Medina and M. Merola.



Fig. 11, 12 | Reflections – Dino Gavina, Arts and Design, design project by M. Alfieri, C. Cofini, A. Florian and G. Pastucci.

years at university institutions (Sapienza and ENSAM, Montpellier) and in collaboration with prestigious Museums of Rome, with an approach that integrates the physical experience of the visit, historical and museographic knowledge, analogue and digital, in order to realise through multimedia and interactive tools new shared ideational processes, creating narratives to stimulate deepening by bringing together different audiences.

The article is structured in three paragraphs that develop the theme from two complementary angles: multimedia narration and its references in the literature on museum studies and museum communication, and interaction design skills described in the third paragraph. The second paragraph introduces the last experiment dedicated to the exhibition entitled Reflections – Dino Gavina, Art and Design held at the Galleria d'Arte Moderna e Contemporanea in Rome from 30 June to 17 October 2021. The aim of the paper is the dissemination of the experimented model, whose originality lies in the interdisciplinary process pursued, aimed at interpreting a complex

of historical, critical and exhibition elements in order to create integrated digital narratives conceived as useful devices for understanding the value of the multiple stories underlying the objects and works on display.

Museum Experience: contents, tools, skills and methodology between multimedia and IoT

The process of digitisation and museum communication was strongly accelerated after the Covid-19 pandemic and the international lockdowns that forced the closure of these institutions for long periods of time, with consequent serious economic, social and cultural damage. Museums' resilience was measured with new projects including virtual tours, videos and in-depth information published and disseminated on social channels, also thanks to the collaboration with Google Art and Culture, which made it possible to consult digital archives on the web. Digitisation also involved events, conferences, webinars, educational and gamification activities, public awareness on social networks, podcasts, installations

and video mapping. Experiences developed within the different declinations of storytelling have increased audience engagement, improving the user experience, and museum digital strategies have become central even at the end of lockdowns.

In this framework, it is worth considering the role of design conceived as a device for triggering creative processes and connecting interdisciplinary contents and actions aimed at innovation, where the role of the designer is consistent with a systemic approach limiting to what has been called 'the choral architect' (Ratti and Claudel, 2015). A flexible figure, capable of coordinating different aspects of the project through specific methodologies involving specific theoretical and technical skills. This approach also concerns the use of new technologies combined with museum communication strategies, which can enhance the architectures and the works preserved in the Museums, respecting the different museum systems and choices.

The starting point of interdisciplinary projects between multimedia and interaction design is the study and research of the works that are the subject of permanent collections or temporary exhibitions, in order to create stories and narratives that are interconnected and usable with different tools, from audiovisual to artificial intelligence (Agostinelli et alii, 2019). The aim of the process is twofold: on the one hand, to expand audiences and improve the museum experience through perceptual and empathic involvement according to a 'narrative experience' dimension, and on the other hand, to enhance the Cultural Heritage through intangible products based on the association and assembly of known and new contents. From the initial feeling, which refers to a participatory model of fruition, knowledge and insights mature, whose goal is to find a balance between learning and enjoyment on the model of edutainment and, in the case of an adult audience, info-tainment (Cerquetti, 2014; Dal Falco, 2018).

The Interactive Museum Experience for the exhibition Reflections – Dino Gavina, Art and Design

The interdisciplinary project 'Interactive Museum Experience', conceived by Professors and Researchers of Design and Computer Engineering of 'Sapienza' University of Rome and dedicated to museum communication, has been developed as part of the synergies between theoretical research and design experimentation. The results have been realised in collaboration with Institutions of the City of Rome, such as the Andersen, Praz and Manzù Museums (Dal Falco and Vassos, 2017), the National Galleries of Ancient Art Barberini and Corsini (Dal Falco, 2020), the National Gallery of Modern and Contemporary Art, for the 'Reflections – Dino Gavina, Art and Design' exhibition. This exhibition explores the emblematic figure of Gavina, an enlightened entrepreneur and designer who worked mainly in Italy from the second half of the 20th century, weaving relationships with important international artists.

The process developed over five years has led to the development of a methodology based on knowledge of the exhibition themes and of the works to be experimented, making use of different skills. The projects integrate knowledge of art history and museography, graphic and multi-

media design, linking audiovisual design with interaction design and museum merchandising. In small and medium-sized museums, or exhibitions dedicated to an artist or a theme, the holistic approach can associate biographical elements with works or objects, the historical context and the environment in which the artist lived. The narrative is developed in a way that is consistent with the visual identity of the museum, starting from the assumption that the graphic design should be a constant reference in the project development, as it represents the essential meanings of the chosen themes. In some cases, particularly for temporary exhibitions, the logo concept constitutes the first piece of the puzzle of the system of objects dedicated to communication. The design process is synthetically made up of areas of knowledge and research that correspond to precise figures and skills (Fig. 6):

- 1) Knowledge of the works of art and/or objects, the biography of the artists and their social relations, the context and the main events characterising a given historical period, the museums where the works are kept and the museographic choices related to them; this phase involves meetings and seminars with art and design historians and critics, curators of specific exhibitions and installations, possible interviews, consultation and drafting of bibliographies, audiovisual and photographic apparatus, identification of keywords, construction of data visualization of the materials consulted;
- 2) Creation of short narratives, linked to the first phase with writings and the use of tools such as the storyboard, conceived for the purpose of the multimedia and interactive project, with the participation of competencies in the field of communication, storytelling and photography; concept of the multimedia product and choice of the target audience specifying through which tools the museum experience is to be communicated;
- 3) Design of the visual identity, with the tools of graphic design, from typography to colour and image choices, with the help of experts in the field and feedback of the proposals at curatorial level (Figg. 7-12);
- 4) Development of the multimedia project with dedicated software, research into sound design and supporting graphics;
- 5) Interactive multimedia applications created through the application of user-centred design principles that accompany the visitor in an experience characterised by the narration of the analogue through immersive digital tools; to this end, the collaboration of different professional and technical figures is necessary, such as designers, interaction design specialists, mobile and pervasive systems specialists and artificial intelligence experts.

The contents of the multimedia project are the foundation of the interactive experience developed through specific tools, with a view to testing an integral process of disciplinary design and sharing.

Interaction Design and Artificial Intelligence: their role in the museum experience | The degree of involvement and appreciation shown by the visitor (or more generally by the user of the exhibition) is a major factor in the success of contemporary museum communication. In an age

increasingly characterised by technology and its pervasiveness, the success of the museum experience cannot disregard the inclusion of a virtual space that accompanies the visitor during his visit. To this end, the discipline of User Experience Design is becoming more and more relevant in the context of museum communication. Its aim is to design an environment (real or virtual) aimed at increasing the level of customer satisfaction and loyalty by improving the usability, ease of use and pleasure provided in the interaction between the customer (in our context the visitor) and the product (in our context the exhibition). Within this discipline, a fundamental role is played by interaction design, i.e. the design of interactive products and services in which the designer's attention goes beyond the element under development to include the way in which users will interact with it.

In the interaction design process there are five fundamental dimensions that need to be taken into account: 1) the words used to guide the interaction which include text (e.g. button labels) and help provide users with the right amount of information; 2) visual representations which are graphical elements such as images, typography and icons that aid in user interaction; 3) physical/spatial objects, referring to the medium through which users interact with the product or service (e.g. on a laptop via a mouse or via a touch screen on a mobile phone); 4) time, referring to the media that change with time, such as animations, videos and sounds; 5) behaviour, which con-

cerns the way in which the previous four dimensions define the interactions offered by a product (e.g. how users can perform actions on a website or how users can use a particular application), or the way in which the product reacts to user input and provides feedback.

Artificial intelligence is another discipline that is becoming increasingly relevant in the context of the museum experience because it helps to enhance the experience defined through the five dimensions of interaction design with multimedia content that is personalised for the visitor and contextualised to the surrounding environment. Modern artificial intelligence solutions seek to put the user at the centre by creating personalised experiences and support, and to achieve this, they collect data on user behaviour and preferences and correlate them with each other. Particularly relevant examples in this context are sensors that collect psychophysical data in order to measure the level of arousal, or the use of devices that track the path of a visitor through an exhibition and then correlate these paths with personal data on user preferences and background in order to make suggestions.

Pisoni et alii (2021), in a recent survey, point out that there is a strong expansion in the use of innovative technologies in the context of all cultural heritage and in particular technology that provides inclusive and accessible museum experiences, stressing that artificial intelligence and human-machine interaction are necessary tools to help design solutions to improve the accessi-



Figg. 13, 14 | Reflections – Dino Gavina, Arts and Design, design project by G. Daniello, R. Favia, G. M. Mancini and P. Micelli.



Figg. 15, 16 | Reflections – Dino Gavina, Arts and Design, design project by R. Marrocchelli and C. Stefanori.

bility of Cultural Heritage and keep the focus on the human being. In this context, it becomes more and more important to adopt a multidisciplinary approach combining extremely varied skills such as graphic and design skills, engineering and computer skills in the field of artificial intelligence and human factors and ergonomics. Providing the basic elements of interaction design is therefore a fundamental step towards achieving the goal of merging the narration of the analogue work with that in digital form. In the context of the activities carried out in the context of the Museum Experience Design project, it was therefore decided to pay attention also to technological tools and the need to acquire basic programming skills that enable the development of prototypes of interactive and multimedia applications through a language designed specifically for designers and to effectively support interaction.

During the last experience carried out in the context of the exhibition Reflections – Dino Gavina, Art and Design, before defining the concept of the applications, the focus was on the definition and analysis of the functionalities that the interactive application would have to support according to the type of public to be involved (making considerations, for example, on age or possible interests) and the type of experience to be offered (telling through the game or simply accompanying the visitor in the visit with a more 'technological' narrative). The result was the development of prototypes of extremely different applications, ranging from a humorous, comic-style concept very much oriented to a young audience to sophisticated, more classical concepts more oriented to an adult and professional audience, able to accompany and entertain the visitor during his stay in the museum, maintaining the

coherence between real world and virtual world representations (Figg. 13-16).

Conclusions | The vision and the interdisciplinary approach that characterise the proposed methodology, including design, technological, historical, museographic and curatorial skills, constitute a model of study and experimentation that can be transferred to different contexts and museum institutions, including temporary exhibitions and special displays. The flexibility of the proposed process is an integral part of the holistic approach that underlies it, with the possibility of adaptation to diversified cultural contents, from ancient to contemporary, from specific projects to permanent arrangements, to performances and events, from traditional works of art to architecture and design exhibitions. The described process can contribute to an advancement of theoretical and practical research on how communication design activates design syntheses aimed at increasing knowledge through innovative forms of live experience.

The experimental model and its objectives can be implemented in perspective, both with a digital technological update (augmented reality, smart spaces) and from a critical point of view, by including in the process a step that contemplates broader disciplinary insights. In this sense, it is desirable to involve skills from different angles, from the sciences to the humanities, contributing with new tools of comparison to implementing the values of storytelling, encouraging the creation of narratives between multimedia, artificial intelligence and in-depth understanding of objects, artists and the sites where they are preserved or exhibited. This added value is part of the scope of research aimed at expanding knowledge and communicating it according to a vision of the museum as a democratic, inclusive and polyphonic place, open to critical dialogue and confrontation between past and future.

The paper, while considering the evolution in the sign of the immaterial as an acquired fact, is placed in an area of study and experimentation that considers essential the coexistence of analogical and virtual forms. On this theme is based the balance of the museum experience between tradition and innovation, physical and virtual visit, scientific knowledge and pleasure, intended as a device to trigger empathic processes. An attractive requirement that induces a certain feeling in visitors, and the desire to repeat what they have experienced, increasing their awareness of the knowledge they have acquired. If the old museum focused on objects, the contemporary museum focuses on people, offering design a field of experimentation of great scientific, cultural and social interest.

Acknowledgements

The contribution is the result of a common reflection of the Authors. Nevertheless, the introductory paragraphs, ‘The radicalisation of the sensory approach: museum layouts vs. immersive environments’, ‘Museum experience: contents, tools, skills: a methodology between multimedia and IoT’, ‘The Interactive Museum Experience for the exhibition Reflections – Dino Gavina, Art and Design’ are to be attributed to F. Dal Falco, the paragraph ‘Interaction Design and Artificial Intelligence: their role in the museum experience’ to S. Bonomi, while the ‘Conclusions’ are to be attributed to both authors.

Special thanks to: G. Coltelli, Official Art Historian of the National Gallery of Modern and Contemporary Art, curator of the exhibition Reflections – Dino Gavina, Art and Design; architect M. Brunori, one of Gavina’s last collaborators and author of the exhibition design; R. D’Uffizi, PhD Candidate in Planning, Design, Architecture Technology, Product Design Curriculum for the collaboration on the design and graphic concepts. Finally, we would like to thank: M. Alfieri, L. Bellini, E. Buonadonna, C. Cofini, G. Daniello, A. Iacono, R. Favia, A. Florian, G. M. Mancini, R. Marrocchelli, F. D. Medina, M. Merola, P. Micelli, G. Pastucci, C. Stefanori, B. Ventimiglia.

Notes

1) L’Atelier des Lumières is located in Paris in the Fonderie du Chemin-Verte (1835) and was founded in 2013 by Bruno Monnier, President of Culturespaces, with the idea of creating a digital art centre in Paris.

2) The author of the interactive installations is team-Lab, an international and interdisciplinary art collective founded in 2001, made up of artists, programmers, engineers, CG animators, mathematicians and architects, whose practices experiment with forms of integration between the arts, sciences and technologies in order to transcend the traditional boundaries of human perception.

3) In 1958 Le Corbusier designed the Philips Pavilion for the Brussels Expo, whose organic forms of its interior would host the projection of a montage of black and white photographs accompanied by Edgard Varèse’s composition *Le Poème Electronique*; while at the New York World’s Fair (1964-65), in the IBM Pavilion by Eames e Saarinen, Think, the Eames designers’ video with music by Elmer Bernstein, would be presented (Ince and Johnson, 2015).

4) Museum Experience Design has been developed since 2016 and in 2017 included the ADD (Architecture Dance Design) project with contributions from the performance and choreographic disciplines and the participation of Elsa Decaudin artist-in-residence at ENSAM (École Supérieure d’Architecture Montpellier, France). The project was carried out by Professors of the PDTA and DIAG Departments of ‘Sapienza’ University of Rome with the Barberini and Corsini National Galleries, the Academy of Hungary of Rome and the patronage of the Institut Français Rome. The overall results of the experience have been the subject of an International Conference (Architecture Danse Design) held at ENSAM in Montpellier on 29 and 30 October 2018, presentations at the Museums involved (2017, 2018, 2021), participation in International Conferences and also related scientific publications (Dal Falco and Vassos, 2017; Dal Falco 2018, 2020).

References

Agostinelli, S., Battaglini, F., Catarci, T., Dal Falco, F. and Marrella, A. (2019), “Generating Personalized Narrative Experiences in Interactive Storytelling through Automated Planning”, in Gamberini, L., Pittarello, F. and Spagnoli, A. (eds), *CHITALY '19 – Proceedings of the 13th Biannual Conference of the Italian Conference SIGCHI Chapter Designing the next interaction, Pado-*

va, 23-25 September 2019, Association for Computing Machinery, New York, pp. 1-5. [Online] Available at: diag.uniroma1.it/marrella/papers/CHIItaly2019.pdf [Accessed 11 October 2021].

Ardizzi, M., Ferroni, F., Siri, F., Umiltà, M. A., Cotti, A., Calbi, M., Fadda, E., Freedberg, D. and Gallese, V. (2020), “Beholders’ sensorimotor engagement enhances aesthetic rating of pictorial facial expressions of pain”, in *Psychological Research*, vol. 84, pp. 370-379. [Online] Available at: doi.org/10.1007/s00426-018-1067-7 [Accessed 10 October 2021].

Bonacini, E. (2011), *Nuove tecnologie per la fruizione e valorizzazione del patrimonio culturale*, Aracne, Roma.

Branchesi, L., Curzi, V. and Mandarano, N. (eds) (2017), *Comunicare il museo oggi – Dalle scelte museologiche al digitale*, Skira, Milano.

Cerquetti, M. (2014), *Marketing museale e creazione di valore – Strategie per l’innovazione dei musei italiani*, FrancoAngeli, Milano.

Dal Falco, F. (2020), “Design for Cultural Heritage Museum Experience Design – Progetto per la conoscenza e la valorizzazione di istituzioni museali a Roma”, in Di Bucchianico, G., Fagnoni, F., Pietroni, L., Piscitelli, D. and Riccini, R. (eds), *100 anni dal Bauhaus – Le prospettive della ricerca di design, Atti dell’Assemblea Annuale della Società Italiana di Design 13-14 giugno 2019, Ascoli Piceno*, Società Italiana di Design, pp. 104-111. [Online] Available at: iris.uniroma1.it/handle/11573/1452887#.YYOXI2DMJPY [Accessed 10 October 2021].

Dal Falco, F. (2018), “Lo spazio pubblico del Museo – Design and Museum experiences”, in *Urbanistica Dossier*, vol. 15, pp. 119-122. [Online] Available at: inuedizioni.com/it/prodotti/rivista/n-015-urbanistica-dossier [Accessed 11 October 2021].

Dal Falco, F. and Vassos, S. (2017), “Museum Experience Design – A Modern Storytelling Methodology”, in Di Lucchio, L., Imbesi, L. and Atkinson, P. (eds), *Design for next | Proceedings of the 12th European Academy of Design Conference, Sapienza University of Rome, Italy, April 12-14, 2017*, Taylor & Francis, Abingdon, pp. 3975-3983.

Dorfles, G. (1968), *Artificio e natura*, Einaudi, Torino.

Eco, U. and Pezzini, I. (2015), *Le musée, demain*, Casimiro.

Fonti, D. and Caruso, R. (eds) (2012), *Il Museo contemporaneo – Storie esperienze competenze*, Gangemi Editore, Roma.

Galli Michero, L. and Mazzotta, M. (eds) (2013), *Wunderkammer – Arte, Natura, Meraviglia ieri e oggi*, Skira, Milano.

Grenier, C. (2013), *La fin des musées?*, Éditions du Regard, Paris.

Guccione, M. (2012), *Come sarà il museo del futuro? Lezioni di museografia contemporanea*, MAXXI, Roma.

Harada, T., Hideyoshi, Y., Gressier-Soudan, E. and Jean, C. (2018), “Museum experience design based on multi-sensory transformation approach”, in Marjanović, D., Štorga, M., Škec, S., Bojčetić, N. and Pavković, N. (eds), *DS92 – Proceedings of the DESIGN 2018, 15th International Design Conference*, pp. 2221-2228. [Online] Available at: doi.org/10.21278/idc.2018.0150 [Accessed 10 September 2021].

Henning, M. (2006), “New Media”, in Macdonald, S. (ed.), *A companion to Museum Studies*, Blackwell Publishing Ltd, Oxford (UK), pp. 302-304.

Ince, C. and Johnson, L. (eds) (2015), *The world of Charles and Ray Eames*, Thames & Hudson, London.

Irace, F. (2014), *Design & cultural heritage – Immateriale virtuale interattivo*, Mondadori Electa, Milano.

Levent, N. and Pascual-Leone, A. (eds) (2014), *The multisensory museum – Cross-disciplinary perspectives on touch, sound, smell, Memory, and Space*, Rowman & Littlefield, Lanham (US).

Malraux, A. (1965), *Le musée imaginaire*, Gallimard, Paris.

Mandarano, N. (2019), *Musei e media digitali*, Carocci, Roma.

Marini Clarelli, M. V. (2021), *Che cos’è un museo*, Carocci, Roma.

O’Doherty, B. (1999), *Inside the White Cube – The Ideology of the Gallery Space*, UC Press, Berkeley.

Pezzini, I. (2011), *Semiotica dei nuovi musei*, Laterza, Roma-Bari.

Pisoni, G., Díaz-Rodríguez, N., Gijlers, H. and Tonolli, L. (2021), “Human-Centered Artificial Intelligence for Designing Accessible Cultural Heritage”, in *Applied Sciences*, vol. 11, issue 2, 870. [Online] Available at: doi.org/10.3390/app11020870 [Accessed 10 September 2021].

Pomian, K. (2021), *Il museo – Una storia mondiale*, Einaudi, Torino.

Ratti, C. and Claudel, M. (2015), *Open source architecture*, Thames & Hudson, London.

Saumarez Smith, C. (2006), “The future of museum”, in Macdonald, S. (ed.), *A companion to Museum Studies*, Blackwell Publishing Ltd, Oxford (UK), pp. 543-554. [Online] Available at: academia.edu/43662162/Companion_to_Museum_Studies [Accessed 10 November 2021].

Serota, N. (1996), *Experience or interpretation – The dilemma of Museums of Modern Art*, Thames and Hudson, London.

Simon, N. (2010), *The Participatory Museum*, Museum 2.0, Santa Cruz. [Online] Available at: participatory-museum.org/ [Accessed 23 September 2021].

Sutera, S. (2016), *ICOM Italia – Dalla nascita al 2016*, Edizioni Cantagalli, Siena.

Yang, Y. H., Zhang, H. and Jiang, B. Y. (2015), “The development and educational application of editable university digital museum”, *International Journal of Online Engineering*, vol. 11, issue 1, pp. 13-19. [Online] Available at: online-journals.org/index.php/i-joe/article/view/3937 [Accessed 05 September 2021].

DISEGNARE ROBOT

Verso una cultura etica del progetto estetico

DESIGNING ROBOTS

Towards an ethical culture of the aesthetic product

Claudio Germak, Lorenza Abbate

ABSTRACT

Negli ultimi anni i robot di servizio con applicazione in contesti sociali hanno sviluppato linguaggi comunicativi naturali e capacità di interazione sempre più sofisticate e intuitive. Disegnati a somiglianza umana o come disegno di sintesi, questa tipologia di robot è oggetto di un'attività multidisciplinare in cui il Design è coinvolto nel processo progettuale insieme alle ingegneria, con il supporto dell'antropologia e della psicologia. Il progetto di ricerca HERE intende fornire metodi di analisi quanti/qualitative e linee guida per una progettazione etica di servizi e di prodotti robotici con alto grado di accessibilità e accettazione da parte degli utilizzatori. Il laboratorio di ricerca riguarda gli spazi universitari, dove il robot di telepresenza è configurato come appendice virtuale di uno studente impossibilitato ad essere presente in loco.

Over the last years, service robots with applications in social contexts have developed increasingly sophisticated and intuitive natural communication languages and social skills. Designed in human likeness or with synthetic designs, this kind of robot is the subject of a multidisciplinary activity, in which Design is involved in the design project together with engineering, and the support of anthropology and psychology. The HERE research project wants to give quantitative and qualitative analysis methods and guidelines for an ethical planning of robotic services and products with a high level of accessibility and acceptance by users. The research laboratory concerns university spaces, where telepresence robots are set up as virtual appendixes for students that could not be present.

KEYWORDS

design dell'interazione, design digitale, design dell'esperienza utente, design centrato sull'uomo, progettazione robo-etica

interaction design, digital design, user experience design, human-centred design, robot ethics design

Claudio Germak is a Full Professor of Design at the Politecnico di Torino (Italy) and President of SID (Italian Design Society). A design-oriented production systems Researcher focused on the relations between industry and craft. Today he leads the UXD-PoliTO team, consisting of active researchers in the development of design and evaluation HCD, UXD, HMI and ID techniques in different fields. Mob. +39 334/888.30.68 | E-mail: claudio.germak@polito.it

Lorenza Abbate is a PhD Candidate at the Department of Management, Production and Design, Politecnico di Torino (Italy). A Researcher focused on the field of human-robot interaction by applying user-centred approach methodologies and in particular on service robotics applied to school contexts. Mob. +39 339/211.70.53 | E-mail: lorenza.abbate@polito.it

Lo sviluppo e la diffusione delle tecnologie robotiche a cui abbiamo assistito negli ultimi anni, in diversi contesti di applicazione, hanno portato alla luce riflessioni sulle tipologie di interazione tra macchina e uomo e la coerenza dei linguaggi comunicativi utilizzati (Fig. 1). 'What changes how we interact with', afferma Carlo Ratti in occasione dell'opening della mostra Hello Robot in Weil am Rhein nel 2016. L'interazione e la comunicazione diventano infatti obiettivi principali dell'attività progettuale di servizio e di prodotto, nel tentativo di creare un'esperienza utente positiva. La finalità sociale dei robot di servizio, oggetto di questo contributo, assume un ruolo di rilievo nella ricerca Human Robot Interaction, in relazione alla loro crescente diffusione in ambito pubblico e privato. Una ricerca che sempre più mette in risalto l'importanza della morfologia, ossia il lessico dei componenti attraverso i quali il robot stabilisce legami emotivi e sociali, data la tendenza dell'uomo a rispondere socialmente agli oggetti non umani e al loro bisogno di appartenenza (Casiddu, 2017).

Si delinea un futuro in cui la morfologia e il comportamento del robot possa assumere aspetti più naturali, che si allontanano dalla sua originaria natura meccanica e che incaricano il progettista di una nuova responsabilità: l'interpretazione e la declinazione del termine 'naturale' nella disegnazione e progetto dell'interazione tra uomo e robot, sia in termini semantici sia cognitivi (Dautenhahn, 2013). La ricerca sull'interazione è in continua evoluzione, anche perché strettamente connessa ai progressi della tecnologia robotica. Ma l'aspetto tecnologico non è più il solo cardine del progetto: deve andare di pari passo con le esigenze degli utenti e del contesto nel quale il robot sarà inserito (Eggink and Snippert, 2017).

Il progetto contemporaneo di robot di servizio non è ancora supportato a sufficienza da metodologie con approccio centrato sull'uomo in favore dell'accessibilità e accettazione di tali macchine. Pertanto, il progetto di ricerca HERE illustrato nel paper si propone di applicare metodi di analisi quanti/qualitative e condurre sperimentazioni metaprogettuali sia a livello di design di servizio sia di prodotto, per fornire linee guida alla progettazione/disegnazione di robot sociali. Il robot di telepresenza, capace di connettere persone a distanza, e particolarmente attuale in epoca Covid, costituirà la tipologia oggetto di studio, mentre il contesto universitario, aule e spazi comuni, il laboratorio per la sperimentazione.

Progettare la complessità della macchina | La complessità della macchina suggerisce oggi un approccio integrato alla progettazione che possa essere partecipato da diverse competenze oltre a quelle tradizionali dell'informatica e mecatronica (Bonifati, 2010). Ed è indispensabile che il processo, a partire dalla co-progettazione con l'utenza, coinvolga le discipline umanistiche come la psicologia cognitiva e l'antropologia, oltre al design (Tripodi, 2020). La disciplina del design, infatti, sta acquisendo maggiore rilevanza all'interno del progetto di robotica, trovandosi ad affrontare non più soltanto le questioni di forma e funzione già insite nel proprio DNA, ma anche lo studio delle relazioni che, in-

sieme agli strumenti di interazione, costituiscono l'esperienza (Luria et alii, 2021). Si tratta infatti di macchine digitali complesse, che rimandano a una nota definizione dell'interazione «[...] prodotti con un microprocessore che sono capaci di percepire e rispondere agli esseri umani» (Saffer, 2007, p. 4).

Per facilitare la comunicazione tra persone e macchine, la tecnica attribuisce al robot caratteristiche che spaziano da un'esatta riproduzione della morfologia umana all'astrazione da questi caratteri, con diversi livelli di somiglianza. Si presenta come una ricerca olistica che si sviluppa intorno ai diversi componenti della morfologia robotica, come le espressioni facciali, il movimento, l'illuminazione e il suono, a cui il design prova a dare integrazione, attraverso un approccio problematico e complesso così come ci ricorda il paradigma bauhausiano: «[...] design is a complex and demanding task. It entails the integration of technological, social, and economic requirements, biological demands, and the psychophysical effects of materials, shape, colour, volume, and space: it is about thinking in relationships» (Moholy Nagy, 1947, p. 42). Alcuni di questi livelli di complessità li ritroviamo nella progettazione di una macchina con capacità interattive che dipendono da: a) fattori utilitaristici e psico-sociali come l'età, il sesso e il contesto culturale, con questo intendendo gli atteggiamenti e le convinzioni personali (Nielsen et alii, 2021); b) un alto livello di adattabilità e aggiornabilità della macchina stessa, talora facendo esercizio di anticipazione del futuro (Tromp, Hekkert and Verbeek, 2011); c) un'espressività che sia coerente con le sue prestazioni cognitive e interattive (Lieberman-Pincus, Grondelle and Oron-Gilad, 2021).

Progettare robot con un approccio centrato sull'uomo presuppone pertanto l'inserimento fin da subito del designer nel processo di sviluppo, avvalendosi di tecniche basate sull'etnografia, la progettazione partecipata e l'anticipazione di prototipi intermedi. Un designer preparato alla definizione delle esigenze nella fase metaprogettuale e alla valutazione della user experience (test di usabilità e cognitivi) attuabili su modelli intermedi e prototipi finali, sia in termini di design del servizio sia di prodotto (Prati et alii, 2021).

Robot sociali: tra espressività e funzione | Sviluppo tecnologico e progresso culturale hanno portato gli artefatti robotici ad assomigliare sempre di più all'uomo, non solo nell'aspetto, ma anche nelle espressioni affettive, psicologiche e cognitive (Cawthon and Moore, 2006). Pertanto, oggi tre sono i fattori dai quali dipende il concept di un robot di servizio ad alta accettazione: l'aspetto morfologico, la capacità di assolvere funzioni e la comunicazione interattiva. Primo fra tutti, il tratto somatico, cioè la sua forma intesa come identità: da quella di macchina a quella umanoide, passando per tutte le forme intermedie (Salvini, Laschi and Dario, 2010). Il primo contatto tra uomo e robot si gioca infatti sull'aspetto fisico e sulla fiducia che questo trasmette.

Al proposito, Masahiro Mori introduce una riflessione che riguarda il limite della somiglianza del robot con l'umano. Se infatti il robot è troppo somigliante, si potrebbe incorrere in una delusione rispetto alla forte aspettativa di relazioni coincidenti con l'umano. Delusione che è stata de-

scritta nel grafico Uncanny Valley (Fig. 2) come 'valle depressa', indice anche di uno stato di paura (Mori, Maccormac and Kageki, 2012).

È di questi giorni l'anticipazione mediatica di Elon Musk riferita al progetto del robot TeslaBot come prossimo traguardo tecnologico disruptive dell'azienda Tesla. Questa figura possiede tratti umani a interpretazione dei canoni ideali della bellezza umana: le dimensioni reali (173 cm), il profilo elegante e il colore bianco tipico del digitale, il movimento fluido e aggraziato: quasi un ideale di nuovo umanesimo (Fig. 3). Una parte dei progettisti di robotica ritiene invece auspicabile che i robot, pur sempre macchine, debbano far emergere la loro natura 'artificiale' attraverso un'espressività interprete dell'umanoide, tale però da non illudere l'uomo. E non è solo l'espressività il centro del progetto, perché sappiamo che l'aspetto del robot non è disgiunto dalle funzioni per esso previste e dal contesto in cui sarà inserito (Giger et alii, 2019). La funzionalità, infatti, rappresenta il secondo elemento di studio ai fini dell'accettazione: facilità d'uso e utilità percepibile sono i fattori attraverso i quali misurarla. Terzo, ma non ultimo per importanza, è il fattore interazione, da cui dipende anche il grado di fiducia e di accettazione da parte dell'uomo. Interazione che può avvenire attraverso una comunicazione mediata da dispositivi (mouse, tastiera, touchscreen), oppure utilizzando modalità interattive sensoriali (parlato, gesti, espressioni facciali, tracciamento dello sguardo, aptica).

Entriamo dunque nel campo più complesso della progettazione, ma anche il più lento nell'evoluzione. La sfida alla complessità, che oggi si esprime in conquiste incremental, cioè piccole e continue modificazioni, in attesa di innovazioni radicali che solo le invenzioni tecnologiche potranno rendere operabili. Nel caso di Tesla, appaiono invece solo annunciate. Nell'attesa, si può comunque avanzare lavorando sugli aspetti complementari. Stringere la mano a un robot ricavandone una sensazione umana dipende non solo dal contatto con dita mobili, ma anche dalla temperatura e dall'umidità dell'arto: traguardo che sembra avvicinarsi. Così nel parlato, dove i progettisti non riescono ancora a velocizzare le risposte del robot raggiungendo un grado di comunicazione affabile e articolato, ma lavorano sul tono della voce, affidando la creazione di timbri più empatici a speaker professionisti. Conquiste incremental che aumentano la fiducia dell'uomo verso il robot.

Questi fattori concorrono al progetto del robot di servizio, le cui tradizionali distinzioni tipologiche (compagnia, assistenza, intrattenimento e telepresenza) hanno oggi confini più sfumati, avvalendosi di macchine che integrano funzioni, strumenti e linguaggi comunicativi diversi. E tra i componenti più presenti nei robot di servizio, complice l'alfabetizzazione digitale, schermi e telecamere compaiono quasi sempre come dotazioni standard, diventando gli strumenti connotanti la funzione della 'telepresenza'.

La telepresenza: un'occasione di progetto etico per la robotica di servizio | Negli ultimi anni si è assistito a un incremento delle attività e degli strumenti di telepresenza, capaci di connettere luoghi e persone distanti geograficamente e abilitando processi di comunicazione, collabora-

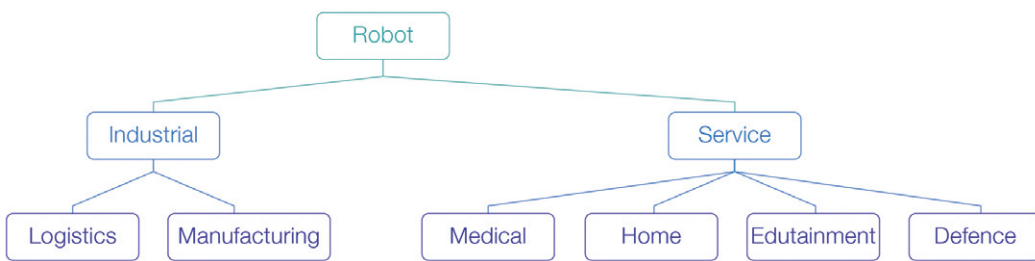
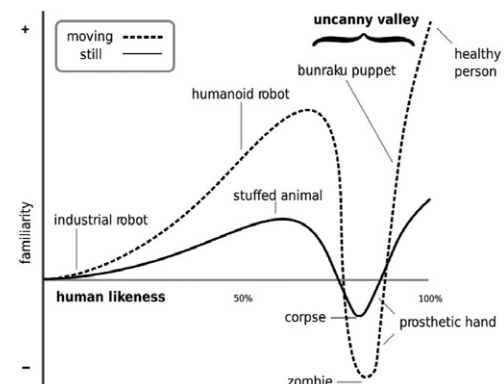


Fig. 1 | Robots categories based on the classification of Ben-Ari and Mondada (source: link.springer.com, 2017).

Fig. 2 | Mashiro Mori's Uncanny Valley defines the amplifications in the emotional response of humans in relation to the degree of anthropomorphism of a robot (source: spectrum.ieee.org, 2012).



zione e condivisione. Su questo piano, la pandemia da Covid-19 ha rappresentato un acceleratore di sperimentazione di tali tecnologie, dall'ambito ospedaliero/assistenziale, quale medium tra degenti e familiari, a tutte quelle situazioni aziendali che richiedono la presenza di tecnici specializzati in loco. Impieghi che hanno fatto evolvere le funzioni originarie della telepresenza (meeting aziendali, accoglienza in strutture, sorveglianza) in un nuovo strumento di accessibilità sostenibile tra persone a distanza. Si noti che il robot di telepresenza, rispetto ad altri strumenti di connessione, è capace di muoversi nello spazio fisico: in altre parole si tratta di un tablet mobile che diventa protesi viva della persona in remoto. Ma la telepresenza ha anche introdotto un sistema di relazioni molto più diretto, del tipo uomo-macchina-uomo, con l'opportunità di interagire con le facoltà umane (espressività del volto e del parlato) e con lo spazio circostante.

Quindi, il tema progettuale legato all'aspetto della macchina, al suo design, ha perso la sua importanza? Tutt'altro, semmai ha posto in gioco nuove dimensioni del tema: la combinazione di digitale e reale, attraverso la visione, la voce, il corpo e il movimento (Fig. 4). La morfologia dei robot di telepresenza varia da un design minimale o high tech, come nel modello Double dove la testa è costituita dallo schermo, il corpo da un'asta e i piedi dalle ruote, alle configurazioni antropomorfe e zoomorfe di Pepper e del più recente Sanbot Elf, che integrano diverse funzioni: intrattenimento, educazione e assistenza (Fig. 5). Questi diversi modelli mettono in evidenza la necessità di dare forma al robot in coerenza con la funzione e il contesto, dimensione nota al progetto di design ma non così altrettanto significativa per le ingegnerie meccatroniche e informatiche, che sono i pilastri necessari allo sviluppo di un'architettura robotica funzionante.

Tali considerazioni hanno scaturito una serie di interrogativi che sono da alcuni anni i postulati della ricerca Who Robot, avviata con TIM JOL Crab nel 2015 e proseguita attraverso esperienze in diversi contesti, dai Beni Culturali alla scuola. In questo ultimo contesto la telepresenza ha maturato esperienze di formazione a distanza in particolare rivolte all'apprendimento (Fig. 6), mentre poche sono invece le sperimentazioni che aggiungono a questa funzione un'opportunità di socializzazione, dove il robot costituisce il medium tra lo studente a distanza e il gruppo in presenza (Figg. 7, 8).

HERE: un progetto di telepresenza in ambito

universitario | Le ricerche sulla didattica a distanza hanno subito una forte accelerazione negli ultimi anni, sperimentando diversi strumenti in grado di connettere gli studenti impossibilitati alla presenza fisica in aula: dalle tradizionali piattaforme di videoconferenza, all'impiego di realtà aumentata/virtuale, alla robotica di telepresenza. Oggi si tratta di applicare queste soluzioni, nate per migliorare e facilitare il processo di insegnamento-apprendimento, all'obiettivo 5.0 di umanizzazione della tecnologia, in termini di accessibilità, inclusione e collaborazione. Ma anche di ottimizzare e incrementare le prestazioni della robotica di telepresenza attraverso una collaborazione multidisciplinare tra formatori, psicologi, informatici e designer. Si utilizzano in genere attrezzature reperibili facilmente sul mercato, robot con immagine e movimento meccanico.

In una prima fase la ricerca HERE intende esplorare, comparando le potenzialità dei diversi modelli, l'opportunità che il robot possa interagire con l'insegnante ma anche con i compagni di classe, seguendone gli spostamenti e condividendo con loro l'esperienza di gruppo. In una seconda fase ci si occuperà della caratterizzazione fisica del robot cosa che già oggi avviene con soluzioni spontanee e allo stesso tempo divertenti, vestendolo a propria immagine e somiglianza con indumenti e accessori (magliette, collane, ecc.), quasi fosse una sorta di Avatar. Una sorta di umanizzazione spontanea che attraverso forme, materiali e colori familiari, velocizza il processo di accettazione della macchina (Löffler, Schmidt and Tscharn, 2018). La ricerca HERE si è pertanto posta l'obiettivo di riformulare l'approccio progettuale e relativo contributo del design nella sequenza servizio-prodotto-servizio. L'oggetto della ricerca diventa pertanto un servizio di robotica sociale in ambito formazione, che attraverso prodotti scalabili sia contestualizzabile in scuole di grado diverso (a partire dal contesto universitario) con studenti di età, e quindi di esigenze, diversificate.

Metodologia e fasi | La ricerca HERE, data l'attuale esiguità di sperimentazioni, procede per fasi utilizzando un approccio induttivo (Fig. 9). La prima fase, detta di benchmarking multicriteria è rivolta alla valutazione dell'offerta di mercato, analizzando quei modelli che in forma unica o integrata con altre funzioni svolgono un'attività di telepresenza (Fig. 10). Per indici multicriteria ci si riferisce alla metodologia di comparazione

già impiegata dalla disciplina del design per la valutazione di prodotti e servizi. Tale approccio costituisce oggi un modello di valutazione della qualità del prodotto/servizio, articolato nelle diverse utenze: di uso del robot, di comunicazione tra robot e uomo, e di gestione del servizio (connessioni in rete, proprietà del robot, manutenzione della macchina e dell'infrastruttura di rete; Savela, Turja and Oksanen, 2017). La seconda fase prevede la valutazione dei comportamenti dell'utenza durante l'uso del robot, attraverso osservazione diretta (shadowing) e creazione di user journey maps. La terza fase, interdisciplinare con l'ingegneria di programmazione, consisterà l'implementazione nel progetto delle prestazioni e interfacce ottimizzate per il contesto di attività nella scuola.

Il primo campo di indagine riguarda la morfologia del robot, misurata negli aspetti dell'espressività generata dai componenti e dal movimento. Al fine, tre robot (Pepper, Sanbot Elf e Double) rappresentano macrocategorie di macchine oggetto di valutazione. In dettaglio i parametri che concorrono all'espressività del robot sono: la morfologia somatica, la natura, quantità e qualità dei movimenti, l'altezza e sua regolazione, l'inclinazione e rotazione della testa o dello schermo. Nonostante la natura molto diversa di questi robot, da human-like di Pepper a machine-like di Double, si possono trovare alcuni elementi basilari che rappresentano il minimo comune denominatore della telepresenza. Il display è lo strumento principale per comunicare, attraverso il quale l'utente distante può mostrare la propria immagine e guidare il robot attraverso la camera, quasi sempre integrata allo schermo. Nei robot dal design minimale (Double e simili), nati per la sola funzione di telepresenza, il tablet costituisce la testa, mentre negli umanoidi, dove la funzione di telepresenza è un'integrazione, lo si trova all'altezza del torace.

Una distinzione morfologica è invece data dalla presenza di arti: sono presenti e mobili negli umanoidi, mentre i robot dal design minimale generalmente ne sono privi. In questi tutt'al più, il corpo (asta, doppia asta) unisce la 'testa tablet' al basamento mobile. Sono robot che cercano la riduzione formale, da non confondersi con la banalizzazione di una macchina costruita senza progetto di design. Double, ad esempio, nelle intenzioni dei suoi progettisti si allontana dalla citazione umanoide per affrontare un campo molto ben più di ricerca, quello dell'allusione all'umano. Tuttavia, la ricerca della sintesi non sempre è premiata dall'utenza, es-

sendo spesso letta come carenza di espressività. Dei robot umanoidi gli utenti in genere apprezzano le gesture create da parti mobili come gli arti, sovente collegati a feedback luminosi. Gesture che si aggiungono alla comunicazione verbale possibile tramite schermo, e che con la loro presenza comunicano una somiglianza con quelle umane.

Importante è anche il movimento, sia quello di traiettoria sia quello legato agli arti e all'intermittenza delle luci. Sappiamo che la facoltà di muoversi nello spazio è l'elemento caratteristico primo del robot e che il modo in cui si muove può comunicare diversi gradi di vitalità. Ciò dipende dalla fluidità e dall'articolazione dei movimenti, anche inaspettati come nel modello Double, che durante la fase di stallo oscilla nella continua ricerca di equilibrio simulando quei piccoli aggiustamenti che l'umano compie anche quando è fermo. Per contro, i modelli umanoidi adottano diverse soluzioni di comunicazione: oltre agli arti mobili e al gioco di luci, sono le espressioni facciali che catturano l'attenzione dell'utente, talora la principale gestualità percepita. Il completamento delle prime due fasi renderà esplicita l'adesione dell'utenza verso una delle categorie in valutazione: umanoide vs minimale.

Questioni aperte e sviluppi futuri | La valutazione dell'offerta dei modelli di robot di telepresenza rappresenta il primo step per la sperimentazione delle intuizioni da applicare al prodotto per renderlo adattabile al concept del servizio e al contesto in cui verrà inserito. L'adattabilità è un elemento che influenza positivamente la fiducia e il coinvolgimento degli utenti con i robot, che percepiscono un loro maggiore controllo se capaci di influenzare il comportamento della macchina (Andriella, Torras and Alenyà, 2019). In questo scenario, l'adattabilità delle caratteristiche funzionali ed espressive del prodotto robot è necessaria per renderlo coerente alle prestazioni attese di servizio. Il concetto di adattabilità risulta questione importante da affrontare, perché potrebbe consentire all'utente distante di controllare al meglio gli spostamenti negli ambienti remoti, anche con la possibilità di aprire le porte o chiamare l'ascensore. Ma si potrebbe estendere al controllo di guida del robot da entrambe i luoghi (da remoto-in locale), per una sicurezza maggiore del servizio e un'interazione più naturale.

Ulteriori questioni aperte da questa ricerca riguardano le caratteristiche semantiche, anche caratterizzabili, della macchina. Questo perché una delle esigenze più sentite da chi è a distanza è quella di sentirsi rappresentati nel miglior modo possibile dalla macchina. Non ultima la questione dell'abilità digitale, nella guida e nell'interazione. La semplicità e intuitività del sistema pongono quesiti irrinunciabili da affrontarsi già nella progettazione della macchina, destinata soprattutto a un'utenza di non esperti. Come i non esperti dovranno loro stessi provvedere alla gestione del servizio (ricarica e connessioni). Come dire che il successo della robotica sociale e la sua accettazione nella vita quotidiana dipendono da

un approccio multidisciplinare ed etico, cioè problematico, del progetto (Giuliano et alii, 2017).

The development and dissemination of robotics technologies we have seen in recent years, in different application contexts, have brought to light thoughts on the types of interaction between machine and man and the coherence of the communication languages used (Fig. 1). 'What changes how we interact with', stated Carlo Ratti during the Hello Robot exhibition opening in Weil am Rhein in 2016. Interaction and communication become the main objectives of the design activity of service and product, with the aim of creating a positive user experience. The social aim of service robots – the subject of this paper – has an important role in the Human Robot Interaction research, due to their growing diffusion in public and private sectors. This research increasingly highlights the importance of morphology, that is the structure of components allowing the robot to create emotional and social connections, due to the tendency of man to respond socially to non-human objects and their need for belonging (Casiddu, 2017).

It delineates a future in which the robot's morphology and behaviour can take on more natural aspects, that drive away from its original mechanical nature and that appoint the designer with a new responsibility: the interpretation and explanation of the word 'natural' while designing and planning the interaction between man and robot, both semantically and cognitively (Dautenhahn, 2013). The research on interaction is continuously evolving, also because it is strictly linked to the progress of robotics. The technological aspect

is no longer the only key point of the project: it must go hand in hand with the needs of the users and the context where the robot will be placed (Eggink and Snippet, 2017).

The current service robots project is not yet enough supported by man-centred approaches, favouring the accessibility and acceptance of these machines. Therefore, the research project HERE presented in the paper, aims to apply quantitative and qualitative analysis methods and to carry out meta-project experiments both at service design and product level, to offer guidelines for the planning/design of social robots. Telepresence robots, capable of connecting people remotely, are particularly topical in the Covid era, and will be the object of study, while Universities, classrooms and common spaces, will be the laboratory for experimentation.

To design the complexity of the machine | The complexity of the machine suggests an integrated approach to design that can be endorsed by different skills in addition to the traditional ones of computer science and mechatronics (Bonifati, 2010). It is essential for the process to involve the humanities such as cognitive psychology and anthropology, in addition to design, starting from the co-design with users (Tripodi, 2020). The design branch is increasingly gaining greater importance within the robotics project, having to deal with more than just the shape and function problems already in its DNA, but also the study of relations which, together with the interaction tools, make up the experience (Luria et alii, 2021). They are complex digital machines and refer to a well-known definition of interaction: products with a microprocessor that are capable of perceiving and responding to human beings (Saffer, 2007, p. 4).

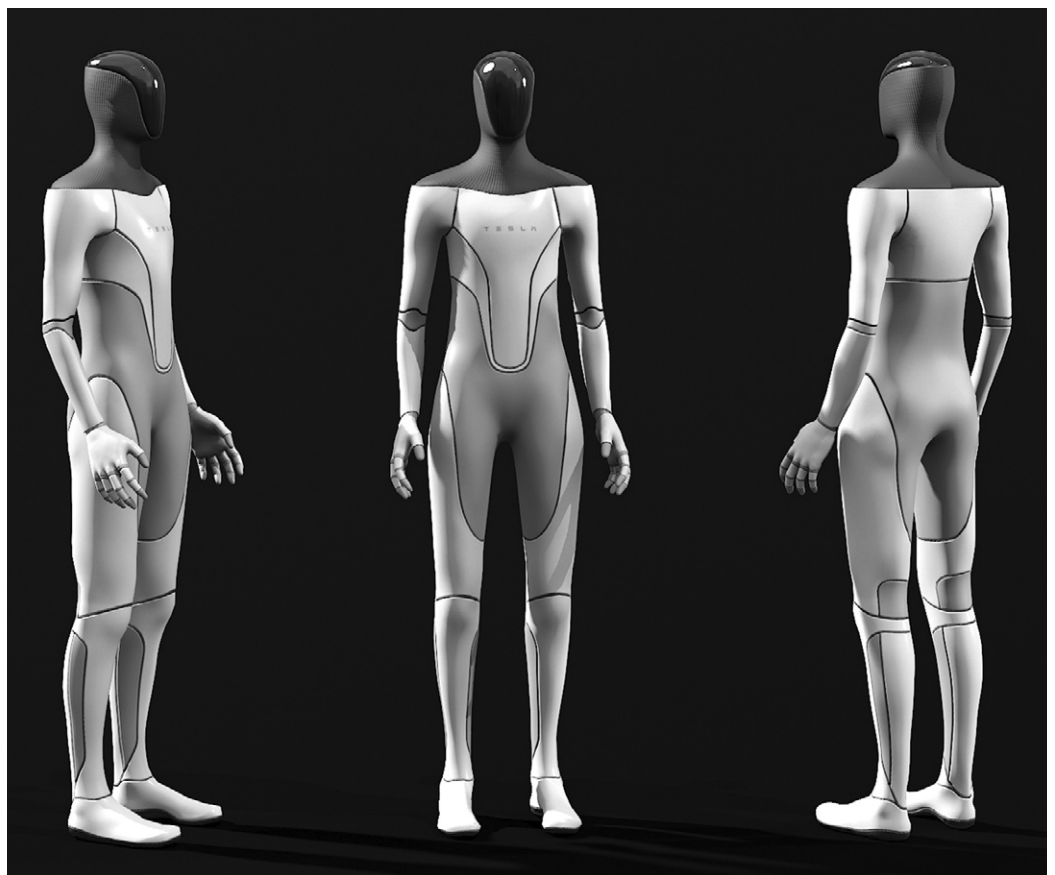


Fig. 3 | TeslaBot the concept of the new humanoid presented by Elon Musk (source: flippednormals.com, 2021).



Fig. 4 | Human-machine-human interaction in telepresence robotics (credit: L. Abbate, 2021).

Fig. 5 | Variation in the morphology of telepresence robots, from anthropomorphism to minimalist design: Pepper, Sanbot, Beam Pro, Double, Ohmni Supercam (credit: L. Abbate, 2021).

To ease the communication between people and machines, technology gives to the robot characteristics that range from a perfect replica of the human morphology to the abstraction from these characteristics, with different levels of similarity. It is presented as a holistic research, developed around the different components of robotics morphology, such as facial expressions, movement, lighting and sound, that design tries to integrate, through a problematic and complex approach, as reminded by the Bauhaus paradigm: «[...] design is a complex and demanding task. It entails the integration of technological, social, and economic requirements, biological demands, and the psychophysical effects of materials, shape, colour, volume, and space: it is about thinking in relationships» (Moholy Nagy, 1947, p. 42). Some of these complexity levels can be found in the design of a machine with interactive abilities, depending from: a) utilitarian and psychosocial factors such as age, sex and cultural context, meaning personal attitudes and beliefs (Nielsen et alii, 2021); b) another level of adaptability and updatability of the machine, sometimes trying to foresee the future (Tromp, Hekkert and Verbeek, 2011); c) an expressiveness that is consistent

with its cognitive and interactive performance (Lieberman-Pincu, Grondelle and Oron-Gilad, 2021).

Therefore, designing robots with a man-centred approach, requires adding from the start the designer into the development process, by using techniques based on ethnography, participatory planning and the anticipation of intermediate prototypes. A designer ready to determine the demands in the metaproject phase and to evaluate the user experience (usability and cognitive tests) that can be implemented on intermediate models and final prototypes, both for service and product design (Prati et alii, 2021).

Social robots: expressivity and function | Technological development and cultural progress have brought the robot artifacts to be increasingly similar to man, not only in their appearance, but also in their affective, psychological and cognitive expressions (Cawthon and Moere, 2006). Therefore, today the concept of a highly accepted service robot depends on three factors: its morphology, the ability to perform functions, and interactive communication. First, the physical feature, that is its shape intended as identity: from machine to humanoid, passing through each in-

termediate form (Salvini, Laschi and Dario, 2010). The first contact between human and robot plays on the appearance and the trust it conveys. In this regard, Masahiro Mori reflected on the degree of resemblance of a robot to a human being. If the robot is too similar, we might be disappointed since humans have high expectations on relationships. This disappointment was described by the Uncanny Valley graph (Fig.2) as 'depression valley', indicator of fear (Mori, Macdorman and Kageki, 2012).

The recent press preview by Elon Musk was about the TeslaBot project, as the next technological disruptive goal of Tesla. This project has humanoid features, portraying the ideal standards of human beauty: real size (173 cm), elegant profile and white colour typical of digital elements, fluid, and graceful movements: almost an ideal of new humanism (Fig. 3). Some robotics designers think that it is desirable that robots, which are still machines, should show their 'artificial' nature through an expressiveness that interprets the humanoid, but without deceiving man. But the focus of the project is not just expressivity, because the aspect of the robot is not separated from the functions it was created for and the context where it will be placed (Giger et alii, 2019). The function is the second element of interest to the purpose of acceptance: the methods to measure it are the ease of use and perceptible utility. Finally, there is the interaction factor, on which depends the level of trust and acceptance by man. The interaction can take place via communication mediated by devices (mouse, keyboard, touch screen) or by sensory interactive modalities (speech, gestures, facial expressions, gaze tracking, haptics).

Let's examine the most complex area of design, but also the slower to be developed. There is the challenge of complexity, currently expressed in incremental achievements, that is, small and continuous modifications, waiting for radical innovations that only technological inventions will make operational. In Tesla's case, they only were announced. While waiting, we can still progress by working on some complementary aspects. Shaking hands with a robot and feeling human touch does not only depend on feeling mobile fingers, but also from the temperature and humidity of the limb: a goal that seems increasingly closer. The designers are not yet able to speed up the robot's responses in a discussion, and to reach a friendly and articulate degree of communication, but they can work on the tone of the voice, relying on professional speakers to create more empathic tones. Incremental conquests that boost the level of trust towards robots.

These factors participate in the service robots project. Today, the traditional typological distinctions (company, assistance, entertainment and telepresence) have blurred boundaries, making use of machines that integrate different communication functions, tools and languages. Screens and cameras are some of the most present components in service robots, thanks to digital literacy. They are often standard equipment, becoming the characteristic tools of 'telepresence' function.

Telepresence: an opportunity for ethical projects in service robotics | Over the last years,

we have seen a growth in telepresence activities and tools, capable of connecting places and people geographically distant and enabling communication, collaboration and sharing processes. In this sense, the Covid-19 pandemic has been an accelerator to experiment on these technologies, from the hospital/care setting – as a channel between patients and family members – to the business situations that require the presence of specialised technicians on site. These purposes have caused the evolution of the original functions of telepresence (business meetings, reception in accommodations, surveillance), it has become a new tool for sustainable accessibility for distant people. The telepresence robot, compared to other connection tools, can move in the physical space. In other words, it is a mobile tablet that becomes an alive prosthesis for someone on remote connection. The telepresence has also created a much more direct system of relations, man-machine-man type, giving the opportunity to interact with human abilities (expressiveness of the face and speech) and with the surrounding space.

Therefore, has the design linked to the appearance of the machine and to its design lost its importance? On the contrary, it has brought into play new aspects of this subject: the combination of digital and real, though vision, voice, body, and movement (Fig. 4). The telepresence robot morphology ranges from a minimal and a high-tech design – in the model Double, the head is the screen, the body a rod and the feet are wheels – to anthropomorphic and zoomorphic configurations by Pepper and the most recent Sanbot Elf, which have distinct functions: entertainment, education, and assistance (Fig. 5). These different models highlight the need to shape the robot accordingly to its function and context. In the design project this is a well-known concept, but it is not as important for mechatronic and computer engineering: the pillars necessary for the development of a functioning robotic architecture.

These remarks have originated a series of questions that for several years now have been the principles of the research Who Robot, started with TIM JOL Crab in 2015 and continued with experiences in different contextual, from Cultural Assets to schools. In this last setting, the telepresence has gained distance education experiences, aimed in particular at learning (Fig. 6). On the contrary, there are few experiments that make this function an opportunity for socialisation, where the robot is the vehicle between the student not physically present and the group in presence (Figg. 7, 8).

HERE: telepresence project in University setting | The researches on distance learning have strongly increased over the last year, experimenting different tools capable of connecting students that could not be physically present in class: from the traditional videoconference platforms, the use of augmented/virtual reality, to telepresence robotics. Today, we are using these solutions, created to improve and facilitate the teaching-learning process, to a 5.0 objective, to humanise technology, for accessibility, inclusion and collaboration. But also, to optimise and increase the performance of telepresence robotics



Fig. 6 | HERE: telepresence robotics ecosystem in the University context, with the stakeholders involved (credit: L. Abbate, 2021).

Figgs. 7, 8 | Screenshot of the case study video on the application of telepresence robotics in the Anne Arundel County School District, Maryland, USA and in Paris, Trains Future Professors to Design Effective Learning Situations (source: aacps.org, 2016; hec.edu, 2019).



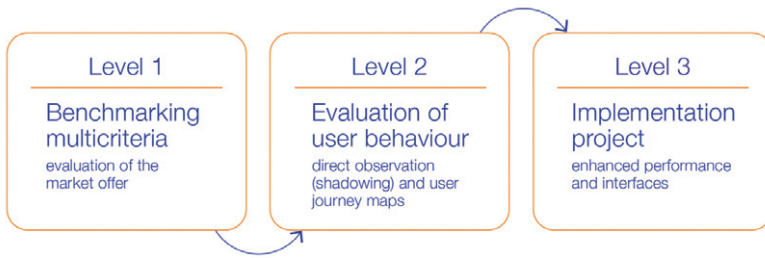


Fig. 9 | Research phases HERE (credit: L. Abbate, 2021).

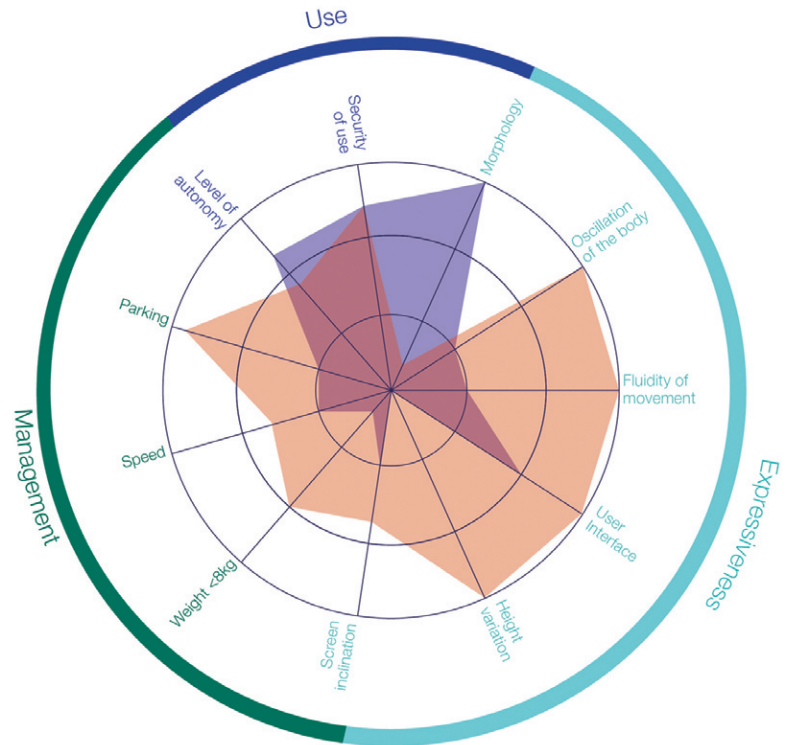


Fig. 10 | Radar graph of the multicriteria benchmarking analysis of the Double robot, in red, and Sandbot in blue (credit: L. Abbate, 2021).

through a multidisciplinary collaboration between trainers, psychologists, computer scientists and designers. In general, the used equipment is readily available on the market, robots with images and mechanical movement.

The first step of the HERE research wants to explore, by comparing the potential of different models, the possibility for the robot to interact with the teacher but also with classmates, following their movements and participating in the group experience. In a second stage, it will deal with the physical characterisation of the robot. This already happens today with spontaneous and funny solutions: dressing the robot in one's likeness with clothing and accessories (t-shirts, necklaces, etc.), as if it were a sort of Avatar. Kind of a spontaneous humanisation that through forms, materials and familiar colours, speeds up the process of acceptance of the machine (Löfller, Schmidt and Tscham, 2018). The HERE research has the objective to reformulate the design approach and corresponding contribution of design in the service-product-service sequence. Therefore, the object of the research becomes a social robotics service in the learning field that through scalable products can be contextualised in schools of different grades (starting from the university) with students of different ages and needs.

Methodology and stages | The HERE research works by stages, using an inductive approach, due to the current scarcity of experiments (Fig. 9). The first stage, called multi-criteria benchmarking, is aimed at evaluating the market offer, analysing the models that, singularly or with the integration of other functions, can perform a telepresence activity (Fig. 10). Multi-criteria indicators are the comparison methodology already used by the design discipline for the evaluation of products and services. Today, this approach is an evaluation model of the product/service qual-

ity, divided into different uses: use of robots, communication between robots and man, and service management (network connections, robot properties, machine maintenance and the network infrastructure; Savela, Turja and Oksanen, 2017). The second step envisages the evaluation of the users' behaviour during the use of the robot, via direct observation (shadowing) and creation of user journey maps. The third stage, cross-disciplinary with programming engineering, will consist of the implementation of the performance and interfaces in the project, optimised for the context of activities in school.

The first investigation field concerns the robot's morphology, measured by the expressiveness generated by the components and movement. With this aim, the three robots (Pepper, Sanbot Elf and Double) are macro categories of machines under evaluation. In detail, the parameters that contribute to the robot's expressiveness are: somatic morphology, nature, quantity and quality of movements, height and its adjustment, inclination and rotation of the head or the screen. Despite the very different nature of these robots, from Pepper's human-like robot to Double's machine-like robot, there are some basic and common elements in telepresence. The display is the main tool to communicate. The distant user can show their face and control the robot through the camera, almost always built-in. In minimal design robots (Double or similar), created only with a telepresence function, the tablet is the head, while in the humanoids, where the telepresence function is an integration, it is on the chest.

The presence of the limbs is a morphological distinction. In the humanoids, they are present and mobile, while generally absent in the minimal design robots. At the most, the body (rod, double rod) joins the 'tablet head' to the mobile base. These robots aspire to formal reduction, not to be mistaken for the trivialisation of a ma-

chine built without a design project. Double, for example, as intended by its designers is far from the humanoid form to enter in the research field of allusion to the human form. However, the strive for synthesis is not always appreciated by the user, since it is often considered a lack of expressivity. In general, users appreciate the gestures of humanoid robots, generated by mobile parts, such as limbs, often linked to light feedbacks. Gestures that are added to the verbal communication thanks to the screen, and that with their presence create a similarity with humans.

The movement is also important, both the trajectory movement and the one linked to limbs and intermittent lights. We know that the ability of moving around is the main characteristic element of the robot and that the way it moves can communicate different levels of vitality. This depends on the fluidity and the articulation of the movements, even the unexpected ones, as in the Double model. While standing, this model oscillates, continuously searching for balance, by simulating those small movements that humans make even when they are not moving. On the contrary, humanoid models use different communication solutions: besides the movable limbs and the play of lights, the facial expressions capture the user's attention, and sometimes they are the main perceived gestures. By finishing the two stages, the users' approval of one of the two evaluated categories (humanoid, minimal) will be explicit.

Pending issues and future developments | The evaluation of the range of telepresence robot models is the first step to experiment the ideas to be applied to the product to make it adaptable to the service concept and the context in which it will be used. Adaptability positively influences the trust and involvement of users with robots, they feel to be more in control if they are able to influence the behaviour of the machine (Andriella, Torras and Alenyà, 2019). In this sense,

the adaptability of the functional and expressive characteristics of the robot is necessary to make it consistent with the expected service performance. The concept of adaptability is an important issue to address, because it can allow the user to better control the movements in the environment from remote, even opening doors or pushing the button for the elevator. The robot driving control could be extended to both situations (remotely-locally), for a greater service safety and a more natural interaction.

References

- Andriella, A., Torras, C. and Alenyà, G. (2019), "Short-Term Human-Robot Interaction Adaptability in Real-World Environments", in *International Journal of Social Robotics*, vol. 12, issue 3, pp. 639-657. [Online] Available at: doi.org/10.1007/s12369-019-00606-y [Accessed 25 September 2021].
- Bonifati, N. (2010), *Et voilà i robot – Etica ed estetica nell'era delle macchine*, Springer, Milano. [Online] Available at: link.springer.com/book/10.1007/978-88-470-1581-4 [Accessed 25 September 2021].
- Casiddu, N. (2017), *Interface design – Robotics and interaction for AAL*, Altralinea, Firenze.
- Cawthon, N. and Moore, A. (2006), "A Conceptual Model for Evaluating Aesthetic Effect within the User Experience of Information Visualization", in Banissi, E., Aslak Burkhard, R., Ursyn, A., Zhang, J. J., Bannatyne, M., Maple, C., Cowell, A. J., Yun Tian, G. and Hou, M. (eds), *Tenth International Conference on Information Visualisation (IV'06)*, IEEE Computer society, Los Alamitos (CA), pp. 374-382. [Online] Available at: doi.org/10.1109/IV.2006.4 [Accessed 25 September 2021].
- Dautenhahn, K. (2013), "Human-Robot Interaction", in Soegaard, M. and Dam, R. F. (eds), *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction – 2nd Edition*, Interaction Design Foundation, Aarhus. [Online] Available at: interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/human-robot-interaction [Accessed 25 September 2021].
- Eggink, W. and Snippet, J. (2017), "Future Aesthetics of Technology – Context specific theories from design and philosophy of technology", in *The Design Journal*, vol. 20, pp. 196-208. [Online] Available at: doi.org/10.1080/14606925.2017.1352748 [Accessed 25 September 2021].
- Giger, J., Piçarra, N., Alves-Oliveira, P., Oliveira, R. and Arriaga, P. (2019), "Humanization of robots – Is it really such a good idea?", in *Human Behavior and Emerging Technologies*, vol. 1, issue 2, pp. 111-123. [Online] Available at: doi.org/10.1002/hbe2.147 [Accessed 25 September 2021].
- Giuliano, L., Lupetti, M. L., Khan, S. and Germak, C. (2017), "Ethical Reflections about Service Robotics, from Human Protection to Enhancement – Case Study on Cultural Heritage Robotics", in Dekouli, G. (ed.), *Legal, Ethical and Socioeconomic Impacts*, IntechOpen. [Online] Available at: doi.org/10.5772/intechopen.69768 [Accessed 25 September 2021].
- Liberman-Pincu, E., Grondelle, E. D. and Oron-Gilad, T. (2021), "Designing Robots with Relationships in Mind – Suggesting Two Models of Human-socially Assistive Robot (SAR) Relationship", in Bethel, C., Paiva, A., Broadbent, E., Feil-Seifer, D. and Szaifir, D. (eds), *HRI '21 – Companion of the 2021 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, Association for Computing Machinery, New York, pp. 555-558. [Online] Available at: doi.org/10.1145/3434074.34447125 [Accessed 25 September 2021].
- Other pending issues coming from this research concern the machine's semantic characteristics, also definable. Because one of the most important needs for people from remote is to be represented in the best way possible from the machine. Last but not least, the subject of digital skills, in driving and interacting. The simplicity and intuitiveness of the system raise essential questions to be addressed already in the design stage of the machine, intended primarily for inexperienced users. They will have to deal themselves
- with the operation of the service (recharge and connections). As if to say that the success of social robotics and its acceptance in everyday life depend on a multidisciplinary and ethical – that is challenging – approach to the project (Giuliano et alii, 2017).
- sign for Socially Responsible Behavior – A Classification of Influence Based on Intended User Experience", in *Design Issues*, vol. 27, issue 3, pp. 3-19. [Online] Available at: jstor.org/stable/41261940 [Accessed 25 September 2021].
- Luria, M., Hoggenmüller, M., Lee, W., Hespanhol, L., Jung, M. and Forlizzi, J. (2021), "Research through Design Approaches in Human-Robot Interaction", in Bethel, C., Paiva, A., Broadbent, E., Feil-Seifer, D. and Szaifir, D. (eds), *HRI '21 – Companion of the 2021 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, Association for Computing Machinery, New York, pp. 685-668. [Online] Available at: doi.org/10.1145/3434074.3444868 [Accessed 25 September 2021].
- Löffler, D., Schmidt, N. and Tscharn, R. (2018), "Multimodal Expression of Artificial Emotion in Social Robots Using Color, Motion and Sound", in Kanda, T., Šabanović, S., Hoffman, G. and Tapus, A. (eds), *HRI '18 – Proceedings of the 2018 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, Association for Computing Machinery, New York, pp. 334-343. [Online] Available at: doi.org/10.1145/3171221.3171261 [Accessed 25 September 2021].
- Moholy-Nagy, L. (1947), *Vision in Motion*, Paul Theobald & Co., Chicago.
- Mori, M., Maccormann, K. and Kageki, N. (2012), "The Uncanny Valley [From the Field]", in *IEEE Robotics & Automation Magazine*, vol. 19, issue 2, pp. 98-100. [Online] Available at: doi.org/10.1109/mra.2012.2192811 [Accessed 25 September 2021].
- Nielsen, S., Ordoñez, R., Hansen, K. D., Skov, M. B. and Jochum, E. (2021), "RODECA – A Canvas for Designing Robots", in Bethel, C., Paiva, A., Broadbent, E., Feil-Seifer, D. and Szaifir, D. (eds), *HRI '21 – Companion of the 2021 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, Association for Computing Machinery, New York, pp. 266-270. [Online] Available at: doi.org/10.1145/3434074.3447173 [Accessed 25 September 2021].
- Prati, E., Peruzzini, M., Pellicciari, M. and Raffaelli, R. (2021), "How to include User eXperience in the design of Human-Robot Interaction", in *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol. 68, 102072, pp. 1-13. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.rcim.2020.102072 [Accessed 25 September 2021].
- Saffèr, D. (2007), *Design dell'interazione – Creare applicazioni intelligenti e dispositivi ingegnosi con l'interaction design*, Pearson, Milano.
- Salvini, P., Laschi, C. and Dario, P. (2010), "Design for Acceptability – Improving Robots' Coexistence in Human Society", in *International Journal of Social Robotics*, vol. 2, issue 4, pp. 451-460. [Online] Available at: doi.org/10.1007/s12369-010-0079-2 [Accessed 25 September 2021].
- Savela, N., Turja, T. and Oksanen, A. (2017), "Social Acceptance of Robots in Different Occupational Fields – A Systematic Literature Review", in *International Journal of Social Robotics*, vol. 10, issue 4, pp. 493-502. [Online] Available at: doi.org/10.1007/s12369-017-0452-5 [Accessed 25 September 2021].
- Tripodi, V. (2020), *Etica delle tecniche – Una filosofia per progettare il futuro*, Mondadori Università, Milano.
- Tromp, N., Hekkert, P. and Verbeek, P. (2011), "De-

ARREDI SALVA-VITA IN CASO DI SISMA

Intelligenti, interconnessi e interagenti

LIFE-SAVING FURNITURE DURING AN EARTHQUAKE

Intelligent, interconnected and interacting

Lucia Pietroni, Jacopo Mascitti, Daniele Galloppo

ABSTRACT

Nei territori colpiti dal sisma il processo di messa in sicurezza degli edifici storici è complesso, richiede grandi investimenti e tempi lunghi di realizzazione. Un approccio sistemico e interdisciplinare al design di arredi 'antisismici' per contesti pubblici, come scuole ed uffici, in territori ad alta pericolosità, potrebbe essere una soluzione alternativa per la salvaguardia delle persone, sviluppando un sistema di arredi smart e interconnessi in grado di configurarsi come un dispositivo di protezione passiva salva-vita. Gli arredi così concepiti divengono un prodotto-servizio utile per la salvaguardia, la localizzazione e il ritrovamento delle persone sotto le macerie e il monitoraggio dell'edificio. In questo scenario si colloca il progetto di Ricerca Industriale 'S.A.F.E. – Design sostenibile di sistemi di arredo intelligenti con funzione salva-vita durante eventi sismici'.

In earthquake-affected areas, the process of securing historic buildings is complex, requires large investments and long lead times. A systemic and interdisciplinary approach to the design of 'anti-seismic' furniture for public contexts, such as schools and offices, in areas of high risk, could be an alternative solution for the protection of people, developing a system of smart and interconnected furniture capable of acting as a life-saving passive protection device. The furniture thus conceived becomes a product-service useful for safeguarding, locating and finding people under the rubble and monitoring the building. The Industrial Research project 'S.A.F.E. – Sustainable design of anti-seismic furniture as smart life-saving systems during an earthquake' is part of this scenario.

KEYWORDS

design per la sicurezza, internet delle cose, arredi intelligenti, design sostenibile, emergenza sismica

design for security, internet of things, intelligent furniture, sustainable design, earthquake emergency

Lucia Pietroni, Architect and PhD, is a Full Professor in Industrial Design at the School of Architecture and Design of the University of Camerino (Italy). She carries out research activities mainly in the field of Design for environmental sustainability, bio-inspired design and design-led innovation processes. Mob. +39 335/69.32.281 | E-mail: lucia.pietroni@unicam.it

Jacopo Mascitti, Architect and PhD, is a Researcher in Industrial Design at the School of Architecture and Design of the University of Camerino (Italy). He carries out research activities mainly in the field of Design for environmental sustainability, with particular attention to innovative methodologies and processes inspired by nature. Mob. +39 328/48.36.758 | E-mail: jacopo.mascitti@unicam.it

Daniele Galloppo, Designer and PhD Candidate in Industrial Design at the School of Architecture and Design of the University of Camerino (Italy), carries out research mainly in the field of Design for environmental sustainability, with particular attention to the contribution offered by innovative materials and production processes for the evolution of industrial products. Mob. +39 348/25.02.719 | E-mail: daniele.galloppo@unicam.it

La maggior parte degli edifici esistenti in Italia, e in particolare quelli pubblici, sono stati progettati in passato senza tener conto delle azioni di un eventuale terremoto, sia per la mancanza di normative specifiche, sia perché in aree erroneamente mappate come non sismiche. Ogni volta che si verifica un evento tellurico, la vulnerabilità degli edifici esistenti è chiaramente e tragicamente dimostrata, con perdite in vite umane, danni alle opere e gravi impatti economici sui territori. Il processo di riqualificazione del patrimonio edilizio esistente attraverso l'applicazione delle moderne prescrizioni antisismiche è economicamente costoso, tecnicamente complesso e, in ultima analisi, molto lento (Fig. 1). Questa consapevolezza ha fatto crescere in modo esponenziale la domanda sociale di sicurezza nelle comunità e nei territori colpiti, tanto in Italia quanto all'estero, come dimostrato dai recenti avvenimenti della penisola balcanica e dei Caraibi.

Una possibile soluzione, alternativa al tradizionale approccio di adeguamento strutturale degli edifici, può essere rappresentata dall'adozione di nuove tipologie di arredo salva-vita che, lavorando sinergicamente come un sistema interconnesso ad alta resistenza meccanica e con un'apposita sensoristica, possono migliorare la sicurezza sismica all'interno di un edificio in caso di crollo, con costi sensibilmente più bassi e tempi più rapidi. Le diverse tipologie di prodotto che allestiscono un ambiente, riconducibili a elementi verticali e orizzontali, possono offrire infatti, ognuno per propria parte, un contributo alla salvaguardia degli occupanti, evitando interventi di natura edilizia. Gli arredi così concepiti sono paragonabili a un'infrastruttura fortemente inclusiva, intelligente e distribuita all'interno dell'edificio, in grado di prevenire e ridurre le perdite di vite umane, comportandosi da sistema di protezione passiva capace di rilevare e localizzare la presenza di superstiti sotto le macerie e monitorare le condizioni ambientali del sito in tempo di 'guerra'. Le informazioni e i dati ottenuti possono poi essere trasmessi alle squadre di soccorso (U.S.A.R. e Protezione Civile) ed elaborati nelle fasi prodromiche del triage¹; durante i periodi di pace, inoltre, gli arredi potrebbero essere in grado di monitorare lo stato di salute di edifici particolarmente sensibili, come le scuole o altre strutture collettive pubbliche e private, offrendo un servizio di diagnostica indiretto sulle condizioni strutturali. Questo approccio è particolarmente efficace se si prendono in considerazione contesti allestitivi che tipicamente subiscono la sostituzione di tutti gli arredi di un ambiente in un'unica soluzione.

In questo scenario si colloca 'S.A.F.E. – Design sostenibile di sistemi di arredo intelligenti con funzione salva-vita durante eventi sismici', un progetto il cui obiettivo è studiare, progettare e realizzare soluzioni innovative, concrete ed efficaci, di sistemi di arredo anti-sismici, intelligenti e salva-vita in caso di terremoto per i contesti scuola e ufficio² (Pietroni, Mascitti and Galloppo, 2020). L'articolo intende descrivere il contributo del design nel progetto S.A.F.E., quale disciplina determinante per la definizione di un nuovo approccio concettuale e metodologico alla progettazione di questi arredi, che, rispetto allo stato dell'arte dei prodotti per la protezione individuale in caso di sisma ad oggi presenti sul

mercato, ha spostato l'attenzione dalla progettazione del singolo arredo allo sviluppo di un sistema di arredi salva-vita interconnessi e integrati.

Partendo dall'analisi dello stato dell'arte dei prodotti salva-vita ad oggi sviluppati ed evidenziando alcuni caratteri peculiari di questi, il contributo presenta una nuova metodologia progettuale finalizzata al superamento dei modelli proposti sul mercato, caratterizzati fondamentalmente dall'utilizzo di materiali ad alta resistenza meccanica e concepiti per la salvaguardia di un singolo utente. Diversamente, l'approccio interdisciplinare del progetto S.A.F.E. ha individuato, attraverso una serie di ricerche preliminari, nuove strategie e soluzioni per la generazione di un sistema di arredi salva-vita deputato alla sicurezza collettiva e in grado di ottimizzare anche le caratteristiche tecniche-costruttive dei prodotti per la loro collocazione in edifici vulnerabili, come quelli del centro storico. Attraverso l'esplicitazione delle principali fasi della ricerca condotta e della metodologia adottata per l'ideazione e lo sviluppo dei nuovi arredi, il paper presenta in conclusione un inedito modello procedurale che consente la replicabilità dei risultati ottenuti nel progetto S.A.F.E.

Concept, brevetti e prodotti di arredi salva-vita in caso di sisma

La sicurezza in caso di terremoto nelle aree urbane ad alto rischio è, storicamente, una tematica principalmente indagata dall'ingegneria sismica (De Sortis et alii, 2009), che si è focalizzata in via prioritaria sulla risposta strutturale degli edifici e sulla mitigazione dei danni indotti. In questi ultimi anni però, la visione progettuale si è fortemente allargata (Chen et alii, 2015a), riconoscendo anche agli elementi non strutturali, come ad esempio gli arredi, un ruolo strategico in chiave antisismica (D'Angela, Magliulo and Cosenza, 2021), tanto di protezione delle persone quanto di riduzione della generazione di barriere e ostacoli: il neonato prodotto dalla sua culla, durante il terremoto di Ischia del 2017, è forse l'esempio emblematico di come determinate tipologie di arredo possono rappresentare una preziosa opportunità di salvezza.

A partire dal 1995, anno del terremoto di Kobe in Giappone, ai tradizionali dispositivi di messa in sicurezza del mobilio, quali staffe di metallo, cinghie, pad, etc. (Meguro, Ito and Sato, 2008) si sono aggiunti, con un incremento costante nel tempo, numerosi brevetti e prodotti d'arredo specializzati nella salvaguardia della vita in caso di sisma. Spinte dalla crescente domanda sul mercato, alcune aziende del comparto arredo hanno iniziato ad investire privatamente in attività di ricerca e sviluppo per implementare funzioni antisismiche all'interno dei propri prodotti, come ha fatto, tra le prime, l'azienda americana LifeGuard Structures (Fig. 2).

Inizialmente il dibattito scientifico internazionale si è incentrato sulla selezione delle tipologie di arredi più adeguate a proteggere le persone in caso di sisma e sulla definizione dei requisiti tecnico-prestazionali dei prodotti di arredo per ottenere la funzione salva-vita (Chen et alii, 2015b) e sull'identificazione di materiali in grado di favorire lo sviluppo di 'forme resistenti, confortevoli e di facile utilizzo' (Akhand, 2018). Più recentemente i contributi del design alla tematica sono aumen-

tati tanto da incentivare lo sviluppo di strumenti digitali specifici, quali software CAD per l'ottimizzazione funzionale dei prodotti (Wenkuan and Xiping, 2018), o applicativi di realtà aumentata finalizzati all'apprendimento delle prassi di messa in sicurezza per la sopravvivenza in caso di sisma (Li et alii, 2017).

Pertanto, la prima fase del progetto S.A.F.E. è stata finalizzata allo studio della letteratura tecnico-scientifica e all'analisi dei concept, dei brevetti e dei prodotti d'arredo, già sviluppati per la salvaguardia delle persone durante il terremoto. La ricerca ha individuato e schedato 36 casi studio nazionali e internazionali, esplicitandone il contesto d'utilizzo, la presenza o meno di dispositivi elettronici e le principali strategie salva-vita adottate, articolate in: arredi ad alta resistenza meccanica; arredi trasformabili; cellule e capsule di sopravvivenza e arredi collaboranti con l'involucro edilizio (Galloppo, Mascitti and Pietroni, 2019). Ogni scheda presenta un codice colore che identifica se si tratta di: concept (azzurro), prototipi (rosso), brevetti (verde) o prodotti in commercio (arancione). Inoltre, la scheda si articola in quattro sezioni che identificano la tipologia di arredo analizzata e il nome commerciale, i dati dell'azienda o del designer, il Paese di provenienza e l'anno di realizzazione, le caratteristiche dimensionali e le prestazioni tecniche e salva-vita dichiarate del prodotto, infine le immagini di dettaglio e un video esplicativo del prodotto (Fig. 3).

Questa fase è stata fondamentale per sintetizzare le strategie salva-vita individuate negli esempi ed esplicitare, al contempo, le soluzioni progettuali adottate, quali: sistemi dissipativi; strutture pesanti in acciaio per la costruzione di rifugi temporanei (Ferreira et alii, 2021); materiali leggeri ma con elevate prestazioni meccaniche (Morales et alii, 2019); dispositivi meccatronici per la riconfigurazione spaziale e strutturale degli arredi. La ricerca ha evidenziato inoltre una particolare sensibilità progettuale verso lo sviluppo di prodotti deputati alla sicurezza sismica nei luoghi destinati alla didattica, con esempi emblematici come il brevetto di Arthur Brutter e Ido Bruno del 2014³, esposto poi al Moma di New York; nel 2018, l'artista e designer neozelandese Tonya Sweet, in collaborazione con Ryan Tucker, ha ideato un banco per la protezione dei bambini che frequentano le scuole primarie del suo Paese (Sweet and Tucker, 2018). Nello stesso anno, attraverso l'analisi di una serie di concept che danno priorità alla mitigazione dell'ansia generata dalle caratteristiche estetico-formali dei prodotti antisismici rispetto alle loro prestazioni meccaniche, la Sweet indaga anche i risvolti psicologici nell'utilizzo di questi prodotti (Sweet, 2018).

Tra le tipologie di arredo con funzione salva-vita in caso di sisma più studiate vi è il letto, quale tipologia maggiormente interessata dall'integrazione di dispositivi elettronici e meccatronici, utili al preallertamento dell'utente e alla trasformazione del prodotto in riparo provvisorio. Un esempio è il modello sviluppato dalla Liyangshi Zhengxiang Precision Machinery Co.Ltd (Fig. 4), caratterizzato da sensori per il rilevamento delle onde sismiche, programmati per attivare particolari meccanismi che lasciano scivolare l'utente all'interno dello spazio protettivo celato sotto il letto. Questo modello cinese non è l'unico ad adottare sistemi meccatronici per trasfor-



Fig. 1 | Ceiling collapse at the Liceo Darwin in Rivoli, 2008 (credit: National Fire Brigade).

Fig. 2 | School desk made by the American company LifeGuard Structures (credit: LifeGuard Structures).

CELLULA DI SICUREZZA | Madis Room

MA DIS
azienda:
MADIS COSTRUZIONI SRL
paese/anno di produzione:
Italia / 2013
ambito d'utilizzo del prodotto:
residenziale
riferimenti:
www.stanza-antisismica.it

La Madis Room è un sistema per la protezione passiva delle persone all'interno di un ambiente durante un evento sismico. Si comporta come una stanza di sicurezza antincendio e antisismica ed è stata pensata per il mercato delle ristrutturazioni. La struttura modulare in acciaio è rivestita con un tessuto di fibre sintetiche ad alta tenacità e antiscalfittura per mitigare i danni causati da urti, calcinacci, macerie e smottamenti che possono avvenire durante violenti fenomeni sismici.

avviso
tutte le uscite
CDS

copertura
tessuto

carico verticale
0,3 Tm

SCRIVANIA | Shock-resistant desk

inventori:
Yu Qing, Zheng Tong, Shen Wei,
Wang Yi, Jin Peng Zhi,
Jin Weidong
paese/anno:
Cina/2011
ambito d'utilizzo del prodotto:
residenziale
riferimenti:
patents.google.com

Il brevetto presenta una scrivania resistente agli urti che comprende un telaio, un corpo scrivania, un telaio a quattro gambe telescopiche che consentono di regolare l'altezza del piano di lavoro. All'interno dei tubolari che costituiscono le gambe della scrivania è inserita una molla di compressione che fa la funzione di smorzamento ed assorbimento gli urti che possono generarsi durante il sisma.

avviso
tutte le uscite
CDS

copertura
tessuto
1 persona

smorzamento
con molla

BANCO SCUOLA | Banco scuola antisismico

Prisma srl
azienda:
Prisma srl
paese/anno di produzione:
Italia/2011 (oggi fuori prod.)
ambito d'utilizzo del prodotto:
scuola
riferimenti:
youmadis@talylineaevb.dig.it

Il banco scuola antisismico è progettato per trasformarsi in una cellula salvavita in caso di sisma. Il banco presenta sul piano di lavoro una maniglia che in caso di terremoto lo studente può abbassare il piano così da aumentare la superficie di copertura. In attesa che passi l'emergenza, lo studente avrà a disposizione un porta oggetti, omonimo un kit di sopravvivenza. L'insieme dei banchi presenti in aula comporrà un sistema resistente capace di sostenere l'intero peso di un banco.

700x1200x730
184 Kg

Acciaio
Multistrato

copertura
tessuto
1 studente

carico verticale
0,3 Tm

BANCO SCUOLA | Earthquake Proof Table

designer:
Arthur Brutter, Ido Bruno
paese/anno:
Israele/2012 (prototipo)
ambito d'utilizzo del prodotto:
scuola
riferimenti:
www.quakeprooftable.com

Il banco di scuola è progettato in modo da assorbire e deformarsi sotto l'urto delle strutture che cadono. La progettazione della deformazione permette ai denti di scivolare nel telaio del piano di lavoro del banco. La resistenza del fondo al carico dinamico è ottenuta mediante un disegno del telaio appiattente e l'utilizzo di smorzatori cilindrici installati all'interno del quadro lato angoli del banco. Si tratta di una soluzione sinergica tra struttura e materiale che assolve il tradizionale fionegia in modo tale che lo spazio importante al di sotto del tavolo rimanga intatto.

720x1200x600

Acciaio
Multistrato

copertura
tessuto
2 studenti

carico verticale
1 Tm

smorzamento
cilindrico

Fig. 3 | Case studies of life-saving furniture in case of earthquake developed in the first research phase of the S.A.F.E. project (credit: University of Camerino).

marsi in un riparo in caso di emergenza; la ricerca, infatti, ha individuato altri casi studio simili di arredi per la protezione notturna, fino all'individuazione dell'originale brevetto di una culla per neonati con 'copertura a tagliola' (Fig. 5).

Nonostante l'implementazione di queste tecnologie abbia dato un'importante contributo alla generazione di nuove tipologie di prodotto antisismiche e aperto un nuovo mercato nello specifico settore degli arredi smart e salva-vita, si rilevano ancora ampi margini di innovazione tecnologica e di miglioramento progettuale. Infatti, l'analisi condotta sullo stato dell'arte ha dimostrato come le soluzioni elettroniche ed informatiche implementate si limitino alla mera attuazione dei dispositivi meccatronici, concepiti esclusivamente per cambiare l'assetto strutturale del prodotto e trasformarlo in una sorta di bunker o di capsula di sopravvivenza. Pertanto uno dei caratteri di forte innovazione del progetto S.A.F.E. è quello di aver prefigurato un nuovo scenario di sviluppo e utilizzo di sistemi ICT e IoT, collaboranti tra le diverse tipologie d'arredo diffuse all'interno degli spazi funzionali di un edificio scuola o ufficio, per generare in modo sistemico e innovativo inedite forme di interazioni tra utente-arredo-soccorritori e tra gli arredi stessi.

Un sistema di arredi smart salva-vita in caso di sisma | Attraverso un approccio multidisciplinare, ovvero l'integrazione di differenti competenze tecnico-scientifiche (Pietroni et alii, 2019), quali il disegno industriale, l'ingegneria strutturale, l'informatica e la chimica, e intersectoriale, ovvero il coinvolgimento di aziende di settori tradizionali e tecnologici, quali il legno-arredo, l'ICT e l'IoT (Fig. 6), è stato sviluppato un particolare design degli arredi utilizzati nei contesti scuola e ufficio, in grado di collaborare per generare un sistema di sicurezza passivo diffuso, denominato Life-saving Furniture System, che consente la localizzazione delle persone dopo un crollo (Figg. 7, 8). All'interno del progetto sono state individuate e sviluppate quattro tipologie d'arredo funzionalmente complementari: il banco scuola, la cattedra/scrivania, la parete attrezzata e la parete divisoria. Questo set di prodotti permette di generare un innovativo sistema per la sicurezza delle persone negli spazi funzionali e di relazione di un Istituto scolastico o di un centro direzionale. Ogni arredo assolve a una duplice prestazione in caso di sisma: una strutturale, per la protezione fisica delle persone, e una digitale per il monitoraggio delle condizioni del sito e il miglioramento del coordinamento dei soccorsi nelle fasi principali del 'ciclo di vita dell'emergenza'.⁴

Il banco scuola, per il quale è stato richiesto il primo brevetto di invenzione nell'ambito del progetto S.A.F.E.⁵ è stato progettato per generare, attraverso un sistema strutturale dissipativo, una nicchia di protezione per il singolo studente, in grado di resistere a impatti e carichi statici che si possono verificare durante il terremoto. Il telaio principale è caratterizzato da una configurazione geometrica a tralici multipli, appositamente concepita per un duplice sistema di protezione: un modulo interno, che funge da nicchia protettiva altamente resistente, e uno esterno, in grado di dissipare gli urti dovuti a cedimenti e crolli di porzioni del solaio dell'edificio (Figg. 9-11). Il disegno di questa struttura rispetto ai modelli



S.A.F.E. LIFE-SAVING

Project leader

UNICAM
Scuola di Architettura e Design
scientific research field: industrial design
Scuola di Scienze e Tecnologie
scientific research field: informatics
Scuola di Scienze del Farmaco e dei Prodotti della salute
scientific research field: chemistry

Universities

UNIVAQ
Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile-Architettura, Ambientale
scientific research field: structural engineering
Dipartimento di Ingegneria e Scienze dell'Informazione e Matematica
scientific research field: informatics

UNIBAS
Laboratorio SISELab - Materials and Structures Test Laboratory
scientific research field: structural engineering

Furniture Companies **ICT and IoT Companies** **Distribution Company** **Technology Center**

camillo siriani **ICAM** **Styloffice** **vastarredo** **FILIPPETTI** **REPLY** **AZ** **COSMOB**

Advisory Board

FLA **ENEA** **ADI ASSOCIAZIONE PER IL DISEGNO INDUSTRIALE**

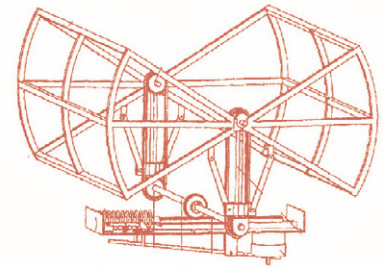
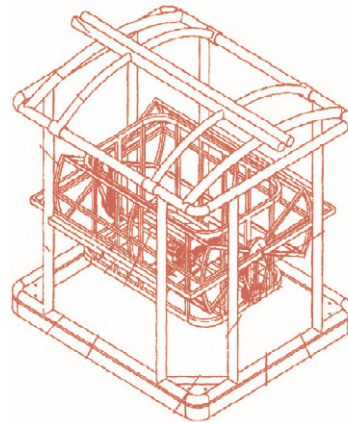


Fig. 4 | Intelligence Anti-earthquake Bed (credit: Liyangshi Zhengxiang Precision Machinery Co.Ltd).

Fig. 5 | The patent CN101966045A 'quake-proof cradle for infants' (credit: Beijing Institute of Technology).

Fig. 6 | The partnership of the industrial research project S.A.F.E. (credit: University of Camerino).

proposti sul mercato, eccessivamente pesanti per essere impiegati nei contesti edilizi storici, offre notevoli vantaggi in termini di prestazioni meccaniche raggiunte (resistenza e resilienza) e di peso del prodotto, pari a circa 15 kg, valore coerente con quello dei banchi tradizionali e con le normative di riferimento.

Inoltre, l'interconnessione fisica dei banchi con specifici sistemi di giunzione consente la creazione di una macro struttura a traliccio in grado di incrementare la prestazione di resistenza meccanica del singolo arredo. Il dispositivo di connessione permette un incastro bilaterale (destra-sinistra) e bifacciale (avanti-dietro) per facilitare l'attacco tra i banchi su tutti i lati del piano di scrittura, così da generare i layout tradizionali 'in linea' e 'ad anfiteatro' o quelli per l'attività laboratoriale a 'isola' (Figg. 12, 13). Questo dispositivo oltre ad essere facilmente industrializzato con la tecnologia dell'estrusione dell'alluminio rappresenta una soluzione altamente innovativa, permettendo di far evolvere il tradizionale concetto di singola unità protettiva a favore di un sistema di arredi connesso e a prova di sisma.

Sotto il piano di lavoro, in un punto strategico del telaio, è alloggiato un 'case' antiurto che ospita una coppia di sensori alimentati a batterie, utili per individuare la presenza di vita sotto le macerie. Il banco è dotato, infatti, di un sensore a infrarossi passivo (PIR) in grado di rilevare la presenza di una persona attraverso la radiazione infrarossa prodotta (Fig. 14). La prestazione di base del PIR può essere supportata con l'inserimento di un secondo sensore per il monitoraggio della CO₂, che fornisce ulteriori indicazioni sulla vitalità del soggetto all'interno del microambiente confinato. L'installazione di un tiltometro, per rilevare l'eventuale ribaltamento del banco, completa il quadro dei dati che l'apparato smart mette a disposizione dei soccorritori. Per estensione tipologica, analoghe configurazioni strutturali e logiche di funzionamento dei dispositivi ICT sono previste per la cattedra/scrivania, seppur con le necessarie modifiche dovute al diverso target di utenza e alla diversa funzionalità del prodotto.

Tra le tipologie d'arredo individuate, certa-

mente il banco e la cattedra/scrivania sono quelle più diffuse all'interno di un edificio scolastico, stratificate per piani sovrapposti; prendendo in considerazione il loro insieme sarebbe possibile descrivere i cambiamenti spaziali che uno stabile può assumere a seguito di cedimenti dopo un terremoto e le informazioni rilevate dal comportamento dinamico di questi arredi possono essere trasmesse ai soccorritori per ottenere una fotografia dello stato di emergenza.

Concepita modularmente e largamente customizzabile, sia in termini strutturali che funzionali, la parete attrezzata (in corso di brevettazione) ha invece il compito di contrastare il ribaltamento dei setti divisorii deboli di un edificio durante un terremoto, e allo stesso tempo, creare un inedito spazio di protezione da parziali cedimenti del soffitto per disabili in carrozzina o per persone normodotate che fossero fuori dalla propria postazione di studio o lavoro. Il sistema strutturale di questa tipologia trae ispirazione dalle librerie e pareti attrezzate caratterizzate dalla messa in opera di una serie di montanti telescopici in grado di adattarsi alle diverse altezze degli ambienti interni. Il montante cielo-terra, sviluppato dal gruppo di ingegneria della Università di Camerino, è costituito da due squadrette di rinforzo concepite per collegare la parete attrezzata al soffitto e al pavimento; uno scatolare di acciaio che presenta una serie di asole per la regolazione delle squadrette, il cui comportamento a flessione permette di contrastare il ribaltamento del divisorio; il montante è replicabile in maniera lineare lungo la parete da mettere in sicurezza.

La parete attrezzata è pertanto configurabile in base alle esigenze funzionali e il livello di pericolosità dell'edificio; inoltre il sistema offre la possibilità di inserire un modulo largo a sufficienza per ospitare una carrozzina per disabili, caratterizzato da una pensilina costituita da una rete metallica e deputata alla protezione dai possibili sfondamenti del solaio. La pensilina integra anche il proiettore della lavagna interattiva (lim) e i dispositivi illuminotecnici per incrementare, in 'tempo di pace', il comfort visivo e la qualità dei laboratori didattici. Lo stesso modulo ospita nel-

la parte alta un sensore PIR, con analogia finalità rispetto alle tipologie precedenti, mentre il tiltometro permette, in questo caso, di sapere se il setto presidiato è ancora nella posizione iniziale o se, nel peggiore degli scenari, si è ribaltato.

Un accelerometro, ospitato in un punto protetto del prodotto, ha il fondamentale compito di procedere al 'wake up' dei sensori di tutti gli arredi del sistema S.A.F.E. e di predisporli in uno stato di guerra, in cui sono incrementate le attività di analisi e comunicazione. In grado di rilevare le repentine accelerazioni trasferite dallo scuotimento dell'edificio all'arredo e di discriminare tra un evento sismico e le normali vibrazioni dovute all'uso (persone che camminano, porte che sbattono, etc.), la presenza dell'accelerometro sulla parete divisoria permette un monitoraggio vibrazionale indiretto dell'edificio, per capire se la struttura possa aver subito deterioramenti conseguenti a eventi sismici minori e verificarne in tempo reale lo stato di agibilità. Completano l'allestimento informatico della parete attrezzata un dispositivo di rete (gateway), deputato a raccogliere i dati da tutti gli arredi e a trasmetterli ai device dei soccorritori, e un gruppo di continuità, per ovviare a possibili interruzioni elettriche (Fig. 15), entrambi ubicati in un box antiurto liberamente collocabile in uno degli elementi contenitivi del prodotto.

La parete divisoria, il secondo brevetto per invenzione di cui è stata fatta domanda, con struttura in profilati di alluminio e lastre in vetro stratificato, presenta un innovativo sistema di dissipazione dell'energia sismica che consente di ridurre lo stato di rischio dovuto alla rottura dei vetri e al suo ribaltamento. L'effetto dissipativo generato fornisce anche un contributo alla statica complessiva dell'edificio, trasformando di fatto la parete in un micro-dissipatore. In questo innovativo sistema di arredi la parete divisoria ha il compito di monitorare la presenza di persone all'interno degli spazi funzionali dell'edificio, grazie all'inserimento di un sensore contapersone nei montanti porta che permette, in caso di sisma, di conoscere il numero degli occupanti di un determinato ambiente.

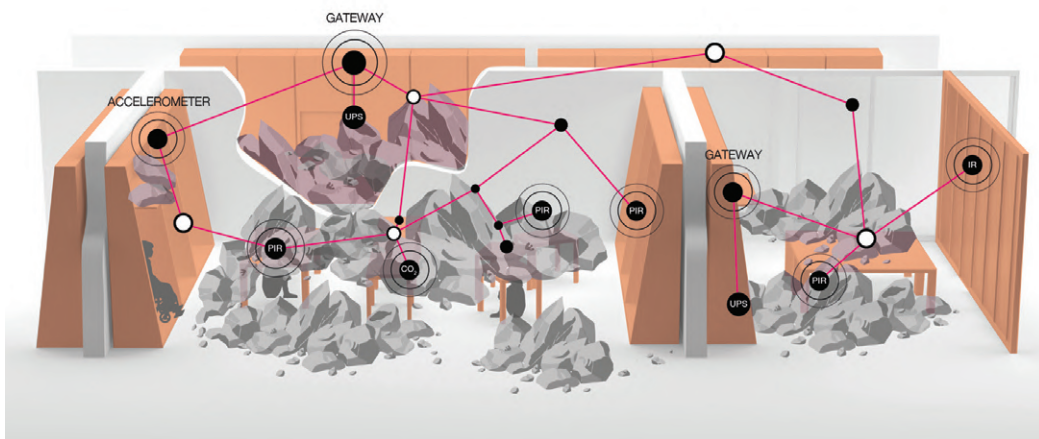
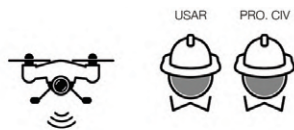
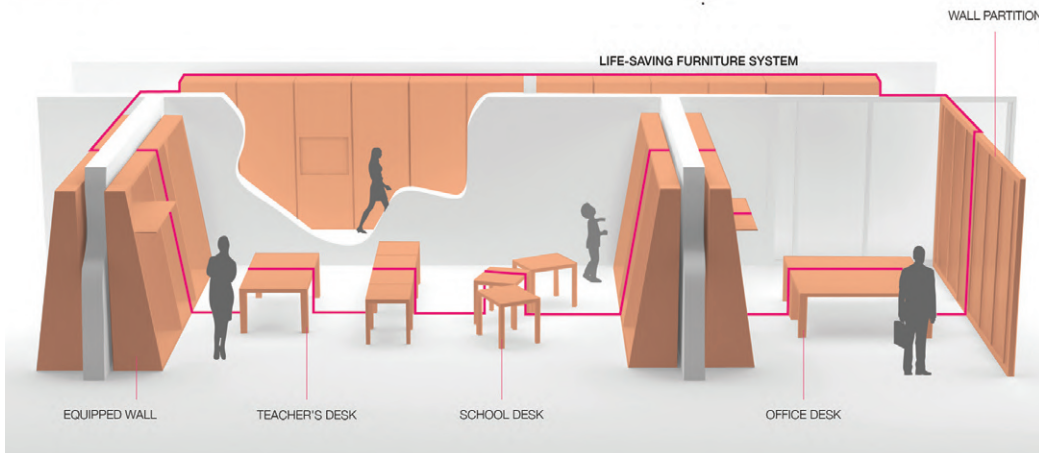


Fig. 7, 8 | The types of furniture in the intelligent, life-saving system and their functionality 'in times of war' as a sensor network for locating people under rubble (credits: University of Camerino).

In caso di emergenza la piattaforma di sensori è quindi attivata dagli accelerometri, installabili su tutte le tipologie di arredo, in grado di riconoscere un evento sismico. Questi inducono i singoli sensori a predisporre nello stato di guerra, che prevede un sensibile incremento della frequenza delle comunicazioni attraverso uno specifico protocollo denominato LORA. I dati possono essere raccolti dai gateway alimentati dai gruppi di continuità alloggiati dentro le pareti attrezzate oppure dai dispositivi mobili dei soccorritori montati su droni. Per evitare sovraccarichi del flusso di informazioni, che rallenterebbero l'accesso ai dati degli operatori, i sensori sono programmati per dare priorità a quelli i cui parametri inducono a pensare che ci sia una persona nel campo di monitoraggio, focalizzando le operazioni di ricerca in specifici punti prioritari del sito del crollo e permettendo un sensibile efficientamento delle attività d'impostazione della ricerca nelle primissime fasi dell'emergenza. Infine, sulla base di tutti i dati ricevuti dai sensori, una specifica applicazione sviluppata nell'ambito del progetto S.A.F.E dal gruppo di ricerca dell'in-

formatica e dalle aziende dei settori ICT e IoT e sottoposta a brevetto, è in grado di restituire ai soccorritori una 'heatmap' che identifica le aree a maggior probabilità di trovare persone vive sotto le macerie e di circoscrivere possibili criticità per gli operatori, come ad esempio eventuali fughe di gas.

Il design a guida del processo di innovazione progettuale: metodologia e fasi | Il processo di sviluppo progettuale per la realizzazione di sistemi di arredi anti-sismici, intelligenti e salva-vita in caso di terremoto, avviato nel progetto di ricerca industriale S.A.F.E., ha rappresentato un nuovo traguardo industriale e tecnologico per il settore dei prodotti d'arredo e per la messa in sicurezza antisismica, in particolare per gli spazi destinati alla didattica e al lavoro. Sebbene alcune soluzioni di mobili antisismici siano state proposte nel recente passato, la loro effettiva implementazione è stata estremamente limitata, poiché mancanti di un approccio progettuale sistemico e di una profonda valutazione dei requisiti strutturali e funzionali, legati alle loro prestazioni in tempo di

pace e di guerra. La principale sfida progettuale è stata innovare, da una prospettiva strutturale e informatica, il design degli arredi e delle attrezzature mobili, utilizzati nelle scuole e negli uffici, trasformandoli in sistemi intelligenti di sicurezza passiva, che possano contribuire alla protezione della vita durante il sisma e fornire, attraverso lo sviluppo e l'integrazione di sensori, un servizio innovativo per la localizzazione e il ritrovamento delle persone sotto le macerie e il monitoraggio dello stato di salute dell'edificio.

Nella prima fase, di analisi, sono state individuate le strategie per la realizzazione dei telai strutturali deputati alla protezione individuale in caso di crolli, selezionate le tecnologie e i dispositivi idonei a generare 'intelligenza' all'intero del sistema di arredi e definiti i criteri di sviluppo di nuovi composti antibatterici per il trattamento delle superfici dei prodotti. Nella seconda fase, progettuale, per filiere di competenza scientifica (design, ingegneria strutturale, informatica, chimica), ogni gruppo di lavoro ha portato a sviluppo le specifiche parti e componenti dei prodotti (configurazione formale e funzionale, strutture, dispositivi ICT e IoT e trattamenti superficiali in coerenza con le realtà tecnico-produttive del partenariato) coordinati dal design per assicurare la corrispondenza tra gli obiettivi, le attività progettuali e i risultati ottenuti dai singoli gruppi e procedere alla sintesi formale e funzionale delle diverse tipologie di arredo.

Nella terza e ultima fase, di validazione delle prestazioni attese, l'intero partenariato è stato impegnato nella realizzazione dei prototipi finali e nella loro verifica presso i laboratori di test delle Università e delle aziende coinvolte. I test sperimentali hanno riguardato specifici comportamenti strutturali in chiave antisismica e salvavita del banco (test statici e d'impatto), della parete attrezzata (test statici e di antiribaltamento) e della parete divisoria (test dinamici su piattaforma vibrante), così come delle capacità di comunicazione della sensoristica sotto le macerie.

In questo progetto il ruolo e il contributo del design industriale sono stati determinanti per il raggiungimento dei risultati finali, in particolare per l'approccio concettuale e metodologico alla progettazione, che, rispetto allo stato dell'arte dei prodotti per la protezione individuale in caso di sisma ad oggi sviluppati, ha spostato l'attenzione dalla progettazione del singolo arredo protettivo e resistente allo sviluppo di un sistema di arredi salva-vita interconnessi e interagenti. Attraverso un approccio tecnico-scientifico multidisciplinare e intersettoriale all'innovazione e la condivisione di differenti know-how presenti all'interno del partenariato pubblico-privato, il design ha guidato ogni singolo processo e attività secondo un modello circolare e iterativo di sviluppo, verifica, riprogettazione del sistema di arredi e realizzazione dei relativi set di prototipi.

Certamente tra le tipologie d'arredo sviluppate, il banco scuola è da considerarsi il prodotto più rappresentativo di questo processo di progettazione ad alto contenuto interdisciplinare (Fig. 16) che pone anche una profonda riflessione sulla necessità di definire un quadro normativo per la progettazione e la realizzazione di arredi salva-vita in caso di sisma. I risultati ottenuti nel progetto, costituiti principalmente da un set di prodotti per gli spazi funzionali di scuole e uffici e

di un processo metodologico guidato dal design articolato in filiere di competenza, rappresentano un notevole avanzamento rispetto allo stato dell'arte dei prodotti e arredi salva-vita ad oggi sviluppati per questi specifici contesti.

Conclusioni e sviluppi futuri: un modello procedurale per la generazione di nuovi concept di arredo salvavita | La metodologia adottata e l'approccio multi-stakeholder maturato nel progetto S.A.F.E. hanno permesso di sviluppare un modello metodologico-procedurale finalizzato a replicare i risultati in altri contesti per i quali progettare nuovi sistemi di arredi in grado di mettere in sicurezza gli spazi interni a uso collettivo. Le attività principali del progetto sono state inquadrare all'interno di tre importanti macro-fasi (Fig. 17): organizzazione e analisi dei dati raccolti; progettazione sistema salva-vita di arredi; test di verifica e ottimizzazione dei modelli sviluppati. Ogni macro-fase si articola, a sua volta, in diverse attività di approfondimento. In sintesi: la prima macro-fase prevede una serie di attività di ricerche preliminari volte ad inquadrare il contesto di riferimento, con particolare attenzione verso lo scenario edilizio e i suoi fruitori, le tipologie di arredo che caratterizzano lo scenario individuato, gli aspetti normativi e le tecnologie produttive relative agli arredi ritenuti maggiormente promettenti per la fase di sviluppo; la seconda macro-fase rappresenta il cuore del modello e prevede una serie di attività mirate allo sviluppo e alla progettazione dei layout strutturali di tutte le componenti degli arredi. Le attività progettuali saranno condotte in maniera parallela e in continuità con i processi di verifica e ottimizzazione previsti nella terza macro-fase.

L'obiettivo principale di questo modello è fornire ad aziende, progettisti e designer uno strumento che, attraverso un processo step-by-step e una serie di linee guida, governi la gestione di tutte le attività e le competenze necessarie alla progettazione di nuovi arredi resistenti e interconnessi, per la generazione di sistemi salva-vita in caso di sisma, capaci di fornire protezione e riparo anche in altri ambiti d'utilizzo. Dunque, sulla base dell'esperienza condotta nell'ambito del progetto, si prevede di continuare il processo sperimentale attraverso la verifica e validazione del modello iterativo elaborato, applicandolo a nuovi contesti potenzialmente critici quali strutture ricettive, ospedali e luoghi di culto.

The majority of existing buildings in Italy, and in particular public buildings, were designed in the past without taking into account the actions of a possible earthquake, either due to the lack of specific regulations or because they are in areas wrongly mapped as non-seismic. Every time an earthquake occurs, the vulnerability of existing buildings is clearly and tragically demonstrated, with loss of life, damage to works and serious economic impacts on the territories. The process of upgrading the existing building stock through the application of modern anti-seismic requirements is expensive, technically complex and ultimately very slow (Fig. 1). This awareness has led to an exponential increase in the social demand for safety in affected communities and

territories, both in Italy and abroad, as demonstrated by recent events in the Balkan Peninsula and the Caribbean.

A possible solution, an alternative to the traditional approach of structural adjustment of buildings, may be the adoption of new types of life-saving furnishings which, working synergistically as an interconnected system with high mechanical resistance and a special sensor system, can improve seismic safety inside a building in the event of a collapse, with significantly lower costs and faster turnaround. The different types of products that make up a room, both vertical and horizontal elements, can each make their own contribution to the protection of the occupants, avoiding construction work. The furnishings thus conceived are comparable to a highly inclusive, intelligent and distributed infrastructure within the building, able to prevent and reduce the loss of human life, acting as a passive protection system capable of detecting and locating the presence of survivors under the rubble and monitoring the environmental conditions of the site 'in time of war'. The information and data obtained can then be transmitted to the rescue teams (U.S.A.R. and Civil Protection) and processed in the prodromal phases of triage¹. During peacetime, furthermore, furniture may be able to monitor the health of particularly sensitive buildings, such as schools or other public

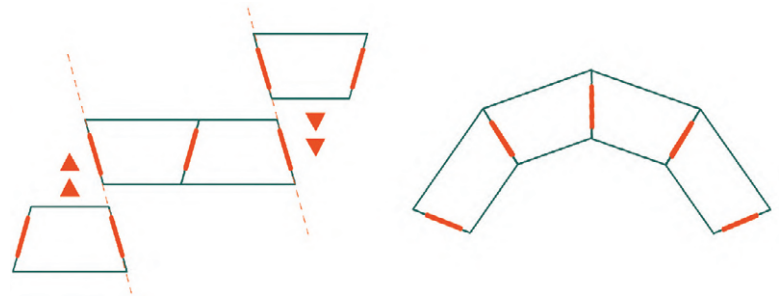
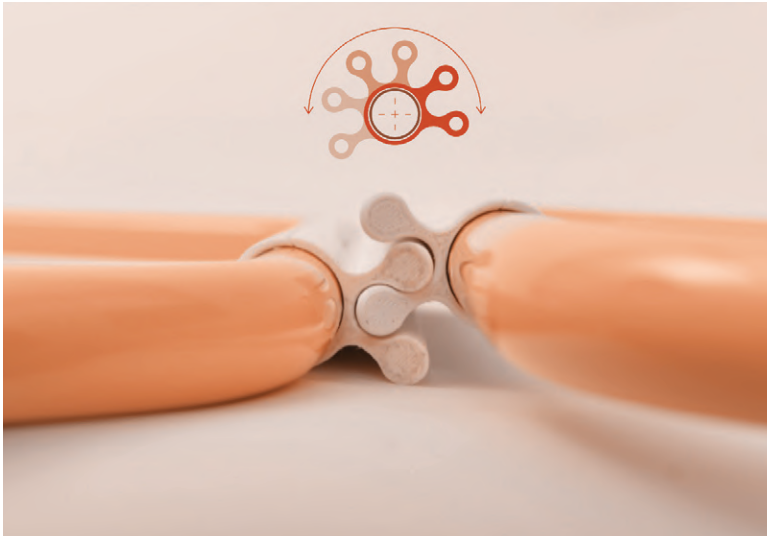
and private collective facilities, offering an indirect diagnostic service on structural conditions. This approach is particularly effective when considering construction contexts that typically undergo the replacement of all the furniture in an environment in one go.

The project 'S.A.F.E. – Sustainable design of anti-seismic furniture as smart life-saving systems during an earthquake' is set in this scenario. Its aim is to study, design and implement innovative, concrete and effective solutions of anti-seismic, intelligent and life-saving furniture systems in case of earthquake for school and office contexts² (Pietroni, Mascitti and Galloppo, 2020). The article intends to describe the contribution of design in the S.A.F.E. project, as a key discipline for the definition of a new conceptual and methodological approach to the design of this furniture, which, compared to the state of the art products for individual protection in case of earthquake on the market today, has shifted the focus from the design of individual furniture to the development of a system of interconnected and interacting life-saving furniture.

Starting from the analysis of the state of the art of the life-saving products developed to date and highlighting some of their peculiar characteristics, the contribution presents a new design methodology aimed at overcoming the models proposed on the market, basically characterised



Fig. 9-11 | First prototype of the desk and its unique lattice structure (credits: University of Camerino).



Figg. 12, 13 | Desk-to-desk connection device developed to increase the structural strength of products and generate different layouts (credits: University of Camerino).

by the use of materials with high mechanical resistance and conceived for the protection of a single user. On the other hand, the interdisciplinary approach of the S.A.F.E. project has identified, through a series of preliminary researches, new strategies and solutions for the generation of a life-saving furnishing system dedicated to collective safety and able to optimise also the technical-constructive characteristics of the products for their placement in vulnerable buildings, such as those in the historic centre. By explaining the main phases of the research conducted and the methodology adopted for the design and development of the new furniture, the paper concludes by presenting a new procedural model that allows the replicability of the results obtained in the S.A.F.E. project.

Concepts, patents and products of life-saving furniture in case of earthquakes | Earthquake safety in high-risk urban areas is, historically, a theme mainly investigated by earthquake engineering (De Sortis et alii, 2009), which has focused primarily on the structural response of buildings and mitigation of induced damage. In recent years, however, the design vision has greatly expanded (Chen et alii, 2015a), recognising also non-structural elements, such as furniture, a strategic role in earthquake-proofing (D'Angela, Magliulo and Cosenza, 2021), both to protect people and to reduce the generation of barriers and obstacles. The newborn baby protected from its cradle during the 2017 Ischia earthquake is perhaps the emblematic example of how certain types of furniture can represent a precious opportunity for salvation.

Since 1995, the year of the Kobe earthquake in Japan, traditional furniture securing devices, such as metal brackets, straps, pads, etc., have been supplemented by a number of other devices (Meguro, Ito and Sato, 2008), numerous patents and specialised furniture products have been added to safeguard life in the event of an earthquake. Driven by the growing demand on the market, some furniture companies have started to invest privately in research and development activities to implement earthquake-resistant functions in their products, as one of the first companies to do so was the American company Life-Guard Structures (Fig. 2).

Initially, the international scientific debate focused on the selection of the most appropriate types of furniture to protect people in the event of an earthquake and the definition of the technical-performance requirements of furniture products to achieve the life-saving function (Chen et alii, 2015b) and the identification of materials able to foster the development of 'durable, comfortable and user-friendly forms' (Akhand, 2018). More recently, the contributions of design to the topic have increased so much as to stimulate the development of specific digital tools, such as CAD software for functional product optimisation (Wenkuan and Xiping, 2018) or augmented reality applications aimed at learning safety practices for earthquake survival (Li et alii, 2017).

Therefore, the first phase of the S.A.F.E. project was aimed at studying the technical-scientific literature and the analysis of concepts, patents and furniture products, already developed for safeguarding people during earthquakes. The research identified and listed 36 national and international case studies, explaining the context of use, the presence or absence of electronic devices and the main life-saving strategies adopted, divided into: furniture with high mechanical resistance; transformable furniture; survival cells and capsules and furniture working together with the building envelope (Galloppo, Mascitti and Pietroni, 2019). Each sheet has a colour code that identifies whether it is: concept (light blue), prototype (red), patent (green) or commercial product (orange). In addition, the sheet is divided into four sections that identify: the type of furniture analysed and the trade name; the data of the company or designer, the country of origin and the year of production; the dimensional characteristics and the declared technical and life-saving performance of the product; detailed images and an explanatory video of the product (Fig. 3).

This phase was fundamental to synthesise the life-saving strategies identified in the examples and at the same time explicate the design solutions adopted, such as: dissipative systems; heavy steel structures for the construction of temporary shelters (Ferreira et alii, 2021); light materials with high mechanical performance (Morales et alii, 2019); mechatronic devices for the spatial and structural reconfiguration of furniture. The research has also highlighted a particular design

sensitivity towards the development of products for seismic safety in educational spaces, with emblematic examples such as Arthur Brutter and Ido Bruno's patent of 2014³, later exhibited at the Moma in New York. In 2018, New Zealand artist and designer Tonya Sweet, in collaboration with Ryan Tucker, designed a desk to protect children attending primary schools in her country (Sweet and Tucker, 2018). In the same year, through the analysis of a series of concepts that prioritise the mitigation of anxiety generated by the aesthetic-formal characteristics of earthquake-resistant products over their mechanical performance, Sweet also investigates the psychological implications of using these products (Sweet, 2018).

Among the most studied types of furniture with a life-saving function in the event of an earthquake is the bed, as the type most affected by the integration of electronic and mechatronic devices, useful for pre-alerting the user and transforming the product into a temporary shelter. An example is the model developed by Liyangshi Zhengxiang Precision Machinery Co.Ltd (Fig. 4), characterised by sensors for detecting seismic waves, programmed to activate special mechanisms that allow the user to slide into the protective space concealed under the bed. This Chinese model is not the only one to adopt mechatronic systems to transform itself into a shelter in case of emergency; the research has identified other similar case studies of night-time protection furniture, including the original patent for a baby cot with a 'cutter cover' (Fig. 5).

Although the implementation of these technologies has made an important contribution to the generation of new types of anti-seismic products and opened up a new market in the specific sector of smart and life-saving furniture, there is still considerable room for technological innovation and design improvement. In fact, the analysis carried out on the state of the art has shown how the electronic and IT solutions implemented are limited to the mere implementation of mechatronic devices, designed exclusively to change the structural structure of the product and transform it into a sort of bunker or survival capsule. Therefore, one of the highly innovative features of the S.A.F.E. project is that of having prefigured a new scenario of development and

use of ICT and IoT systems, collaborating between the different types of furniture diffused within the functional spaces of a school or office building, to generate in a systemic and innovative way unprecedented forms of interaction between the user-furniture-rescuer and between the furniture itself.

A life-saving smart furniture system in case of an earthquake | Through a multidisciplinary approach, i.e. the integration of different technical-scientific skills (Pietroni et alii, 2019), such as industrial design, structural engineering, computer science and chemistry, and intersectoral, meaning the involvement of companies from traditional and technological sectors, such as wood-furniture, ICT and IoT (Fig. 6), a particular design of furniture used in school and office contexts has been developed, capable of collaborating to generate a widespread passive safety system, called Life-saving Furniture System, which allows the location of people after a collapse (Fig. 7, 8). Within the project, four functionally complementary types of furniture were identified and developed: the school desk, the teacher's desk, the equipped wall and the partition wall. This set of products makes it possible to generate an innovative system for the safety of people in the functional and relational spaces of a school or an executive centre. Each piece of furniture performs a dual function in the event of an earthquake: a structural one, for the physical protection of people, and a digital one for monitoring the conditions of the site and improving the coordination of rescue operations in the main phases of the 'emergency life cycle'.⁴

The school desk, for which the first invention patent was applied for in the framework of the S.A.F.E.⁵ project, was designed to generate, through a dissipative structural system, a protection niche for the individual student, able to resist impacts and static loads that may occur during an earthquake. The main frame is characterised by a geometric configuration of multiple lattice girders, specifically conceived for a dual protection system: an internal module, which acts as a highly resistant protective niche, and an ex-

ternal one, capable of dissipating the shocks due to subsidence and collapse of parts of the building ceiling (Figg. 9-11). The design of this structure, compared to the models offered on the market, which are too heavy to be used in historical building contexts, offers considerable advantages in terms of the mechanical performance achieved (resistance and resilience) and the weight of the product, which is about 15 kg, a value consistent with that of traditional benches and with the reference standards.

In addition, the physical interconnection of the desks with specific jointing systems allows the creation of a macro lattice structure capable of increasing the mechanical resistance performance of the individual furniture. The connection device allows bilateral (right-left) and bifacial (front-back) interlocking to facilitate the connection between desks on all sides of the writing surface, thus generating traditional 'in-line' and 'amphitheatre' layouts or those for 'island' workshop activities (Figg. 12, 13). This device, besides being easily industrialised with aluminium extrusion technology, represents a highly innovative solution, allowing the traditional concept of a single protective unit to evolve in favour of a connected and earthquake-proof furniture system.

Under the worktop, in a strategic point of the frame, is a shockproof 'case' housing a pair of battery-powered sensors, useful for detecting the presence of life under the rubble. The desk is in fact equipped with a passive infrared sensor (PIR) capable of detecting the presence of a person through the infrared radiation produced (Fig. 14). The basic performance of the PIR can be supported with the insertion of a second sensor for CO₂ monitoring, which provides further indications on the vitality of the subject within the confined microenvironment. The installation of a tiltmeter, to detect the possible overturning of the bench, completes the picture of data that the smart apparatus makes available to rescuers. By typological extension, similar structural configurations and operating logics of the ICT devices are envisaged for the desk, albeit with the necessary modifications due to the different target users and the different functionality of the product.

Among the identified furniture typologies, certainly the student desk and the teacher desk are the most common ones inside a school building, stratified by overlapping floors. Considering them as a whole, it would be possible to describe the spatial changes that a building can take on as a result of subsidence after an earthquake. The information gathered from the dynamic behaviour of these furnishings can be transmitted to emergency responders to obtain a snapshot of the state of the emergency.

Conceived on a modular basis and widely customisable, both in structural and functional terms, the equipped wall (patent pending) has the task of counteracting the overturning of the weak partitions of a building during an earthquake, and at the same time, creating an unprecedented space of protection from partial collapse of the ceiling for disabled people in wheelchairs or for able-bodied people who are outside their study or workstation. The structural system of this typology is inspired by bookcases and equipped walls characterised by the installation of a series of telescopic uprights capable of adapting to the different heights of the interior spaces. The ceiling-to-ground upright, developed by the engineering group of the University of Camerino, consists of two reinforcing brackets designed to connect the equipped wall to the ceiling and floor; a steel box with a series of slots for adjusting the brackets, whose bending behaviour makes it possible to counteract the tilting of the partition. The upright can be repeated in a linear manner along the wall to be secured.

The equipped wall can therefore be configured according to the functional requirements and the level of danger of the building. In addition, the system offers the possibility of inserting a module large enough to accommodate a wheelchair for the disabled, characterised by a metal mesh canopy to protect against possible floor collapses. The canopy also incorporates the interactive whiteboard projector (IWB) and lighting devices to increase visual comfort and the quality of the teaching workshops in 'peacetime'. The same module houses a PIR sensor at the top, with a similar purpose to the previous types. In this case,

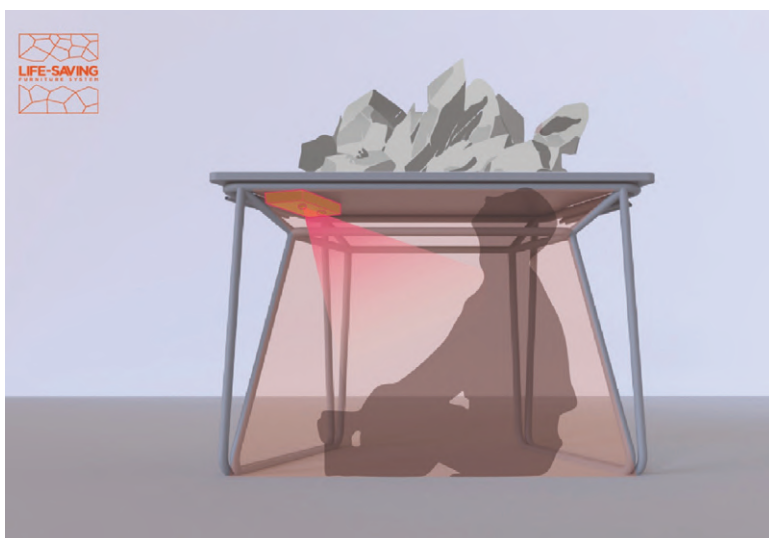


Fig. 14 | ICT and IoT devices for student monitoring and localisation in case of collapse (credit: University of Camerino).

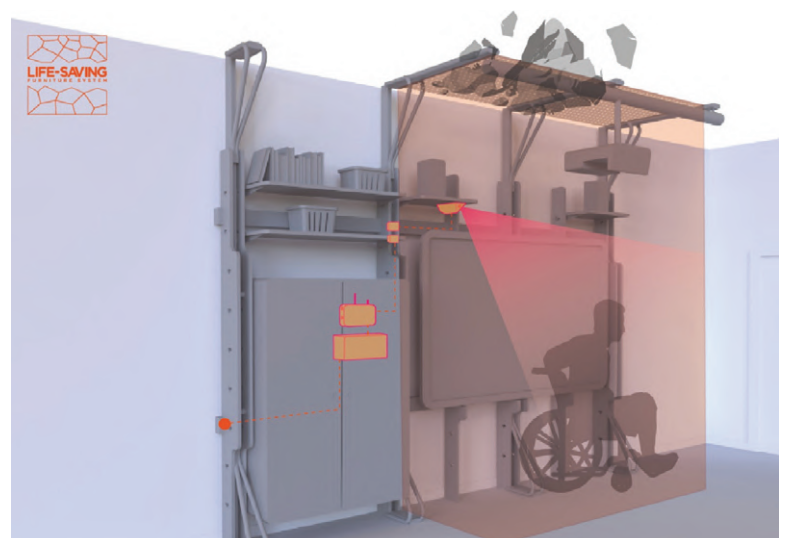


Fig. 15 | The equipped wall designed to protect the partitions and the ceiling with a protective space for people in wheelchairs (credit: University of Camerino).

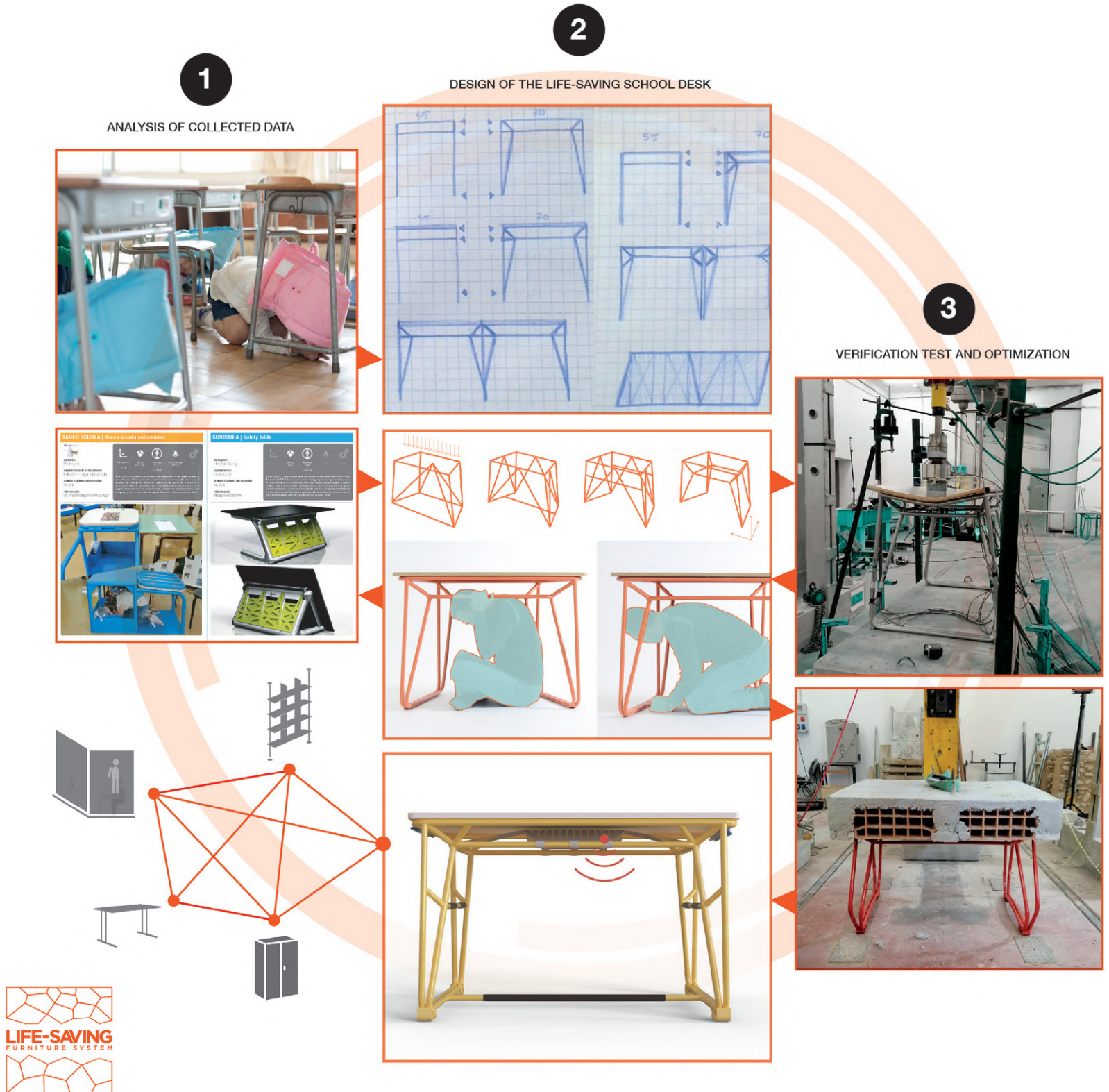


Fig. 16 | The main phases of the S.A.F.E. school desk testing and design development process (credit: University of Camerino).

the tiltmeter makes it possible to know whether the manned septum is still in its initial position or whether, in the worst case scenario, it has tipped over.

An accelerometer, housed in a protected point of the product, has the fundamental task of 'wake up' the sensors of all the furniture in the S.A.F.E. system and putting them in a state of war, in which analysis and communication activities are increased. Able to detect the sudden accelerations transferred by the shaking of the building to the furniture and to discriminate between a seis-

mic event and normal vibrations due to use (people walking, doors slamming, etc.), the presence of the accelerometer on the equipped wall allows indirect vibrational monitoring of the building, to understand whether the structure may have suffered deterioration as a result of minor seismic events and to check its state of fitness in real time. The computer set-up of the equipped wall is completed by a network device (gateway), which collects data from all the furnishings and transmits it to the rescuers' devices, and an uninterrupted power supply, to prevent possible power cuts

(Fig. 15), both located in a shockproof box that can be freely placed in one of the product's containing elements.

The partition wall, the second invention patent applied for, with a structure made of aluminium profiles and laminated glass panes, features an innovative system for dissipating seismic energy that makes it possible to reduce the state of risk due to glass breakage and overturning. The dissipative effect generated also contributes to the building's overall statics, effectively transforming the wall into a micro-dissipator. In this inno-

vative furnishing system, the partition wall has the task of monitoring the presence of people inside functional spaces of the building, thanks to the insertion of a people counting sensor in the door uprights which, in the event of an earthquake, makes it possible to know the number of occupants in a given room.

In case of an emergency, the sensor platform is then activated by accelerometers, which can be installed on all types of furniture and are able to recognise a seismic event. These induce the individual sensors to go into a state of war, which involves a significant increase in the frequency of communication through a specific protocol called LORA. The data can be collected by gateways powered by uninterruptible power supplies housed inside equipped walls or by mobile devices mounted on drones. In order to avoid overloading the flow of information, which would slow down the operators' access to the data, the sensors are programmed to give priority to those whose parameters lead one to believe that there

is a person in the monitoring area, focusing the search operations on specific priority points of the collapse site and allowing a considerable efficiency in setting up the search in the very early stages of the emergency. Finally, on the basis of all the data received from the sensors, a specific application developed as part of the S.A.F.E project by the IT research group and companies in the ICT and IoT sectors, and subject to patenting, is able to provide rescuers with a 'heatmap' that identifies the area most likely to find people alive under the rubble, as well as to circumscribe possible criticalities for operators, such as possible gas leaks.

Design guiding the project innovation process: methodology and phases | The design development process for the creation of anti-seismic, intelligent and life-saving furniture systems in case of earthquake, initiated in the S.A.F.E. industrial research project, has represented a new industrial and technological milestone for the sec-

tor of anti-seismic furniture and safety, in particular for teaching and working spaces. Although some anti-seismic furniture solutions have been proposed in the recent past, their actual implementation has been extremely limited, as they lacked a systemic design approach and an in-depth assessment of the structural and functional requirements related to their performance in peacetime and war. The main design challenge was to innovate, from a structural and IT perspective, the design of furniture and mobile equipment used in schools and offices, transforming them into intelligent passive safety systems that can contribute to the protection of life during an earthquake and provide, through the development and integration of sensors, an innovative service for locating and finding people under the rubble and monitoring the health of the building.

In the first analysis phase, strategies were identified for the creation of structural frames to protect individuals in the event of collapse, technologies and devices were selected to generate

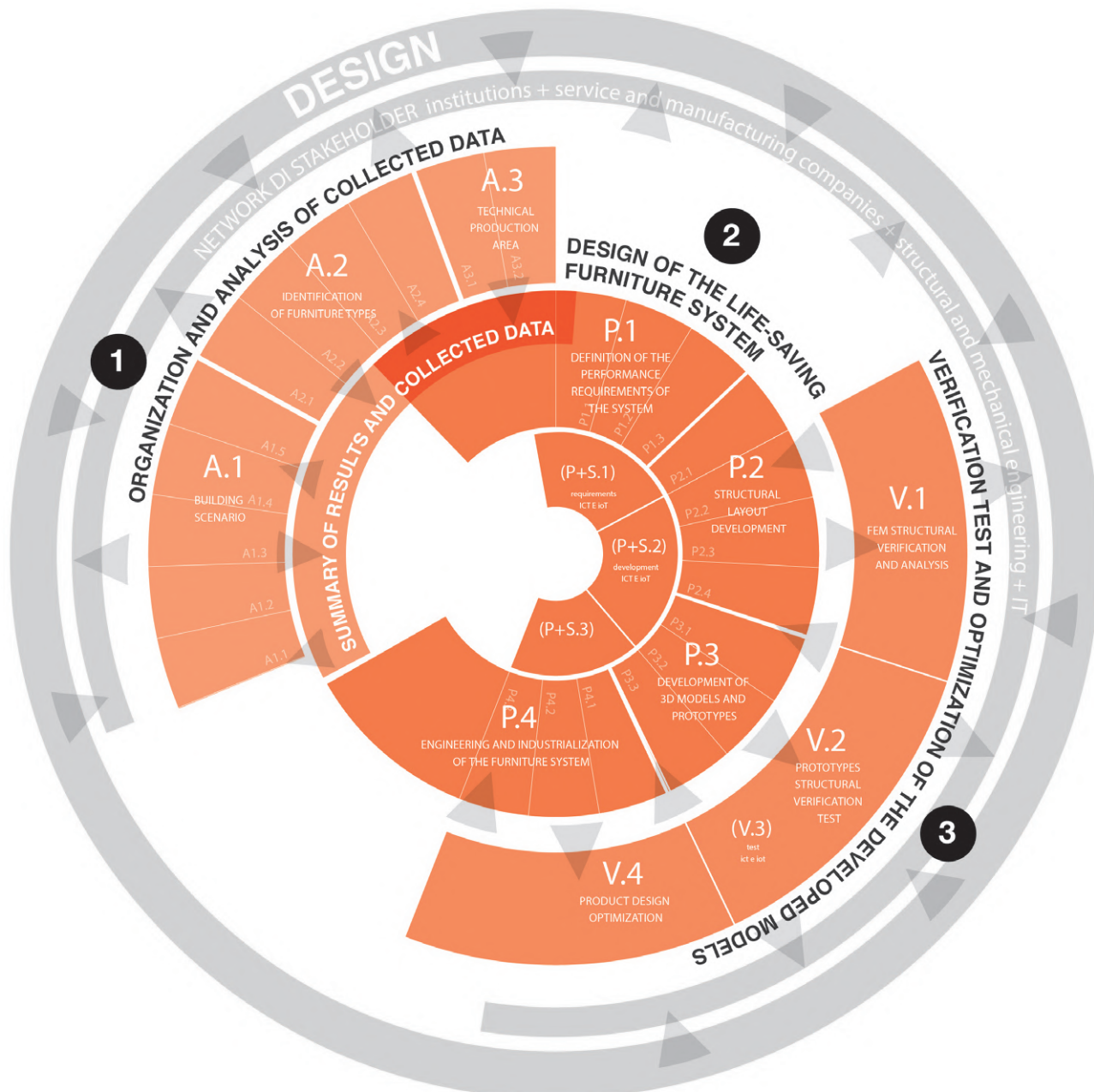


Fig. 17 | Procedural methodological model developed for the replicability of the S.A.F.E. project results in other contexts of use (credit: D. Galloppo).



Fig. 18 | Rescuers from the National Fire Corps and USAR teams on the rubble from the 2017 Amatrice earthquake (source: Ansa).

'intelligence' within the furniture system, and criteria were defined for the development of new antibacterial compounds for the treatment of product surfaces. In the second phase, design, for scientifically competent sectors (design, structural engineering, computer science, chemistry), each working group developed the specific parts and components of the products (formal and functional configuration, structures, ICT and IoT devices and surface treatments in line with the technical-productive realities of the partnership) coordinated by the design to ensure the correspondence between the objectives, the design activities and the results obtained by the individual groups and to proceed to the formal and functional synthesis of the different types of furniture.

In the third and final phase, of validation of the expected performances, the entire partnership was engaged in the realisation of the final prototypes and their verification at the test laboratories of the Universities and companies involved. The experimental tests concerned specific structural behaviour in terms of anti-shock and life-saving of the bench (static and impact tests), of the equipped wall (static and anti-tip tests) and of the partition wall (dynamic tests on a vibrating platform), as well as the communication capabilities of the sensors under the rubble.

In this project, the role and contribution of in-

dustrial design have been decisive in achieving the final results, in particular for the conceptual and methodological approach to design, which, compared to the state of the art products for individual protection in the event of an earthquake developed to date, has shifted the focus from the design of a single protective and resistant piece of furniture to the development of a system of interconnected and interacting life-saving furniture. Through a multidisciplinary and cross-sectoral technical-scientific approach to innovation and the sharing of different know-how within the public-private partnership, the design has guided each individual process and activity according to a circular and iterative model of development, verification, redesign of the furniture system and realisation of the relevant sets of prototypes.

Certainly, among the types of furniture developed, the school desk is to be considered the most representative product of this highly interdisciplinary design process (Fig. 16), which also raises a profound reflection on the need to define a regulatory framework for the design and construction of life-saving furniture in the event of an earthquake. The results obtained in the project, mainly consisting of a set of products for the functional spaces of schools and offices and of a methodological process guided by the design articulated in competence chains, represent

a considerable advancement with respect to the state of the art of life-saving products and furniture developed to date for these specific contexts.

Conclusions and future developments: a procedural model for generating new life-saving furniture concepts

The methodology adopted and the multi-stakeholder approach developed in the S.A.F.E. project allowed the development of a methodological-procedural model aimed at replicating the results in other contexts for which new furniture systems capable of securing indoor spaces for collective use should be designed. The main activities of the project were framed within three important macro-phases (Fig. 17): organisation and analysis of the data collected; design of the life-saving furniture system; verification tests and optimisation of the models developed. Each macro-phase is in turn divided into several in-depth activities. In brief: the first macro-phase envisages a series of preliminary research activities aimed at framing the reference context, with particular attention to the building scenario and its users, the types of furniture characterising the scenario identified, the regulatory aspects and the production technologies relating to the furniture considered most promising for the development phase; the sec-

ond macro-phase represents the heart of the model and envisages a series of activities aimed at developing and designing the structural layouts of all the furniture components. The design activities will be carried out in parallel and in continuity with the verification and optimisation processes foreseen in the third macro-phase.

The main objective of this model is to provide companies, planners and designers with a tool

that, through a step-by-step process and a series of guidelines, governs the management of all the activities and skills necessary for the design of new resistant and interconnected furniture, for the generation of life-saving systems in the event of an earthquake, capable of providing protection and shelter in other areas of use as well. Therefore, on the basis of the experience gained within the project, it is planned to continue the

experimental process through the verification and validation of the iterative model developed, applying it to new potentially critical contexts such as accommodation facilities, hospitals and places of worship.

Notes

1) Triage is instrumental in streamlining rescue activities to save the greatest number of people by directing the rescuers' efforts towards those most likely to survive. According to the standardised INSARAG method, the process involves: assessing the available information on the victims, evaluating the survival space and assessing what resources and time are required for rescue.

2) 'S.A.F.E. – Sustainable design of anti-seismic furniture as smart life-saving systems during an earthquake' is an Industrial Research project started in 2018, co-financed by MIUR within the National Operational Programme – Research and Innovation 2014/2020, coordinated by the University of Camerino that involves 11 partners including Universities (University of Camerino, University of L'Aquila and University of Basilicata), companies from the wood-furnishing sector (AZ Ufficio, Camillo Sirianni, Cosmob, Icam, Styloffice and Vastarredo Industrie) and from the ICT and IoT sector (Filippetti and Santer Reply). The project has an Advisory Board made up of the Civil Protection, the National Fire Brigade, FederlegnoArredo, ENEA and ADI (Association for Industrial Design). Scientific coordinator: L. Pietroni, Full Professor in Industrial Design at the School of Architecture and Design of Unicam. More information at: safeproject.it [Accessed 12 October 2021].

3) United States Patent, Brutter et alii, Patent N.: US 8,887,648 B2 – Date of Patent: 18 November 2014.

4) The emergency lifecycle illustrates the process by which all organisations should plan activities to reduce the impacts of disasters and how to react immediately to their occurrence, taking steps to recover essential goods and services in a short timeframe

5) European Patent Application for Invention n. 21425010.2-Aref:SAFE12021 dated 8 February 2021 from 'Combined Dual Frame System for Life-saving Desks Against Seismic-induced Collapses'.

References

Akhand, M. (2018), "Innovative Design's Resilient Furniture for Self-rescue from Natural Disaster – A Case Study for Mental Stability", in *Banglavisian*, vol. 18, n. 1, pp. 109-120. [Online] Available at: [bv-f.org/VOL-18/08.%20BV%20Final.pdf](https://doi.org/10.1109/TVCG.2017.2656958) [Accessed 02 November 2021].

Chen, M., Jiang, L., Liu, D.-Z. and Lyu, J.-h. (2015a), "Furniture Innovative Design with Earthquake Self-rescue Function – From Furniture Form and Structure Perspective", in Tan, D. (ed.), *Proceedings of the 2015 Conference on Informatization in Education, Management and Business*, Assehur series, vol. 20, Atlantis Press, pp. 35-40. [Online] Available at: doi.org/10.2991/iemb-15.2015.7 [Accessed 08 October 2021].

Chen, M., Liu, D., Jiang, L. and Lyu, J. (2015b), "Primary Research on Emergency Self-Rescue Furniture Design for Natural Disasters", in Tan, D. (ed.), *Proceedings of the 2015 Conference on Informatization in Education, Management and Business*, Assehur series, vol. 20, Atlantis Press, pp. 943-949. [Online] Available at:

doi.org/10.2991/iemb-15.2015.195 [Accessed 02 November 2021].

D'Angela, D., Magliulo, G. and Cosenza, E. (2021), "Seismic damage assessment of unanchored nonstructural components taking into account the building response", in *Structural Safety*, vol. 93, 102126, pp. 1-18. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.strusafe.2021.102126 [Accessed 13 October 2021].

De Sortis, A., Di Pasquale, G., Dolce, M., Gregolo, S., Papa, S. and Rettore, G. F. (2009), *Linee guida per la riduzione della vulnerabilità di elementi non strutturali arredi e impianti*, Presidenza del Consiglio dei Ministri Dipartimento della Protezione Civile, Roma. [Online] Available at: certifico.com/component/attachments/download/12141 [Accessed 21 October 2021].

Ferreira, J. G., Moura, R., Guerreiro, L. and Guerreiro, J. (2021), "SHELTER – Structural Hyper-resisting Element for Life Threatening Earthquake Risk – An innovative approach for seismic protection", in *Engineering Structures*, vol. 235, 112012, pp. 1-16. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.112012 [Accessed 02 November 2021].

Galloppo, D., Mascitti, J. and Pietroni, L. (2019), "Design strategies for the development of life-saving furniture systems in the event of an earthquake", in Guarascio, M., Passerini, G., Garzia, F. and Lombardi, M. (eds), *WIT Transactions on The Built Environment*, vol. 189, WIT Press, Southampton (UK), pp. 67-77. [Online] Available at: wipress.com/eLibrary/wit-transactions-on-the-built-environment/189/37350 [Accessed 11 September 2021].

Li, C., Liang, W., Quigley, C. and Zhao, Y. (2017), "Earthquake Safety Training through Virtual Drills", in *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 23, issue 4, pp. 1275-1284. [Online] Available at: doi.org/10.1109/TVCG.2017.2656958 [Accessed 04 November 2021].

Meguro, K., Ito, D. and Sato, Y. (2008), "Efficiency of furniture overturning protection devices during earthquakes – A experimental and numerical study", in *Proceedings of the 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China, October 12-17, 2008*, pp. 1-8. [Online] Available at: researchgate.net/publication/228411805_EFFICIENCY_OF_FURNITURE_OVERTURNING_PROTECTION_DEVICES_DURING_EARTHQUAKES_-_A_EXPERIMENTAL_AND_NUMERICAL_STUDY [Accessed 21 October 2021].

Morales, M. P. E., Valenzuela, I. C., Abulon, E. L. R., Arago, N. M. and Mancao, M. C. T. (2019), "Coupling School Risk Reduction Strategies with LAMESA (Life-Saving Automated 'Mesa' to Endure Seismic Activity) for Kindergarten", in *Philippine Journal of Science*, vol. 148, n. 1, pp. 137-149. [Online] Available at: philjournalsci.dost.gov.ph/images/pdf/pjs_pdf/vol148no1/coupling_school_risk_reduction_strategies_with_LAMESA_with_APPENDIX.pdf [Accessed 04 November 2021].

Pietroni, L., Mascitti, J. and Galloppo, D. (2020), "S.A.F.E. Design sostenibile di sistemi di arredo intelligenti con funzione salva-vita durante eventi sismici", in Di Bucchianico, G., Fagnoni, R., Pietroni, L., Piscitelli, D. and Riccini, R. (eds), *Atti dell'Assemblea Annuale*

della Società Italiana di Design – 100 anni dal Bauhaus – Le prospettive della ricerca di design, Ascoli Piceno, Italy, 13-14 Giugno, 2019, pp. 145-154. [Online] Available at: societaitalianadesign.it/wp-content/uploads/2014/06/100AnniDalBauhaus_LeProspettiveDellaRicercaInDesign_pdf [Accessed 22 October 2021].

Pietroni, L., Mascitti, J., Galloppo, D., Dall'Asta, A., Zona, A., Scozzese, F., Re, B., De Angelis, F., Di Nicola, C. and Scuri, S. (2019), "Design industriale, ingegneria strutturale, informatica e chimica per lo sviluppo di sistemi di arredo con funzione salva-vita in zona sismica | Industrial Design, Structural Engineering, Computer Science and Chemistry for the development of life-saving furniture systems in seismic areas", in Braga, F., Dall'Asta, A. and Gara, F. (eds), *Atti del XVIII Convegno ANI-DIS – L'Ingegneria Sismica in Italia – Ascoli Piceno, 15-19 Settembre 2019*, Pisa University Press, Pisa, pp. 43-50.

Sweet, T. (2018), "Furniture Design for Disaster – A Case Study for Psychologically Resilient Objects", in *Journal of Interior Design*, vol. 43, issue 1, pp. 19-27. [Online] Available at: doi.org/10.1111/joid.12110 [Accessed 04 November 2021].

Sweet, T. and Tucker, R. (2018), "Resilient Furniture Design – A Reconcived School Table for Earthquake Safety", in *The International Journal of Designed Objects*, vol. 12, issue 2, pp. 1-14. [Online] Available at: doi.org/10.18848/2325-1379/CGP/v12i02/1-14 [Accessed 04 November 2021].

Wenkuan, W. and Xiping, X. (2018), "Application of the Indoor Safety Location Design", in *International Journal of Science*, vol. 5, issue 5, pp. 205-209. [Online] Available at: ijscience.org/download/IJS-5-5-205-209.pdf [Accessed 04 November 2021].

CREARE LEGAMI DIGITALI CON I MATERIALI DI TERRA Il T-Stool

FORMING DIGITAL KINSHIPS WITH EARTHEN MATERIALS The T-Stool

Rhett Russo

ABSTRACT

Il contributo descrive le modalità di concettualizzazione di un processo ceramico finalizzato a creare un nuovo legame tra la ceramica e i suoi stampi attraverso le tecnologie digitali, le cui interazioni sono tentacolari. La sperimentazione su uno sgabello, illustrata dal paper, mira a valorizzare la forza vitale della materia nel processo di design: la fabbricazione del T-Stool, frutto di una collaborazione interdisciplinare, è ottenuta con lo sviluppo di una nuova tecnica di pressatura del gres che impiega uno stampo composto da due parti, in gomma siliconica e in resina epossidica. Il T-Stool è stato realizzato grazie all'impiego di un gemello digitale come fonte di dati per valutare le deformazioni del materiale impiegato e per implementare l'uso di strumenti personalizzati.

This paper aims to address how the ceramic process has been conceptualized to develop a new kinship between ceramic and its counterparts through digital technology. The interface between ceramic materials and digital fabrication, outlined here initiates a new collaboration between the real and the digital, whose interactions are tentacular. The design framework aims to rigorously leverage the vibrancy of matter in the design process. The methodology chronicles the fabrication of the T-Stool, as part of interdisciplinary collaboration, to develop a novel press-molding technique for stoneware that uses a two-part, silicone rubber and epoxy mold. The T-Stool was executed in stoneware through the use of a digital twin as a data source for material speculation, to track transformations in the clay, and to implement the use of custom tools.

KEYWORDS

ceramica, struttura e design, gemello digitale, stampaggio a pressa, stampi in gomma siliconica

ceramics, structure as design, digital twin, press-molding, silicone rubber molds

Rhett Russo is the Undergraduate Chair in Architecture and an Assistant Professor in the School of Architecture, at Rensselaer Polytechnic Institute (RPI), Troy NY (USA). He is the recipient of several project residencies at the European Ceramic Work Center and a recipient of the Young Architects Award from the Architectural League of New York. E-mail: russor4@rpi.edu

Per secoli l'argilla, in virtù della malleabilità e della lavorabilità che la contraddistinguono, ha rappresentato un prezioso mezzo per preservare la storia e la cultura attraverso le diverse forme espressive dell'architettura e del design. L'imperativo ecologico di trovare alternative al cemento, che siano anche a basse emissioni di carbonio, spinge oggi verso soluzioni all'avanguardia che sfruttano la lavorabilità dei materiali di terra attraverso l'impiego di tecnologie innovative; ad esempio le ceramiche sono resistenti, impermeabili e non infiammabili e trovano un'ampia gamma di applicazioni in architettura (come rivestimento di tetti e pareti, pavimenti, schermature e dispositivi vari) e in ambito paesaggistico poiché l'argilla è una risorsa largamente disponibile in tutto il mondo che può essere lavorata e impiegata vicino al luogo di provenienza, riducendo al minimo l'impatto ambientale del trasporto. Il suo fine vita prevede il riutilizzo, il riciclaggio o lo smaltimento in discarica; alcuni elementi ceramici impiegano fino al 70% di rifiuti post-consumo (Bechthold, Kane and King, 2015) poiché la ceramica di scarto o rifiuto può essere macinata e riutilizzata come grog, un aggregato ceramico che viene aggiunto all'argilla per aumentarne la resistenza alla trazione. Il 'costo' energetico per la produzione di ceramica e terracotta è inferiore a quello necessario per metalli, cemento e vetro, così come la quantità di anidride carbonica generata per tonnellata di prodotto è inferiore a quella del vetro e del cemento (Carty, 2019); di contro, la ceramica è un materiale pesante e fragile, con una resistenza alla compressione maggiore della resistenza alla trazione, che si restringe durante l'essiccazione e la cottura, e per la cui produzione può essere necessaria molta manodopera.

Le recenti innovazioni della fabbricazione e dei forni digitali consentono di realizzare elementi ceramici personalizzati, anche in grandi quantità, e trasformano il tradizionale processo di produzione della ceramica – caratterizzato da estrusioni assiali, angoli di sforno uniformi o elementi piani – in un processo nuovo nel quale gli elementi non sono più condizionati né dalle curvature convesse o concave di stampi rigidi né dalla manipolazione dell'argilla sul tornio. La progettazione digitale per la produzione di elementi in ceramica ha permesso l'impiego di nuove e più complesse geometrie di stampi ibridi – ad esempio in gomma siliconica per lo stampaggio a pressa – dei quali grandi disegni o sottosquadri sono parte integrante. All'interno di una prassi che consente l'impiego di tecniche manuali e digitali, quelle artigianali tendono a caratterizzarsi per una maggiore variabilità del prodotto rispetto a quelli industriali di produzione di massa, che invece permettono una rigorosa uniformità della riproduzione e del controllo di qualità.

Anche gli architetti stanno sviluppando nuove modalità, con processi di progettazione partecipata che coinvolgono la comunità, per combinare tecnologie digitali con tecniche e materiali di costruzione locali, e tra queste proprio quelle che impiegano l'argilla¹, soprattutto per le sue note proprietà termoigrometriche. Recentemente il sistema di stampa 3D Tecla è stato utilizzato per realizzare una casa interamente in argilla, il cui impiego è prevalentemente relegato alla co-

struzione di alloggi in condizioni di emergenza²: combinando le proprietà termodinamiche della terra cruda con le peculiarità produttive della stampa 3D è ora possibile realizzare in loco bio-costruzioni di grande dimensione e senza la necessità di casseforme. L'ultimo decennio ha visto nascere nuove opportunità anche per la produzione di oggetti personalizzati grazie alla stampa ceramica 3D e all'estrusione CNC, metodi di produzione che comunque presentano criticità in termini di ridotta capacità di adesione del materiale e necessità di resine per la polimerizzazione.

Un caso studio per la ceramica digitalmente assistita

Il T-Stool trova origine nel regno fisico come superficie complessa e prende il nome dal suo profilo trasversale che richiama una 'T' incurvata³, una forma che a prima vista ha suscitato qualche perplessità, indipendentemente dallo spazio fisico o virtuale in cui ha trovato collocazione. Per la progettazione dello sgabello in ambiente digitale sono stati adottati nuovi metodi di modellazione (Russo and Mueller-Russo, 2012; Fig. 1) finalizzati a superare le criticità legate alla produzione in ceramica di un'opera di grandi dimensioni con 102 cm di lunghezza, 60 cm di altezza e 79 cm di larghezza (Fig. 2). Il T-Stool è stato realizzato nell'ambito di una ricerca condotta presso l'European Ceramic Workcentre (EKWC) che ha riunito un team di esperti in architettura, design digitale e design industriale per definire il miglior processo di produzione possibile, lo stampo più adeguato, la miscela di argilla da impiegare e le modalità di stampaggio, di cottura e di smaltatura. La collaborazione ha reso possibile la convergenza tra le differenti istanze avanzate dai diversi specialisti, grazie anche alla possibilità di stampare lo sgabello in 3D e in più esemplari; la maggiore specializzazione ha riguardato il design dello stampo perché poteva condizionare, facilitandole, tutte le altre fasi di lavorazione, compreso quella finale di finitura.

Il design finale è la risposta a una serie di quesiti sulla possibilità di realizzare lo sgabello in ceramica come un sottile guscio privo di supporti interni, sul modo migliore di costruire uno stampo leggero per una ceramica con curvature non convenzionali e sui potenziali vantaggi offerti dall'introduzione nel processo ceramico di un gemello digitale. Come sfruttare, quindi, questo nuovo affine – 'oddkin' – che ha in sé la vivacità materiale e la curvatura naturale dei fogli sintetici, l'assenza di peso della tecnologia digitale e la plasticità dell'argilla?⁴ Ancora di più rispetto al suo gemello, il T-Stool è tentacolare nella propria capacità di aggregare competenze diverse, frutto – per prendere in prestito la frase di Haraway (2016) – di uno 'staying with the trouble' tra integrità strutturale, proprietà dell'argilla e immaterialità della rappresentazione digitale.

È opportuno sottolineare che nel progetto del T-Stool si è cercato di mantenere un certo livello di ambiguità tra reale e digitale e di svincolare questo 'oddkin' dal suo elemento dominante, impedendo così alla tecnologia di governare l'estetica del prodotto cosa che accade con la stampa 3D, che tende a dominare il know how ceramico, la storia, l'artigianato e l'abilità manuale in nome dell'efficienza. Per dirlo in maniera più semplice, la doppia natura digitale/reale

del T-Stool ha permesso di modificare la percezione di ciò che è possibile, portando l'argilla a comportarsi in modi che sono tradizionalmente considerati impossibili o troppo rischiosi da perseguire.

Alla luce delle superiori premesse il contributo illustra metodologia, strumenti e processo impiegati, durante il biennio di ricerca (2012-13) condotta l'EKWC, nella progettazione di stampi in gomma siliconica per la pressatura. Nel 2020⁵ è stato prodotto un digital twin aggregate (DTA; Grieves, 2019) mettendo a punto una serie di nuovi dettagli durante la realizzazione del T-Stool (Figg. 3, 4). Il contributo, infine, presenta un quadro che concettualizza i collegamenti e le interazioni tra i quattro poli del processo ceramico (impasto di argilla, formatura, smaltatura e cottura) e i sensori attraverso cui la tecnologia digitale entra in questi domini (Fig. 5); questa quadruplicata struttura consiste in due 'dualismi sovrapposti': da un lato, argilla e formatura, dall'altro, con cottura e smaltatura.⁶

Il processo ceramico

Il processo ceramico è composto da cinque fasi: l'impasto di argilla, la formatura, l'essiccazione, la cottura e la smaltatura⁷. È importante sottolineare che durante il processo di produzione della ceramica l'argilla rilascia umidità con una velocità che può essere sospesa o accelerata a seconda delle necessità e dell'oggetto da produrre; nel caso del T-Stool l'essiccazione è stata governata dalle particolari caratteristiche dello stampo progettato. La definizione di ceramica varia a seconda della disciplina ma, ai fini del presente contributo, la ceramica è definibile come «[...] made out of minerals with a varying composition and dubious purity being exposed long enough to a (non-measurable) treatment of heat in order to let unknown reactions take place, whereby heterogeneous compounds are formed» (Reijnders and European Ceramic Work Centre 2005, p. 17). Rispetto poi alle caratteristiche della ceramica, Bechthold, Kane e King (2015, p. 12) evidenziano come essa abbia alcune proprietà simili alla pietra ma sia più facile da modellare e lavorare poiché richiede un minore sforzo.

Sulla base di queste premesse, è possibile identificare due ambiti distinti d'interazione con l'argilla attraverso 'canali' di tipo intensivo (composizione mineralogica, purezza, umidità, morbidezza, ecc.) ed estensivo (lavorazione, modellatura, calore, prodotti, ecc.)⁸. L'uso dei termini 'dubious', 'non-measurable' e 'unknown reactions' fanno riferimento a una disciplina speculativa in cui l'incertezza è un invito alla formulazione di ipotesi e sperimentazioni per 'standardizzare l'aspettativa ed eliminare il rischio'⁹. Posto che la prima peculiarità di un modello digitale è la capacità di produrre un numero di copie illimitate di se stesso, la seconda caratteristica è individuabile nella possibilità di fare verifiche preliminari delle ipotesi progettuali, offrendo quella che Fisher (2005) definisce una 'illusione di certezza'. Un ceramista è consapevole che produrre due opere ceramiche identiche rappresenta un'aspettativa irragionevole anche in relazione alla eterogeneità mineralogica del materiale e alla imprevedibilità degli effetti della 'cottura'; il fascino della ceramica e dei suoi smalti è proprio nella loro imprevedibilità poi-

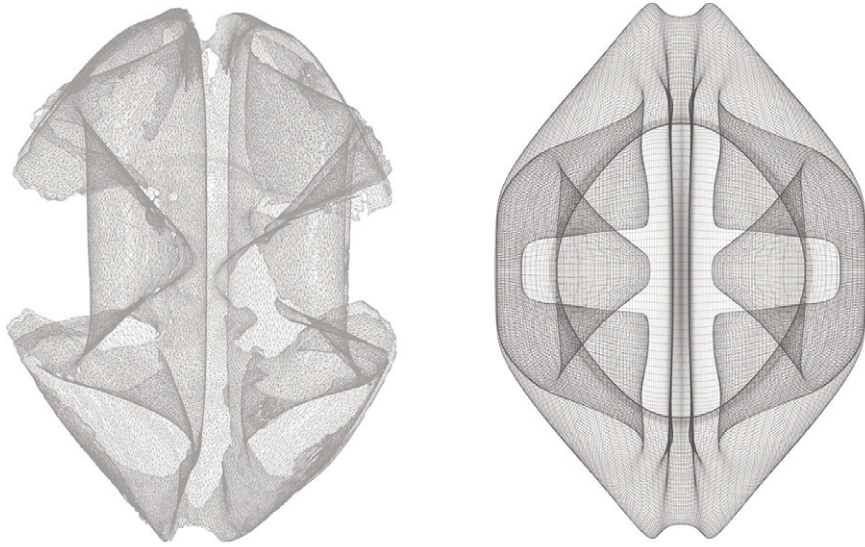


Fig. 1 | A digital scan of the original plaster cast (2008), approximately 20 cm l. x 12 cm h. x 14 cm w., and the final 3d mesh for the T-Stool (2012); the analog model was formed by casting plaster inside of a folded, two- dimensional surface resembling a disc; A detail showing the relative size of the ceramic stool.

Fig. 2 | T-Stool, Press molded stoneware, 102 cm l. x 60 cm h. x 79 cm w. Series of 3. Platina luster, 1-3; Matte white glaze, 3-3; Pink crackle glaze, 2-3 (credit: Sundaymorning@ekwc, 2013).



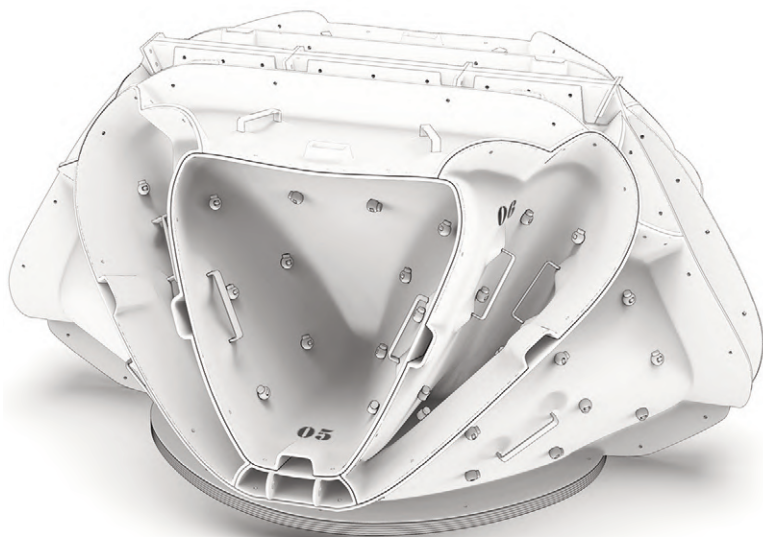


Fig. 3 | T-Stool, Digital Twin Aggregate (DTA), bringing together all of the details designed during the development of the press-mold; the external epoxy mother-mold, 5 mm thick, provides anchorage for an internal rubber mold, 3 mm thick (2020).



Fig. 4 | T-Stool, Digital Twin Aggregate (DTA), the epoxy mother-mold is removed from the top to bottom to provide support during the drying process; the rubber, makes it possible to demold around any undercuts during the demolding process (2020).

ché un unico stampo può generare diversi prodotti 'affini' ma non identici.

La composizione della miscela di argilla | L'individuazione della più adeguata composizione della miscela di argilla in relazione alla tipologia di manufatto da realizzare rappresenta una parte importante del processo, che influisce sulla resistenza del materiale, sulla sua lavorabilità e sull'aspetto finale della smaltatura. Se per ottenere uno smalto liscio è necessario prevedere aggregati di caolino quanto più piccoli possibile in modo che non siano visibili sulla superficie, affinché l'impasto di argilla possa essere lavorato adeguatamente è necessario che la miscela abbia una corretta proporzione di argille piccole, medie e grossolane. Pertanto i componenti di impasto di argilla da formare con la pressatura devono essere ben proporzionati in relazione alle dimensioni dell'oggetto, alla finitura, al colore desiderato e alla sua lavorabilità, senza trascurare che opere più grandi richiedono una maggiore percentuale di argilla grossolana.

Per il T-Stool è creata una miscela di 80-100 chili di argilla per sgabello, composto dal 46% di argilla fine di gres, 26% di argilla naturale di gres, argilla cinese riciclata (aggregato o grog) nella percentuale del 16% naturale e 12% media, 0,5% di pasta di carta riciclata (cellulosa) e 0,3% di fibre di lino. La procedura prevede che i componenti siano amalgamati in un miscelatore industriale e, dopo essere stati estrusi, siano impastati a mano per rimuovere l'aria e laminati per formare lastre uniformi. In previsione di uno

spessore finale della parete laterale di 7-10 mm e di un ritiro del materiale del 10-12% durante la fase di cottura, l'argilla è stata preparata in lastre da 400 x 400 mm con 16 mm di spessore – poi avvolte nella plastica e messe da parte in una stanza umida (Fig. 6) – che si riduce a 13 mm dopo la pressatura. Affinché l'argilla mantenga la sua plasticità per la modellazione, la pressatura viene fatta in un'unica sessione con un carico di 80-100 kg per circa 20 ore, mentre durante la fase di essiccazione deve potersi contrarre ed espandere, senza tuttavia creparsi.

La cellulosa rende l'impasto di argilla appiccicoso ma fornisce un supporto a cui l'argilla fine può aderire migliorandone la resistenza alla trazione. Al fine di contrastare i differenziali di tensione che derivano da una essiccazione e da un restringimento non uniformi, si utilizzano le fibre di lino poiché, come la cellulosa, bruciano durante la cottura (Bechthold, Kane and King, 2015).

Sebbene il T-Stool sia stato progettato per non modificare la sua forma durante la cottura non era possibile prevedere la modalità di deformazione dello sgabello nel forno, a causa della sua morfologia con più curvature; per comprendere l'incidenza della deformazione, lo sgabello è stato cotto a temperature diverse, unica metodologia ritenuta applicabile. È stato così possibile determinare una temperatura di cottura a 1.060 °C alla quale le deformazioni sull'asse verticale erano contenute entro 1 cm, sufficiente per non prendere in considerazione temperature inferiori; tuttavia questa temperatura è troppo bassa per la vetrificazione¹⁰, rendendo necessario

una seconda cottura per lo smalto e una terza (1.280 °C) per la finitura.

Analisi ad elementi finiti della ceramica: simulazioni digitali vs know-how consolidato | La possibilità di eseguire un'analisi simulativa realistica con il metodo degli elementi finiti ha incontrato scetticismo nel gruppo di lavoro: mentre da una prospettiva ingegneristica, infatti, non risultava chiaro come mettere in relazione l'analisi dello sgabello con un tipo equivalente di test di mobili senza fare un'approssimazione, per i ceramisti – che hanno anni di conoscenza consolidata nel valutare lo spessore di grandi oggetti – era difficile immaginare come un'analisi potesse prevedere in maniera adeguata il comportamento della ceramica, senza definire la composizione dell'impasto di argilla, formarla e cuocerla. In entrambi i casi, il T-Stool non poteva essere completamente definito a monte con certezza da nessuna delle due parti, e risultava pertanto parte integrante della ricerca di design trovare una soluzione.

La prototipazione del T-Stool assieme al gemello digitale si è fondata su diversi approcci dello studio delle proprietà strutturali poiché sono differenti le ragioni per cui è difficile condurre un'analisi agli elementi finiti della ceramica. In primo luogo, ogni impasto di argilla ha specifiche proprietà e, per garantire che le proprietà siano adeguate al manufatto, è necessario realizzare un certo numero di provini per simulare adeguatamente il comportamento del materiale a flessione, tensione e compressione. In secon-

do luogo, il T-Stool è molto differente da un modello consolidato di seduta, ad esempio una sedia, e questo significa che i carichi standard di progettazione delle sedute prodotti dalla simulazione potrebbero essere alquanto approssimativi. Infine, le tensioni determinate dalle fasi di produzione possono essere più significative di quelle legate alla forma, circostanza divenuta evidente solo nel processo di essiccazione e cottura del T-Stool. Durante il processo ceramico l'argilla è soggetta ad almeno quattro diversi tipi di tensione, ovvero alla deformazione quando è bagnata, al restringimento in fase di essiccazione, alla deformazione plastica dovuta al raggiungimento di temperature elevate e infine al peso proprio, tutte tensioni che variano a seconda delle dimensioni dell'oggetto e della composizione dell'impasto ma che si presentano anche con gradi di intensità differenti nelle diverse fasi del processo. Per queste ragioni, i test sullo sgabello hanno evidenziato uno stato di stress aggiuntivo che l'analisi a elementi finiti non è stata in grado di considerare, poiché l'argilla è passata allo stato di 'leather-hard' sotto lo stress del suo stesso peso.

Prima di avviare la ricerca presso l'EKWC non si conosceva lo spessore ideale della parete esterna del T-Stool. È stata condotta quindi un'analisi preliminare agli elementi finiti impiegando

un modello CAD costituito da un'unica mesh senza spessore per identificare le aree di stress elevato (Fig. 7) dovute a un carico verticale che simulasse il peso di un utente¹¹. Per l'analisi e l'approssimazione del carico¹² è stato usato il test d'impatto di un sedile della Business and Institutional Furniture Manufacturers Association (BIFMA) che prevede l'utilizzo di un sacchetto di 136 kg e 40,6 cm di diametro lasciato cadere da un'altezza di 15 cm. Poiché a causa delle limitazioni del software non è stato possibile fare un'analisi dinamica dell'impatto, allo sgabello è stato applicato un carico statico di 1.360 kg stimato come equivalente del carico dinamico¹³: in un primo test le deformazioni rilevate nei due prototipi con spessore di parete di 2 cm e 2,54 cm¹⁴ sono state rispettivamente 0,3 mm e 0,18 mm.

Anche se a causa della natura approssimata del carico applicato e delle proprietà del materiale non era possibile mappare con precisione la reale entità e distribuzione delle sollecitazioni, i risultati del test sono stati utilizzati per individuare i punti in cui le tensioni erano più elevate, informazione questa che sarebbe tornata utile nella fase di pressatura dell'argilla nello stampo; i piccoli sottosquadri e i cantilever alla base dello sgabello sono risultati i punti sottoposti alle sollecitazioni maggiori, punti che comunque non rendevano necessarie modifiche significative della forma dello sgabello progettato. La fase successiva dello studio ha previsto un incontro con i consulenti tecnici dell'EKWC i quali, sulla base di alcune caratteristiche del prodotto – livello di levigatezza della superficie, tipo di finitura dello smalto, lavorabilità dell'argilla e dimensione e forma del positivo (Fig. 8) – hanno ipotizzato uno spessore medio finale delle pareti esterne, dopo la cottura, di 1 cm.

L'elevato grado di curvatura interna degli sgabelli ha richiesto un'attenta verifica dello spessore dell'argilla dopo la pressatura per accertarne l'uniformità in ogni parte dello stampo, ciò al fine di mitigare le tensioni differenziali che potevano generare lesioni durante la fase di essiccazione. Nel primo prototipo realizzato sono state rilevate, vicino alle estremità a sbalzo e sotto la sezione centrale della base, due serie di piccole lesioni di circa 3 cm di lunghezza che sono state imputate al processo di essiccazione: le lesioni si trovavano leggermente al di sotto delle zone in cui l'analisi a elementi finiti indicava una tensione elevata, dove cioè l'argilla era in tensione per il peso proprio dello sgabello, che esercitava una forza dall'alto. Per contrastare questo fenomeno durante la fase di essiccazione sono stati previsti dei supporti da fornace (controforme in argilla ottenute dal modello digitale), posizionati all'interno dello sgabello per consentirgli di sopportare la cottura fino a 1.280 °C senza crollare.

Formatura: stampi in gomma siliconica composita per lo stampaggio a pressione della ceramica

Per spiegare le innovazioni introdotte durante il processo di realizzazione dello stampo è necessario illustrare le criticità affrontate dal gruppo di lavoro. Realizzare il T-Stool usando i tradizionali stampi in gesso risultava proibitivo a causa delle dimensioni dell'oggetto poiché, se il gesso è ideale per assorbire l'umidità dall'argilla è anche un materiale con un certo peso specifico che necessita di giorni per indurir-

si. La seconda limitazione deriva dalla forma stessa del T-Stool: mentre la maggior parte degli oggetti funzionali in ceramica sono progettati con forme concave o convesse per rimuovere facilmente lo stampo senza danneggiare l'argilla¹⁵, il T-Stool è una superficie con una forma complessa che alterna curvature concave e convesse, producendo sottosquadri che impediscono la rimozione di uno stampo composto da due o quattro parti. Per ovviare al problema, è stato realizzato uno stampo composito con due componenti: uno strato esterno rigido costituito da una pasta epossidica leggera in due parti, rinforzata con fibre (5 mm di spessore), e uno strato interno flessibile di gomma siliconica blu (3 mm di spessore). Lo strato epossidico rigido, color oliva, comunemente chiamato 'master-mold' poiché mantiene il silicone in posizione, agisce come substrato rigido contro cui pressare l'argilla. La forma dello sgabello ha richiesto che lo stampo in gomma siliconica fosse costituito da diciotto parti composite, o nove parti per metà (Fig. 9), mentre le parti esterne in resina epossidica fossero posate in opera sul posto, ad eccezione dei pezzi centrali più piatti che sono stati prefabbricati in stampi di plastica, usando i profili estratti dal gemello digitale.

Per ancorare saldamente lo stampo in silicone e quello epossidico¹⁶ è stato impiegato un sistema di corde (gialle e arancioni) dotate di blocchi a sfera (Fig. 10). Quando si procede con la rimozione dello sgabello dallo stampo è possibile piegare e staccare lo strato di silicone per rimuoverlo dall'argilla senza dover fare affidamento sui precisi angoli di estrazione che si rendono necessari nel caso degli stampi in gesso. Tuttavia, l'utilizzo di stampi in gomma siliconica per la ceramica ha anche un risvolto negativo: a differenza del gesso, gli stampi in silicone non assorbono acqua e pertanto sono necessari calore e ventilazione aggiuntivi per permettere all'argilla di raggiungere la consistenza desiderata.

Prima del 2012 all'EKWC erano stati testati stampi in gesso, ma erano aperti e per oggetti più piccoli, molto diversi dal T-Stool che presenta una forma molto complessa¹⁷. Grazie al fatto che la gomma siliconica si può applicare a pennello o sversare, è stato sviluppato un metodo affidabile per ottenere uno spessore uniforme, modellando prima uno strato di 3 mm di argilla sulla superficie del positivo e poi stendendo la pasta epossidica in modo da formare uno strato di 5 mm sopra l'argilla. A seguito di indurimento dell'epossidica, è possibile procedere con la rimozione di entrambi gli strati, rimettendo al suo posto l'epossidica e lasciando una cavità di 3 mm per sversare il silicone liquido (Fig. 11). Si tratta di un metodo vantaggioso poiché permette di modellare il silicone con spessore superiore ai 3 mm nei bordi dello sgabello dove è utile nella fase di rimozione dello stampo.

Vi sono una serie di aspetti da considerare nella progettazione di uno stampo composito; è infatti opportuno: 1) progettare nel minor numero possibile di pezzi; 2) renderlo ermetico nelle sue giunture; 3) minimizzarne il peso massimizzando la sua resistenza; 4) fare in modo che l'argilla possa essere pressata dall'interno dello stampo, e quindi ritirarsi dallo stampo piuttosto che restringersi su di esso (Fig. 12); 5) lavorare e applicare l'epossidica con ancoraggi e prese in

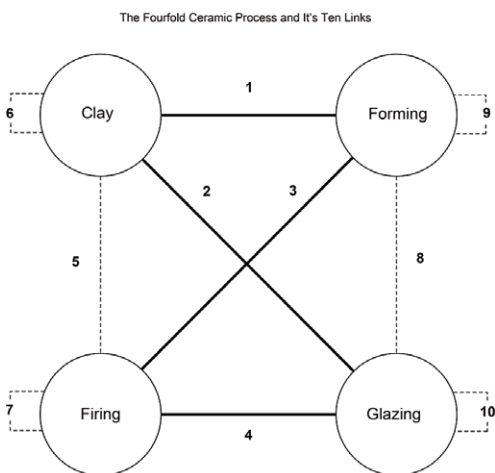


Fig. 5 | The Fourfold Ceramic Process and its Ten Links. This world is modeled after Graham Harman's fourfold structure 'The Ten Possible Links' in The Quadruple Object.

Fig. 6 | T-Stool, the clay is rolled into slabs and prepped for pressing. Flax fibers are added to the clay recipe to increase the tensile strength of the clay as it dries, while the cellulose pulp allows the clay particles to pack tightly (credits: Sundaymorning@ekwc; photo by author, 2013).

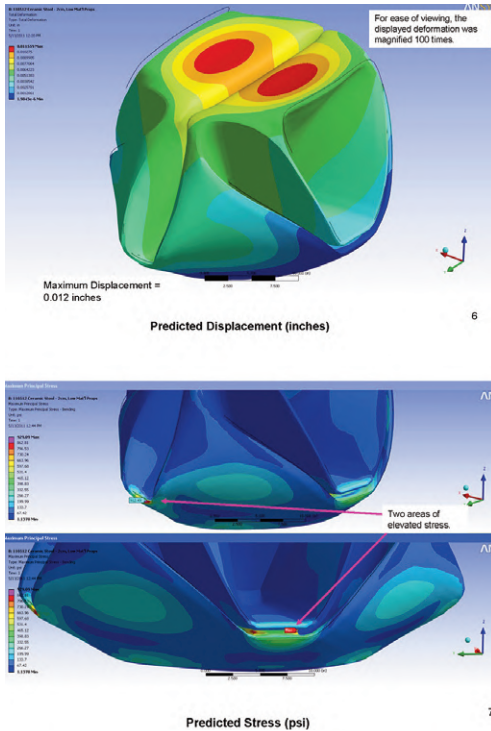


Fig. 7 | T-Stool, preliminary Finite Element Analysis: predicted displacement of the ceramic, and the predicted stress (psi), of the ceramic, based upon a 2 cm sidewall (credit: A. Deskevich, 2012).

Fig. 8 | T-Stool, Computer Numerically Controlled (CNC) milled urethane foam positive used to produce the rubber press mold (2012); T-Stool, pressing in the clay on the interior of half of the rubber mold: the corners are first filled in with clay 'sausages'; then slabs are laid in and blended into the neighboring slabs to produce a uniform layer of clay (credits: Sunday-morning@ekwc; photo by author, 2012).



modo che la si possa rimuovere facilmente (Fig. 13); 6) progettare per lo smontaggio in modo tale che possa sostenere l'argilla fino alla rimozione delle ultime parti. In questo senso, il digitale svolge diversi ruoli importanti, permettendo il trasferimento di informazioni dal modello allo stampo (Fig. 14): il gemello fornisce infatti misure e tracciamento di curvature impossibili da rilevare all'occhio umano, in particolare di quelle concave della superficie dello sgabello, nascoste alla vista. Per il T-Stool, al fine di semplificare il calcolo degli angoli di imbutitura, sono state realizzate delle maschere dai file digitali utili a verificare l'eventuale contatto tra le parti dello stampo e l'argilla in fase di ritiro. Il gemello digitale è tornato utile anche per calcolare la distribuzione della cavità dello stampo nello spazio, in modo che la camera dello stampo fosse completamente riempita e non si formassero sacche d'aria.

Il gemello digitale è tornato utile anche per 'automatizzare' alcune procedure di produzione, ad esempio rendere naturale l'azione ripetitiva di sversamento del silicone liquido o gestire la forza dell'operatore durante lo smontaggio dello stampo, contribuendo così a definire una prassi che renda la produzione dell'oggetto efficiente e la sua esecuzione più 'comoda'. Citando Canguilhem (1992), May (2017, p. 23) traccia una connessione tra l'automazione e il corpo umano «The electrical automation of post orthography is in no way 'thoughtless'. It simply reformats acts of thinking, displacing them to different arenas. Automation has never been a simple matter of passing labor from humans to machines; it has always involved the enmeshment of consciousness and gestural habituation within processes that are internal neither to the organic nor to the machinic but instead reside within both cate-

gories simultaneously. It has always relied on deeply practical 'theories of organic extension,' best understood through a 'biological philosophy of technique'».

Per favorire l'evaporazione dell'argilla pressata nello stampo è stata messa a punto una procedura che prevedeva il riscaldamento dello stampo con un sistema di serpentine flessibili (Fig. 15) e una ventilazione forzata (tramite un semplice ventilatore) della parte superiore ancora non sigillata ma coperta con della plastica per far condensare il vapore acqueo e smaltire l'acqua superficiale ogni sei ore. In fase di essiccazione, l'argilla restringeva il proprio volume approssimativamente del 6-8% mantenendo, senza lesionarsi, l'aderenza allo stampo in silicone (Fig. 12). Dopo 72-80 ore, lo stampo era pronto per essere capovolto e rimosso, ma, prima di procedere con questa operazione, le cavità dell'argilla è stata riempita con perline di polistirolo – una nuova metodologia sviluppata all'EKWC – per evitare che il vaso di argilla si deformasse e si afflosciasse sotto la forza del suo stesso peso.

Il progetto dello stampo ha quindi rappresentato qualcosa di più della semplice realizzazione di uno strumento – è diventato il mezzo, il 'canale delle cose' attraverso cui sono transitate tutte le informazioni, l'esperienza, il modello digitale e l'argilla. Keller Easterling (2021, p. 10), nelle sue riflessioni sul 'medium design' e su ciò che chiama i 'protocolli di interazione', scrive che «[...] the intent of designing interplay is not to fix positions but to initiate interactivity – to disrupt loops and boundaries». Per l'argilla, lo stampo è una forza dirompente e innaturale, un apparato di protocolli che interrompono e mettono in pausa l'inerzia dell'argilla in modo da plasmarla, senza che subisca danni, nella forma del T-Stool. Easter-

ling (2021, p. 12) lo descrive al meglio: «Medium design, like pool, is 'indeterminate in order to be practical'».

Lo stampo è un artefatto nato dalla convergenza di istanze differenti che riescono a trovare soluzioni ai problemi di adesione, collasso, ritiro e umidità che emergono nel corso del processo¹⁸; per contrastare queste 'forze' sono stati utilizzati dei controagenti esterni, ovvero oggetti quali un mattarello, la plastilina di cera d'api, una pellicola adesiva per mascheratura, una piastra vibrante, l'olio di girasole, ma anche bastoncini assortiti e stuzzicadenti, un nastro, delle spugne, presse per fogli di plastica porosa, un ventilatore elettrico, alcune bobine per il riscaldamento degli acquari, perline di polistirolo, un foglio di compensato forato, un'aspirapolvere, sabbia da forno, mobili da forno per argilla (progettati usando il gemello), cinghie a cricchetto, un'altalena da stampo sospesa da un muletto, borse di vino gonfiabili, teli di plastica e piastre elettriche.

In Vibrant Matter, Bennett (2010, p. 34) afferma che un assemblaggio deve la sua capacità alla vitalità delle materialità che lo costituiscono, alla 'forza associativa' o 'Shi' che secondo Jullien (Bennett, 2010, p. 35) aiuta a mettere in luce il potenziale che trova origine non nell'iniziativa umana ma nella disposizione stessa delle cose; lo 'Shi' di un assemblaggio è cangiante, «[...] it is the mood or style of an open whole in which both the membership changes over time and the members themselves undergo internal alteration». Secondo Easterling (2021, p. 27), «It would be impractical to say that you know everything about the shifting banks and shoals of a river, but you might 'know how' to navigate this changing fluvial landscape»; è all'interno

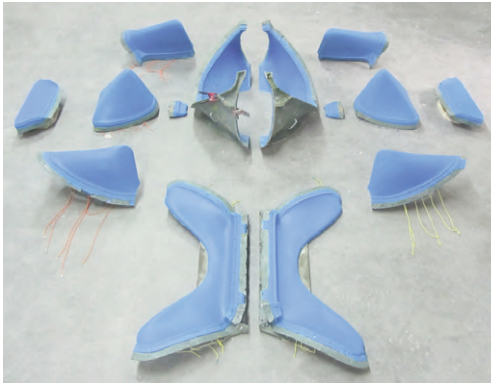


Fig. 9 | T-Stool, the composite epoxy and rubber mold for press molding (credits: Sundaymorning@ekwc; photo by author, 2012).

dell'argomento di Gilbert Ryle 'contro la divisione cartesiana mente-corpo' che Easterling colloca il significato del sapere come know how.¹⁹

Conclusioni: il processo ceramico ed i suoi dieci collegamenti | I quattro poli del processo ceramico (la composizione dell'impasto, la formatura, la cottura e la smaltatura, considerando il processo di essiccazione come parte del processo di formatura) sono stati rappresentati nel diagramma di Figura 5 che mostra il vettore lungo il quale l'argilla passa da umida a secca e da argilla a ceramica in un processo irreversibile. Prendendo in considerazione il T-Stool, è possibile valutare la sua 'techne' – ossia la sua creazione – in base alle interazioni tra i quattro poli, ciascuno dei quali può essere riconfigurato in base alle necessità. Per esempio, l'argilla è un composto contenente silice, fibre organiche e aggregati, tutti elementi funzionali a formare legami all'interno del processo di essiccazione, ma il cui dosaggio ne condiziona la coesione, la lavorabilità e la resistenza alla trazione.

La concettualizzazione del processo prevede che il progetto interagisca con soli tre dei quattro poli ma contemporaneamente: lavorare su un polo della triade produce effetti sugli altri due, con vantaggi per la progettazione del gemello digitale del quale è più facile immaginare una ottimizzazione se si sostituisce il quarto polo con una rappresentazione virtuale al fine di testare scenari diversi. All'esterno dei poli e dei rispettivi collegamenti vi è una costellazione di oggetti e strumenti che interagiscono con il processo ceramico per minimizzare il rischio attraverso una varietà di canali digitali, manuali, fisici, chimici e termodinamici, intermediari in grado di sintonizzare, regolare o interrompere l'inerzia dell'intero assemblaggio, tutte condizioni uniche per un processo ceramico che può essere alterato attraverso la presenza del digitale. In sintesi, il gemello digitale 'comprime' in un minor numero operazioni manuali, fasi del processo e strumenti, fornendo al contempo maggiore precisione e superando i limiti tecnici della stampaggio a pressa di gusci ceramici per oggetti cavi, normalmente considerati troppo difficili da realizzare con le tecniche tradizionali.

Il T-Stool in silicone rappresenta quindi una innovazione delle tecniche tradizionali di produzione di oggetti in ceramica sebbene applicazioni simili siano riscontrabili nel settore delle co-

struzioni per la modellazione di elementi in calcestruzzo e piani di lavoro. Il successo del T-Stool dimostra che è possibile realizzare curvature complesse con lo stampaggio a pressa della ceramica e la fabbricazione digitale, senza dover ricorrere a una produzione industriale su larga scala; inoltre l'oggetto prodotto ha consentito di verificare che le curvature delle superfici hanno impedito quella deformazione del manufatto che solitamente si verifica durante la cottura di un vaso cavo in gres: il T-Stool, infatti, si è compresso solamente di 1 cm durante la cottura a 1.060 °C, meno del 2% della sua altezza totale, mantenendo le qualità tattili ed estetiche previste in progetto. Il caso del T-Stool dimostra che per alcune applicazioni, grazie alla sua minore impronta di carbonio, la ceramica può costituire una valida alternativa al cemento, lasciando spazio a possibili nuovi campi applicativi e sperimentazioni con altri materiali di terra: espressione di una 'ceramica digitale', esso si colloca tra il regno tecnico e la conoscenza consolidata, sapiente mix tra desiderio di evolvere il linguaggio della ceramica e dei materiali di terra e di sfruttare le potenzialità analitiche e formali della tecnologia digitale.

For centuries the malleability of clay and its impressionability have made it a valuable medium for preserving history, and culture through the iconographic and utilitarian features of architecture and design. The ecological imperative to find low carbon alternatives to concrete is driving innovations that leverage the formability of earthen materials using state-of-the-art technologies. Ceramics, for example, are durable, waterproof and non-flammable, and include a wide range of architectural applications (such as cladding systems, roofs, walls, floors, screens, fixtures) and landscaping applications, since clay is a resource that is available worldwide and can be processed and used close to where it is sourced, thus minimizing its transportation footprint. The end of life for ceramics includes reuse, recycling, or landfill, with some ceramic elements employing up to 70% post-consumer waste (Bechthold, Kane and King, 2015). Discarded ceramic can be ground up and reused as grog, a ceramic aggregate that is added to clay bodies to increase their tensile strength. The energy 'cost' associated with producing ceramic and terra cotta is lower than that associated with metals, cement and glass, and the amount of carbon dioxide generated per ton of product is less than glass or cement (Carty, 2019). On the other hand, ceramic is a heavy and brittle material, which performs better in compression than in tension, shrinks during drying and firing, and requires labor-intensive production.

Advancements in digital fabrication and digital kilns are now making it possible to develop specific applications that include the design of custom ceramic elements, also in large quantities, therefore transforming the traditional production method – focused on axial extrusions, uniform draft angles, or flat tiles – into a new process where elements are no longer governed by the convex or concave curvatures associated with the draft angles of rigid molds or by spinning clay on a wheel. Digital design and produc-

tion of ceramic elements have expanded to include other relevant forms of hybrid mold making that include the use of silicone rubber molds for press-molding where large draws or undercuts are integral to the part. In this hybrid application of manual and digital techniques, craft-based methods tend to be more accommodating of variability than industrial forms of mass production that rely on strict uniformity, repetition and quality control.

Architects are also developing new ways to combine digital technology with local materials and construction techniques, and among these are those which employ clay, especially due to its thermohygroscopic properties¹. Recently, the TECLA 3d printing system was used to print a house entirely from earthen materials paving the way for raw earth to become a viable resource for constructing emergency housing²: the thermodynamic properties of earthen materials combined with the productive peculiarities of 3D printing allow for the creation of full scale, on-site bio-constructions, without the need for formwork. By introducing earthen models as a tool for participatory design, raw earth is a medium that allows architects and communities to participate in the design of the built environment through a shared kinship with mud-based construction techniques. The last decade has ushered in new opportunities for on-demand manufacturing including 3d ceramic printing and CNC extrusion, formats which however present new challenges, such as reduced bond strength and the addition of resins for curing.

A Case Study for Digitally Assisted Ceramics

| The T-Stool originated in the physical realm as a folded surface model, and it is named after its unique cross-sectional profile that resembles a folded 'T'³, a design that was inherently perplexing, regardless of the space or medium that it resided in. Novel digital surfacing methods were adopted to realize the stool in the digital environment and to produce it in ceramic (Russo and Mueller-Russo, 2012; Fig. 1), also in view of the difficulties presented by the size of the object, measuring 102 cm l. x 60 cm h. x 79 cm w. (Fig. 2). The T-Stool was made during a research residency at the European Ceramic Work Centre (EKWC), by bringing together a team from architecture, digital design, and industrial design, to work with experts in mold making, clay bodies, press-molding, firing, and glazing. The collaboration allowed for decisions in one realm of the processes to incorporate the needs of the other specialists down the line, and this was facilitated by the ability to 3d print and share replicas of the stool. The specialization was most evident in the design of the mold as it facilitated all of the other phases of work including its staging during the ceramic process.

Many questions initiated the design research. Could the stool be achieved in ceramic as a pure shell – without any internal supports – and if so how thick would the sidewall need to be? What is the best way to construct a lightweight press-mold, for ceramic, given the curvature of the surface? What does the introduction of a digital twin afford during the ceramic process? What is to make of this new 'oddkin' that has inherited the material vibrancy and natural curvature of

synthetic sheets, the weightlessness of digital technology, and the plasticity of clay?⁴ More than the twin, the T-Stool is tentacular; in its capacity to consolidate expertise, and it was achieved, to borrow Haraway's phrase, by 'staying with the trouble', that arises between the structural integrity of the surface, the clay's properties, and the weightless realm of digital representation (Haraway, 2016).

It should be stated that what is sought in the design of the T-Stool is to not allow the technology to govern the aesthetic of the work the way 3D printing can, as this tends to colonize ceramic know-how, history, craft, and skill, for the sake of efficiency. Instead the intent was to maintain a level of ambiguity between the presence of the real and the digital, and to unparent this 'oddkin' from its master in order to push the clay into a formation that it could only achieve in commune with the digital. More simply, this disposition between the digital and the real changes the perception of what is possible by pushing the clay to perform in ways that are traditionally considered impossible or too risky to pursue.

In view of the above considerations, this paper will discuss in detail the mediums and tests that were conducted to answer these questions, as well as the methodologies that were developed to design the silicone rubber molds for press-molding over the course of two research residencies at the EKWC in 2012-13. To consolidate the various phases of the mold research a digital twin aggregate (DTA) was produced from the project archives in 2020⁵ (Grieves, 2019). In this case, the aggregate is an archive that consolidates the digital model with all of the previously unknown mold details that were developed during the making of the T-Stool (Fig. 3, 4). The paper will conclude with a framework that identifies the linkages and the interactions between the four poles of the ceramic process: the clay, the forming, the ceramic, the firing and the feelers through which digital technology enters these domains (Fig. 5). This fourfold structure consists of two 'overlapping dualisms': clay and forming with firing and glazing.⁶

The Ceramic Process | The ceramic process includes five parts; the clay body, forming, drying, firing, and glazing⁷. It is important to add that the process unfolds with respect to the transformation of the clay, and its ability to release moisture over time with a speed that can be suspended or accelerated depending on need and on the nature of the object to produce; for the T-Stool, the drying was mediated through the design of the mold. The definition of ceramic varies depending upon the discipline, but for the purpose of this discussion, it is defined as «Ceramics: made out of minerals with a varying composition and dubious purity being exposed long enough to a (non-measurable) treatment of heat in order to let unknown reactions take place, whereby heterogeneous compounds are formed» (Reijnders and European Ceramic Work Center 2005, p. 17). Additionally, we are reminded that «This man-made material – ceramic – had properties similar to stone, but was easier to shape and work while soft compared to the tremendous effort of chiseling and shaping stone» (Bechthold, Kane and King, 2015, p. 12).

These definitions identify two distinct realms for interacting with the clay, through channels that are intensive to it, (minerals, purity, moisture, softness, etc.) and channels that are extensive to it (work, shaping, heat, man-made, etc.)⁸. The use of the terms, 'dubious', 'non-measurable, and 'unknown reactions' belong to a speculative discipline where the uncertainty beckons for recipes, samples, and test bars to 'standardize expecta-

tion and eliminate risk'⁹. If the first order of the digital is its capability to transfer unlimited copies of itself, its second role in the process is something that it shares with the recipe, and that is its ability to offer the illusion of certainty (Fisher, 2005). A ceramicist knows that making two identical ceramic objects is not only an unreasonable expectation but is also counter to the 'treatment of heat' and the 'heterogeneous compounds'

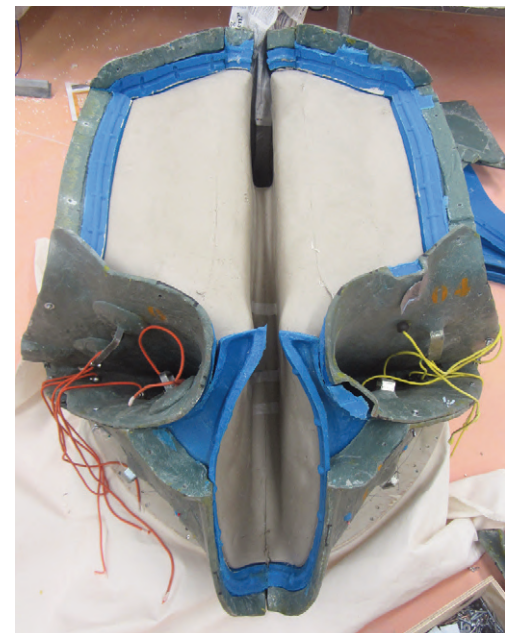
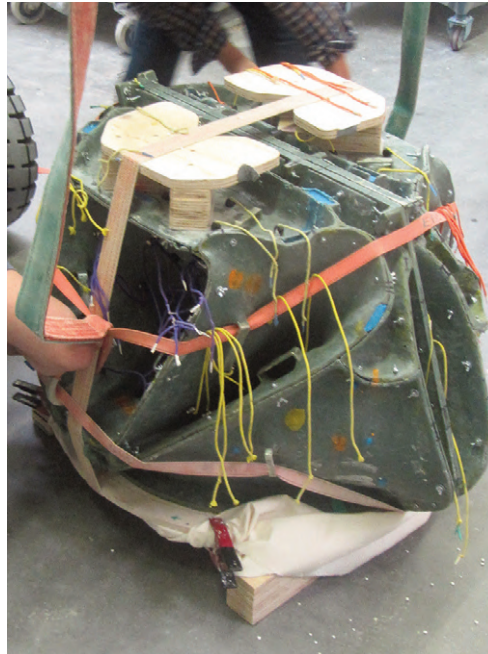


Fig. 10 | T-Stool, the epoxy (olive color) mother-mold provides anchorage for rigging and handles for demolding; the mold is flipped into the upright position by suspending it in the stirrups; the yellow ball cords are used to secure the rubber against the mother-mold (credits: Sundaymorning@ekwc; photo by author, 2013).

Fig. 11 | To protect the surface of the positive thin plastic sheet is used; the 3 mm cavity for the rubber mold is modeled in clay, and then the epoxy for the mother-mold is applied; the clay is removed leaving a cavity for the rubber to be poured into; this method of modeling the rubber cavity produces a more uniform result than brushing on the rubber; the flange for the mold part is visible in yellow (credits: Sundaymorning@ekwc; photo by author, 2013).

Fig. 12 | T-Stool, a detail of the rubber mold after the clay has begun to shrink 3-4 mm between the arrows over several days; moisture collects on the rubber surfaces and must be evaporated from the mold in order for the clay to reach the leather-hard state (credits: Sundaymorning@ekwc; photo by author, 2013).

Fig. 13 | T-Stool, the central portion of the mold has been removed; ball cords provide a means to release the rubber jacket from the epoxy mother-mold; as the mold is removed any visible seams or divots in the surface are removed manually (credits: Sundaymorning@ekwc; photo by author, 2013).

Digital Interfaces Within the Ceramic Process

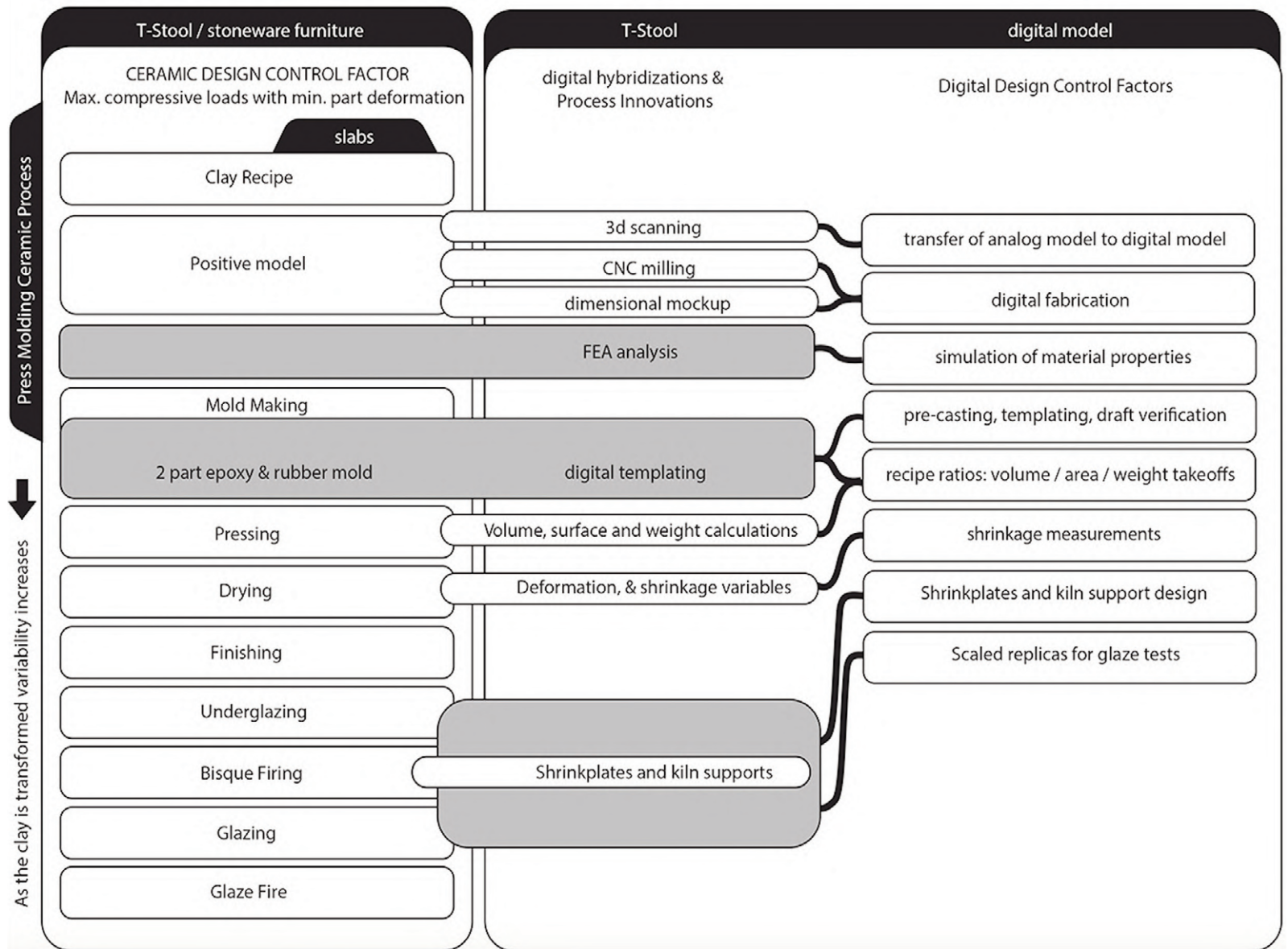


Fig. 14 | The press molding processes for the T-Stool: touchpoints indicate where the digital model is linked to the ceramic process; areas in grey indicate where the digital twin has led to innovations in the ceramic process.

that initiate individuation. The allure of ceramics and their glazes is their intractability, and while there may be one parent there are naturally many kin (Fig. 2).

The Clay Body Recipe | Matching the appropriate clay body to the work is an important part of the process that affects its strength, workability, and the final appearance of the glaze. However, to achieve a smooth glaze, it is necessary to keep the china clay aggregate as small as possible so that they are not visible on the surface. A good clay body needs to pack well, and therefore it needs to be a proper mix of small, medium, and coarse clays. A clay body for press-molding is a unique substance that is proportioned according to the size, finish, color, and strength of the work, with larger work requiring coarser clay.

For the T-Stool the recipe consists of 80-100 kilos of clay per stool, with the following ingredients: 46% fine stoneware clay, 26% course

stoneware clay, recycled china clay (aggregate or grog), 16% course grade, 12% medium grade, 0.5% recycled paper pulp (cellulose) and 0.3% flax fibers. The ingredients are combined in an industrial mixer, extruded, and kneaded by hand to remove the air, and rolled into uniform slabs. In anticipation of a final sidewall thickness of 7-10 mm after firing, and 13 mm, when pressed, the clay was prepared in slabs 16 mm thick x 400 mm x 400 mm, that were wrapped in plastic and set aside in a wet room (Fig. 6). This variation in thickness accounted for the compaction of the clay as it was pressed into the mold and the shrinkage of the ceramic by 10-12% during the firing. For the purposes of pressing, the clay needs to be fine and at its most plastic state- not 'short' or stiff, and this requires that the work be pressed in one session (80-100 kg), lasting about 20 hours, whereas during the drying phase, the clay needs to be able to contract and stretch, but not crack. The cellulose makes the clay body sticky while providing a network for the

fine clay to adhere to, thereby improving the tensile strength of the clay. To combat the larger stress differentials that come with uneven drying and shrinkage, flax fibers are used to increase the 'green strength' of the clay during the drying phase, and like the cellulose, they combust during the firing (Bechthold, Kane and King, 2015).

While the T-Stool was designed not to lose its shape during firing, it was not possible to fully anticipate the deformation of the stool due to its folded morphology; to understand and observe the impact of deformation, the only possible procedure was to fire it at different temperatures. It was determined that a low bisque fire of 1,060 °C was a safe temperature that would minimize the deformation within 1 cm on the vertical axis, not relevant enough to warrant a lower temperature. This temperature, however, is too low for vitrification¹⁰ and therefore a second glaze fire, and a third luster fire (1,280 °C) were required for the platina finish.

Finite Element Analysis of Ceramic: Digital Simulations vs. Tacit Know How

| The ability to perform a conclusive finite element analysis (FEA) encountered skepticism from both sides: from an engineering perspective it was unclear how to relate the analysis of the stool to an equivalent type of furniture test without making an approximation, and for the ceramicists, who have years of tacit knowledge sizing up the thickness of large works, it was difficult to imagine how an analysis could adequately predict how the ceramic would behave without first establishing the clay body, forming it, and then firing it. In both cases, the T-Stool could not be fully reduced with certainty from either side, and finding a way through the impasse was integral to the design research.

Prototyping the T-Stool in conjunction with the digital twin included different approaches to study its structural properties, since there are several reasons why conducting a finite element analysis of ceramic is difficult. Firstly, each clay recipe has its own properties and, in order to ensure that the properties are correct, several stoneware clay test bars are required to adequately simulate the material in bending, tension, and compression. Secondly, the T-Stool does not conform to a formalized model of seating, like a chair, and this means that standard seating design loads could only be approximated when conducting a simulation. Finally, the production stress can be more significant than the design loads, and this only became evident in the process of drying and firing the T-Stool. The clay is subject to at least four different types of stress in the ceramic process: deformation when it is wet, shrinkage when it dries, plastic deformation when it reaches a high temperature, and finally, a concentrated design load. Depending upon the size of the work and the clay recipe, different works are vulnerable to different degrees of stress at different times in the process. For these reasons, the fired ceramic tests of the stool exposed additional stress that the analysis was unable to account for as the clay transitioned to the leather-hard state under the stress of its own weight.

Before the start of the residency, it was unclear how thick the ceramic sidewall of the T-Stool would need to be. For the purposes of comparison, a preliminary finite element analysis was performed on the mesh to identify the areas of elevated stress (Fig. 7). The CAD model was a single mesh with no thickness- the thickness was provided by the finite elements. According to the report, «The purpose of these analyses was to examine the stresses in the part as a result of a vertical load, simulating a user's weight»¹¹. For the purpose of this analysis, the Business and Institutional Furniture Manufacturers Association (BIFMA) seat impact test was used to approximate the load¹². «This test consists of a 136 kg bag, 40.6 cm in diameter, dropped from 15 cm above the seat. Due to software limitations, a dynamic impact analysis could not be simulated; therefore, an estimated static load of 1,360 kg. was applied to the stool. This value represents an estimated static equivalent force and was therefore applied to the model for these analyses»¹³. «For an initial comparison, two different wall thicknesses were in-

vestigated in order to compare the deformation; [...] 2 cm and 2.54 cm»¹⁴. The maximum displacements of the 2 cm and 2.54 cm models were 0.3 mm and 0.18 mm, respectively.

Although an exact prediction of the stresses and part performance was not possible due to the estimation of the applied load and the material properties, the results of these analyses were used for comparison purposes and to better anticipate where the stress is elevated, having a sense of where the problematic areas resided was useful when pressing the clay into the mold. The analysis did identify that the small undercuts and cantilevers at the base of the stool were under the largest stresses, but no significant change to the form of the stool was required prior to its fabrication. After discussions with the technical advisors at the EKWC, several other considerations had to be taken into account: the level of smoothness of the surface, the type of glaze finish, the workability of the clay, and the size and shape of the positive (Fig. 8). Given these considerations, and the experience of the experts involved, it was decided to target a final average wall thickness of 1 cm, after firing.

Due to the nature of the stool's high degree of internal curvature, the thickness of the clay was surveyed after it was pressed into the mold to verify that the corners and all of the faces received the same thickness of clay throughout the mold, an important step in mitigating differential stress and limiting cracks from occurring during the drying phase. With the first full prototype of the stool in clay, two sets of small cracks, roughly 3 cm in length, emerged near the can-

tilevered ends and underneath the center section of the base during the drying phase. It was determined that these were the result of the drying process and not a consequence of the wall thickness. While the cracks were very close to where the FEA analysis indicated elevated stress, both sets of cracks were below these regions, where the clay was in tension due to the weight of the stool exerting force from above. To combat this, subsequent refinements were made by placing kiln furniture, a type of clay counter form made using measurements obtained from the digital model, within the base of the stool to provide additional support while it dried, and to allow the stool to be fired up to 1,280 °C without settling.

Forming: Composite Silicone Rubber Molds for Press-Molding Ceramic

| In order to explain the innovations that were made during the mold-making process it is necessary to understand the nature of challenges that the team faced. Realizing the T-Stool using traditional plaster molds was prohibitive due to the size of the object, since, while plaster is ideal for wicking away the moisture from the clay, it is also heavy and takes days to cure. The second limitation stems from the form of the T-Stool itself: while most functional ceramic objects are designed so that they are either concave or convex, allowing the mold to be easily removed without damaging the clay¹⁵, the T-Stool is a folded surface, and its curvature alternates between convex and concave, thus producing undercuts that prevent the mold from being removed in hemi-

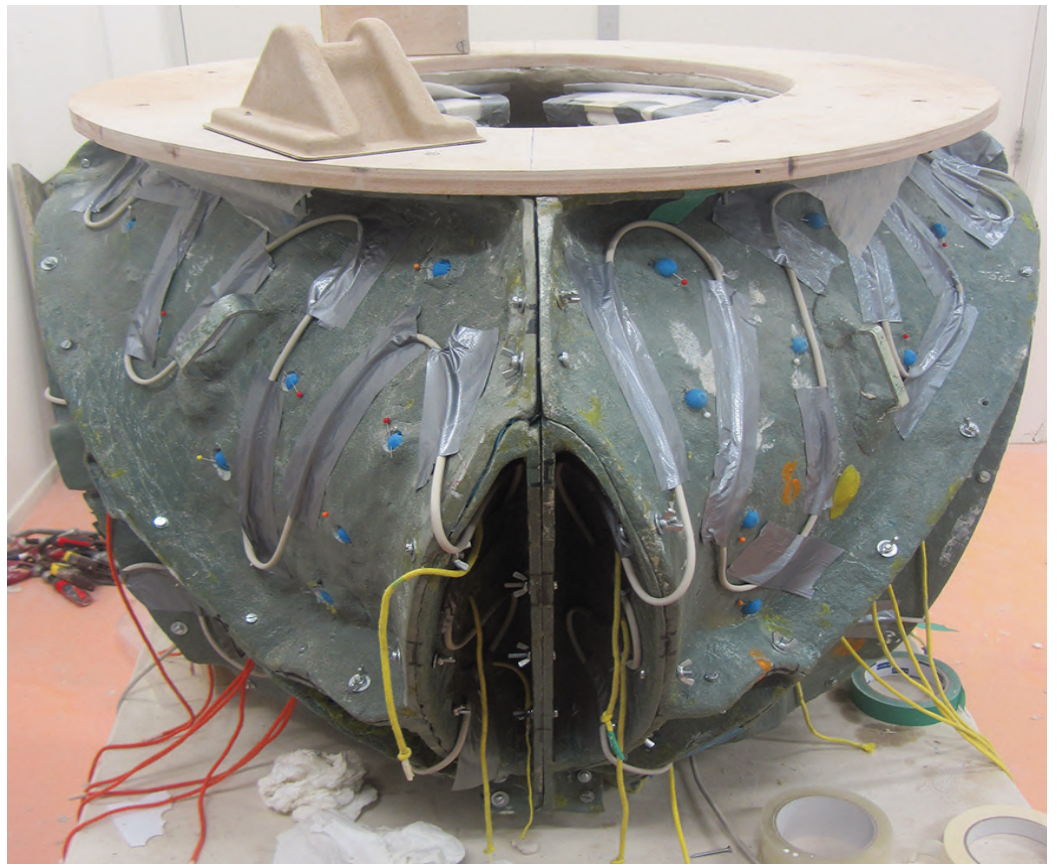


Fig. 15 | T-Stool, once the two halves of the mold are joined the epoxy is temporarily outfitted with electric heating coils to accelerate the drying of the clay until it reaches the leather-hard state (credits: Sundaymorning@ekwc; photo by author, 2013).

spheres or quarters. The solution was to make a composite, silicone rubber press-mold, consisting of two components: a rigid outer layer consisting of a two-part, fiber reinforced, lightweight epoxy-paste (5 mm thick), and a pliable inner layer of blue silicone rubber (3 mm thick). The rigid, olive-colored, epoxy layer is commonly referred to as the 'master-mold' since it holds the silicone in place, and acts as a rigid substrate to press the clay against. Based upon the stool's curvature the mold required eighteen composite parts, or nine parts per half (Fig. 9). The exterior epoxy parts were cast in place while the flatter centerpieces were precast in plastic molds using profiles that were extracted from the digital twin.

To hold the silicone and epoxy assembly together, a system of pull cords (yellow and orange) was cast into the silicone, outfitted with ball-style cord locks to anchor the silicone mold firmly against the epoxy mold¹⁶ (Fig. 10). When the stool is demolded, the inner layer of silicone can be peeled or folded away from the clay without relying on the precise draw angles that are necessary when removing plaster molds. However, there is a downside to using silicone rubber molds for ceramics: unlike plaster, silicone molds do not absorb water, and for this reason, additional heat and ventilation are required so the clay can reach the leather-hard state. While rubber press-molds had been tested at the EKWC on smaller objects prior to 2012, they were mostly on open molds, and they had not been implemented on an object like the T-Stool, which has deep draws and a complex form¹⁷. Since the liquid silicone rubber can be applied by brush or poured, a reliable method was developed to pour the silicone to a consistent thickness, by first modeling a 3 mm layer of clay on the surface of the positive, and then laying up the epoxy paste in a 5 mm layer on top of the clay. After the epoxy was cured, both layers were removed, and the epoxy was put back in place leaving a 3 mm cavity to pour the liquid silicone (Fig. 11). This method is advantageous because it allows for the silicone to be modeled thicker than 3 mm around the nosings of the stool, where a stiffer edge is desirable for demolding.

There are several concerns when making a composite, press-mold: 1) to design the mold in as few pieces as possible; 2) to make it airtight at its seams; 3) to minimize the weight of the mold while maximizing its strength; 4) to make it so that the clay can be pressed from the inside of the mold, and therefore shrink away from the mold rather than shrink onto it (Fig. 12); 5) to machine and embed the epoxy with anchorages and handles so that it can be met with force where needed (Fig 13); and 6) to design it for disassembly in such a way, that it can support the clay until the last parts are removed. To these ends, the digital performs several important roles by allowing for information to be transferred from the model to the mold (Fig. 14): in fact, the twin provides measurements and tracking of the curvature that the human eye cannot detect, specifically when locating the precise angle of the part-lines and on the concave portions of the stool's surface that are hidden from view. To help calculate the draw angles, jigs were made from the digital files to verify if the mold parts would come

in contact with the clay as they were withdrawn. To avoid air pockets in the silicone mold, the twin was used to calculate the reorientation of the mold cavity in space so that the mold chamber would be completely filled.

The twin is also used to automate certain procedures, for example aligning repetitive tasks with the ergonomics of bodily gestures, especially when pouring the liquid silicone, or efficiently leveraging the physical force of the operator during the demolding process, a critical pathway for developing a way to execute labor 'comfortably'. In quoting Canguilhem (1992), May (2017, p. 23) draws a connection between signalization and the body: «The electrical automation of post orthography is in no way 'thoughtless'. It simply reformats acts of thinking, displacing them to different arenas. Automation has never been a simple matter of passing labor from humans to machines; it has always involved the enmeshment of consciousness and gestural habituation within processes that are internal neither to the organic nor to the machinic but instead reside within both categories simultaneously. It has always relied on deeply practical 'theories of organic extension,' best understood through a 'biological philosophy of technique'».

After the mold was pressed with clay, a system was developed to assist evaporation, by heating the mold and incubating the clay through a system of flexible heating coils (Fig. 15), and applying forced ventilation (through a simple fan) over the open mold, not yet sealed but only tented with plastic to collect the water vapor, and remove condensation every six hours. During the drying phase, clay also shrinks roughly six to eight percent, and the silicone provided enough cushion for the clay to move inside the mold without suffering any damage (Fig. 12). After 72-80 hours the mold was ready to be flipped upright and demolded; prior to this, the clay cavity was filled with Styrofoam beads, a novel tactic that had been developed at the EKWC, to prevent the clay vessel from deforming and sagging under the force of its own weight.

The design of the mold involved more than just making a tool: it became the medium, the 'thingly channel' through which, all of the information, the expertise, the digital model, and the clay traveled through. In writing about 'medium design' and what she calls the 'protocols of interplay,' Keller Easterling (2021, p. 10) writes: «[...] the intent of designing interplay is not to fix positions but to initiate interactivity – to disrupt loops and boundaries». For the clay, the mold is a disruptive, and unnatural force: an apparatus of protocols that disrupt, and pause the clay's inertia so that it comes to rest without harm in the form of the T-Stool. Easterling (2021, p. 12) describes it best: «Medium design, like pool, is 'indeterminate in order to be practical'».

The mold is an apparatus that arises from all of the individual interests, differentiating itself thanks to the interaction and the ability to tune, however, representing an ideal medium by virtue of the ability to solve the problems of adhesion, deflection, shrinkage, and moisture that emerge during the process¹⁸. These forces were combatted using a number of external counteragents, a laundry list of dissonant objects, which were deployed sequentially; rolling pin, Beeswax Plas-

ticine, clay, adhesive masking film, an exercise vibration plate, sunflower oil, assorted sticks, toothpicks, Magic Tape, sponges, porous plastic sheet presses (culled from the twin), an electric fan, aquarium heating coils, a horde of Styrofoam beads, plywood with a hole, a vacuum cleaner, kiln sand, clay kiln furniture (designed using the twin), ratchet ties, a mold swing suspended by forklift, inflatable wine bladders, plastic sheeting, and electric hotplates.

In *Vibrant Matter*, Bennett (2010, p. 34) pinpoints the unique agency of an assemblage, «[...] An assemblage owes its agentic capacity to the vitality of the materialities that constitute it. Something like this congregational agency is called 'Shi'». Quoting Jullien (Bennett, 2010, p. 35), «[...] 'Shi' helps to illuminate something that is usually difficult to capture in discourse: namely the kind of potential that originates, not in human initiative but instead results from the very disposition of things; [Bennett adds that] the 'shi' of an assemblage is vibratory; it is the mood or style of an open whole in which both the membership changes over time and the members themselves undergo internal alteration». Similarly, it is within this disposition of things that one finds latent potential, «It would be impractical to say that you know everything about the shifting banks and shoals of a river, but you might 'know how' to navigate this changing fluvial landscape» (Easterling, 2021, p. 27). It is within Gilbert Ryle's argument 'against the Cartesian mind-body split' that Easterling situates the significance of know-how.¹⁹

Conclusion: The Ceramic Process and Its Ten Links |

The four poles of the ceramic process (the clay, the forming, the firing and the glazing, with the drying belonging to the forming process) have been represented in Figure 5 showing the vector along which the clay changes from wet to dry and from clay to ceramic in an irreversible process. When considering the T-Stool, it is possible to assess its 'techné' – coming into being – according to the interactions between the four poles, where each pole can be reconfigured according to necessity. For example, clay is a compound object containing silica, organic fibers and aggregates, functional elements enabling the formation of bonds during the drying process, whose dosage can affect adhesion, workability, or increase tensile strength.

Design also occurs through the interplay of multiple poles where the linkages comprise three poles, or triads, at the same time; working on one pole of the triad has an effect on the other two, with advantages in the design of the digital twin, making it easier to optimize by considering to momentarily shut off one of the four poles, replacing it with a virtual representation to test different scenarios. External to the poles and their linkages is a constellation of objects that act as intermediaries, which are able to tune, regulate or disrupt the inertia of the entire assemblage, minimizing risk through a variety of digital, manual, physical, chemical, and thermodynamic channels. These are contemporary capabilities that are unique to a ceramic process that can be altered through the presence of the digital. The digital twin provides compactness, and the capability to compress the work of many hands,

processes and tools, into fewer operations while providing greater precision, making it possible to expand the technical limits of press-molding hollow ceramic shells, normally considered too difficult to achieve using traditional mold-making techniques.

The T-Stool represents an advancement of traditional ceramic mold-making techniques using silicone molds, although similar applications are being used in the construction industry to mold concrete elements and countertops. The success of the T-Stool demonstrates that ce-

ramic press-molding is a viable means to achieve the high degrees of curvature that are associated with digital fabrication without the need for full-scale industrial manufacturing; furthermore, the production of the stool provided an opportunity to study the benefits of folded surfaces as a means to resist the deformation that occurs during the firing of a hollow stoneware vessel. The T-Stool compressed 1 cm during the bisque firing at 1,060 °C, amounting to less than 2 percent of its overall height maintaining the designed tactile, and aesthetic qualities. The T-Stool demonstrates

that, for certain applications and thanks to the smaller carbon footprint, ceramic can be a viable alternative to cement, with the potential to expand the research to include other applications and experimentation with different earthen materials: a case study for 'digital ceramics' that resides between the technical realm and tacit know-how, combining the desire to evolve and synthesize the language of ceramics and earthen materials, with the analytical and formal capacities of digital technology.

Acknowledgements

Realizing the T-Stool involved the collaboration and support of many people: Design, K. Mueller-Russo; Ceramic Assistant, D. Sinbert; CNC production, J. Wu; Positive, Y. Uyar; Analysis, A. Deskevich. A special thanks to R. Tjan, Director Sundaymorning@ekwc and all of the staff, thank you for your encouragement and expertise: firing and staging, P. Oltheten; mold making, M. Crooijmans and P. Pompei; glazing: M. Peijnenburg, and the generous support of the Pratt Institute Faculty Development Fund.

Notes

1) For more information on the K. K. Modi University Campus (2017) see the webpage: anna-heringer.com/projects/kkmodi-university-campus/ [Accessed 05 November 2021].

2) For more information on Tecla House (2021) see the webpage: dezeen.com/2021/04/23/mario-cucinella-architects-wasp-3d-printed-housing/ [Accessed 05 November 2021].

3) The T-shaped profile provides stiffness. The potter George Ohr developed a formal syntax for manipulating the folded structure of symmetrical ceramic vessels. Ellison (2006, p.105) characterizes Ohr's approach, calling it Structure as Design.

4) Haraway (2016) describes 'oddkin' as kin that are beyond god, genealogy, and biogenetic family troubles, 'to whom one is actually responsible'. While Haraway situates her argument for making kin with the critters of the world, I believe her ideas have as much significance for the loss of species as they do for sustaining the evolution of the ceramic process.

5) According to Grieves (2019, p. 5), the concept of the Digital Twin was initiated at NASA in 2010: «The Digital Twin Instance (DTI) is the Digital Twin of each individual produced artifact [...]. Digital Twin Aggregates (DTAs) are the aggregation or composite of all the DTIs».

6) According to Graham Harman (2011, p. 80) fourfold structures may be applied to anything: «[...] the degree of success depends primarily on two criteria. Criterion number one: how well chosen are the two axes of division? [...] Criterion number two: does a given fourfold system provide a useful account of how the four poles interrelate?».

7) While the process typically follows this order, there are techniques that reuse broken ceramic. Trecandís is a type of Catalan technique that reuses broken pottery for aesthetic effect (Bechthold, Kane and King, 2015), while the Japanese art of Kintsugi, 'to patch with gold', is a process of mending broken ceramic using gold powder mixed with lacquer (Iten, 2008). For a standard definition of the ceramic process see: Reijnders and European Ceramic Work Center, 2005.

8) The speculative realist and novelist, Tristan Garcia (2014, p. 13) describes the intensive and extensive more eloquently as the 'thingly channel of being': «A thing is nothing other than the difference between 'that which is

in the thing' and 'that in which the thing is'». It is from Garcia that I have adopted the use of the term 'channel' to convey the interactions between the intensive world of the clay and the extensive world of its tooling.

9) Joel Fisher (2005, p. 9) refutes the idea that «[...] ceramicists are unduly interested in technique». According to Fisher, Anton Reijnders and European Ceramic Work Center (2005, p. 9) once said that «Temperature and recipe [...] is not true technique». Fisher concludes that a recipe's illusion is that it eliminates risk.

10) The temperature at which the clay particles begin to fuse. A fully vitrified ceramic becomes waterproof (Reijnders and European Ceramic Work Center, 2005).

11) Deskevich, A. (2011), *Ceramic Stool, Preliminary Finite Element Analysis*, unpublished internal report, p. 2.

12) Obtaining BIFMA certification was not the intended outcome of this test. The 'General Purpose Office Chairs Test', BIFMA X 5.1-2017, published by The Business and Institutional Furniture Manufacturers Association (BIFMA) was used as a guide to approximate a uniform load for the analysis. More information at the webpage: bifma.org/page/standardsoverview [Accessed 30 September 2021].

13) Deskevich (2011), p. 2.

14) Ibid, p. 2.

15) Press molds consist of two varieties; Hump and hollow molds. «[...] A hollow mold resembles a basin or dished indentation while a hump or drape mold resembles a giant mushroom. A hollow mold shapes the outside of the form, while a hump mold shapes the inside» (Sentance, 2004, p. 56).

16) Initially we used a method of casting raised keys in the rubber and placing place pins through the keys where they protrude through the epoxy. While this method sufficed, the rubber cannot be tensioned like it can with the ball cords.

17) The method of using a rubber mold is mentioned here, concluding, «Moulds made of (silicone) rubber or polyester do not absorb water at all» (Reijnders and European Ceramic Work Center, 2005, p. 122). This prohibits the clay from reaching the plastic-leather-hard state so that the mold can be safely removed.

18) It is beyond the scope of this paper, but there is a similarity here between a tool and a medium. It mirrors Tristan Garcia's Ontology (2014), between the object in solitude and a form out in the world.

19) In describing knowing-how, Easterling (2021, p. 27) cites Ryle's The Concept of Mind (1949), and Easterling's Extrastate-craft – The Power of Infrastructure Space (2014). Easterling writes: «Disposition is a latent agency or immanent potential – a property or propensity within a context that unfolds over time and in the absence of a reifying event or an executive mental order».

References

Bechthold, M., Kane, A. and King, N. (2015), *Ceramic Material Systems – In Architecture and Interior Design*, Birkhäuser, Basel.

Bennett, J. (2010), *Vibrant Matter – A Political Ecology of Things*, Duke University Press, Durham (US).

Canguilhem, G. (1992), "Machine and Organism", in Crary, J. and Kwinter, S. (eds), *Incorporations*, Zone Books, New York.

Carty, W. M. (2019), *Energy in Terra Cotta – The Balance Between Heat Storage and Strength*, lecture in Architectural Ceramic Assemblies Workshop, August 12, 2019. [Online] Available at: archceramicworkshop.com/lectures/ [Accessed 05 November 2021].

Easterling, K. (2021), *Medium Design – Knowing How to Work on the World*, Verso, London.

Fisher, J. (2005), "Making the Link – Persuasion and Permanence", in Reijnders, A. and European Ceramic Work Center (eds), *The Ceramic Process – A Manual and Source of Inspiration for Ceramic Art and Design*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, pp. 7-9.

Garcia, T. (2014), *Form and Object – A Treatise on Things*, Edinburgh University Press, Edinburgh.

Gorter, H. (2005), "Material method and process", in Reijnders, A. and European Ceramic Work Center (eds), *The Ceramic Process – A Manual and Source of Inspiration for Ceramic Art and Design*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, pp. 17-21.

Grieves, M. W. (2019), "Virtually Intelligent Product Systems – Digital and Physical Twins", in Flumerfelt, S., Schwartz, K. G., Mavris, D. and Briceno, S. (eds), *Complex Systems Engineering – Theory and Practice*, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Reston (US), pp. 175-200. [Online] Available at: doi.org/10.2514/5.9781624105654.0175.0200 [Accessed 26 October 2021].

Haraway, D. J. (2016), *Staying with the Trouble – Making Kin in the Chthulucene*, Duke University Press, Durham (US).

Harman, G. (2011), *The Quadruple Object*, Zero Books, Winchester (UK).

Iten, C. (2008), "Ceramics Mended with Lacquer – Fundamental Aesthetic Principles, Techniques and Artistic Concepts", in Herbert, F. and Johnson Museum of Art (eds), *Flickwerk – The Aesthetics of Mended Japanese Ceramics*, Museum für Lackkunst, pp. 18-24. [Online] Available at annacolibri.com/wp-content/uploads/2013/02/Flickwerk_The_Aesthetics_of_Mended_Japanese_Ceramics.pdf [Accessed 05 November 2021].

May, J. (2017), "Everything Is Already an Image", in *Log*, n. 40, pp. 9-26. [Online] Available at: jstor.org/stable/26323867 [Accessed 26 April 2021].

Reijnders, A. and European Ceramic Work Center (eds) (2005), *The Ceramic Process – A Manual and Source of Inspiration for Ceramic Art and Design*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia.

Russo, R. and Mueller-Russo, K. (2012), "Textiles – Alternate Forms of Malleability", in *Studies in Material Thinking*, vol. 7, pp. 1-9. [Online] Available at: material-thinking.org/sites/default/files/papers/SMT_V7_P9_Russo_and_Russo.pdf [Accessed 26 April 2021].

Sentance, B. (2004), *Ceramics – A World Guide to Traditional Techniques*, Thames & Hudson, London.

MEET

Un percorso espositivo interattivo tra
co-design e valorizzazione del territorio

MEET

An interactive exhibition itinerary between
co-design and enhancement of the territory

Silvia Gasparotto, Alessandra Bosco, Margo Lengua, Pietro Baruzzi

ABSTRACT

In un contesto di trasformazioni socio-economiche e culturali la diffusione di tecnologie digitali ha avuto un ruolo significativo fornendo uno strumento orizzontale in grado di stimolare la condivisione, semplificare la comunicazione e affiancare l'esperienza fisica di un luogo. Anche musei e percorsi espositivi, coniugando dimensione fisica e digitale, divengono luoghi di ibridazione. Il paper intende presentare un programma di ricerca che indaga l'ambito del design per i Beni Culturali. MEET (Multifaceted Experiences for Enhancing Territories) è un format di progetto collaborativo che coinvolge Istituzioni, professionisti e cittadini nella realizzazione di un percorso espositivo interattivo dedicato alla valorizzazione del Patrimonio culturale locale attraverso processi di co-design.

In a context of socio-economic and cultural transformations, the diffusion of digital technologies has played a significant role by providing a horizontal tool that can stimulate sharing, simplify communication, and support the physical experience of a place. Even museums and exhibition itineraries, combining physical and digital dimensions, become places of hybridisation. This paper presents a research programme that investigates the field of design for Cultural Heritage. MEET (Multifaceted Experiences for Enhancing Territories) is a collaborative project format that involves institutions, professionals, and citizens in the realisation of an interactive exhibition itinerary dedicated to the enhancement of the local Cultural Heritage through co-design processes.

KEYWORDS

design degli spazi espositivi, design dell'interazione, processi di co-progettazione, patrimonio locale, narrazioni digitali

exhibition design, interaction design, co-design processes, local heritage, digital narratives

Silvia Gasparotto, PhD, is a Researcher at the University of the Republic of San Marino and Vice Executive Director of the Master Degree in Interaction & Experience Design. Her research interests are mainly focused on Design for the enhancement of Cultural Heritage, interaction design, design theory, participatory and collaborative practices. Mob. +39 328/62.16.105 | Email: silvia.gasparotto@unirmsm.sm

Alessandra Bosco, Architect and PhD, is a Researcher at the IUAV University of Venice (Italy). She is the author of numerous contributions and publications and carries out research in the fields of Design for the enhancement of Cultural Heritage and Exhibit Design with a specific focus on collaborative approaches. Mob. +39 333/43.21.052 | E-mail: alessandra.bosco@iuav.it

Margo Lengua is a Research Fellow at the University of the Republic of San Marino. He works on research projects focusing on Design for the enhancement of Cultural Heritage, in particular with the application of game design techniques. Mob. +39 333/35.12.142 | Email: margo.lengua@unirmsm.sm

Pietro Baruzzi, graduated in Interaction Design from the University of the Republic of San Marino, is an intern at Technogym's UX/UI Development Department. His research interests focus on interaction design, UX/UI development and design for the enhancement of Cultural Heritage. Email: pietro.baruzzi95@gmail.com

Basandosi su quanto avviene nei processi collaborativi spontanei, dall'inizio degli anni 2000 gruppi di ricerca pluridisciplinari lavorano su ciò che Robin Murray e il suo team definiscono come 'social innovation' (Murray, Caulier-Grice and Mulgan, 2010). Si tratta di processi in grado di produrre idee, prodotti, servizi e modelli capaci di soddisfare bisogni sociali e al contempo di promuovere e accrescere la possibilità di azione per la stessa società. Progetti di innovazione sociale hanno saputo contrastare la «[...] solitudine dell'individualità connessa» (Manzini, 2018, p. 15), condizione pervasiva della comune socialità contemporanea caratterizzata dalla ricerca della soddisfazione individuale e dalla disgregazione di solide comunità, ben radicate nella propria identità costruita su tradizioni culturali e convenzioni sociali permanenti.

Tracce e riferimenti per progetti di cittadinanza attiva

| Alla teorizzazione e all'implementazione di processi progettuali collaborativi in grado di promuovere senso di appartenenza e di riconnettere le persone con il luogo in cui vivono rigenerando le relazioni sociali hanno lavorato studiosi di differenti aree disciplinari e gruppi di ricerca multidisciplinari. Nell'area del Design lo studio di casi significativi, uniti a esperienze e sperimentazioni su differenti territori, hanno portato alla progettazione di veri e propri sistemi abilitanti in grado di avvicinare e coinvolgere in progetti collaborativi persone con motivazioni, competenze, disponibilità e propensione ad attivarsi molto diverse. Costituiti da comunità di cittadini e da esperti, questi sistemi trovano nella figura del designer – almeno nel primo periodo di attivazione del progetto – un coordinatore, ma soprattutto un mediatore e un facilitatore (Rizzo, 2009). A garanzia di continuità e durata questi programmi prevedono l'uso di piattaforme digitali dedicate, di strumenti di co-design progettati e realizzati ad hoc e/o l'ideazione e la produzione di specifici servizi.

Principale contributo verso il cambio di paradigma che tende a porre al centro del progetto le competenze e le capacità relazionali della persona si deve agli studi sull'economia del benessere portati avanti in particolare da Amartya Sen (economista e filosofo indiano) e da Martha Nussbaum (filosofa americana studiosa di filosofia politica) madre del Capabilities Approach. Questi studi ci presentano un cittadino in grado di contribuire attivamente al processo di soddisfazione delle proprie necessità e non solo un esigente e passivo destinatario di soluzioni volte ad appagare i propri bisogni (Nussbaum and Sen, 1993; Nussbaum, 2011). Per un gruppo di ricerca nell'area della progettazione, assumere questo punto di vista all'interno di progetti collaborativi significa affiancare all'individuazione di problemi, obiettivi e possibili soluzioni una profonda riflessione sulle competenze e le capacità necessarie per lo sviluppo e il mantenimento di un progetto, definendo, con i profili degli attori del processo, i possibili partner con cui lavorare. Altri economisti, come Michael Porter e Mark Kramer (2011), pongono al centro il benessere della persona e dell'ambiente teorizzando un'economia della condivisione; ma è nell'economia della conoscenza teorizzata da Peter Drucker (economista austriaco) che un progetto collaborati-

vo, volto alla valorizzazione di un territorio a partire dalla promozione e comunicazione dei Beni Culturali locali, trova una maggiore fonte di ispirazione e un riferimento autorevole. La conoscenza è infatti il fattore che secondo Drucker (1993) è in grado di creare un vantaggio competitivo basato su risorse intangibili come relazioni, attitudini e competenze definite distintive in quanto capaci di rappresentare il fattore discriminatorio nello sviluppo economico di una società.

Con conoscenza, consapevolezza e memoria eletti a elementi cardine per la valorizzazione di un territorio e di una comunità si arriva dunque verso il Sistema SLOC (Small, Local, Open, Connected) teorizzato e presentato da Manzini (2015) in *Design When Everybody Designs*: qui la complessità di un sistema centralizzato lascia spazio a una redistribuzione dello stesso sul territorio nel quale il singolo può riconoscersi con maggiore facilità e interagire innescando processi virtuosi. In questo contesto di trasformazioni socio-economiche e culturali, in cui l'Università si può configurare come attivatore di processi di valorizzazione, l'introduzione e la diffusione dell'uso delle tecnologie digitali e della connettività hanno avuto un interessante e significativo ruolo. Facilitando relazioni e networking a distanza, il digitale ha fornito uno strumento orizzontale in grado di stimolare la condivisione e semplificare la comunicazione.

All'interno di specifici contesti progettuali, inoltre, l'adozione delle tecnologie digitali e la digitalizzazione hanno avuto un profondo impatto, promuovendo nuove modalità con cui relazionarsi e gestire documenti e materiale difficilmente e raramente consultabile e differenziando i linguaggi con cui comunicare e personalizzare contenuti anche complessi. La possibilità di utilizzare tracce audio e video ha, ad esempio, permesso lo sviluppo di nuove forme di narrazione più complete e coinvolgenti, capaci di creare engagement anche nei confronti delle nuove generazioni native digitali (Dal Falco and Vassos, 2017; Podara et alii, 2021): i percorsi espositivi sono divenuti così luoghi in cui ibridare la visita al Patrimonio fisico integrandola con approfondimenti digitali, col facilitare l'inclusività e permettere la creazione di network a cavallo tra locale e globale (Bosco, 2019).

L'unità di ricerca in *Design for Heritage and Cultures* dell'Università degli Studi della Repubblica di San Marino, considerando le premesse qui descritte e le attitudini e le competenze progettuali del gruppo, ha trovato in MEET (Multi-faceted Experiences for Enhancing Territories) lo strumento ideale in grado di interpretare e rispondere virtuosamente alle questioni sopra riportate. Orientato alla valorizzazione di un territorio attraverso l'approfondimento di una tematica significativa per il luogo e il coinvolgimento della comunità locale, il format progettuale costituisce un modello scalabile e replicabile che può essere utilizzato anche da gruppi di ricerca di settori disciplinari non afferenti alle discipline del progetto. La condivisione di un progetto pluridisciplinare con più comunità scientifiche intende proporre una modalità agile e partecipata per mettere in evidenza il Patrimonio Culturale materiale e immateriale di un territorio attraverso l'attivazione della sua stessa comunità. Il format

vuole essere dunque uno strumento in grado di fornire a Istituzioni e gruppi di ricerca pubblici e privati un punto di partenza verso lo sviluppo di un'economia della conoscenza e del territorio che trova nella consapevolezza della comunità il campo di azione e nel co-design (Sanders and Stappers, 2008) i principi con cui incentivare e innescare un processo virtuoso.

Metodologia e panorama di riferimento

| Il campo di studi legato al Design per i Beni Culturali è ricco di riferimenti e progetti che mirano alla valorizzazione del Patrimonio materiale e immateriale. Alcuni lavorano su digitalizzazione dei contenuti e archivi di facile consultabilità (Estense Digital Library, Archivio Vico Magistretti), altri sono rivolti alla produzione di percorsi espositivi interattivi (Museo del Sale di Cervia, M9 museo del 900 di Mestre), altri ancora creano ambienti videoludici (Versailles 1685, Nebula Art Game, Mi Rasna). Al fine di definire il panorama di riferimento del progetto MEET è stata presa in esame la letteratura scientifica relativa alla valorizzazione di un territorio e dei suoi Beni Culturali attraverso la progettazione di percorsi espositivi digitali e processi collaborativi; sulla base di 65 contributi, sono stati individuati quattro casi studio di particolare interesse, le cui esperienze si differenziano per Patrimonio valorizzato, durata, varietà di stakeholder coinvolti, modalità di utilizzo del processo collaborativo e output (Fig. 1).

Due tra i casi studio presi in considerazione sono progetti di ricerca finanziati da fondi europei. MeSch (Material EncounterS with digital Cultural Heritage), è un progetto di ricerca della durata di quattro anni coordinato dall'Art, Design and Media Research Center (ADMRC) della Sheffield Hallam University (UK) e concluso nel 2017. Tramite pratiche di co-design rivolte ai professionisti culturali, in MeSch vengono definiti contenuti di approfondimento del Patrimonio museale e il successivo sviluppo di oggetti interattivi tangibili per la valorizzazione dell'esperienza di visita (Avram, Cioffi and Maye, 2020; Petrelli, Cioffi and Avram, 2021). GIFT (Meaningful Personalization of Hybrid Virtual Museum Experiences Through Gifting and Appropriation) è un progetto di ricerca iniziato nel 2017 concluso nel 2019 e coordinato dal gruppo di ricerca MAD (Media Art & Design) dell'Università IT di Copenaghen. Si tratta di un processo che ha incluso Istituzioni museali europee e americane nella definizione di esperienze digitali e metodologie open source che mettono al centro il coinvolgimento emotivo del visitatore; tra i molti tools disponibili sulla piattaforma la web app Gift consente di creare un percorso personalizzato da regalare a una persona a scelta (Løvlie et alii, 2019; Koleva et alii, 2020).

Museomix è poi un format collaborativo ancora attivo, strutturato sul modello dell'hackathon e fondato nel 2011 da un gruppo di professionisti 'culturali' francesi: con cadenza annuale, incentiva i musei a valorizzare le proprie collezioni tramite lo sviluppo di nuove idee e la realizzazione di prototipi digitali; il progetto coinvolge operatori museali, specifici professionisti e la comunità locale (Chaumier and Françoise, 2014; Roederer, Reva and Pallud, 2020). Infine, nel progetto Sacri Monti Tutti a Scuola gli studenti della scuola secondaria di secondo grado sono stati chia-

	meSch	Gift	Museumix	Sacri Monti tutti a scuola
Enhanced cultural heritage	Museum collections and cultural heritage	Museum collections (multiple museums)	Museum collections (multiple museums)	Heritage of "Sacri Monti"
Proponent	University	University	Museumix, museums	Management of "Sacri Monti"
Type of funding	European funds	European funds	Internal funds and other external fundings	National funds (Italy)
Stakeholder involved	Museums, universities professionals	Museums, universities professionals	Museums, professionals, citizens	Schools, Universities
Output	Digital interactive objects for experiencing the heritage	Digital tools and services for the visiting experience	Prototypes for the enhancement of the heritage experience	Online platform for sharing contents

Fig. 1 | Summary analysis table of the selected case studies (credit: S. Gasparotto, 2021).

mati a produrre materiale digitale per raccontare i siti dei Sacri Monti del Piemonte e della Lombardia. Il progetto di ricerca, della durata di oltre due anni, è stato realizzato nell'ambito degli interventi finanziati dalla Legge 77/2006 (Misure di Tutela e Fruizione a Favore dei Siti Unesco) in collaborazione con il Politecnico di Milano e l'Ente di Gestione dei Sacri Monti di Piemonte e Lombardia e ha coinvolto nove scuole primarie e dieci secondarie di secondo grado. Il percorso di scambio si è articolato in workshop, laboratori con professionisti del Patrimonio Culturale, fasi di ricerca e verifica sul campo che hanno portato alla realizzazione da parte degli studenti di materiali divulgativi, resi fruibili su una piattaforma web e sui social media (Villa, 2018).

L'analisi dei casi studio è stata condotta dando particolare attenzione alla relazione tra la dimensione fisica e digitale oltre che alla tipologia e alla modalità di creazione dei contenuti culturali. In questo contesto MeSch si distingue per lo sviluppo di strumenti e tecnologie usate come medium dell'esperienza fisica per l'approfondimento del Patrimonio (Fig. 2). Gli oggetti intelligenti veicolano contenuti precostituiti, definiti a monte attraverso una collaborazione tra professionisti del Patrimonio ed esperti dei musei interessati. L'abaco di oggetti intelligenti, inseriti in una piattaforma digitale dedicata, può essere utilizzato dai professionisti solo su richiesta specifica. I tools digitali del progetto Gift, sviluppati da operatori museali insieme a professionisti e ricercatori dell'Università e disponibili in open source, forniscono agli utenti un sistema di lettura che si sovrappone al percorso di visita museale (Fig. 3). Grazie agli strumenti digitali, ad esempio, le persone condividono notazioni e impressioni trasformandosi da utenti passivi a creatori di contenuti. Per personalizzare questi strumenti i professionisti museali di altre Istituzioni devono tuttavia avere specifiche competenze tecniche o essere affiancati da personale specializzato.

Museumix prevede la definizione dei contenuti e la prototipazione di strumenti per la lettura del Patrimonio e l'esperienza museale del visitatore (Fig. 4); costruiti da team di professionisti e appassionati, i prototipi sono condivisi online. Il format tuttavia non prevede l'effettiva realizzazione dei progetti da parte del museo, sebbene in qualche caso il prototipo sia stato effettivamente sviluppato e adottato in modo permanente. Nel progetto di valorizzazione dei Sacri Monti del Piemonte e della Lombardia gli studenti delle scuole sono stati coinvolti in un percorso partecipativo dove il digitale è servito per costruire un repository di documenti e immagini per la condivisione delle informazioni raccolte durante le visite in sito (Fig. 5), ma queste informazioni sono accessibili solo online e non c'è alcun elemento fisico che connetta il luogo ai contenuti.

MEET – Multifaceted Experiences for Enhancing Territories | Come evidenziato nelle premesse e nel panorama di riferimento, la dimensione digitale nella progettazione di spazi espositivi volti alla valorizzazione del Patrimonio Culturale si pone sempre più come elemento costruttivo e strutturale di una progettualità ibrida in grado di coniugare l'ambito fisico con quello virtuale (Winesmith and Anderson, 2020; Colombo, 2020). In tale contesto, la narrazione digitale invade spazi che non sempre coincidono con i confini tangibili dell'Istituzione museale (Bonacini, 2020); il museo diventa diffuso e si estende in luoghi pubblici e privati dedicati alla cultura come biblioteche, cinema, teatri, stadi, edifici storici o sedi aziendali. La pervasività e l'ampiezza di questa dimensione ibrida non riguarda solamente lo spazio e l'esperienza di visita (Balzola and Rosa, 2011) ma anche la definizione del gruppo di lavoro, le sue modalità operative e relazionali.

In questo contesto MEET si configura come un programma di ricerca in grado di coniugare l'obiettivo di valorizzazione del Patrimonio Cul-

turale con il progetto di un percorso espositivo interattivo e i processi e gli strumenti propri del design per l'innovazione sociale di comunità e territori (Manzini, 2021). Progetto di ricerca teorico e applicato, MEET non ha previsto l'utilizzo di fondi per la fase di elaborazione teorica; al contrario ogni sua possibile realizzazione necessita di finanziamenti misurati allo specifico contesto di applicazione, alle attrezzature necessarie e alle professionalità coinvolte. Il format è declinabile su differenti soggetti, personaggi o edifici storici, eventi o tradizioni della cultura locale e coinvolge nel processo di co-design Istituzioni, professionisti e cittadini.

Anche l'identità grafica di MEET (Fig. 6) è stata immaginata per poter essere applicata ai differenti contesti grazie alla presenza di un elemento fisso che ne contraddistingue l'identità e di un elemento variabile che invece rende riconoscibile i differenti campi d'applicazione. Obiettivi generali di MEET sono: 1) l'attivazione di processi di riqualificazione sostenibili e implementabili nel tempo; 2) la definizione di diverse modalità di fruizione del Patrimonio Culturale locale; 3) la promozione dell'uso della tecnologia digitale come attivatore di processi di trasformazione virtuosa; 4) la valorizzazione del Patrimonio di un territorio mediante processi di storytelling; 5) il coinvolgimento degli attori del territorio nella valorizzazione del Patrimonio Culturale tramite processi di co-progettazione; 6) l'inclusione in processi di valorizzazione culturale dei giovani attraverso l'utilizzo di strumenti e linguaggi digitali.

Le fasi del progetto | L'inizio del processo è caratterizzato dall'identificazione da parte dell'Università del contesto di progetto. In questa fase si definisce il network di lavoro, prevedendo il coinvolgimento di Istituzioni culturali, Enti territoriali, associazioni, scuole, aziende, l'individuazione del Patrimonio Culturale materiale e immateriale da valorizzare e la ricerca dei professionisti da integrare nel gruppo. A seguire i ricercatori e i docenti universitari condividono obiettivi del progetto, processo di co-design e output finale. L'articolazione del tema è successivamente sviluppata dai partecipanti – professionisti, docenti e studenti delle scuole, facilitatori e ricercatori universitari – attraverso la creazione dei contenuti e la narrazione, costruita attraverso testi, immagini, video e tracce audio, viene elaborata facendo riferimento al percorso espositivo e alla sua declinazione nelle differenti installazioni interattive. L'adozione di metodologie collaborative permette di indirizzare e facilitare la realizzazione del progetto oltre che favorire una maggiore consapevolezza del Patrimonio valorizzato.

Un ambito privilegiato in cui poter sperimentare MEET è la scuola, per sua natura comunitaria e costituita da molteplici relazioni dirette e indirette; essa insiste su un contesto storicamente e geograficamente determinato in cui avvengono processi di apprendimento, scambio e valorizzazione della cultura. L'attrattività e la diffusione del digitale possono, in questo contesto, fungere da attivatori per coinvolgere docenti e studenti in nuove esperienze di formazione che contemplano l'approfondimento della cultura locale di cui il giovane può rendersi a sua volta promotore sentendosi parte del processo di di-

vulgazione. Il progetto diviene così medium tra studio e restituzione espositiva del Patrimonio in un programma di apprendimento attivo e condiviso in grado di connettere aspetti culturali, tecnici, tecnologici, esperienziali e comunicativi (Roshelle, Penuel and Shechtman, 2006).

Il percorso espositivo interattivo | Il progetto espositivo coniuga dimensione fisica e digitale in un percorso strutturato in una serie di postazioni interattive che intendono coinvolgere i visitatori. Si tratta, principalmente, di tre tipologie di installazioni ambientali: una mappa interattiva, un tavolo interattivo e una proiezione in scala 1:1. Ogni area è pensata per essere fruita indipendentemente dall'utilizzo di dispositivi personali, prevedendo un'esperienza sia individuale che collettiva.

La mappa interattiva (Figg. 7-9) evidenzia e geolocalizza i luoghi inerenti alla tematica affrontata attraverso la rappresentazione stilizzata dei diversi punti di interesse; proiettata su una parete, viene fruita attraverso un controller, composto da una serie di bottoni grazie ai quali il visitatore è in grado di spostarsi virtualmente da un luogo all'altro accedendo a schede di approfondimento composte da un'immagine, una breve descrizione, l'indirizzo del luogo, il tempo di percorrenza e gli eventuali orari di apertura. Un codice QR, posto sulla pulsantiera, estende la fruizione della mappa anche sui dispositivi personali dei visitatori fornendo loro uno strumento di orientamento. La proiezione rimane attiva sull'ultimo luogo selezionato permettendo di dedurre il funzionamento e la tipologia di informazioni accessibili. Il prototipo dell'installazione utilizza tecnologie prevalentemente open source: una scheda Arduino UNO, il software Processing e un proiettore ad alta risoluzione che garantisce la visibilità dei contenuti anche a una distanza superiore a 3 metri.

Il tavolo interattivo (Figg. 10-12) permette ai visitatori di approfondire la tematica affrontata. Sulla superficie del tavolo sono disposti una serie di oggetti fisici (libri, documenti, fotografie, etc.) che, se collocati uno per volta sotto un fascio luminoso, attivano l'interazione. Alla pressione della mano dell'utente sul tavolo corrisponde la proiezione di video relativi ai numerosi contenuti visivi e sonori a disposizione. Ogni contenuto multimediale, di massimo 90 secondi, è costituito da immagini ed elementi di motion graphics che forniscono un particolare punto di vista. Sostituendo l'oggetto fi-

sico si avrà la possibilità di approfondire un altro tema. Le tecnologie utilizzate sono anche in questo caso prevalentemente open source: una scheda Arduino UNO unita a un tag RFID e un sensore di luminosità (in grado di riconoscere gli oggetti posizionati sotto al fascio di luce) e un proiettore.

La proiezione in scala 1:1 (Figg. 13-15) è stata progettata con una particolare attenzione alla valorizzazione del rapporto tra la tematica, il territorio e la comunità locale. Si tratta, infatti, di una proiezione ispirata ai 'portatori di storie' di Studio Azzurro: posizionandosi davanti alle figure proiettate a grandezza naturale, i visitatori attivano il racconto di aneddoti sull'argomento trattato. Nella persona che recita, sia esso bambino, adulto o anziano, i cittadini potranno riconoscere il proprio nonno, un amico, l'insegnante o anche loro stessi. Tecnologie utilizzate in questo caso sono una scheda Arduino UNO connessa a un sensore a ultrasuoni (per rilevare la presenza dei visitatori) e un proiettore ad alta definizione a distanza ottica ultra corta.

Conclusioni | La vera efficacia dei media digitali, secondo Maulini (2019), può essere riassunta da tre verbi: raccontare, coinvolgere e promuovere. Sulla base di questa definizione, MEET vuole essere uno strumento di storytelling interattivo che integra nel percorso espositivo il punto di vista e le testimonianze dirette della comunità locale. Il coinvolgimento attivo della cittadinanza diventa così, da una parte, strumento di arricchimento del percorso espositivo, dall'altra, volano per la promozione del percorso di visita. Il progetto che pone il suo focus sulla relazione e l'interazione tra persone, oggetti e spazi si distingue per proporre un format applicabile su differenti territori e tipologie di Beni Culturali. Personaggi storici, aziende, artigiani, prodotti tipici, eventi, tradizioni o monumenti che abbiano un particolare legame con un territorio sono solo alcune delle possibili tematiche da affrontare, valorizzare e far rivivere in un'esperienza allo stesso tempo fisica e digitale.

La scelta di lavorare su un'esposizione interattiva consente di valorizzare sia Beni materiali che immateriali, salvaguardando gli oggetti fisici e i Patrimoni intangibili propri di un territorio (Cirifino et alii, 2011). Progettare un output espositivo interattivo, ibridando la dimensione fisica con quella digitale, significa promuovere la partecipazione e la fruizione attiva e collettiva dei visita-

tori, mitigando la dimensione individuale dell'esperienza mediata dai dispositivi personali. La diretta partecipazione dei cittadini – in primis studenti e docenti delle scuole – gioca un ruolo fondamentale nel campo dell'apprendimento: da un lato per quanto concerne il loro coinvolgimento nella definizione e realizzazione dei contenuti in mostra, dall'altro in quanto l'utilizzo di tecnologie digitali e linguaggi visivi li stimola a un utilizzo progettuale delle stesse. La restituzione dei contenuti attraverso suoni, immagini e video soddisfa tra l'altro la necessità di poter comunicare al meglio con un pubblico contemporaneo, più stimolato da questa tipologia di contenuti.

Il percorso espositivo proposto da MEET può essere collocato all'interno di una biblioteca, di un edificio storico o di una scuola, aprendo il processo di valorizzazione del Patrimonio Culturale verso la città e attivando un vero e proprio confronto con la comunità locale. La scalabilità del progetto è individuabile non solo nella variabilità dei contenuti, che possono essere modificati o implementati con punti di vista e approfondimenti sempre differenti, ma anche nella tipologia di installazioni che può variare in base al contesto e alla natura degli stakeholder. Il coinvolgimento di persone con competenze differenti e il percorso di apprendimento effettuato in una prima esperienza di MEET rendono i partecipanti autonomi e conferiscono loro gli strumenti per modificare i contenuti e mantenere le installazioni rendendo il progetto, seppur soggetto all'obsolescenza delle strumentazioni, sostenibile nel tempo.

Il programma di ricerca, teorizzato e sviluppato nel 2021, è stato sperimentato attraverso un primo progetto pilota, necessario per validare l'effettiva fattibilità e l'esperienza interattiva del fruitore. L'applicazione del format su differenti contesti, a diverse scale e con vari interlocutori è in fase di attuazione. Solo a seguito del completamento di più progetti sarà possibile rilevare e monitorare le diversità del processo, le sue potenzialità/criticità e l'impatto sul territorio: la sistematizzazione dei dati raccolti e l'analisi degli effettivi risultati consentiranno una valutazione critica dell'intero progetto.

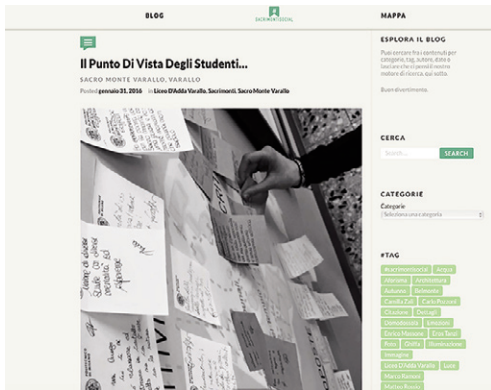
Based on what happens during spontaneous collaborative processes, since the early 2000s, multidisciplinary research groups have been work-



Fig. 2 | Test of 'The Lupe' (MeSch), National History Museum of Bulgaria, Sofia (source: mesch-project.eu, 2014).



Fig. 3 | Test of the GIFT app, Royal Pavilion and Museums, Brighton (source: pro.europeana.eu, 2019).



Multifaceted Experiences for Enhancing Territories Multifaceted Experiences for Enhancing Territories Multifaceted Experiences for Enhancing Territories

Fig. 4 | Museomix, development of the 'My Caos' prototype, CAOS – Arts and Factory Centre Siri, Terni (credit: M. Lengua, 2016).

Fig. 5 | Screenshot of the 'Blog' section of sacrimonti.polimi.it website (2021).

Fig. 6 | Visual identity of the MEET project (credit: P. Baruzzi, 2021).

ing on what Robin Murray and his team defined as 'social innovation' (Murray, Caulier-Grice and Mulgan, 2010). These processes can generate ideas, products, services and models capable of satisfying social needs and promoting and increasing the range of action for society itself as well. Social innovation projects have been successful in opposing to the 'solitude of connected individuality' (Manzini, 2018, p. 15), a pervasive condition in contemporary common sociality. It is characterised by the search for individual satisfaction and the disintegration of solid communities, rooted in their own identity built on cultural traditions and permanent social conventions.

Direction and references for active citizenship projects | Scholars belonging to different disciplinary areas and multidisciplinary research groups have worked on the theorisation and implementation of collaborative design processes able to promote a sense of belonging and reconnect people with the place they live in, regenerating social relations. In the field of Design, the study of significant cases, combined with experiences and experiments on different territories, have led to the design truly enabling systems. These can bring together and involve in collaborative projects people with very different motiva-

tions, skills, availability, and inclination to be proactive. Made up of communities of citizens and experts, these systems relay on the designer – at least in the early stage of the project – to be a coordinator, but above all a mediator and a facilitator (Rizzo, 2009). To guarantee continuity and duration, these programs provide for the use of dedicated digital platforms, co-design tools built ad hoc and/or the design and co-production of specific services.

Key contributions towards the paradigm shift, that tends to put competences and relational skills of the person at the core of the project are the studies on the wellness economy carried out in particular by Amartya Sen (Indian economist and philosopher), and Martha Nussbaum (American political philosopher) mother of the Capabilities Approach. These studies give us a new idea of the citizen, seen as an active participant in the process of satisfying their needs, and not only as a demanding and passive recipient of solutions aimed at accommodating their necessities (Nussbaum and Sen, 1993; Nussbaum, 2011). For a research group in the design area, adopting this point of view within collaborative projects means, not only identifying problems, objectives, and possible solutions, but also reflecting deeply on the competences and skills required for the development and maintenance of a project, defining, both the profiles of the actors in the process, as well as the possible partners to work with. Other economists, such as Michael Porter and Mark Kramer (2011), focus on the wellness of the person and the environment by theorising a sharing economy. However, it is within the knowledge economy theorised by the Austrian economist Peter Drucker that a collaborative project, aimed at the enhancement of a territory based on promoting and communicating the local Cultural Heritage, finds a greater source of inspiration and an authoritative reference. According to Drucker (1993), knowledge is the factor able to create a competitive advantage based on intangible resources such as relationships, attitudes and competences defined as distinctive, in that they may be a discriminating factor in the economic development of a society.

Choosing knowledge, awareness and memory as the key elements for the enhancement of a territory and a community, leads to the SLOC System (Small, Local, Open, Connected) theorised and presented by Manzini (2015) in *Design When Everybody Designs*. Here the complexity of a centralised system is superseded by a redistribution of the system across the territory, in which everyone can easily recognise themselves and interact with, triggering virtuous processes. Within this context of socio-economic and cultural transformations, in which the University may be configured as an activator of enhancement processes, the implementation and diffusion of the use of digital technologies and connectivity have played an interesting and significant role. By facilitating long-distance relationships and networking, digital technology has provided a horizontal tool that can stimulate sharing and simplify communication.

Furthermore, within specific design contexts, the use of digital technologies and digitalisation had a profound impact, promoting new ways to interact with and to manage documents and ma-

terial hard to find and rarely accessible, and differentiating the languages of communication and customise content that is often complex. The possibility of using audio tracks and videos, for example, has led to the development of new, more complete and captivating forms of narration, able to engage even the new digital native generations (Dal Falco and Vassos, 2017; Podara et alii, 2021). The exhibitions have become places where the visit to the physical Heritage may be hybridised with the integration of digital in-depth features, facilitating inclusiveness and allowing the creation of a network linking local and global (Bosco, 2019).

The research group in Design for Heritage and Cultures of the University of the Republic of San Marino, considering the above-mentioned premises and the attitudes and design skills of the group, found in MEET (Multifaceted Experiences for Enhancing Territories) the ideal tool, capable of interpreting and responding virtuously to the issues above discussed. Oriented towards the enhancement of a territory through the in-depth analysis of a significant topic for the place and the involvement of the local community, the design format is a scalable and replicable model that can also be used by research groups in disciplinary fields not related to the design disciplines. The aim of sharing a multidisciplinary project with different scientific communities is to propose an agile and participatory way to highlight the tangible and intangible Cultural Heritage of a territory by making its own community take action. The format aims to be a tool able to provide public and private institutions and research groups with a starting point to develop an economy of knowledge and of the territory that finds in community awareness the field of action, and in co-design (Sanders and Stappers, 2008) the principles to stimulate and trigger a virtuous process.

Methodology and reference overview | The field of studies related to Design for the Cultural Heritage is filled with references and projects aimed at the enhancement of the material and intangible Heritage. Some of these studies work on the digitisation of contents and archives that are easy to consult (Estense Digital Library, Vico Magistretti Archive). Other studies are focused on the production of interactive exhibitions (The Cervia Salt Museum, The M9 Museum of the 20th Century in Mestre), others create video-playful environments (Versailles 1685, Nebula Art Game, Mi Rasna). In order to provide the reference overview of the MEET project, the scientific literature regarding the enhancement of a territory and its Cultural Heritage has been examined through the design of a digital exhibitions and collaborative processes. On the basis of 65 contributions, four case studies of particular interest were selected. Each one provides a different experience in terms of the Heritage to be enhanced, the duration, the variety of stakeholders involved, the approach to the collaborative process and the output (Fig. 1).

Two of the case studies here considered are research projects financed by European funds. MeSch (Material EncounterS with digital Cultural Heritage) is a four-year research project coordinated by the Art, Design and Media Research

Centre (ADMRC) at Sheffield Hallam University (UK), ended in 2017. Through co-design practices aimed at cultural professionals, MeSch defines in-depth content of the museum Heritage and the subsequent development of tangible interactive objects to enhance the visitor's experience (Avram, Ciolfi and Maye, 2020; Petrelli, Ciolfi and Avram, 2021). GIFT (Meaningful Personalisation of Hybrid Virtual Museum Experiences Through Gifting and Appropriation) is a research project started in 2017 and coordinated by the MAD (Media Art & Design) research group at the IT University of Copenhagen. This process involved European and American Museum Institutions in defining digital experiences and open-source methodologies that focus on the emotional involvement of the visitor. Among the many tools available on the platform, the web app GIFT makes it possible to create a customised tour and gift it to a person of your choice (Løvlieet alii, 2019; Koleva et alii, 2020).

Museumix is a collaborative format still in place, based on the hackathon model and founded in 2011 by a group of French 'cultural' professionals. The format, on an annual basis, encourages museums to enhance their collections through the development of new ideas and the creation of digital prototypes. The project involves museum operators, specific professionals, and the local community (Chaumier and Françoise, 2014; Roederer, Reva and Pallud, 2020). Finally, in the Sacri Monti Tutti a Scuola project, secondary school students were called to produce digital material to describe the Sacri Monti sites in Piedmont and Lombardy. The two-years research project was developed within the framework of the programmes financed by the Italian Law 77/2006 (Measures for the protection and use of Unesco Sites) in collaboration with the Polytechnic University of Milan and the management body of the Sacri Monti in Piedmont and Lombardy. The project involved nine primary schools and ten secondary schools. The exchange was structured in workshops, laboratories with Cultural Heritage professionals, stages of research and verification on the field that has led to the production of informative materials by the students, uploaded to a web platform and social media (Villa, 2018).

The case study analysis has been carried out with particular attention to the relationship between the physical and digital dimensions, as well as the typology and modality of creation of cultural contents. In this context MeSch stands out for the development of tools and technologies used as medium of the physical experience for the in-depth analysis of the Heritage (Fig. 2). The smart objects convey pre-established contents, previously defined through a collaboration between professionals of the Heritage and experts of the museums. The list of smart objects, available on a dedicated digital platform, can be accessed by professionals upon request only. The digital tools of the GIFT project, developed by museum operators together with professionals and researchers of the University through an open-source methodology, provide users with a system to interpret the exhibition that overlaps the museum tour (Fig. 3). Thanks to the digital tools, for example, people can share notes and impressions, turning from passive users into cre-

ators of contents. However, to customise these tools museum professionals from other Institutions must have specific technical skills or be supported by qualified personnel.

Museumix has focused on defining the contents and prototyping the tools for understanding the Heritage and the visitor experience in the museum (Fig. 4). Built by teams of professionals and aficionados, the prototypes are shared online. The format, however, does not include the actual implementation of the projects by the museum, although in some cases the prototype was developed and acquired for permanent use. In the project to enhance the Sacri Monti of Piedmont and Lombardy, the students at the schools were involved in a participatory process in which digital tools were used to build a repository of documents and images to share the information collected during the visits at the site (Fig. 5). However, this information is only available online, and there is no physical element that connects the site to these contents.

MEET – Multifaceted Experiences for Enhancing Territories | As highlighted in the premises and in the framework of reference, the digital dimension in the design of exhibition spaces aimed at the enhancement of the Cultural Heritage, is increasingly becoming a constructive and structural element in a hybrid design process able to combine the physical and virtual environments (Winesmith and Anderson, 2020; Colombo, 2020). In this context, digital narration invades spaces that are not always confined to the tangible boundaries of the Museum Institution (Bonacini, 2020). The museum spreads out and expands into public and private places dedicated to culture such as libraries, cinemas, theatres, stadiums, historic buildings, or company headquarters. The pervasiveness and breadth of this hybrid dimension not only concerns the space and the visitor's experience (Balzola and Rosa, 2011), but also the definition of the working group, its operative and relational processes.

In this context, the MEET is configured as a research program able to combine the goal of enhancing the Cultural Heritage with the design of interactive exhibitions project and the processes and tools used in design for the social innovation of communities and territories (Manzini, 2021). As a theoretical and applied research project, MEET has not planned on using funds for the theoretical development phase. On the contrary, any possible implementation requires funding related to the specific context of the application, the necessary equipment and the professionals involved. The format may be adopted for different subjects, historical figures or buildings, local cultural events or traditions and involves Institutions, professional and citizens in the co-design process.

The very graphic identity of MEET (Fig. 6) has been created to be implemented in different contexts, thanks to the presence of a fixed element that makes its identity unique and a variable element that, on the contrary, makes the different fields of application recognisable. The general objectives of MEET are: 1) to activate sustainable redevelopment processes that can be implementable over time; 2) to define different experiences of the local Cultural Heritage; 3) to pro-

mote digital technology as an activator of virtuous transformation processes; 4) to enhance the Heritage of a territory through processes of storytelling; 5) to involve local actors in the enhancement of Cultural Heritage through co-design processes; 6) to include young people in processes of cultural enhancement through the use of digital tools and languages.

The stages of the project | At beginning of the process the university identifies the project context. This phase establishes the network for the project, providing for the involvement of cultural Institutions, local authorities, associations, schools, businesses, for the identification of the tangible

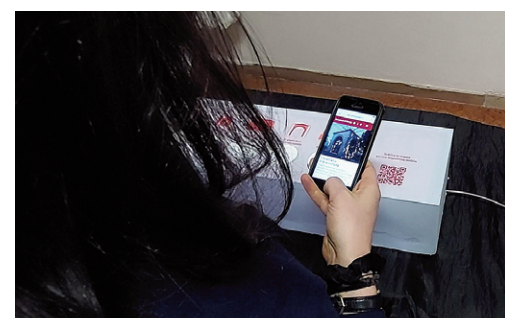
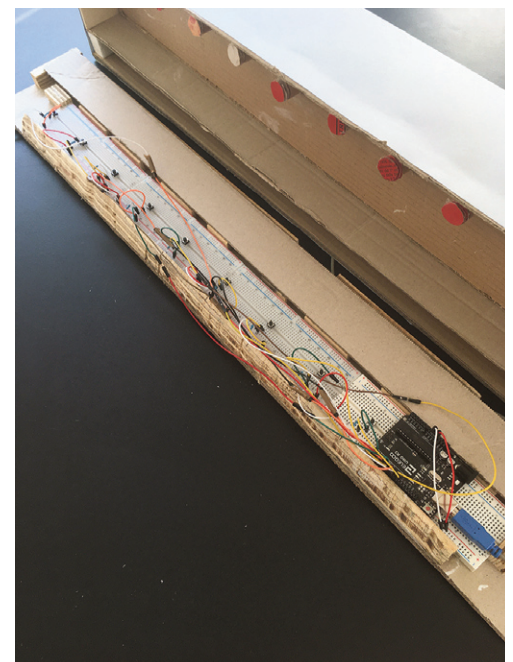
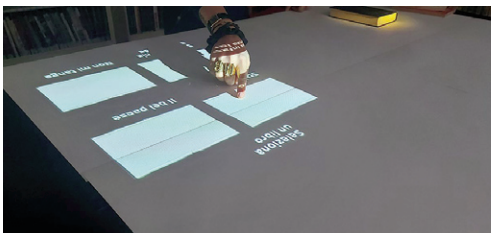


Fig. 7-9 | Interactive map: installation, prototype and details of use (credits: P. Baruzzi, 2021).



and intangible Cultural Heritage to be enhanced and the search for professionals to constitute the team. Subsequently, the researchers and university professors share project goals, the co-design process and the final output. The topic is subsequently developed by the participants – professionals, teachers and students at schools, university facilitators and researchers – through the creation of contents. The narration, built with texts, images, videos and audio tracks, is structured to complement the exhibition itinerary and its declination in different interactive installations. The adoption of collaborative methodologies allows to direct and facilitate the realisation of the project and to promote a greater awareness of the enhanced Heritage as well.

A privileged environment where you can experience MEET is the school. As a community made up of multiple direct and indirect relationships, the school is located within a historically and geographically determined context where processes of learning, exchange and the enhancement of culture take place. In this context, the appeal and diffusion of the digital technology can serve as an activator to involve teachers and students in new educational experiences that include exploring local culture, which young people can in turn seek to promote because they feel they are part of the divulgation process. The project becomes a medium between the study and exhibition of the Heritage in an active and shared learning programme able to connect the cultural, technical, technological, experiential and communicative aspects (Roschelle, Penuel and Shechtman, 2006).

The interactive exhibition itinerary | The exhibition project combines the physical and digital dimensions in an itinerary structured as a sequence of interactive stations aimed at engaging the visitors. Basically, there are three types of environmental installations: an interactive map, an interactive table, and a full-scale projection. Each area is designed to be enjoyed even without using personal devices, providing both an individual and collective experience as well.

The interactive map (Fig. 7-9) highlights and geolocalises the places inherent to the selected topic through the stylised representation of different places of interest. Projected on a wall, it is used with a controller, consisting of a series of buttons so that the visitor can press to move virtually from one place to another, accessing in-depth information captions consisting of an image, a brief description, the address of the place, travel time and possible opening hours. A QR code, placed on the control panel, extends the use of the map to visitors' personal devices providing them with an orientation tool. The projection remains active on the last place selected so that the visitor can deduce the functioning and the type of accessible information it provides. The installation prototype uses mainly open-source technologies: an Arduino UNO board, the Processing software and a high-resolution projector that ensures the visibility of the contents from more than 3 metres away.

The interactive table (Fig. 10-12) allows visitors to explore a selected topic. A few physical objects (books, documents, photographs, etc.) are placed on a table. When one object at a time is placed under a light beam, it activates the interaction. The user can touch the table to start the projection of videos, concerning the numerous audio and visual contents available. Each multimedia content, up to 90 seconds long, consists of images and motion-graphic elements that show a particular point of view. By replacing the physical object, it becomes possible to explore another topic. The technologies used in this case are open-source as well: an Arduino UNO board combined with an RFID tag and, a brightness sensor (which recognises objects placed under the light beam) and a projector.

The full-scale projection (Fig. 13-15) was designed with particular attention to highlighting the relationships between the topic, the territory and the local community. It is, in fact, a projection inspired by Studio Azzurro's 'Story Bearers'. Positioning themselves in front of the projections of life-size projected characters, visitors activate the narration of anecdotes about the selected subject. In each character (a child, an adult or an elderly person) citizens can recognise their grandfather, a friend, a teacher or even themselves. Technologies used in this case are an Arduino UNO board connected to an ultrasonic sensor (to detect the presence of visitors) and a high-definition projector with an ultra-short optical distance.

Conclusions | The real effectiveness of digital media, according to Maulini (2019), can be described with three verbs: to tell, to involve and to promote. Based on this definition, MEET wants to be an interactive storytelling tool that integrates points of view and direct testimonies of the local community into the exhibition. Thus, the active involvement of the citizens becomes a tool to enhance the exhibition, as well as a driver to promote the visitor's experience. The project, which focuses on the relationship and interaction between people, objects and spaces stands out for its presentation of a format that may be applied to different territories and types of Cultural Heritage. Historical figures, companies, artisans, regional products, events, traditions or monuments that have a particular bond with a territory are only some of the possible topics that may be addressed, enhanced, and enjoyed in an experience that is both physical and digital.

The choice to work on an interactive exhibition makes it possible to enhance both tangible and intangible assets, while preserving the physical objects and intangible Heritage belonging to a territory (Cirifino et alii, 2011). Designing the output for an interactive exhibition, hybridising physical and digital dimensions, means promoting the participation and the active and collective enjoyment of visitors, mitigating the individual dimension of the experience mediated by personal devices. The direct participation of citizens – primarily students and schoolteachers – plays a fundamental role in learning: firstly, by involving them in

Fig. 10-12 | Interactive table: installation and details of use (credits: P. Baruzzi, 2021).

Fig. 13-15 | 1:1 scale projection: installation, video processing and backstage (credits: P. Baruzzi, 2021).

the definition and realisation of the content on display, secondly, because they are stimulated to use the same digital technologies and visual languages from a design perspective. The presentation of contents through sounds, images and videos also satisfies the need for optimal communication with a contemporary audience, which is more stimulated by this type of content.

The MEET exhibition can be located inside a library, a historic building, or a school, opening the process of enhancing the Cultural Heritage across the city and activating a real engagement with the local community. The scalability of the project can be identified not only in the wide range of contents, which can be always modified or im-

plemented with different points of view and new insights, but also in the type of installation that can vary according to the context and the nature of the stakeholders. The involvement of people with different skills and the learning carried out in a first MEET experience make the participants independent and give them the tools to modify the contents and upkeep the installations, making the project – while subjected to the obsolescence of the equipment – sustainable over time.

The research program, theorised and developed in 2021, was tested in a pilot project, necessary to validate the feasibility and the interactive user experience. The application of the format in different contexts, at different scales and

with various actors is currently under implementation. Only after a series of projects are brought to completion will it be possible to detect and monitor the diversities in the process, its potential and problems and the impact on the territory. The systematisation of the data collected, and the analysis of the actual results will allow a critical evaluation of the entire project.

Acknowledgements

The contribution is the result of a common reflection of the authors. Nevertheless, the introduction and ‘Traces and references for active citizenship projects’ are written by A. Bosco, ‘Methodology and reference overview’ by M. Lengua, the paragraphs ‘MEET – Multifaceted Experiences for Enhancing Territories’ and ‘The phases of the project’ by S. Gasparotto, and ‘The interactive exhibition itinerary’ by P. Baruzzi. The ‘Conclusions’ are written by A. Bosco and S. Gasparotto.

References

- Avram, G., Ciolfi, L. and Maye, L. (2020), “Creating tangible interactions with cultural heritage – Lessons learned from a large-scale, long-term co-design project”, in *CoDesign | International Journal of CoCreation in Design and Arts*, vol. 16, issue 3, pp. 251-266. [Online] Available at: doi.org/10.1080/15710882.2019.1596288 [Accessed 20 October 2021].
- Balzola, A. and Rosa, P. (2011), *L’arte fuori di sé – Un manifesto per l’età post-tecnologica*, Feltrinelli, Milano.
- Bonacini, E. (2020), *I musei e le forme dello Storytelling digitale*, Aracne, Canterano.
- Bosco, A. (2019), “La casa museo – Nuovi ‘racconti’ per la formazione di comunità sul territorio”, in Sinni, G. (ed.), *Designing Civic Consciousness – ABC per la ricostruzione della coscienza civile*, Quodlibet, Macerata, pp. 202-211.
- Chaumier, S. and Françoise, C. (2014), “Museomix – L’invention d’un musée du XXIe siècle”, in *La Lettre de l’OCIM | Musées, Patrimoine et Culture scientifiques et techniques*, vol. 156, pp. 7-11. [Online] Available at: doi.org/10.4000/ocim.1454 [Accessed 20 October 2021].
- Cirifino, F., Giardina Papa, E., Rosa, P. and Studio Azzurro (2011), *Musei di narrazione – Percorsi interattivi e affreschi multimediali | Museum as Narration – Interactive experiences and multimedia frescoes*, SilvanaEditoriale, Cinisello Balsamo.
- Colombo, M. E. (2020), *Musei e cultura digitale – Fra narrativa, pratiche e testimonianze*, Editrice Bibliografica, Milano.
- Dal Falco, F. and Vassos, S. (2017), “Museum Experience Design – A Modern Storytelling Methodology”, in *The Design Journal*, vol. 20, issue sup. 1, pp. S3975-S3983. [Online] Available at: doi.org/10.1080/14606925.2017.1352900 [Accessed 10 October 2021].
- Drucker, P. F. (1993), “The rise of the knowledge society”, in *The Wilson Quarterly*, vol. 17, issue 2, pp. 52-71. [Online] Available at: link.gale.com/apps/doc/A13905270/AONE?u=anon~b00f9c7b&sid=googleScholar&xid=81dfdf3b [Accessed 13 October 2021].
- Koleva, B., Spence, J., Benford, S., Kwon, H., Schnädelbach, H., Thorn, E., Preston, W., Hazzard, A., Greenhalgh, C., Adams, M., Farr, J. R., Tandavanitj, N., Angus, A. and Lane, G. (2020), “Designing Hybrid Gifts”, in *ACM Transaction Computer-Human Interaction*, vol. 27, n. 5, pp. 1-33. [Online] Available at: doi.org/10.1145/3398193 [Accessed 20 October 2021].
- Løvlie, A. S., Benford, S., Spence, J., Wray, T., Mortensen, C. H., Olesen, A., Rogberg, L., Bedwell, B., Dazentas, D. and Waern, A. (2019), “The GIFT framework – Give visitors the tools to tell their own stories”, in *MW19 | Boston*, n.d. [Online] Available at: mw19.mw-conf.org/paper/the-gift-framework-give-visitors-the-tools-to-tell-their-own-stories/ [Accessed 20 October 2021].
- Manzini, E. (2021), *Abitare la prossimità – Idee per la città dei 15 minuti*, Egea, Milano.
- Manzini, E. (2018), *Politiche del quotidiano – Progetti di vita che cambiano il mondo*, Edizioni di comunità, Roma.
- Manzini, E. (2015), *Design, when everybody designs – An introduction to design for social innovation*, MIT Press, Cambridge.
- Murray, R., Caulier-Grice, J. and Mulgan, G. (2010), *The open book of social innovation*, London, Nesta.
- Maulini, A. (2019), *Comunicare la cultura, oggi*, Editrice Bibliografica, Milano.
- Nussbaum, M. C. (2011), *Creating Capabilities*, Harvard University Press, Cambridge.
- Nussbaum, M. C. and Sen, A. (1993), *The quality of life*, Oxford University Press, Oxford.
- Petrelli, D., Ciolfi, L. and Avram, G. (2021), “Envisioning, Designing and Rapid Prototyping Heritage Installations with a Tangible Interaction Toolkit”, in *Human-Computer Interaction*, pp. 1-41. [Online] Available at: doi.org/10.1080/07370024.2021.1946398 [Accessed 18 October 2021].
- Podara, A., Giomelakis, D., Nicolaou, C., Matsiola, M. and Kotsakis, R. (2021), “Digital Storytelling in Cultural Heritage – Audience Engagement in the Interactive Documentary New Life”, in *Sustainability*, vol. 13, issue 3, 1193, pp. 1-22. [Online] Available at: doi.org/10.3390/su13031193 [Accessed 13 October 2021].
- Porter, M. E. and Kramer, M. R. (2011), “Creare valore condiviso – Come reinventare il capitalismo e scatenare un’ondata di innovazione e di crescita”, in *Harvard Business Review Italia*, vol. 1, issue 2, pp. 68-84. [Online] Available at: hbritalia.it/gennaio-febbraio-2011/2011/01/01/pdf/creare-valore-condiviso-14395/ [Accessed 10 October 2021].
- Rizzo, F. (2009), *Strategie di co-design – Teorie, metodi e strumenti per progettare con gli utenti*, FrancoAngeli, Milano.
- Roederer, C., Reva, R. and Pallud, J. (2020), “Does Digital Mediation Really Change the Museum Experience? Museomix in the Lyon-Fourvière Archaeological Museum”, in *International Journal of Arts Management*, vol. 22, issue 3, pp. 108-123. [Online] Available at: master-in-international-arts-management.com/app/uploads/2020/07/IJAM_v22_n3_issue.pdf [Accessed 20 October 2021].
- Roschelle, J., Penuel, W. and Shechtman, N. (2006), “Co-design of Innovations with Teachers – Definition and Dynamics”, in Barab, S. A., Hay, K. E. and Hickey, D. T. (eds), *Proceedings of ICLS 2006 – 7th International Conference of the Learning Sciences, Indiana University, Bloomington, Indiana, USA, June 27th-July 1st, 2006 | Making a Difference*, vol. 2, International Society of the Learning Sciences, pp. 606-612.
- Sanders, E. B. N. and Stappers, P. J. (2008), “Co-creation and the new landscapes of design”, in *Co-design | International Journal of CoCreation in Design and the Arts*, vol. 4, issue 1, pp. 5-18. [Online] Available at: doi.org/10.1080/15710880701875068 [Accessed 26 October 2021].
- Villa, D. (2018), “Social media per l’educazione al Patrimonio del sito Unesco Sacri Monti di Piemonte e Lombardia”, in Luigini, A. and Panciroli, C. (eds), *Ambienti digitali per l’educazione all’arte e al patrimonio*, FrancoAngeli, Milano, pp. 281-294. [Online] Available at: ojs.francoangeli.it/_omp/index.php/oa/catalog/download/334/142/1578-1 [Accessed 23 October 2021].
- Winesmith, K. and Anderson, S. (2020), *The Digital Future of Museums – Conversations and Provocations*, Routledge, New York-London.

SOCIALITÀ DIGITALE E COVID-19

Service Design per l'analisi del coinvolgimento emotivo nella città digitale

DIGITAL SOCIABILITY IN COVID-19 ERA

Service Design for the analysis of emotional involvement in the digital city

Carlotta Belluzzi Mus, Alessio Caccamo, Riccardo Fazi
Vincenzo Maselli

ABSTRACT

La recente emergenza mondiale e la conseguente virtualizzazione della quotidianità che l'essere umano ha dovuto fronteggiare, hanno fatto emergere il ruolo delle tecnologie digitali nella vita di ognuno e le criticità ad esse connesse. L'articolo riporta l'analisi delle piattaforme digitali più diffuse durante il periodo di lockdown 2020, volta a evidenziare una correlazione fra il successo in termini di fruizione e la componente emotiva-relazionale dei servizi stessi. A tal fine, è stato definito uno strumento di indagine derivante dal Service Design in grado di affiancare a un'azione di analisi prestazionale del servizio i relativi effetti in termini di fattori emozionali: un'opportunità per la comunità scientifica di riflettere sul miglioramento delle componenti socio-relazionali di una metaforica città digitale.

The recent world health emergency and the consequent virtualisation of daily life that human beings had to tackle, have brought to light the role of digital technologies in our lives and the problems linked to them. In this context, the article deals with the analysis of the most used digital platforms during the 2020 lockdown, aimed at highlighting the link between its success and the emotional-relational component of the services. To this purpose, an investigation tool coming from Service Design was created. A tool capable of supporting the action of a service performance analysis and its effects in terms of emotional factors: an opportunity for the scientific community to think on the improvement of the socio-relational components of a metaphorical digital city.

KEYWORDS

service design, digital city, digital sociability, emotional imprint, covid-19

service design, città digitale, socialità digitale, impronta emotiva, covid-19

Carlotta Belluzzi Mus, Product & Service Designer, PhD Candidate of Design at the Department of Planning, Design, and Architectural Technology of the 'Sapienza' University of Rome (Italy). Her research and projects focus on the interaction between design, sociology, psychology, and pedagogical sciences. Since 2017, she is a Member of TWM Factory. Mob. +39 333/82.02.058 | E-mail: carlotta.belluzzimus@uniroma1.it

Alessio Caccamo, Multimedia Communication Designer, PhD Candidate of Design at the Department of Planning, Design, and Architectural Technology of the 'Sapienza' University of Rome (Italy). His research focuses on the strategic application of communication design practices and digital technologies in Digital Education. Mob. +39 328/91.06.262 | E-mail: alessio.caccamo@uniroma1.it

Riccardo Fazi, Sound Designer for socio-cultural processes, PhD Candidate of Design at the Department of Planning, Design, and Architectural Technology of the 'Sapienza' University of Rome (Italy). In 2006, he founded the research project Muta Imago, whose plays, performances, radio, and musical works were presented in major international festivals. Mob. +39 338/40.93.961 | E-mail: riccardo.fazi@uniroma1.it

Vincenzo Maselli, Motion Designer and PhD, is a Research Fellow at the Department of Planning, Design, and Architectural Technology of the 'Sapienza' University of Rome (Italy). His research focuses on motion design and animation, studied as a field of process and technological experimentation, as well as a media tool. Mob. +39 346/966.16.45 | E-mail: vincenzo.maselli@uniroma1.it

Nel 1959 Frederick P. Brooks e Lyle Johnson per la prima volta spiegarono la struttura del primo supercomputer (stretch) utilizzando il termine 'architettura' in relazione alla tecnologia dell'informazione (Hennessy and Patterson, 2011). Architettura dell'informazione, computer architecture e logic design sono locuzioni oggi usate per indicare i metodi e gli strumenti che definiscono la funzionalità e l'organizzazione dei sistemi informatizzati. Le analogie lessicali tra il mondo digitale e quello dell'architettura e dell'urbanistica non riguardano solo caratteristiche strutturali e costruttive ma, metaforicamente, anche gli aspetti sociali, oggi prerogativa del mondo digitale (Haythornthwaite, 2005). Uno tra tutti il forum (polo dell'attività pubblica, politica, amministrativa e giudiziaria dell'urbe) è stato – parafrasando Bolter e Grusin (1991) – ri-mediato diventando luogo virtuale di discussione e confronto della 'città digitale'. Il concetto di 'città digitale' nasce nella seconda metà degli anni '90 per designare un ambiente urbano reale le cui funzioni, gestione e processi di rigenerazione sono ottimizzati grazie all'utilizzo delle tecnologie informatiche (Graham and Marvin, 1996; Ishida and Isbister, 2000; Aurigi and Graham, 2003). La recente polarizzazione della vita umana negli spazi virtuali ha amplificato la pervasività delle tecnologie informatiche e la digitalizzazione degli spazi di condivisione, tanto che la città digitale ha perso la sua identità di supporto volto a ottimizzare le attività della città fisica, diventando unico luogo di scambio e interazione ammesso.

Nasce da qui la proposta di un parallelo tipo-logico tra città fisica e digitale come luogo dell'abitare umano composto da spazi pubblici, luoghi della circolazione e della condivisione. La trasformazione ontologica del rapporto tra esseri umani e spazi e la virtualizzazione degli stessi (Lévy, 1998) non porta però con sé solo necessità di ordine tecnologico e prestazionale ma, come accennato, anche sociale e oggi più che mai se ne percepisce l'urgenza. Il contributo intende analizzare l'ambiente digitale in termini di 'spazio pubblico', suggerendo un metodo preliminare di indagine volto a definire indicatori di soddisfazione emotiva a integrazione della customer satisfaction invece fortemente legata a solo aspetti prestazionali.

Due i momenti propedeutici. A una riflessione sulle emergenti questioni di ordine sociale e psicologico nel processo di rigenerazione dell'ambiente digitale, segue l'analisi dell'architettura delle piattaforme digitali più utilizzate durante i lockdown. La metodologia di indagine applicata è affine alla disciplina del service design e ibrida due strumenti di analisi: il Service Blueprint e l'Emotional Journey Map. L'individuazione delle criticità relazionali di ogni piattaforma analizzata è affidata a indicatori emotivi-esperienziali estratti dal digital well-being framework dell'OCDE. L'osservazione dei dati e l'ipotesi di applicazione di criteri di valutazione degli stessi aspirano a creare uno strumento di analisi degli aspetti emotivi e socio-relazionali propedeutico alla necessaria rigenerazione della città digitale.

Città digitale e 'mondo delle non-cose' | La pandemia da Covid-19 ha inevitabilmente messo in luce il ruolo delle tecnologie digitali nella vita di ognuno (Ting et alii, 2020). Nel giro di pochi

mesi la quotidianità di milioni di persone ha migrato dallo spazio offline a quello online (Fernandez, Jenkins and Vieira, 2020): ognuno di noi si è trovato costretto a esiliarsi all'interno della propria sfera privata isolata sensorialmente dal mondo esterno, finendo così per accedere a pieno titolo a quello che Tomas Maldonado (1994) definiva 'mondo delle non cose'. Abbiamo assistito allo svuotamento improvviso e inaspettato della città fisica in favore del popolamento di quella digitale: questo 'passaggio di stato' in pochissimo tempo è arrivato a disegnare una 'seconda vita' per l'umanità. Un cambiamento repentino che ha fatto emergere rischi, minacce digitali, divari generazionali ed economici (Honey-Rosés et alii, 2020) e più in generale ha finito per influenzare la maggior parte degli aspetti sociali, culturali e comportamentali dell'umanità intera (Nicola et alii, 2020).

I luoghi della città digitale – ovvero le piattaforme – hanno subito un rapido processo di adattamento e trasformazione, si sono dimostrati in grado di fronteggiare il bisogno di produzione e fruizione dei beni e dei servizi dimostrando un'altissima efficienza sul piano prestazionale e performativo, al prezzo però della perdita della naturale suddivisione fra spazio pubblico e spazio privato in favore di un unico ambiente basato sulla società delle prestazioni (Chicchi and Simone, 2017). Si sono creati luoghi digitali della cultura, del lavoro, dell'educazione, dell'entertainment. Edifici nei quali poter – al netto di problematiche infrastrutturali – accedere e fruire dei contenuti; luoghi virtuali dove potersi incontrare e svolgere attività sociali che precedentemente avvenivano nello spazio esterno condiviso: festeggiamento di ricorrenze, condivisione del tempo libero, incontri amorosi.

Le case private sono diventate l'hub dove convergono innumerevoli ramificazioni tecniche e sociali, ambienti isolati e asettici, anonimi e delocalizzati (Boni, 2014); i computer e i cellulari la principale sede di interfaccia e interazione con un mondo esterno dal quale sono stati banditi il rapporto diretto e l'azione. Il reale sembra aver ceduto (almeno temporaneamente) all'iperreale, alla simulazione più vera del vero; i segni del mondo esterno entrano nelle case con una velocità, un'accelerazione e un'ubiquità tali da comprometterne la piena comprensione (Baudrillard, 2007). Solo nel 2020 gli utenti di internet, cresciuti del 7,3% rispetto all'anno precedente, hanno speso in rete circa 7 ore delle loro giornate (Kemp, 2021). Così come il confine tra spazio pubblico e spazio privato, anche quello tra tempo del lavoro e tempo dell'ozio tende a essere sempre più permeabile: l'a-scholia aristotelica (il tempo dell'occupazione) si confonde continuamente con la scholé (il tempo libero).

Ecco che si assiste a una serie di trasformazioni (o di ritorni) per quanto riguarda sia le modalità di fruizione dei contenuti che la loro stessa natura. Accanto a un inevitabile aumento dell'intensità di consumo di piattaforme dedicate all'entertainment, come Netflix, Disney+ e Prime Video, per quanto riguarda i contenuti audio-video da queste veicolati (serie televisive, programmi, podcast, programmi di informazione) si sta tornando a una modalità di scrittura 'dilatata' che prevede la possibilità di una fruizione distratte: pochi contenuti importanti spalmati su

durate estese e circondati da elementi superflui, così che possa essere garantito il passaggio di informazioni a un basso livello di attenzione. Anche in questo caso le storie stanno lasciando il posto a informazioni che non possiedono alcuna lunghezza o ampiezza narrativa ma piuttosto proliferano senza direzione (Byung-Chul, 2017). Allo stesso tempo la fruizione di tali contenuti diventa sempre più privata e meno collettiva. Il tutto a detrimento della dimensione esperienziale e collettiva del reale; una dimensione che, malgrado tutto, si ostina ad affacciarsi tra le crepe dell'inedito stato delle cose attuale. In un momento storico come questo, in cui la 'seconda vita' virtuale degli esseri umani non è più solo una prefirgurazione degli scenari fantascientifici del mondo della fiction (Dunne and Raby, 2013), l'importanza del benessere nell'ambiente digitale inizia a porsi in maniera radicale, sia in termini di ordine sociale che psicologico.

Stato dell'arte | L'analisi delle esperienze vissute nella città digitale ha fatto emergere importanti criticità in termini di relazioni, inclusività e adattamento alle piattaforme (Corposanto, 2020). Consuetudini come guardare un film, fare acquisti, partecipare a una lezione, visitare un museo o festeggiare un compleanno sono state private della loro natura socio-emotiva, costringendo l'utente o a un maggior isolamento o a progettualità spontanee ideate per colmare le lacune delle piattaforme. Attività culturali legate a una modalità di fruizione collettiva, come il cinema, il teatro, l'opera e la visita ai musei si sono trasformate in attività private, snaturando così completamente la loro natura interattiva e sociale. Da questo punto di vista il vuoto esperienziale formatosi non è stato ancora riempito da altro: quello cui si sta assistendo è piuttosto la trasformazione definitiva in informazione privata di ciò che prima era costituito da atti ed eventi collettivi (Baudrillard, 1996). La distanza tra noi e il mondo esterno non è dunque stata colmata, bensì semplicemente rimediata dal mezzo tecnologico, che se da un lato ci ha permesso di continuare a fruire del mondo, dall'altro ci ha privato della ricchezza informativa ed emotiva legata alla dimensione esperienziale del confronto con l'altro e con l'esterno (Turkle in Bonini, 2020). Metaforicamente, è come se la costruzione degli edifici virtuali della città digitale avesse ignorato il disegno e la gestione del suo spazio pubblico.

L'esperimento Netville del 1996 (Hampton and Wellman, 2003) dimostra che il potenziale aggregativo della tecnologia informatica è da decenni oggetto di riflessioni con l'obiettivo di valutare l'efficacia di strumenti e strategie per rafforzare il capitale sociale e il senso di comunità¹. Ai residenti di Netville, un agglomerato di abitazioni nei pressi di Toronto, era stato fornito l'accesso a una rete di computer locale, a strumenti hardware e software di navigazione, caselle di posta digitali, browser Web, forum di discussione locali e persino assistenza medica online e fortemente incentivata la comunicazione interna ed esterna. La ricerca, durata due anni, rivelò un inaspettato incremento del livello di interazione tra i residenti connessi a internet: maggiore riconoscibilità dei volti dei vicini, maggiore tempo di interazione, nonostante una minore frequentazione fisica. Le persone con ac-

PLATFORM	SERVICE CATEGORY	COMMERCIAL USE OPTION (ADS)	DESCRIPTION
Facebook	Social Network <i>Generalist</i>	Yes	Facebook is a US social media, launched for a commercial purposes on 4 February 2004, owned and operated by Facebook Inc. It is the leading social network in terms of number of active users.
Youtube	Streaming Video	Yes	YouTube is a 2.0 web platform, founded on 14 February 2005, which enables the sharing and display multimedia content (video sharing), owned by Google Inc.
WhatsApp	Messaging	Not directly	WhatsApp is a US-based centralised instant messaging computer application created in 2009 by WhatsApp Inc., since 19 February 2014 part of the Facebook Inc. group.
Wikipedia	Encyclopedia <i>Information</i>	No	Wikipedia is a free, collaborative, multilingual, online encyclopaedia founded in 2001, supported and hosted by Wikimedia Foundation, a US non-profit organization.
Amazon	E-Commerce	Yes	Amazon.com Inc. is an American e-commerce company, headquartered in Seattle, Washington. It is the largest Internet company in the world.
TikTok	Social Network <i>Entertainment</i>	Yes	TikTok, also known as Douyin (Dǒuyīn) in China, is a Chinese social network launched in September 2016, initially under the name musical.ly. It was the most downloaded app in 2020.
Spotify	Streaming Music	Yes	Spotify is a Swedish music service that offers on-demand streaming of a selection of tracks from various record companies and independent labels.
Pornhub	Streaming Porn	Yes	Pornhub.com is a Canadian pornographic video sharing website from the Porn 2.0 family, similar in layout to Youtube.

Tab. 1 | Platforms selected for research and description of the proposed service (credit: C. Belluzzi Mus and A. Caccamo, 2021).

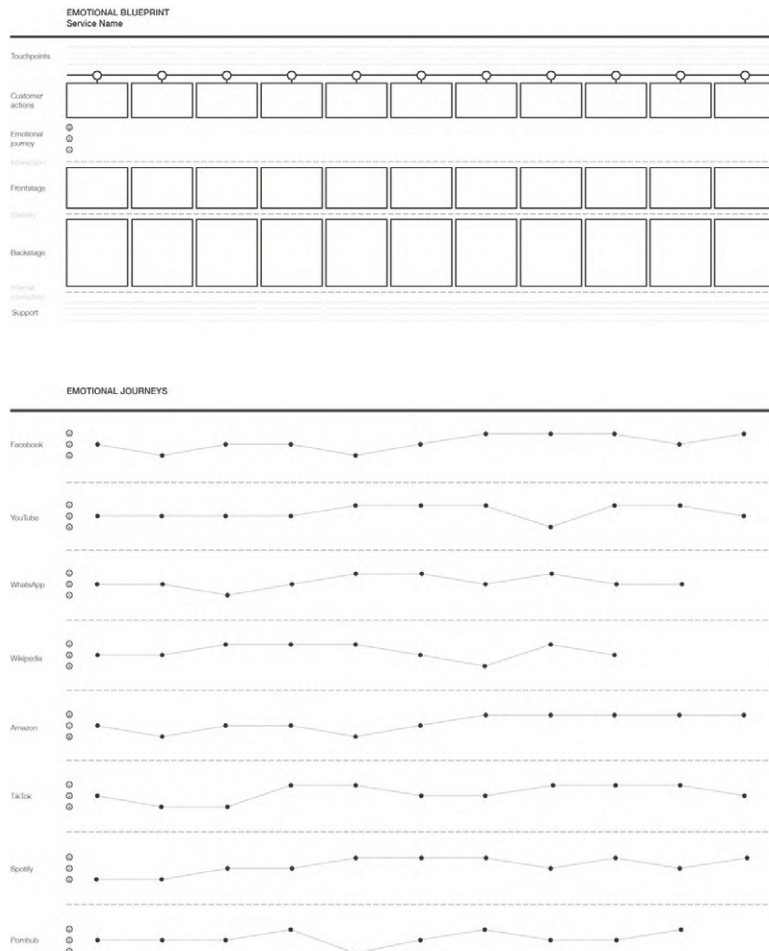


Fig. 1, 2 | Generic graph of the Emotional Blueprint; Comparison diagram of all the emotions of the platforms (credits: C. Belluzzi Mus and A. Caccamo, 2021).

cesso a internet contattavano più spesso parenti e a-mici e partecipavano maggiormente alla vita della comunità locale. Anticipando le capacità di accesso alla rete, Netville fornì una nuova forma di comunicazione asincrona e rafforzò i legami della comunità locale, senza indebolirli né trasformarli.

Negli ultimi vent'anni questi strumenti sono stati esperiti su scala globale ampliando il concetto di comunità e liberandola dal vincolo della prossimità geografica. Questa comunità virtuale oggi è in rapida crescita – si osservi che gli utenti dei social media sono aumentati del 13,2%, pari a circa 490 milioni di utenti, alle porte del 2021, rispetto al 7,2% dell'anno precedente (Kemp, 2021) – e in cerca di modalità di interazione partecipate, ottimizzate e inedite (Siuda, 2020). Ci si propone, perciò, di trattare il concetto di rigenerazione come rinnovazione di spazi e infrastrutture virtuali che si adattino a una crescente domanda di inclusione, interazione e che si adeguino alla crescente virtual community globale e alla innata resilienza che l'essere umano dimostra anche nel suo approccio allo spazio virtuale. Internet e i social media sono spazi in cui naturalmente si richiede all'utente di essere consumatore e produttore di contenuti – l'elemento 'prosumer' dell'attività online (Ritzer and Jurgenson, 2010). Quest'azione apre prospettive diverse relative al ruolo attivo che si richiede all'utente, e promuove un senso di comunità e identità (Siuda, 2020).

Le diverse mappature delle dimensioni socioculturali degli ambienti digitali hanno già mes-

so in luce come internet e i servizi online abbiano riconfigurato i rapporti interpersonali, mediatizzando la distanza e aprendo il mercato dei servizi immateriali a nuovi ambiti della socialità, come ad esempio l'educazione (Bonini, 2020). Si è discusso su come la dimensione interattiva influenzi stati d'animo e qualità delle relazioni sociali e, di conseguenza, su come e se sia possibile stabilire dei parametri scientifici attraverso cui orientare la progettazione dell'emotività e del benessere offerto dai servizi digitali (Lyubomirsky, Sheldon and Schkade, 2005).

Infine, si è evidenziato come anche il design svolge un ruolo di rilievo nell'analisi e nella progettazione degli aspetti socioculturali dei prodotti digitali (in particolare nei processi di inclusione, in servizi e interfacce) e di blocchi in grado di stimolare gli utenti nella coltivazione di emozioni positive e buone relazioni sociali (De Luca, 2016). Da una panoramica iniziale, risulta dunque evidente la rilevanza dell'analizzare oggi l'impatto e il ruolo delle piattaforme digitali nei contesti sociali, per porre le basi della conoscenza o integrare quanto già messo in luce ad oggi rispetto ai principi che regolano gli spazi pubblici digitali, soprattutto a fronte dell'accelerazione di tali influenze nel periodo pandemico dell'anno appena trascorso.

Metodologia, domande di ricerca e limiti | L'attività di ricerca qui esposta si sviluppa attraverso una ibridazione delle metodologie della ricerca sociale e del service design. Il gruppo di ricerca

ha indagato le logiche di fruizione delle piattaforme digitali maggiormente in uso nel periodo compreso fra gennaio 2020 e gennaio 2021, in accordo al Digital Global Overview Report sviluppato da WeAreSocial & Hootsuite (Kemp, 2021), allo scopo di far emergere la natura 'sociale' e il bisogno di 'aggregazione' e 'comunità' che la Pandemia da Covid-19 ha inevitabilmente interrotto o riconfigurato.

Per poter scegliere le otto piattaforme è stato deciso di incrociare i ranking provenienti dal Digital Global Overview Report (Kemp, 2021) – frutto dell'elaborazione di numerose banche dati² – relativi ai seguenti criteri: 1) tempo di fruizione di piattaforma digitale (generalista) – web-based; 2) tempo di fruizione di piattaforme dichiaratamente social – web based; 3) utenti attivi – app e web-based; 4) spesa all'interno delle piattaforme – app e web-based. Successivamente all'identificazione delle piattaforme corrispondenti ai criteri di selezione appena descritti, si è scelto di compiere un'ulteriore pulizia dei dati al fine di evitare sovrapposizioni di servizi fra le varie piattaforme, ottenendo così un ventaglio più ampio di possibilità di analisi. Difatti, nonostante il campione di piattaforme scelte presenti un carattere eterogeneo in termini di servizi offerti, esso restituisce una mappatura esaustiva delle tendenze e dei bisogni emersi tra gli utenti nel periodo storico in analisi³. Come mostrato nella Tabella 1, l'incrocio di questi fattori ha determinato la selezione delle seguenti piattaforme (in ordine decrescente): Facebook, YouTube,

Whatsapp, Wikipedia, Amazon, TikTok, Spotify e Pornhub. La ricerca condotta ha lo scopo di rispondere a queste tre principali domande: 1) le tecnologie digitali hanno favorito una fruizione solitaria o collettiva? 2) esiste una correlazione fra il successo – in termini di consumo e fruizione – delle piattaforme e la natura sociale ed emotiva delle stesse? 3) quali elementi della vita sociale ‘reale’ abbiamo ricercato nell’ambiente digitale?

Successivamente alla selezione delle otto piattaforme, è stato necessario definire uno strumento di analisi che potesse consentire di mettere in luce da una parte l’interesse dell’esperienza utente, dall’altra fattori sia prestazionali sia emozionali. Il team di ricerca ha deciso di attingere dagli strumenti della ricerca del Service Design (Stickdorn et alii, 2018), quale disciplina in grado di poter analizzare in un’ottica sistemica e olistica un servizio-prodotto tenendo in considerazione fattori cruciali quali il ruolo dell’utente e il contesto d’uso. Dopo un’analisi sugli strumenti di ricerca affini alla disciplina del Service Design, in una prima fase sono stati selezionati il Service Blueprint (Shostack, 1984) e l’Emotional Journey Map (Curedale, 2016). Se, come affermato da Kalakota e Robinson (2004), il Service Blueprint è un diagramma che mostra l’intero processo di erogazione del servizio, elencando tutte le attività che avvengono in ciascuna fase, permettendo di rappresentare il flusso di azioni – visibili e invisibili – che ogni ruolo deve compiere lungo il processo, l’Emotional Journey Map (Stickdorn et alii, 2018) associa un’indicazione dello stato emotivo dell’utente in ogni fase dell’esperienza. Il carattere di specificità dei singoli strumenti, tuttavia, offriva una mappatura puntuale dei fattori oggetto dell’indagine, limitando la possibilità di ottenere una restituzione visiva sistemica e immediata del sistema di dati raccolti. Pertanto, si è costruito un modello ibrido che consentisse di mettere in relazione fattori prestazionali a fattori emotivi, che gli autori hanno rinominato Emotional Blueprint (Fig. 1).

Questo nuovo modello di indagine del servizio può essere applicato a prodotti-servizi sia in ambienti digitali sia fisici o ibridi. L’introduzione di uno strumento ibrido costruito ad hoc dimostra inoltre come l’intervento del design in indagini dalla natura interdisciplinare possa offrire un contributo importante nel carattere di originalità della ricerca stessa, rispetto allo stato dell’arte, e nella produzione di nuovi output per l’apertura a considerazioni e tesi a conclusione del percorso di analisi. Lo schema di Figura 1 si presenta strutturato – sull’asse orizzontale – secondo una timeline di azioni progressive che raccontano i touchpoint di rilievo fra utente e servizio. Nell’asse verticale vengono invece descritte in ordine: a) l’ambiente dell’interazione (fisico o digitale); b) l’azione dell’utente; c) il livello di emozioni; d) ciò che avviene nel backstage; e) ciò che avviene nel backstage; f) eventuali azioni di supporto. Rispetto a questi indicatori, è necessario chiarire i criteri con i quali viene calcolato il livello di ‘emozione’ associato al touchpoint specifico.

Sebbene la ricerca di correlazioni oggettive fra gli stati emotivi e le reazioni biometriche – come l’analisi dell’ECG (Brás et alii, 2018) – sia prassi in numerosi studi e ricerche, nel caso della ricerca oggetto di questo articolo, i ricercatori

hanno optato per legare i concetti di emozione a quelli di benessere digitale, come prescritto dal Report dell’OECD (2020). All’interno del Report vengono definite 11 dimensioni chiave nelle quali il benessere si sviluppa. In questa fase preliminare della ricerca si è scelto di concentrarsi sugli indicatori relativi alla dimensione Connessioni Sociali che l’OECD categorizza in Supporto Sociale, Tempo speso nelle Interazioni Sociali, Soddifazione delle Interazioni Sociali, Connessioni Sociali e Disuguaglianze. Questi indicatori vengono espressi secondo indicatori progressivi – da uno a cinque – dove uno corrisponde a una totale assenza di soddisfazione del criterio e cinque a un grado massimo.

Interpretazione e discussione dei dati | La raccolta delle valutazioni emotive è avvenuta attraverso la somministrazione di un survey online – condotto nel periodo 12/2020-01/2021 con campione [M=88] e [F=97] – nel quale, a una prima fase di fruizione della piattaforma indicata, è stato chiesto di valutare il grado di soddisfazione del relativo touchpoint del servizio. Il risultato delle valutazioni è stato successivamente tramutato nell’indicatore ‘emozione’ dell’Emotional Blueprint, secondo questa formula: Emozione = Somma delle Valutazioni dei Criteri/4. In ultimo, è stata compiuta una media fra tutte le valutazioni emozionali relative a ogni piattaforma (Fig. 2). La redazione dell’Emotional Blueprint (EB) ha consentito di ottenere una prima serie di correlazioni che fanno riflettere su alcuni caratteri sociali delle piattaforme. Comparando gli otto EB, il primo dato che si riscontra è il rapporto direttamente proporzionale fra ‘costanza dei momenti di interazione’ e le piattaforme maggiormente utilizzate.

Come si evince dal grafico (Fig. 3), la costanza e la quantità di interazioni diminuisce progressivamente fra le piattaforme. Facebook e Whatsapp, rispettivamente prima e seconda applicazione più usata nel periodo di indagine, mostrano una perfetta continuità emotiva-sociale, a dimostrazione di una costanza di engagement durante tutta l’esperienza d’uso. Di contro, Spotify e Pornhub fanno segnare i risultati ‘peggiori’, evidenziando una esperienza sociale più limitante. Si tende, secondo i dati, a essere meno ‘occasionalmente sociali’, preferendo piuttosto l’instaurarsi di una relazione sociale più continuativa e costante. Non a caso più la fruizione si fa passiva e il ruolo dell’utente è di consumatore – vedi Spotify, e Pornhub – più si crea una discontinuità emotiva. Si cerca istintivamente di mantenere il fondamento della socialità: la condivisione e la parola. Analisi a parte andrebbe compiuta per TikTok: essendo un social network relativamente giovane – che ha avuto il suo boom durante il periodo pandemico – c’è da aspettarsi nei prossimi mesi un’impennata dei creator rispetto ai meri consumatori.

Un secondo fattore interessante è il concetto di fruizione sincrona o asincrona della comunicazione (Fig. 4). Delle otto piattaforme analizzate, solamente le prime prevedevano l’utilizzo di una fruizione sincrona – ovvero di live e dirette – che potessero in qualche modo limitare la parte ‘teatrale’ dello schermo digitale. Sebbene tutte e otto consentano una interazione via chat, o una fruizione di contenuti in maniera asincrona –

come video registrati, podcast, etc. – sono ancora una volta Facebook, Whatsapp e Youtube a mantenere il primato, confermando l’incremento di live streaming e il ruolo centrale durante la Pandemia (Stephen, 2020). L’andamento di TikTok è in linea con le altre piattaforme social in particolare Facebook. La sua posizione rispetto alle altre piattaforme si giustifica per via della sua giovane acquisizione fra gli utenti. Ci si aspetta, infatti, che TikTok possa scalare in breve tempo le vette, spinto dalle sue caratteristiche sociali. Gli utenti hanno scelto interazioni ‘autentiche’, meno ‘mediate’ dalla tecnologia digitale, nella speranza di ‘entrare in contatto’ con l’ambiente dell’altro. Anche nell’interazione indiretta si è cercato di mettere il volto e in qualche modo il corpo, alla ricerca di una corporeità e un contatto negato.

Dell’Emotional Blueprint effettuato, è inoltre emersa una costante (Fig. 5). Nonostante le differenze fra i vari servizi, il touchpoint emozionale-sociale che è risultato essere trasversale è quello relativo alle ‘costruzione di rete’. ‘Amicizia’, ‘follower’, ‘contatto’, diversi nomi per affermare un’altra costante sociale, la voglia di creare network e relazioni. Nonostante i limiti imposti dal lockdown, si è cercato di mantenere attiva quella rete di affetti e conoscenze, nonché di ampliare per sopperire alle restrizioni imposte dai vari Enti governativi locali. Ulteriore dato di rilievo emerge analizzando gli step iniziali dell’esperienza all’interno di queste otto piattaforme.

Mettendo a confronto gli otto EB (Figg. 6-13) è possibile evidenziare il ruolo che la velocità con cui le persone possono interagire in maniera diretta sia cruciale nel successo della piattaforma stessa (Fig. 14). Di fatti, nell’uso di Facebook, Youtube, Whatsapp e TikTok – la quale rientra per le logiche precedentemente descritte – il primo contatto con la community avviene dopo appena tre/quattro step – dovuti alle fasi di sign-in e definizione del profilo – il che inevitabilmente mette l’utente in uno stato emozionale di maggior attrattività nei confronti della piattaforma stessa. Questo dato diviene più evidente nell’uso quotidiano – quando la procedura di sign-in è sostituita da quella di log-in – in cui la possibilità di interazione è pressoché immediata. Wikipedia, Amazon, Spotify e Pornhub, di contro, mantengono una natura più solitaria e solo verso la fine dell’esperienza d’uso prevedono possibili contatti reali.

Conclusioni | L’essere umano è chiaramente un essere adattivo, e la pandemia ha dimostrato la capacità di sapersi adattare e riplasmare rispetto a contesti e ambienti per trovare l’habitat migliore in cui poter vivere. L’uomo è inoltre un animale sociale (Aristotele, 2007), e in questa fase di transizione – temporanea – fra fisico e digitale, la ricerca è stata univoca: contatto. Si è cercato di costruire ‘ponti’ che unissero i vari ambienti digitali. Si è cercato di infrangere il diaframma tra backstage e frontstage, con lo scopo di superare la barriera imposta dai monitor dei device. La ricerca risulta essere in uno stato preliminare che necessita di ulteriori implementazioni e successive correlazioni. Nonostante le limitazioni dichiarate, le prime analisi effettuate e fin qui descritte consentono già di estrapolare alcuni dati utili a confermare o meno la validità del-

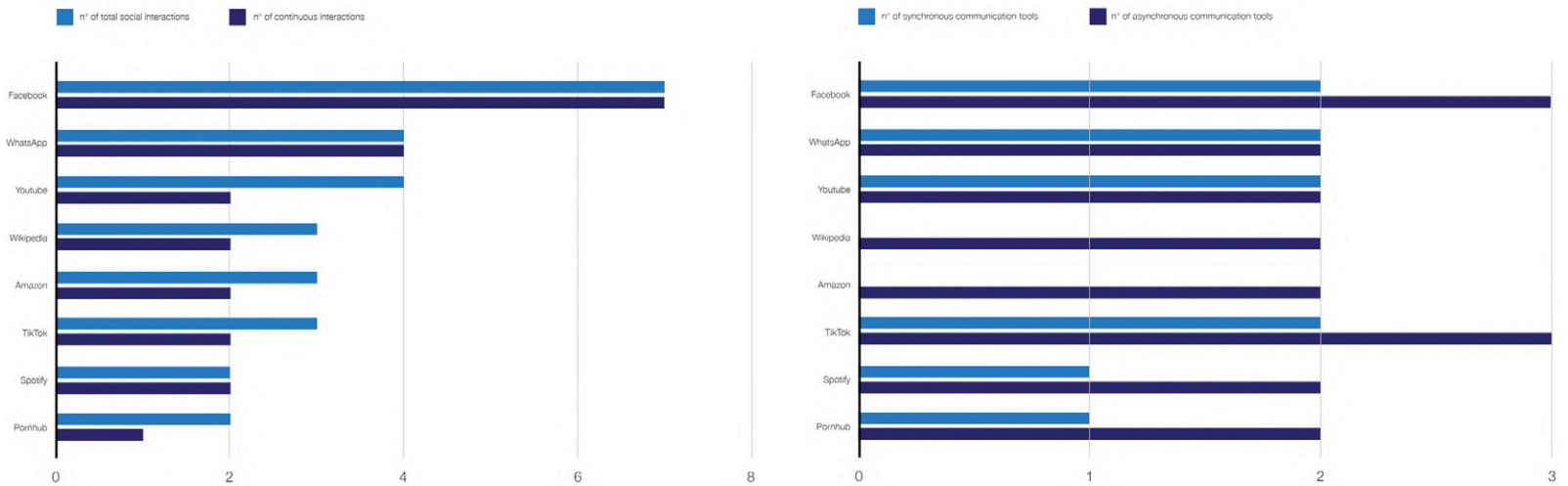


Fig. 3 | Link between emotional-social touchpoints and their consistency (credit: C. Belluzzi Mus and A. Caccamo, 2021).

Fig. 4 | Link between synchronous and asynchronous communication tools (credit: C. Belluzzi Mus and A. Caccamo, 2021).

le domande di ricerca poste a monte. Relativamente ai dati in possesso è emerso come la ricerca di socialità e 'contatto' sia andata in opposizione all'evasione sociale. Le piattaforme più utilizzate – Facebook, Youtube e Whastapp – infatti, consentivano forme di fruizione di contenuti condivise e la possibilità di interagire con gli stessi contenuti e con gli altri utenti. Si è quindi istintivamente cercato di ricreare forme sociali analoghe a quelle della vita fisica. Il dibattito sembra essere stato la prima forma per affermare la presenza e l'esistenza dell'io nell'ambiente digitale. Di contro, le piattaforme con una fruizione principalmente solitaria – vedi Amazon, Wikipedia, Spotify e Pornhub – si sono ritrovate meno attrattive nei confronti di un pubblico che cercava forme di 'contatto' e di 'scambio'. In termini di user experience, si sono quindi preferite piattaforme-interfacce che mettessero subito in interazione le persone sia tra di loro sia con i contenuti.

La letteratura di riferimento ha fornito le basi per costruire il metodo di indagine descritto volto a integrare indicatori di soddisfazione emotiva alla customer satisfaction che attualmente riflette più gli aspetti prestazionali che sociali-relazionali (Martin et alii, 2008). La proposta di formulazione di uno strumento di indagine – Emotional Blueprint – che permetta di affiancare a un'azione di analisi prestazionale del servizio i relativi effetti in termini di fattori emozionali, costituisce, come denunciato negli obiettivi, un'opportunità per la comunità scientifica di riflettere sul ruolo della disciplina del Service Design nell'ambito della ricerca sociale. In particolar modo tale strumento (in vista di future implementazioni) potrebbe essere utilizzato sia in fase di validazione di un servizio già esistente sia per la progettazione di un servizio ex novo, ponendo l'attenzione su standard emotivo-prestazionali capaci di favorire una corretta ri-progettazione e rigenerazione degli ambienti della città digitale.

Inoltre, selezionando differenti indicatori, quali un campione di servizi e piattaforme meno eterogeneo, un bacino di utenti più specifico e dei comportamenti limitati in termini di fasi e attività a cui sono connessi, lo strumento diventerebbe un meta-modello adattabile a specifiche istanze di progetto. Le sole piattaforme nate per socia-

lizzare, ad esempio, hanno subito upgrade sostanziali in termini sia prestazionali sia di contesti di utilizzo, diventando 'non-luoghi' di lavoro, di insegnamento, di confronto e di divertimento; ma come varia il set di tools forniti per sopperire a ognuna di queste 'funzioni' considerando anche l'impatto emotivo dell'utente? In termini progettuali, la metodologia di analisi proposta può rispondere alle domande di ricerca in maniera immediata e puntuale, limitando le arbitrarie, le ricorrenze e le minimizzazioni dell'importanza delle componenti volte al soddisfacimento di requisiti emozionali degli 'edifici' della città digitale.

È necessario, perciò, iniziare a riflettere sulla qualità e sugli standard che una città digitale deve avere per essere veramente aperta, inclusiva e relazionale. La necessità di condivisione delle esperienze richiede un intervento programmatico di rigenerazione dello spazio pubblico digitale. Parafrasando Mario Losasso (2015, p. 4), la rigenerazione [digitale] è da intendersi come «[...] azione strategica di progettazione volta al miglioramento delle componenti socio-relazionali attraverso un utilizzo efficace delle risorse [tecnologiche] disponibili, secondo un approccio transdisciplinare».

In 1959, Frederick P. Brooks and Lyle Johnson explained for the first time the structure of the first supercomputer using the term 'architecture' linked to the information technology (Hennessy and Patterson, 2011). Information architecture, computer architecture, logic design, are terms currently used to identify the methods and tools determining the functions and organisations of computerised systems. The lexical similarities between the digital, architecture and urbanism worlds do not simply concern structural and building characteristics but also, metaphorically, the social aspects that today are a prerogative of the digital world (Haythornthwaite, 2005). Among them, the forum (core of public, political, administrative, and judicial activities of the Latin 'urbe') was – paraphrasing Bolter and Grusin (1991) – rediscovered by becoming a virtual place for discussion and comparison of the 'digital city'. The

idea of 'digital city' originated in the second half of the 1990s to describe a real urban environment whose regeneration functions, management and processes were optimised thanks to the use of information technologies (Graham and Marvin, 1996; Ishida and Isbister, 2000; Aurigi and Graham, 2003). The recent polarisation of human life in virtual spaces has broadened the pervasiveness of information technologies and the digitisation of shared spaces, so much so that the digital city has lost its support identity aimed at optimising the activities of the physical city, becoming the only place where exchange and interaction are allowed.

This originated a typological comparison between physical and digital city, as a place of human living made up of public spaces, places of circulation and sharing. The ontological transformation of the bond between human beings, spaces and their virtualisation (Lévy, 1998) demand not only a need for technological and performance order, but also for social order, and today more than ever this urgency is clear. The paper wants to analyse the digital environment as 'public space', suggesting a preliminary method for investigation aimed at establishing emotional satisfaction indicators to support customer satisfaction which, on the other hand, is only strongly linked to performance aspects.

There are two preparatory moments. After the thoughts on the emerging social and psychological issues in the process of digital environment regeneration, there is the architecture of the most used digital platforms during the lockdowns. The investigation method used is similar to service design and hybridises two analysis tools: Service Blueprint and Emotional Journey Map. The identification of the relational problems of each platform analysed is entrusted to emotional-experiential indicators extracted from the OECD digital well-being framework. The examination of the data and the application hypothesis of their evaluation criteria aim to create an analysis tool for the emotional and socio-relational aspects, preparatory to the necessary regeneration of the digital city.

Digital city and 'non-things world' | The Covid-

19 pandemic has inevitably highlighted the role of digital technologies in everyone's life (Ting et alii, 2020). Within just a few months, the daily life of millions of people has migrated from the offline space to the online space (Fernandez, Jenkins and Vieira, 2020). Each one of us was forced to exile within one's private sphere, sensorially isolated from the outside world, thus ending up fully experiencing what Tomas Maldonado (1994) called the 'non-thing world'. We have seen the physical cities suddenly and unexpectedly empty, and the digital ones populate: this 'change of state' in a very short time has outlined a 'new life' for humankind. A sudden change that has brought out risks, digital threats, generational and economic gaps (Honey-Rosés et alii, 2020) and, more in general, has influenced most of the social, cultural and behavioural aspects of humankind (Nicola et alii, 2020).

The places of the digital city – those are the platforms – underwent a quick process of adaptation and transformation, and proved to be able to cope with the need for production and enjoyment of goods and services showing a very high efficiency in terms of performance, but losing the natural partition between public and private space to a single environment based on the society of performances (Chicchi and Simone, 2017). Digital places for culture, work, education, and entertainment were born. Buildings where – excluding infrastructural problems – to access and enjoy the contents; virtual places where you can meet and carry out social activities that previously took place in the shared outdoor space: celebrate anniversaries, share leisure time, romantic dates.

The homes have become the hubs where many technical and social ramifications converge, isolated and aseptic, anonymous, and delocalised environments (Boni, 2014). Computers and cell phones are the main means to communicate and interact with the external world from which direct relationship and action were banned. The real world seems to have succumbed (at least temporarily) to the hyperreal, to a simulation more real than the real world. The signs of the outside world enter into our homes with a high speed, acceleration and ubiquity that make it difficult to fully understand them (Baudrillard, 2007). In 2020 alone, internet users – grew by 7.3% compared to the previous year – and spent about 7 hours each day online (Kemp, 2021). Both the line between public and private space and the line between work time and leisure time is increasingly more permeable: the Aristotelian 'ascholia' (the time of occupation) is continually confused with 'scholé' (free time).

We witnessed a series of transformations (or returns) about both how to enjoy the contents and about their nature. Together with an inevitable increase in the use of platforms dedicated to entertainment, such as Netflix, Disney+ and Prime Video, for the audio-video contents they show (television series, programs, podcasts, information programs) we are returning to a 'dilated' writing that provides for the possibility of a dis-

tracted viewing: few important contents spread over a longer time and are surrounded by superfluous elements, so that the information can be received even with a low level of attention. In this case too, the stories are giving way to information that does not have any narrative length or breadth but rather proliferates without direction (Byung-Chul, 2017). At the same time, the enjoyment of these contents is increasingly more private and less collective. This happens to the detriment of the experiential and collective dimension of reality. However, this dimension is resolved to exist in this unprecedented current state of things. In this historic moment, when the virtual 'second life' of human beings is not just the prefiguration of the science fiction scenarios of the fiction world (Dunne and Raby, 2013), the importance of the well-being of the digital environment becomes more radical, both socially and psychologically.

State of the art | The analysis and the experiences done in the digital city made important problems emerge in relations, inclusiveness and adaptation to platforms (Corposanto, 2020). Habits like watching a movie, shopping, taking a class, visiting a museum or celebrating a birthday have been deprived of their socio-emotional nature, forcing the user to be more isolated or to spontaneous plan to overcome the shortcomings of the platforms. Cultural activities linked to a collective enjoyment, as cinema, theatre, opera, and visits to the museums have become private activities, completely degenerating their interactive and social nature. From this point of view, the experiential void that has originated has not yet been filled by anything else: we are witnessing the final transformation into private information of what was previously made of collective acts and events (Baudrillard, 1996). The gap between us and the outside world has not been filled yet,

but has been fixed by the technological means, which while, on the one hand, has allowed us to continue enjoying the world, on the other hand, has deprived us of the informative and emotional wealth linked to the experiential dimension of meeting other people and enjoying the outside world (Turkle in Bonini, 2020). Metaphorically speaking, it is as if the construction of virtual buildings in the digital city had ignored the design and management of its public space.

The Netville experiment in 1996 (Hampton and Wellman, 2003), has shown that the aggregative potential of information technology, for years, has been the object of studies with the aim of evaluating the effectiveness of tools and strategies to strengthen the social capital and the sense of community¹. The citizens of Netville, a built-up area near Toronto, were given access to a local computer network, hardware and software browser tools, digital mailboxes, web browsers, local discussion forums, and even online medical assistance, and indoors and outdoors communication was heavily encouraged. The research lasted two years and showed an unexpected rise in the level of interaction between residents connected to the internet: they recognised more the neighbours' faces, interacted for longer, despite seeing each other less physically. The people having internet access contacted more family and friends and participated more in the local community life. By anticipating the access to the internet, Netville gave a new means of asynchronous communication and strengthened the bonds of the local community, without weakening or transforming them.

Over the last twenty years, these tools have been tried on a global scale, broadening the concept of community and freeing it from the bond of geographical proximity. Today, this virtual community is quickly expanding, searching for participatory, optimised, and unprecedented methods

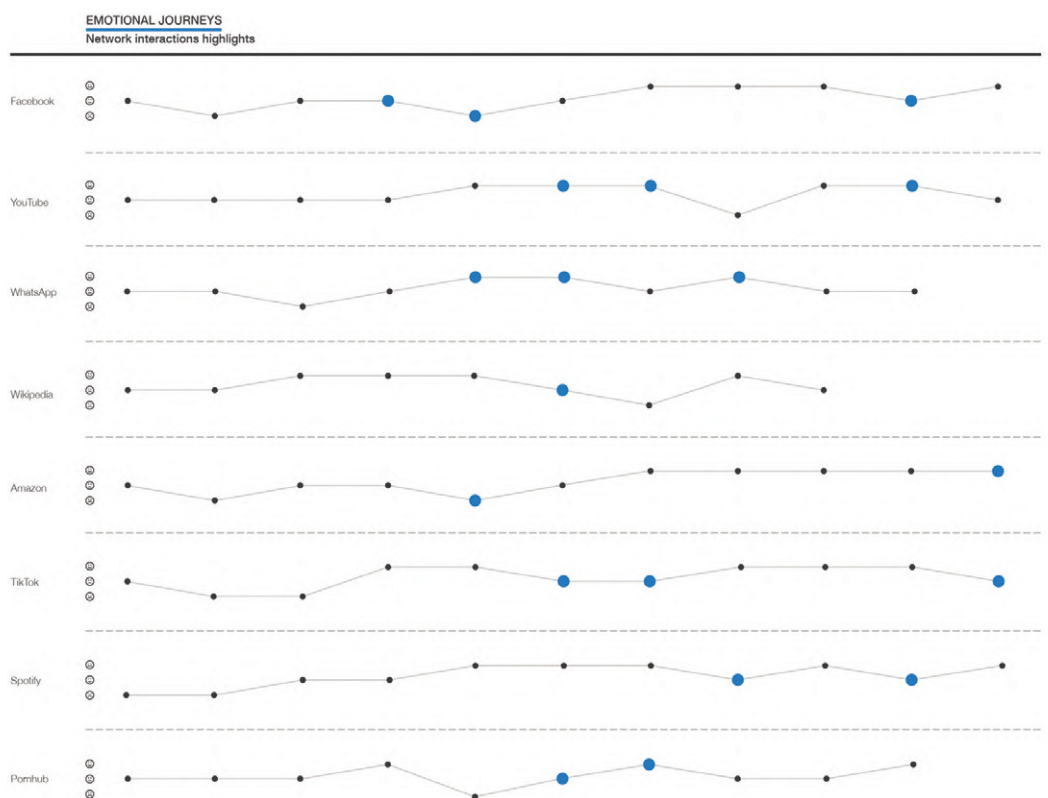


Fig. 5 | Demonstration of the constant 'network' in the eight platforms analysed (credit: C. Belluzzi Mus and A. Caccamo, 2021).

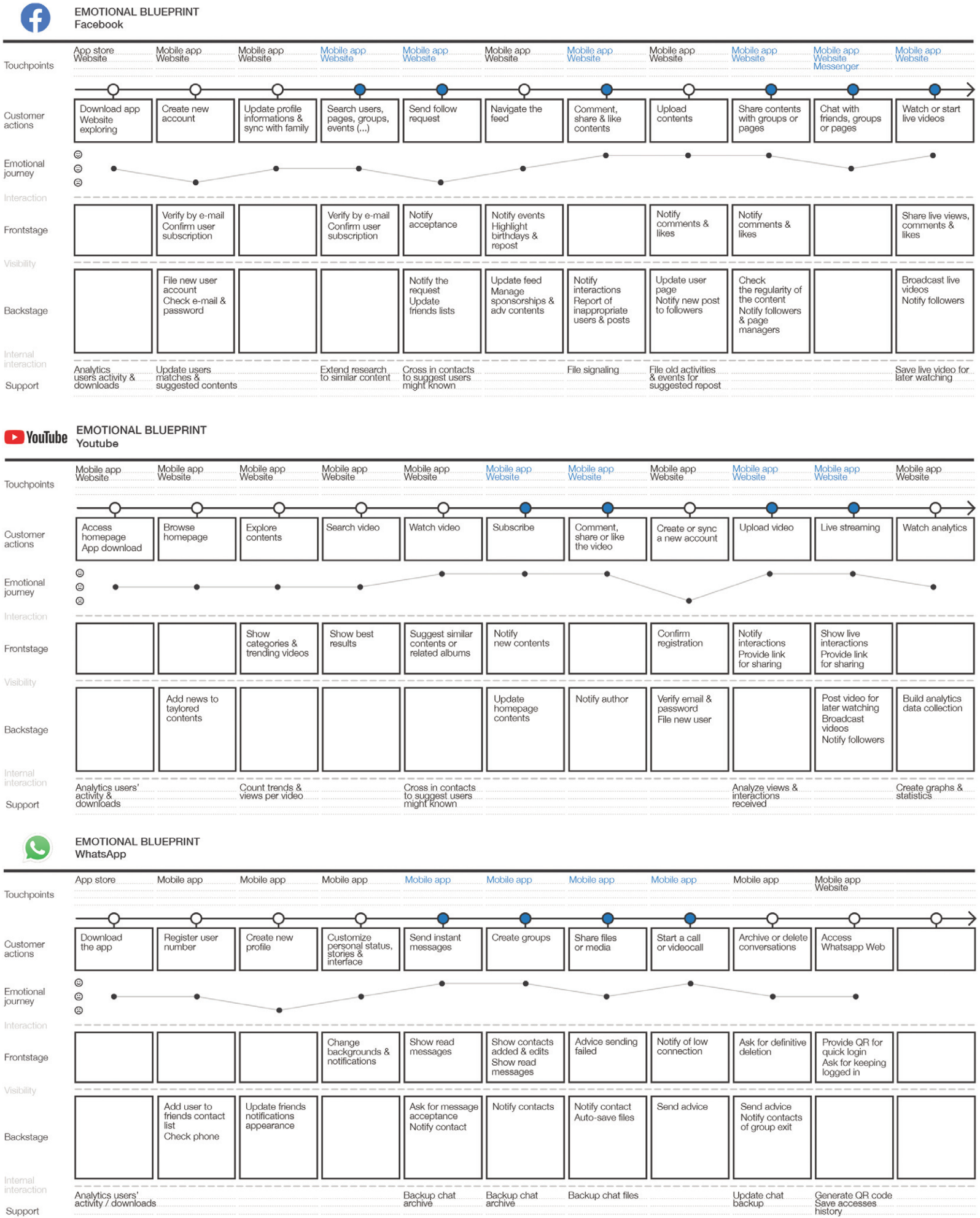


Fig. 6-8 | Emotional Blueprint of three analysed platforms (credits: C. Belluzzi Mus and A. Caccamo, 2021).

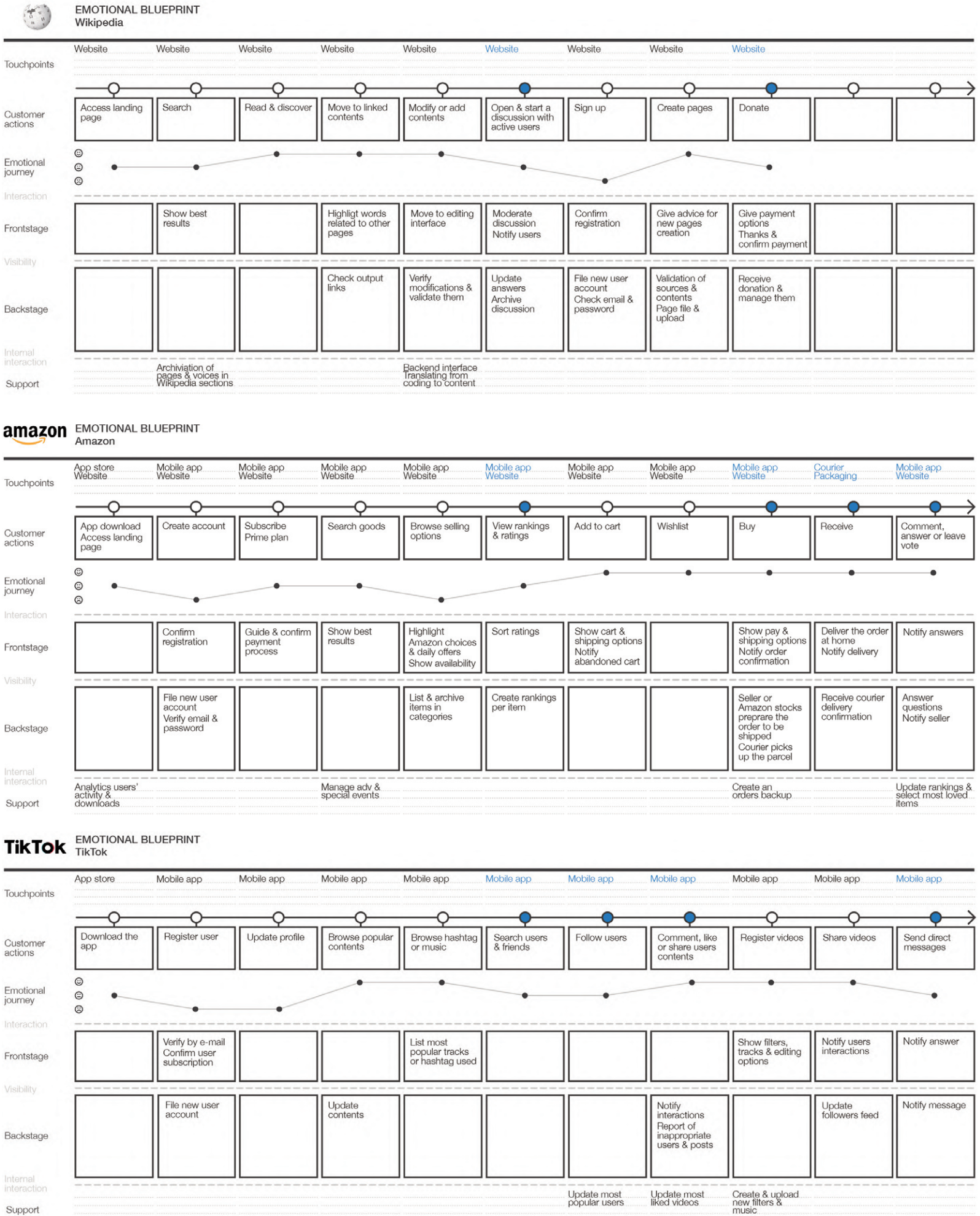


Fig. 9-11 | Emotional Blueprint of three analysed platforms (credits: C. Belluzzi Mus and A. Caccamo, 2021).

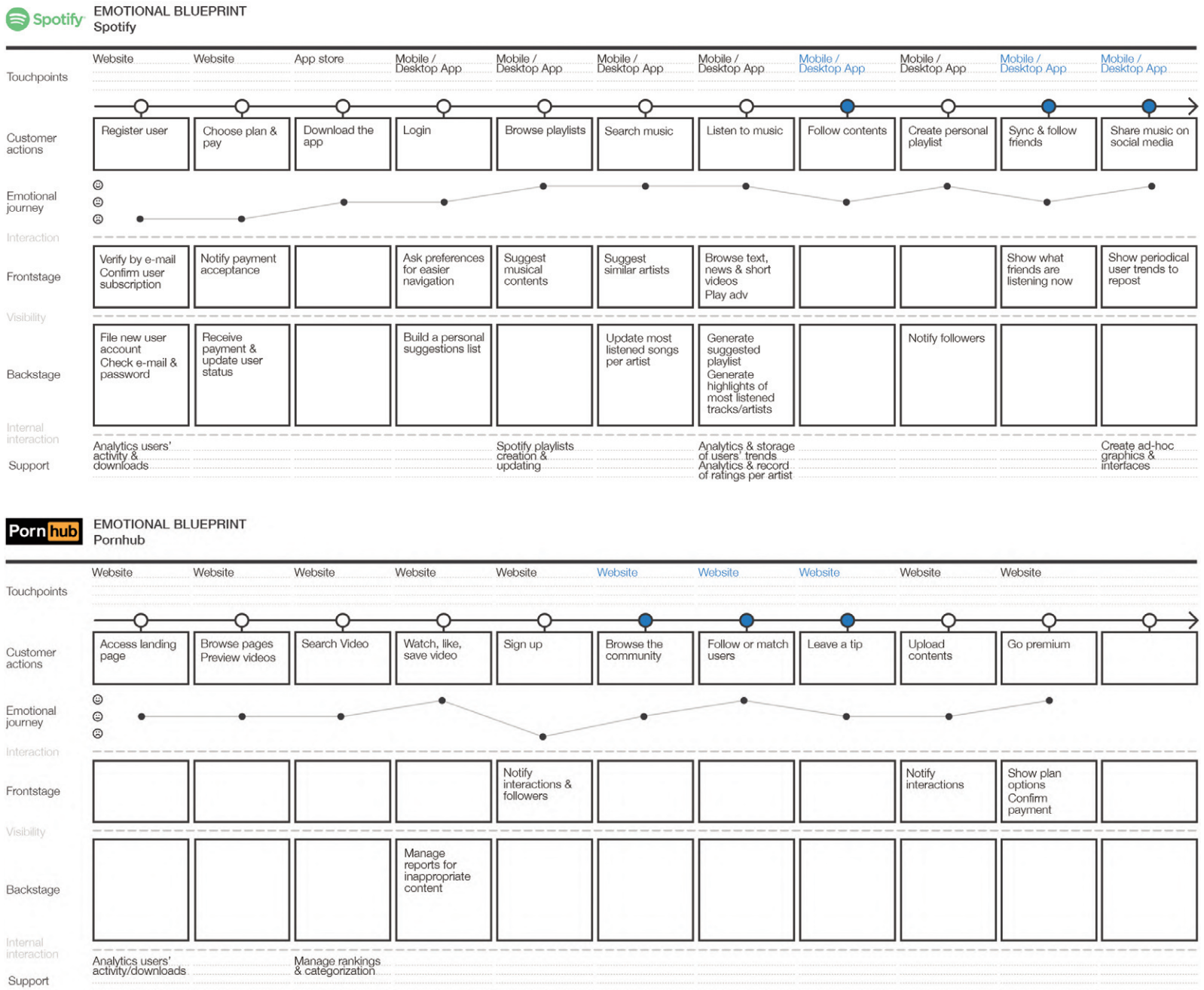


Fig. 12, 13 | Emotional Blueprint of two analysed platforms (credits: C. Belluzzi Mus and A. Caccamo, 2021).

of interaction (Siuda, 2020). Social media users increased by 13.2%, approximately 490 million users, at the beginning of 2021, compared to 7.2% of the previous year (Kemp, 2021) Therefore, we propose to consider the concept of regeneration as the renewal of virtual spaces and infrastructures that adapt to a growing demand for inclusion and interaction, to the growing global virtual community, and to the innate resilience that human beings also demonstrate in their approach to virtual space. Internet and social media are spaces that naturally demand the user to be a consumer and a content producer – the element ‘prosumer’ of the online activity (Ritzer and Jurgenson, 2010). This action opens to different perspectives related to the active role demanded to the user and promotes a sense of community and identity (Siuda, 2020).

The different mappings of the socio-cultural dimensions of digital environments have already highlighted how the internet and online services

have reconfigured interpersonal relationships, mediatizing distance, and opening the market for intangible services to new areas of sociality, such as education (Bonini, 2020). It was discussed the influence of the interactive dimension on moods and quality of social relationships and, consequently, on how and if it is possible to establish scientific parameters to guide the design of the emotions and well-being offered by digital services (Lyubomirsky, Sheldon and Schkade, 2005).

Finally, it was highlighted the key role of design in the analysis and design of sociocultural aspects of digital products (in particular, in inclusion processes, services, and interfaces), and blocks capable of stimulating users in creating positive emotions and good social relationships (De Luca, 2016). From an initial overview, the importance of analysing the impact and the role of digital platforms in social contexts is clear, in order to lay the foundations of knowledge or to integrate what has already been highlighted to

date, compared the principles that regulate digital public spaces, especially seen the acceleration of these influences in the pandemic of the past year.

Methodology, research questions and limits

| The research activity here presented is developed through a hybridisation of social research and service design methods. The research group studied the logic of enjoyment of the most used digital platforms between January 2020 and January 2021, in compliance to the Digital Global Overview Report developed by WeAreSocial & Hootsuite, with the purpose of bringing out the ‘social’ nature and the need for a ‘group’ and a ‘community’ that the Covid-19 pandemic has interrupted or reconfigured (Kemp, 2021).

To choose the eight platforms it was decided to cross-check rankings coming from the Digital Global Overview Report (Kemp, 2021) – result of the processing of many databases² –

concerning the following criteria: 1) time of use of digital platforms (generalist) – web-based; 2) time of use of clearly social platforms – web-based; 3) active users – app and web-based; 4) spending within the platforms – app and web-based. After the identification of the platforms corresponding to the above-mentioned selection criteria, it was decided to perform a further cleaning of the data in order to avoid services overlapping between the various platforms, obtaining a wider range of analysis possibilities. In fact, despite the heterogeneous characteristics of the sample of platforms chosen – for services offered – it shows an exhaustive mapping of the trends and needs that emerged among users in the historical period under analysis³. As shown in Table 1, the cross-check of these factors has determined the selection of the platforms below (in descending order): Facebook, YouTube, WhatsApp, Wikipedia, Amazon, TikTok, Spotify and Pornhub. The research carried out aims to answer three main questions: 1) have digital technologies favoured a solitary or collective use? 2) is there a link between the success – in terms of consumption and use – of the platforms and its social and emotional nature? 3) what elements of the ‘real’ social life have we been looking for in the digital environment?

After the selection of the eight platforms, it was necessary to determine an analysis tool that could allow to highlight, on the one hand, the whole user experience, and on the other, both performance and emotional factors. The research team has decided to draw from the tools of Service Design research, as discipline capable of analysing a service-product from a systemic and holistic point of view, taking into consideration crucial factors such as the role of the user and the context of use (Stickdorn et alii, 2018). After the analysis on the research tools similar to the Service Design discipline, in a first stage Service Blueprint (Shostack, 1984) and Emotional Journey Map (Curedale, 2016) were selected. As stated by Kalakota and Robinson (2004), the Service Blueprint is a diagram that shows the whole service delivery process, listing all the activities that take place in each stage, allowing to represent the flow of actions – visible and invisible – that each role must take on in the process. The Emotional Journey Map (Stickdorn et alii, 2018) associates an indication of the user’s emotional state at each stage of the experience. The specific characteristic of each tool, however, offered an accurate mapping of the factors under investigation, limiting the possibility of obtaining a systemic and immediate visual rendering of the collected data system. Therefore, a hybrid model was built, allowing to link performance factors to emotional factors, which the authors renamed Emotional Blueprint (Fig. 1).

This new service survey model can be applied to product-services both in digital and physical or hybrid environments. Introducing a hybrid specifically designed tool also demonstrates that the intervention of the design in interdisciplinary investigations can make an important contribution to the originality of the research, compared to the state of the art, and to the production of new outputs for the openness to considerations and theses at the end of the analysis process. The graph of Figure 1 is structured – on the hor-

izontal axis – according to a timeline of progressive actions showing the important touchpoints between user and service. In the vertical axis, on the other hand, the following are described in order: a) the context of the interaction (physical or digital); b) the action of the user; c) the level of emotions; d) what happens on the frontpage; e) what happens in the backstage; f) any support actions. For these markers, it is necessary to clarify the criteria that calculate the level of ‘emotion’ associated with the specific touchpoint.

Although the search for objective links between emotional states and biometric reactions – such as ECG analysis (Brás et alii, 2018) – is common in many studies and researches, for the research object of this article, the researchers have decided to link the concepts of emotion to those of digital well-being, as established by the OECD Report (2020). The Report described the eleven key dimensions in which well-being develops. In this preliminary phase of the research, it was decided to focus on the indicators concerning the Social Connections, categorised by the OECD in Social support, Time spent in social interactions, Satisfaction with personal relationships, Social Connections, and Inequalities. These indicators are expressed according to progressive evaluations – from one to five – where one is the total absence of satisfaction for the criterion and five is the maximum level.

Interpretation and discussion of data | The collection of emotional assessments took place through an online survey – carried out between 12/2020 and 01/2021 with a [M=88] and [F=97] sample – in which, in the first phase of use of the indicated platform, it was asked to evaluate the level of satisfaction of the relative touchpoint of the service. The result of these assessments was then changed in the parameter ‘emotion’ of the Emotional Blueprint, following this formula: Emotion = Sum of the Evaluations of the Criteria/4. Finally, an average was made of all the emotional evaluations related to each platform (Fig. 2). Writing the Emotional Blueprint (EB) has allowed to get a first series of links that made think on some social aspects of the platforms. While comparing the eight EBs, the first data is the directly proportional relation between the ‘consistency of the moments of interaction’ and the most used platforms.

As it can be seen from the graph (Fig. 3), the consistency and quality of interactions progressively decrease among the platforms. Facebook and WhatsApp, first and second most used apps during the investigation period, have a perfect emotional-social continuity, a consistency of engagement throughout the use experience. On the contrary, Spotify and Pornhub have the ‘worst’ results, highlighting a more limiting social experience. According to the data, there is a tendency to be less ‘social on occasion’, preferring to establish a more continuous and constant social relationship. It is no coincidence that the more the enjoyment becomes passive, and the user has the role of consumer – see Spotify, and Pornhub – the more emotional discontinuity is created. Instinctively, we try to maintain the core of sociality: sharing and talking. A separate analysis should be done for TikTok. Being a relatively new social network – that had its sudden growth

during the pandemic – in the coming months, a surge in creators, instead of mere consumers, is to be expected.

A second interesting factor is the concept of synchronous or asynchronous use of communication (Fig. 4). Of the analysed platforms, only the first ones envisaged the use of synchronous enjoyment (live videos) that could somehow limit the ‘theatrical’ part of the digital screen. Although the eight of them allow to communicate via chat or to enjoy contents asynchronously (such as videos, podcasts, etc.) Facebook, WhatsApp, and YouTube once again maintain their primacy, confirming the increase in live streaming and its central role during the Pandemic. The trend of TikTok is aligned to the other social platforms, in particular Facebook. Its placement, compared to other platforms, is justified because it was only recently discovered by users. In fact, it is expected that TikTok will be able to climb the ratings in a short time, driven by its social characteristics. The users have chosen ‘authentic’ interactions, less ‘mediated’ by digital technology, hoping to ‘get in touch’ with the others. Even in the indirect interaction, attempts have been made to show faces and somehow bodies, searching for a physicality and a denied contact.

From the Emotional Blueprint, it emerged a constant (Fig. 5). Despite the difference between the many services, the emotional-social touchpoint concerning ‘network building’ proved to be transversal. ‘Friend’, ‘follower’, ‘contact’, different names to state another social constant, the will to build networks and relationships. Despite the limits imposed by the lockdown, an attempt was made to maintain and expand the network of family, friends and acquaintances, to make up for the restrictions imposed by the various local government bodies. Another relevant data emerged by analysing the initial steps of the experience within the eight platforms.

By comparing the eight EBs (Fig. 6-13) it is possible to highlight the role of the speed with which people can interact directly: it is crucial for the success of the platform (Fig. 14). In fact, while using Facebook, YouTube, WhatsApp and TikTok – which follows the above-described logic – the first contact with the community occurs after just three or four steps – due to the sign-in and creation of profile stages – this inevitably attracts more the user to the platform. This data is more noticeable in the daily use – when the sign-in procedure is replaced by the log-in one – when the possibility to interact is almost immediate. Wikipedia, Amazon, Spotify and Pornhub, on the other side, have a more solitary nature and they include possible real contacts only towards the end of the user experience.

Conclusions | Human beings are clearly adaptive and the pandemic has shown their ability to adapt and remodel contexts and environments to find the best habitat in which to live. Moreover, man is a social animal (Aristotle, 2007), and in this transition phase – temporary – between physical and digital, the research was univocal: contact.

Attempts have been made to build ‘bridges’ to join different digital environments. Attempts have been made to break the barrier between backstage and frontstage, to overcome the limit

imposed by devices' monitors. The research is still in a preliminary stage, it needs more implementations and further correlations. Despite the stated limitations, the first analyses carried out and described so far already allow us to extract some useful data to confirm or deny the validity of the research questions asked in the beginning. From the available data, it emerged that searching for sociality and 'contact' was opposing to social evasion. The most used platforms – Facebook, YouTube and WhatsApp – allowed the users to enjoy shared contents and to interact with the contents made by other users. Instinctively, the users tried to recreate social forms similar to those of physical life. The debate seemed the first way to affirm the presence and existence of the ego in the digital environment. On the other hand, the platforms with mainly a solitary use – such as Amazon, Wikipedia, Spotify and Pornhub – were less appealing to users looking for 'contact' and 'exchange'. For the user experience, users chose platform-interfaces that could immediately make them interact both with each other and with the contents.

The reference literature has laid the foundations to build the described investigation method,

aimed at integrating emotional satisfaction indicators to customer satisfaction which currently displays more performance than socio-relational aspects (Martin et alii, 2008). The proposal to create an investigation tool – Emotional Blueprint – allowing to support the action of service performance analysis with its effects in terms of emotional factors is, as stated in the objectives, an opportunity for the scientific community to think on the role of Service Design in the field of social research. In particular, this tool (foreseeing future implementations) could be used both in the validation stage of an existing service and for designing a service from scratch, focusing on emotional-performance standards capable of encouraging a proper redesign and regeneration of the digital city environments.

Moreover, by selecting different indicators, such as a less heterogeneous sample of services and platforms, a more specific user base and behaviours limited to phases and activities to which they are connected, the tool would become a meta-model adaptable to specific project requests. The platforms created to socialise, for example, have undergone substantial upgrades for both their performance and contexts of use,

becoming 'non-places' for work, teaching, discussion, and entertainment. But how does the set of tools provided make up for each 'function' vary? Also considering the emotional impact of the user? In design terms, the proposed analysis methodology can immediately and timely answer research questions, limiting the arbitrariness, repetitions and minimisation of the importance of the components aimed at satisfying the emotional requirements of the 'buildings' of the digital city. Therefore, it is necessary to start thinking about the quality and standards that a digital city must have to be truly open, inclusive, and relational. The need to share experiences demands a programmatic intervention to regenerate the digital public space. Paraphrasing Mario Losasso (2015, p. 4), digital regeneration is to be intended as a strategic design action aimed at improving socio-relational components through an effective use of available technological resources, according to a transdisciplinary approach.

CUSTOMER JOURNEYS
Social interactions highlights

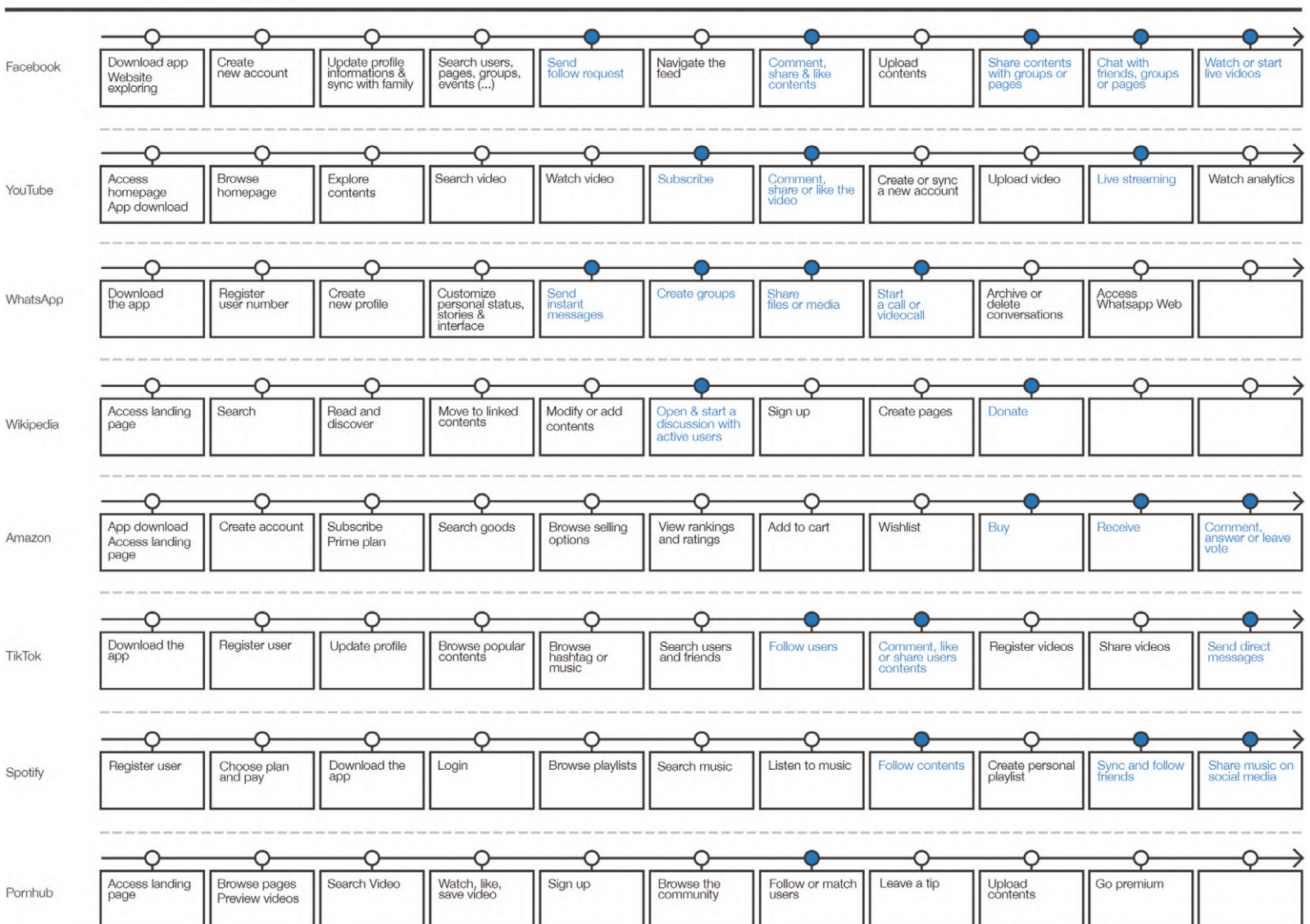


Fig. 14 | Platform interaction step (credit: C. Belluzzi Mus and A. Caccamo, 2021).

Acknowledgements

The paper is the result of a joint reflection by the Authors. However, the paragraph ‘State of the art’ was written by V. Maselli, the paragraph ‘Digital city and world of non-living things’ by R. Fazi, the paragraph ‘Methodology, research questions and limits’ by A. Caccamo, and the paragraph ‘Interpretation and discussion of data’ by C. Belluzzi Mus.

Notes

1) The concept of virtual community was first expressed by Howard Rheingold (1993) in *The Virtual Community* and shifts the idea of ‘community without propinquity’ stated by Melvin Webber (1963). Rheingold was one of the firsts to study the effects of new information and communication technologies on society and to express the fear that a heterogeneous urban environment could reduce intimate personal relations and lead to the segmentation of human relationships making them anonymous, superficial and transitory.

2) The 2021 Digital Global Overview Report was developed starting from the data coming from GWI, Statista, App Annie, The ITU, GSMA Intelligence, Semrush, SimilarWeb, Locowise, Kenshoo.

3) The heterogeneous sample established, shows the presence of a social constant even in the context of services not explicitly based on direct interaction between users (e.g. social networks), consequently offering an initial validation of the research purpose.

References

- Aristotele (2007), *Politica* [or. ed. *Τὰ πολιτικά*, 328 ca. BC], Editori Laterza, Roma-Bari.
- Aurigi, A. and Graham, S. (2003), “Cyberspace and the city – The virtual city in Europe”, in Bridge, G. and Watson, S. (eds), *A Companion to the City*, Blackwell Publishing, Oxford, pp. 496-497. [Online] Available at: doi.org/10.1002/9780470693414.ch41 [Accessed 28 October 2021].
- Baudrillard, J. (1996), *Il delitto perfetto – La televisione ha ucciso la realtà?*, Raffaello Cortina Editore, Milano.
- Baudrillard, J. (2007), *Le strategie fatali* [or. ed. *Les Stratégies Fatales*, 1983], Feltrinelli, Milano.
- Bolter, J. D. and Grusin, R. (1998), *Remediation – Understanding New Media*, The MIT Press, Cambridge (MA).
- Boni, S. (2014), *Homo Comfort – Il superamento tecnologico della fatica e le sue conseguenze*, Elèuthera, Milano.
- Bonini, T. (2020), “L’immaginazione sociologica e le conseguenze sociali del Covid-19”, in *Mediascapes Journal*, vol. 15, pp. 13-23. [Online] Available at: rosa.uniroma1.it/rosa03/mediascapes/article/view/16762 [Accessed 26 October 2021].
- Brás, S., Ferreira, J. H. T., Soares, S. C. and Pinho, A. J. (2018), “Biometric and Emotion Identification – An ECG Compression Based Method”, in *Frontiers in Psychology*, vol. 9, pp. 1-11. [Online] Available at: doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00467 [Accessed 28 October 2021].
- Byung-Chul, H. (2017), *Il profumo del tempo – L’arte di indugiare sulle cose*, Vita e Pensiero, Milano.
- Chicchi, F. and Simone, A. (2017), *La società della prestazione*, Ediesse, Roma.
- Corposanto, C. (2020), “Ma quale distanza? (Perché le parole sono importanti)”, in Corposanto, C. and Fotino, M. (eds), *Covid19 – Le parole diagonali della Sociologia*. The diagonales ebook collection, pp. 2-6. [Online] Available at: diagonales.it/covid19-ebook [Accessed 28 October 2021].
- Curedale, R. (2016), *Design Thinking – Process and Methods – 3rd Edition*, Design Community College Inc.
- De Luca, V. (2016), “Oltre l’interfaccia – Emozioni e design dell’interazione per il benessere”, in *MD Journal*, vol. 1, pp. 106-119. [Online] Available at: mdj.materialdesign.it/index.php/mdj/article/view/65 [Accessed 06 November 2021].
- Dunne, A. and Raby, F. (2013), *Speculative Everything – Design, Fiction, and Social Dreaming*, The MIT Press, Cambridge (MA).
- Graham, S. and Marvin, S. (1996), *Telecommunications and the City – Electronic Spaces, Urban Places*, Routledge, London.
- Haythornthwaite, C. (2005), “Social networks and Internet connectivity effects”, in *Information, Communication & Society*, vol. 8, issue 2, pp. 125-147. [Online] Available at: doi.org/10.1080/13691180500146185 [Accessed 28 October 2021].
- Hennessy, J. L. and Patterson, D. A. (2011), *Computer Architecture – A Quantitative Approach*, Elsevier, Waltham (US).
- Hampton, K. and Wellman, B. (2003), “Neighboring in Netville – How the Internet supports community and social capital in a wired suburb”, in *City & Community*, vol. 2, issue 4, pp. 277-311. [Online] Available at: doi.org/10.1046/j.1535-6841.2003.00057.x [Accessed 29 October 2021].
- Kemp, S. (2021), *Digital 2021 Global Overview Report*. [Online] Available at: datareportal.com/reports/digital-2021-global-overview-report [Accessed 30 October 2021].
- Ishida, T. and Isbister, K. (eds) (2000), *Digital Cities – Technologies, Experiences, and Future Perspectives*, Lecture Notes in Computer Science, vol. 1765, Springer, Berlin.
- Fernandez, S., Jenkins, P. and Vieira, B. (2020), *Europe’s digital migration during Covid-19 – Getting past the broad trends and averages*, McKinsey digital. [Online] Available at: mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/europes-digital-migration-during-covid-19-getting-past-the-broad-trends-and-averages [Accessed 29 October 2021].
- Kalakota, R. and Robinson, M. (2003), *Services Blueprint – Roadmap for Execution*, Addison-Wesley, Boston.
- Honey-Rosés, J., Anguelovski, I., Chireh, V. K., Daher, C., van den Bosch, C. K., Litt, J. S., Mawani, V., McCall, M. K., Orellana, A., Oscilowicz, E., Sánchez, U., Senbel, M., Tan, X., Villagomez, E., Zapata, O. and Nieuwenhuijsen, M. (2020), “The impact of Covid-19 on public space – An early review of the emerging questions – Design, perceptions and inequities”, in *Cities & Health*, pp. 1-17. [Online] Available at: doi.org/10.1080/23748834.2020.1780074 [Accessed 10 October 2021].
- Lévy, P. (1998), *Becoming virtual – Reality in the digital age*, Plenum Trade, New York.
- Lyubomirsky, S., Sheldon K. M. and Schkade, D. (2005), “Pursuing happiness – The architecture of sustainable change”, in *Review of General Psychology*, vol. 9, n. 2, pp. 111-131. [Online] Available at: doi.org/10.1037/1089-2680.9.2.111 [Accessed 10 October 2021].
- Losasso, M. (2015), “Rigenerazione urbana – Prospettive di innovazione | Urban regeneration – Innovative perspectives”, in *Techne | Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 10, pp. 4-5. [Online] Available at: oaj.fupress.net/index.php/techne/issue/view/351 [Accessed 10 October 2021].
- Maldonado, T. (1994), *Reale e virtuale*, Feltrinelli, Milano.
- Martin, D., O’Neill, M., Hubbard, S. and Palmer, A. (2008), “The role of emotion in explaining consumer satisfaction and future behavioural intention”, in *Journal of Services Marketing*, vol. 22, n. 3, pp. 224-236. [Online] Available at: doi.org/10.1108/08876040810871183 [Accessed 08 November 2021].
- Nicola, M., Alsafi, Z., Sohrabi, C., Kerwan, A., Al-Jabir, A., Iosifidis, C., Agha, M. and Agha, R. (2020), “The socio-economic implications of the coronavirus pandemic (Covid-19) – A review”, in *International Journal of Surgery*, vol. 78, pp. 185-193. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.ijsu.2020.04.018 [Accessed 18 October 2021].
- OECD (2020), *How’s Life? 2020 – Measuring Well-being*, OECD Publishing, Paris. [Online] Available at: doi.org/10.1787/9870c393-en [Accessed 18 October 2021].
- Oldenburg, R. (1989), *The Great Good Place – Cafes, Coffee Shops, Community Centers, Beauty Parlors, General Stores, Bars, Hangouts, and How They Get You Through the Day*, Paragon House, New York.
- Rheingold, H. (1993), *The Virtual Community – Home-steading on the Electronic Frontier*, Addison-Wesley, Boston.
- Ritzer, G. and Jurgenson, N. (2010), “Production, consumption, presumption – The nature of capitalism in the age of the digital prosumer”, in *Journal of Consumer Culture*, vol. 10, issue 1, pp. 13-36. [Online] Available at: doi.org/10.1177/1469540509354673 [Accessed 23 September 2021].
- Shostack, J. L. (1984), “Designing Services that Deliver”, in *Harvard Business Review*, January 1984. [Online] Available at: hbr.org/archive-toc/3841 [Accessed 28 October 2021].
- Siuda, P. (2020), “A city as a virtual community – Several perspectives”, in *First Monday | Peer-reviewed Journal on the Internet*, vol. 25, n. 12. [Online] Available at: doi.org/10.5210/fm.v25i12.10596 [Accessed 06 November 2021].
- Stickdorn, M., Hormess, E. H., Lawrence, A. and Schneider, J. (2018), *This Is Service Design Doing – Applying Service Design Thinking in the Real World*, O’Reilly Media, Newton (US).
- Stephen, B. (2020), “The lockdown live-streaming numbers are out, and they’re huge”, in *The Verge*, 13/05/2020. [Online] Available at: theverge.com/2020/5/13/21257227/coronavirus-streamed-arsenal-gg-twitch-youtube-livestream-numbers [Accessed 30 October 2021].
- Ting, D. S. W., Carin, L., Dzau, V. and Wong, T. Y. (2020), “Digital technology and Covid-19”, in *Nature Medicine*, vol. 26, pp. 459-461. [Online] Available at: doi.org/10.1038/s41591-020-0824-5 [Accessed 11 October 2021].
- Webber, M. M. (1963), “Order in Diversity – Community without Propinquity”, in Wirigo, L. (ed.), *Cities and Space*, Johns Hopkins University Press, Baltimore, pp. 23-56.

EDUCAZIONE E MEMORIAPedagogia del ricordo e
design della comunicazione**EDUCATION AND MEMORY**Pedagogy of remembrance and
communication design

Daniela Anna Calabi, Beatrice Borghi, Clorinda Sissi Galasso

ABSTRACT

La memoria è ancorata ai luoghi. Perciò può essere strumento progettuale elettivo: per comunicare le evoluzioni dei paesaggi e per insegnare il valore del ricordo. L'Istituto di Istruzione Superiore G. Galilei-R. Luxemburg di Milano interpreta il bando MIUR 'Cinema per la scuola – I progetti delle e per le scuole' proponendo i temi della memoria nella realizzazione di un documentario sull'Istituto 'per ragazzi difficili' Marchiondi. Il Design della Comunicazione rivela, con efficacia educativa, cosa si cela dietro l'atmosfera obsolescente delle rovine brutaliste dell'architettura e avvia quella che si può definire una 'pedagogia del ricordo'. La ricerca si concretizza nell'analisi delle connessioni tra forma fisica, virtuale e digitale della memoria, in un framework interpretativo che si apre al contesto didattico.

Memory is rooted into places, and it can be an elective design tool to communicate the evolution of landscapes and to teach the value of memory. The Institute of Higher Education G. Galilei-R. Luxemburg in Milan interpreted the MIUR call for applications 'Cinema per la scuola – I progetti delle e per le scuole', proposing memory topics and creating a documentary about the Institute Marchiondi 'for problematic children'. Communication Design reveals, with educational effectiveness, what lies behind the obsolescent atmosphere of the brutalist ruins of architecture and starts what can be called a 'pedagogy of remembrance'. The research results in the analysis of the connections between virtual, physical and digital forms of memory, in an interpretative framework that opens to an educational context.

KEYWORDS

identità, memoria dei luoghi, design della comunicazione, atmosfera, formazione

identity, memory of places, communication design, atmosphere, education

Daniela Anna Calabi, Associate Professor at the Design Department of the Politecnico di Milano (Italy), carries out research in Communication Design field, particularly focusing on the design of perception, atmosphere and identity of territories. E-mail: daniela.calabi@polimi.it

Beatrice Borghi, Communication Designer at the Design Department of the Politecnico di Milano (Italy), carries out research on memory in relation to the territory, tracing flows and links that allow to visualise the connections between archives and places through maps. E-mail: beatrice.borghi@mail.polimi.it

Clorinda Sissi Galasso, PhD Candidate at the Design Department of the Politecnico di Milano (Italy), carries out research activities mainly in the field of memory representation and enhancement of documents kept in historical archives and in particular the study of communication models based on maps for the memory of places. E-mail: clorindasissi.galasso@polimi.it

Il contributo espone i risultati della ricerca applicata di Design della Comunicazione per il Territorio, in relazione al valore pedagogico della memoria. Il caso studio applicato riguarda un ciclo di workshop facente parte di un percorso formativo atto alla realizzazione di un film documentario, da realizzare con gli studenti dell'Istituto di Istruzione Superiore G. Galilei-R. Luxemburg di Milano (vincitore del bando MIUR 'Cinema per la scuola – I progetti delle e per le scuole'). Il design della comunicazione applica la filosofia della 'spazializzazione' del ricordo per definire una metodologia formativa innovativa, capace cioè di amplificare la percezione atmosferica dei luoghi oltre la prima impressione, con incontri virtuali e tour nel territorio; lo scopo è risemantizzare luoghi 'dimenticati' e fornire strumenti per interpretazioni estetiche e percettive: fisiche, virtuali e digitali.

Quella tra luoghi e memorie è, di fatto, una relazione strettissima; ogni ricordo, infatti, si rappresenta collocato in uno spazio e ogni segno nell'ambiente può rivelarsi l'«impronta» di un avvenimento del passato. Si può dire che il legame tra essere umano e paesaggio sia 'ancorato' a livello mnestico: nella pratica degli spazi, nell'esperienza delle atmosfere che si modificano nel tempo, nel divenire via via familiare delle morfologie, legame fatto di emozioni, perché ogni attività si ricorda nel luogo in cui è avvenuta. Nei borghi, come nelle città, si percepisce molto dei fatti antichi anche senza averli vissuti in prima persona, perché è possibile decodificare le tracce di cui si conoscono i significati simbolici, proprio come fossero forme di 'scrittura ambientale'. Il paesaggio, quindi, che «[...] condensa in sé le relazioni del sistema società-spazio-tempo» (Fiorani, 2005, p. 9) si rivela «[...] oggetto socio-culturalmente prodotto» (Galasso, 2018, p. 141), cioè 'luogo di eventi'. In senso 'organico', i paesaggi possono essere considerati 'ipertesti viventi' (Calabi, 2009), con una superficie 'visibile' (rappresentata da architetture, infrastrutture, percorsi, nodi e flussi) e una struttura più profonda costituita da una trama di memorie non sempre tangibili e spesso solo percepibili come 'atmosfera' (Griffero, 2016). I paesaggi si intendono quindi «[...] attivatori di memorie, capaci di far riemergere esperienze, relazioni, dinamiche sociali, fatti di rilevanza pubblica e pratiche quotidiane» (Cattunar, 2014, p. 2).

Alcune identità culturali si possono considerare fondamentali per decodificare l'atmosfera di un luogo, rappresentarla e comunicarla. Per questo le memorie possono essere il punto di partenza di un design che rende 'accessibili' le identità, sanando le 'amnesie territoriali'. Le suggestioni turistiche di massa, e gli stereotipi comunicativi, solitamente non creano un terreno facile alla valorizzazione dei luoghi meno conosciuti e 'diversi'; trascendere l'idea per cui solo alcuni luoghi possiedono valenza estetica e culturale è, di fatto, il primo passo per una scelta comunicativa non convenzionale, orientata a mantenere punti di vista inclusivi e originali: «[...] tutti i luoghi hanno una valenza estetica e che è questa valenza a costituirne l'identità e l'individualità» (Baule, Calabi and Scuri, 2014, p. 207).

Del resto, i luoghi assumono un ruolo fondamentale nella costruzione dell'identità sociale e la memoria che appartiene ad essi è generatrice

di consapevolezza identitaria: l'assenza di memoria è assenza di identità; comunicare significa non solo 'mettere in comune', ma anche rendere accessibili le diverse realtà territoriali facendone emergere le radici. Il Design ha il compito di tradurre i contenuti nascosti nelle tracce, usando linguaggi che riportano le narrazioni sui luoghi da cui sono scaturite. Il suo scopo è interpretare una sorta di 'racconto predittivo' che permetta di immaginare i luoghi per accompagnare, come una guida, alla scoperta dei punti di vista. Da un lato, dunque, il design supporta le attività tradizionali di divulgazione dei materiali di archivio e dunque delle memorie, dall'altro, definisce i paradigmi di narrazione e li rende espliciti. Il Design può, infine, stabilizzare la memoria e renderla accessibile attraverso la rappresentazione, offrendosi come prezioso strumento pedagogico di diffusione culturale.

Negli anni in cui la cultura materiale si è affiancata a quella immateriale, il Design si è fatto strada negli Enti e nelle Istituzioni culturali come «[...] strumento per favorire e promuovere in senso pieno la valorizzazione del patrimonio» (Irace, 2013, p. 8). Il suo compito è ancora oggi di 'mediazione' e 'relazione', proponendo modelli interpretativi focalizzati sui valori culturali. Anche le Istituzioni 'della memoria' si sono rinnovate; si assiste attualmente infatti a una modalità di fruizione culturale esperienziale che si diffonde nel territorio, nel paesaggio e nel contesto urbano, evoluta rispetto al passato recente (Careri, 2006): una 'spazializzazione delle memorie' come nuova pratica estetica. L'esperienza di fruizione pone inevitabilmente il coinvolgimento al centro del progetto (Marrone, 2001) anche tramite dispositivi e contenuti immersivi, in un'ottica partecipativa.

Nello studio qui rappresentato l'obiettivo è di evidenziare metodi e strumenti per la spazializzazione delle memorie urbane, mantenendo una prospettiva pedagogica: il lavoro si sviluppa all'interno del progetto finanziato MIUR dal titolo Educazione e Memoria – Un Racconto di Periferia. Il ruolo specifico del Design della Comunicazione nel progetto (Politecnico di Milano, Dipartimento di Design) è quello di educare alla comprensione degli aspetti mnestici e il risultato finale atteso finanziato è un lungometraggio da realizzare con gli studenti dell'Istituto Tecnico Professionale G. Galilei-R. Luxemburg di Milano.

Sono illustrati di seguito alcuni casi studio nei quali il Design della Comunicazione diventa 'traduttore di memorie'. In particolare, sono stati selezionati modelli di archivi, musei e luoghi storici dove le memorie sono organizzate per essere comunicate con enfasi emozionale e spazializzate al di fuori dei confini dedicati alla conservazione. In questi esempi il progetto della comunicazione diviene 'memorabile', per il grado di interazione e immersività nel paesaggio (fisico, virtuale e digitale). Infine è analizzato il luogo della memoria al centro del progetto MIUR e del presente contributo: l'Istituto Marchiondi Spagliardi dell'architetto Vittoriano Viganò: attorno alla memoria materiale e immateriale di questo simbolo brutalista sono state raccolte impressioni, emozioni, fatti storici, insieme agli studenti dell'Istituto Tecnico vincitore del bando. In quattro incontri, di cui tre da remoto e uno intorno al Marchiondi, le attività sono state orientate all'educa-

zione alla 'lettura' dei luoghi e alla valorizzazione delle identità che la memoria riattiva.

Educazione e memoria | Evidenziare la stretta relazione tra memoria e territorio non presenta procedimenti scontati. La sfida riguarda molte Istituzioni culturali, che si aprono al mondo digitale attivando relazioni con gli spazi sociali. Appare sempre più evidente come «[...] le modalità di creazione, organizzazione e gestione del sapere stiano cambiando, a causa di un processo di mutamento epistemologico iniziato più di mezzo secolo fa, ma che negli ultimi quindici anni ha subito un'accelerazione significativa» (Quaggiotto, 2012, p. 113), così, anche il concetto stesso di 'comunicazione' cambia; da atto di 'condizione', la comunicazione si sta orientando a rappresentare il 'contesto delle relazioni' alimentato dalla comunicazione stessa (Fabris, 2018), in un circuito che integra spazi 'digitale', 'fisico' e 'virtuale'.

Le arti e la cultura storica si sono via via appropriate delle reti digitali e i dispositivi mobili hanno realizzato la possibilità di sovrapporre lo spazio del territorio reale a quello cartografico, geolocalizzando contenuti e dati. Le possibilità di integrare i contenuti su base mappa hanno agito da volano nell'attivare i flussi turistici e hanno anche determinato il riconoscimento dei significati mnestici in chiave maieutica. Nel corso degli anni sono emerse diverse sperimentazioni comunicative, che nell'insieme costituiscono un primo corpus di analisi valido per la messa a fuoco di modelli. I cinque casi studio, illustrati di seguito, presentano tutti percorsi 'memorabili', immersivi ed educativi, che si articolano tra mondo fisico, mondo virtuale e mondo digitale.

Storie Milanesi¹ è un progetto digitale che presenta la città di Milano attraverso alcuni personaggi celebri, che hanno lasciato alla città il proprio patrimonio culturale custodito in case-museo e atelier. Il progetto, a cura di Rosanna Pavoni e Fondazione Adolfo Pini, con la collaborazione del Comune di Milano e il contributo di Fondazione Cariplo, narra questi luoghi attraverso i racconti dell'autore Gianni Biondillo, le illustrazioni di Ilaria Cheloni e le fotografie di Alessandro Giulio Midlarz: il risultato è un intreccio immaginifico, che aumenta di significati la mappa cartografica della città. Le case-museo si presentano in un intreccio di storie che valorizzano le biografie interconnesse ai luoghi (Figg. 1, 2).

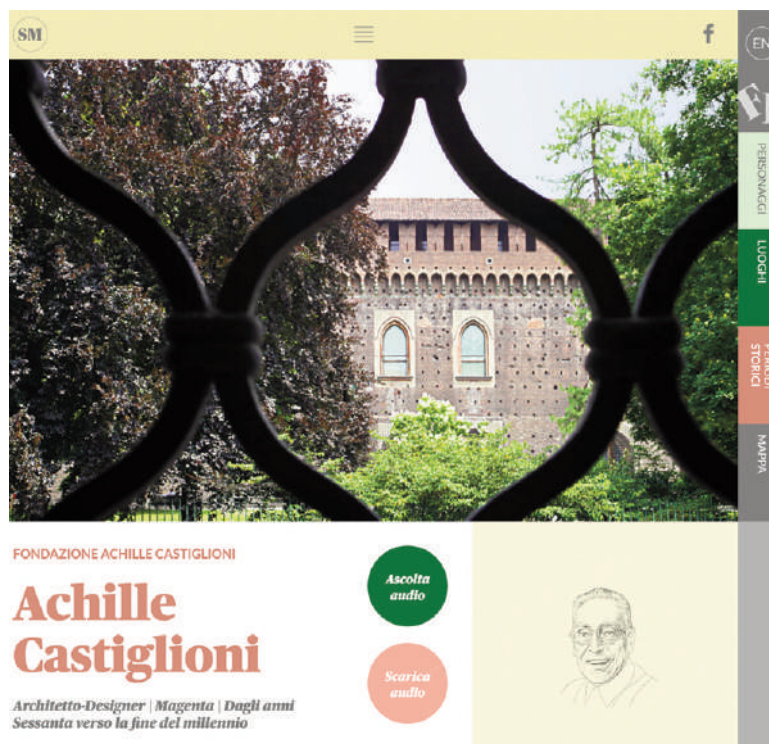
Milano Città Immaginata è un progetto a cura degli archivi CASVA (Centro di Alti Studi sulle Arti Visive) che mostra le ipotesi creative di progettisti che narrano di una Milano possibile; rende visibili, per la prima volta, dieci progetti conservati all'interno degli archivi. La Milano Immaginata è contenuta nelle 'occasioni mancate' architettoniche e urbane. Il presupposto del progetto, chiosa l'architetto Luca Basso Peressut, è che l'ipotesi mai realizzata «[...] può avere una grande forza propositiva, lasciare tracce, essere un fermento seminale in grado di far germogliare linee di indirizzo e soluzioni concrete portate a compimento anni o decenni dopo» (Fratelli and Sacerdoti, 2015, p. 15). I progetti 'immaginati' sono stati rivisitati (Fig. 3) nei luoghi della quotidianità milanese con una campagna di affissioni e di 'cartoline da Milano'.

Diverso è il progetto fondato sul social net-



Fig. 1 | 'Storie Milanesi', 'places' (source: storiemilanesi.org).

Fig. 2 | 'Storie Milanesi', 'character', Achille Castiglioni (source: storiemilanesi.org).



work Instagram e nato in occasione della mostra Ca' Brütta 1921 – Giovanni Muzio Opera Prima. La mappa cartografica (Fig. 4), dedicata alle oltre 50 architetture progettate da Giovanni Muzio a Milano, invitava a esplorare il 'costruito' come estensione ideale del percorso espositivo; sono state raccolte, su Instagram, oltre 1.600 immagini con hashtag #MuzioMilano in tre mesi (Fig. 5); l'esperimento ha coinvolto il destinatario nella creazione di contenuti (Broccardi and Vicari, 2019), attraverso applicativi e social media.

Un progetto volto a ricostruire l'atmosfera del territorio è Topografie della Memoria – Museo Diffuso dell'Area di Confine, nato dal più ampio Museo Memorie di Confine, Archivio Multimediale dell'Associazione Quarantasettezeroquattro. Si tratta di un 'museo a cielo aperto' che coinvolge dieci luoghi tra Gorizia e Nova Gorica, lungo il quale sono 'collocati' hyperlink a contenuti multimediali. Ogni tappa del museo si configura tra gli spazi fisico, virtuale e digitale (Fig. 6), nei quali sono accessibili interviste, video e fotografie di 'testimoni del passato' (Cattunar, 2014; Fig. 7): Topografie della Memoria è, contemporaneamente, museo e archivio diffusi, dove documenti e memorie 'escono' dalle mura e dagli spazi in cui sono conservati per essere rintracciati nel territorio.

Infine, Atlas des Régions Naturelles² è un archivio digitale fotografico sulle realtà del territorio francese non presenti nei classici itinerari turistici (Fig. 8) a cura del fotografo Eric Tabuchi in collaborazione con l'artista Nelly Monnier. Si compone di una mappa cartografica interattiva della Francia, suddivisa in 450 regioni; è un progetto ambizioso, che elegge a soggetto le tracce mnestiche attraverso la fotografia, cogliendo estetiche inedite.

Le memorie del Marchiondi | L'Istituto Marchiondi di Spagliardi è stato prescelto in quanto 'luogo'

denso di memorie. È costituito da un sistema articolato di spazi dedicati all'educazione di minori 'difficili', funzione primaria dei riformatori. Il progettista, l'architetto Vittoriano Viganò, vinse il concorso bandito dall'Opera Pia Istituti Riuniti Marchiondi Spagliardi e Protezione dei Fanciulli che riguardava la progettazione del nuovo Istituto, dopo che i bombardamenti della guerra avevano reso inagibile la sede precedente. Il luogo per la nuova costruzione era vicino al borgo di Baggio, dove oggi si ergono solo i resti dell'opera (Graf and Tedeschi, 2009). Viganò propose una struttura decisamente differente dalla precedente, che prevedeva un ricercato equilibrio tra gli spazi ricreativi ed educativi, col fine di stimolare la coesione sociale, descrivendo il risultato architettonico, in stile brutalista, come «[...] un grande organismo, una piccola città autonoma – per l'abitazione, l'educazione, l'avviamento al lavoro, lo svago, il gioco, le cure mediche e psichiche di ragazzi bisognosi [per] assicurare al giovane ospite il maggior numero di favorevoli condizioni igieniche e morali affinché in lui [fosse] stimolato ogni processo di autocoscienza e ogni sentimento di libertà» (Graf and Tedeschi, 2009, p. 74). I riformatori fino ad allora erano stati concepiti per la reclusione ed erano ambienti confinati. Viganò ideò una struttura rigorosa, che potesse far sentire al sicuro i ragazzi; ma al contempo colorata, con vetrate luminose, spazi aperti e muretti bassi. Il suo ruolo funzionale poneva i termini di un innovativo punto di vista di carattere pedagogico, finalizzato al superamento dei precedenti metodi coercitivi e punitivi. Il nuovo Istituto Marchiondi aspirava a diventare un microcosmo di relazioni dove «i marchiondini apprezzano la loro nuova casa e non fuggono» (Viganò, 1958, p. 68): 'des espaces autres' (Foucault, 2004).

L'Istituto, chiuso negli anni '70, è oggi una struttura che esiste attraverso la casualità dello sguar-

do che si posa sulla sua imponenza e che percepisce bene l'incuria, senza potere trarre informazioni storiche dalle macerie (Augé, 2004). Al contempo, l'architettura brutalista è un 'monumématoire' come direbbe Derrida, contemporaneamente 'alla' e 'nella memoria', «[...] uno spazio più legato al ricordo che alla rimemorazione del passato attraverso evidenze materiali» (Agazzi and Fortunati, 2007, p. 532). Con la sua storia, il 'rudere' Marchiondi (Fig. 9) diviene luogo 'vivo' nel film documentario proposto dall'Istituto Tecnico Professionale G. Galilei-R. Luxemburg col regista Andrea Caccia.

Alcuni Ricercatori del gruppo DCxT³ (Design della Comunicazione per il Territorio) del Dipartimento di Design del Politecnico di Milano, coinvolti nel progetto, hanno coordinato gli incontri per orientare gli studenti alla comprensione del livello mnestic e atmosferico (Tab. 1). Per il design spazializzare la memoria ha il significato di un'azione culturale che riporta nel territorio la conoscenza, rendendo accessibile la storia e modificando lo stereotipo che accompagna le architetture quando, non riconvertite, sono percepite come estranee (e persino 'pericolose') al tessuto sociale urbano.

Metodologia e risultati | Situata all'intersezione tra teoria e pratica, l'attività di 'investigazione' sull'Istituto Marchiondi si è strutturata in quattro seminari, incentrati sulla 'vocazione pedagogica delle rovine' (Augé, 2004). Ogni incontro (i primi tre online e il quarto in situ) portava ad avvicinare il luogo come depositario di memorie da riportare in luce; i primi tre si sono svolti online, a causa delle stringenti limitazioni imposte dal contenimento della pandemia, stimolando l' 'accesso virtuale al complesso'.

Il primo seminario è stato propedeutico all'esplorazione dell'intorno del Marchiondi (oggi inac-

cessibile). La richiesta di immagini digitali tratte dalla rete internet, senza fornire approfondimenti storici, ha promosso nei partecipanti l'elaborazione di descrizioni spontanee. Del Marchiondi sono emersi i 'caratteri atmosferici'; la dicotomia attrazione/repulsione si è materializzata nelle descrizioni testuali degli studenti coinvolti nel progetto. Sono evidenti, in modo ricorsivo, i segni del degrado, gli accenni alla struttura delle poderose travi grigie di cemento armato, alle vetrate spaccate, alla natura aspra che impedisce di vedere agevolmente le forme degli edifici; poiché lo spazio atmosferico produce sempre un inaspettato coinvolgimento, indipendente dalla capacità di decodifica dei significati, il luogo ha generato anche curiosità e attrazione.

Nei due incontri successivi sono state strutturate ricerche alla scoperta di contenuti storici, architettonici e sociali e si è agito sulle prime impressioni dei partecipanti per ritrovarle, spingendolo a interpretare di nuovo i luoghi, ancora 'a distanza'. Google Earth ha rivelato l'impianto del sistema architettonico dall'alto, impraticabile dal livello stradale 'fisico' e ha consentito di apprezzare l'ampiezza del complesso rispetto al contesto del quartiere. Questa rappresentazione in pianta del sistema di architetture ha agevolato l'identificazione delle singole strutture. L'insieme di testimonianze e di fotografie d'archivio ha reso 'visibili' le funzioni originarie delle strutture e le logiche progettuali.

Il percorso formativo ha sensibilizzato all'importanza delle memorie per interpretare correttamente il rapporto tra rovine e paesaggio urbano. Gli strumenti forniti sono stati quelli della narrazione transmediale: dalla scrittura testuale ai linguaggi visivi, affinché fossero valorizzati sia i contenuti storici sia quelli attuali. Le attività si sono focalizzate su tre tematiche principali: le atmosfere del territorio, la storia del luogo, la spazializzazione del ricordo nel paesaggio attuale. Il processo ha visto i momenti seminariali alternarsi a ricerche documentarie, esercitazioni pratiche a rappresentazioni creative.

In sintesi, la prima parte del lavoro (online) ha lasciato rapidamente spazio a uno sguardo sempre più allenato e colto, che ha portato gli studenti a mettersi in gioco con una visione d'insieme critica e consapevole. Tra gli strumenti per la condivisione virtuale sono state utilizzate lavagne interattive (Fig. 10) e piattaforme per sondaggi statistici in tempo reale. La produzione di nuvole di parole (Fig. 11) ha stimolato il confronto tra punti di vista. Così se il primo incontro aveva messo a fuoco un Marchiondi 'decadente', 'brutto', 'abbandonato', successivamente agli approfondimenti gli studenti hanno iniziato a comunicare 'senso di protezione', 'cambiamento' e 'rinascita'. La nuova consapevolezza è stata formalizzata con la produzione di reportage fotografici svolti in autonomia dai partecipanti (Fig. 12), che hanno restituito i punti di vista attesi: 'attenti e sensibili' (Karp, Lavine and Drugman, 1995). Quindi è stato chiesto agli studenti di aggiungere una didascalia a ogni fotografia, creando così un 'fototesto' (Cometa and Coglitore, 2016); la relazione tra verbale e visuale ha permesso di riformulare completamente la percezione individuale del luogo.

L'operazione di 'spazializzazione' (Fig. 13) è stata protagonista del terzo incontro, in cui si

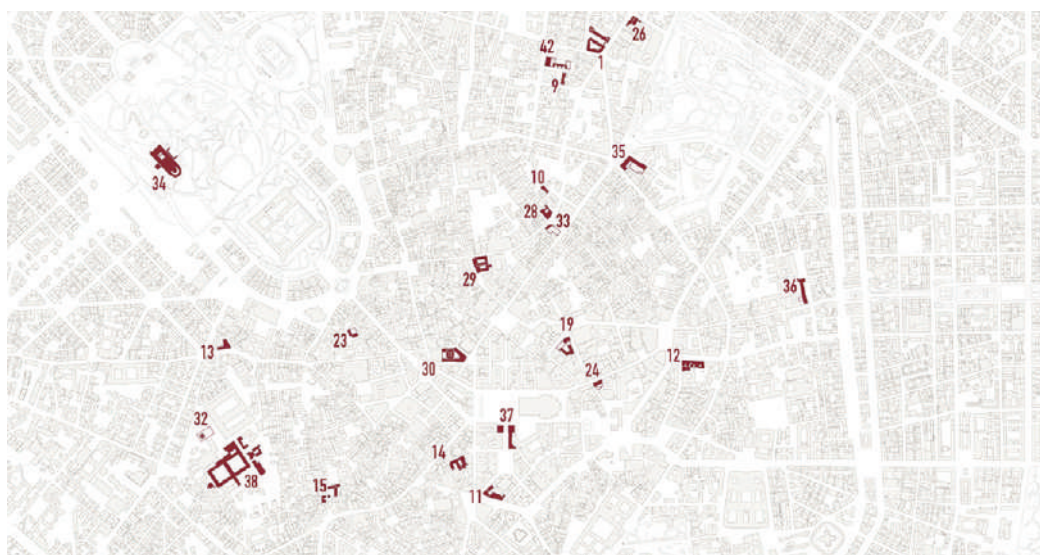


Fig. 3 | Graphic elaboration by Enrico Delitala from a drawing by Fredi Drugman, Milano Città Immaginata, 2015 (source: milanocittaimmaginata.it, 2021).

Fig. 4 | Itinerary 'Le Architetture di Muzio a Milano', created and made by Archivio Muzio and the Politecnico di Milano with G. Tomaso Muzio (ideation), D. Spallazzo (graphic design), O. S. Pierini with M. Salvetti (source: cabrutta.it).

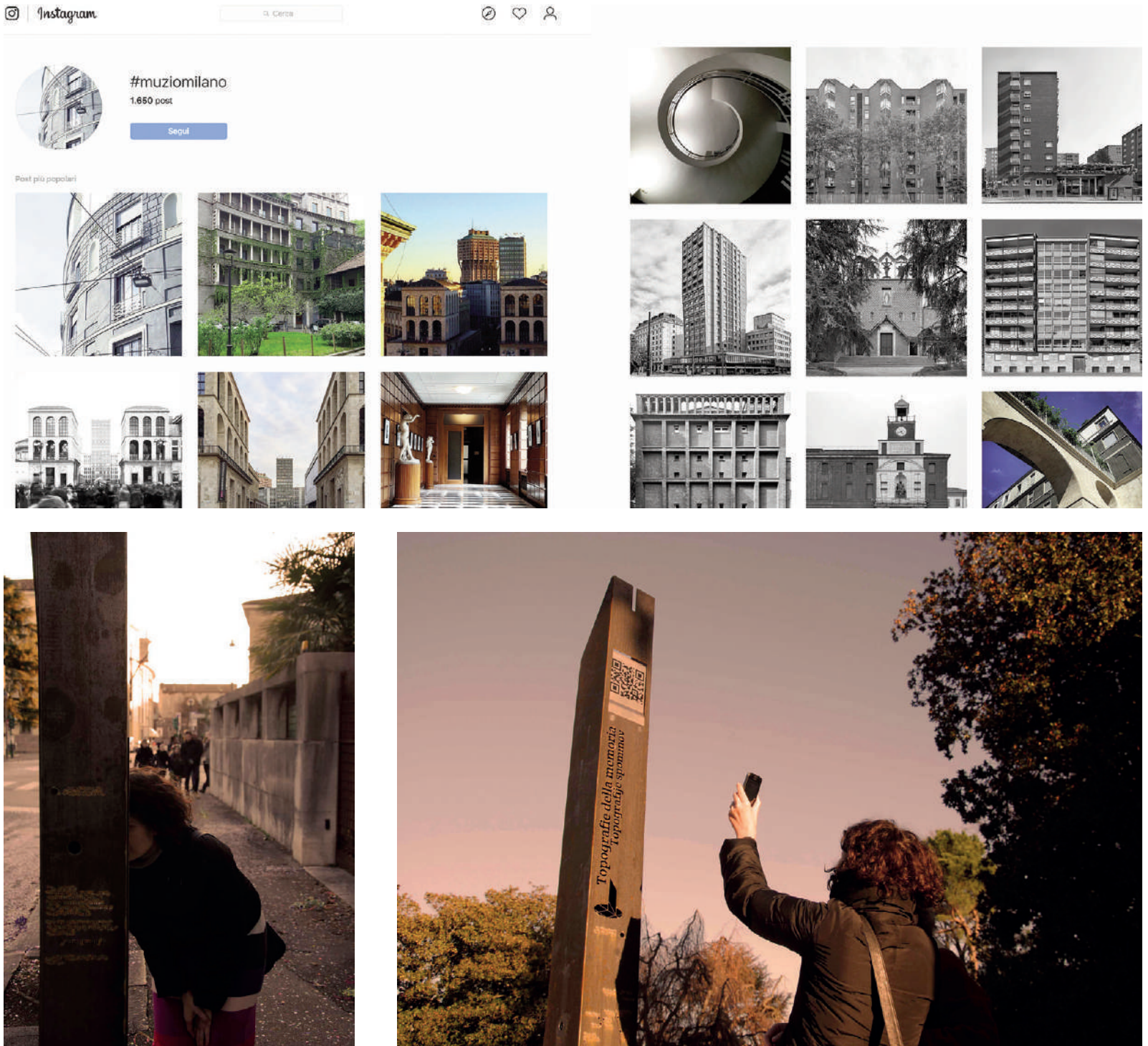


Fig. 5 | Instagram Search result #Muziomilano (source: instagram.com, 2020).

Figg. 6, 7 | Totem 'Topografie della Memoria': Physical observation through the hole on the totem; QR code reading via smartphone (source: quarantasettezeroquattro.it, 2013).

sono geolocalizzate le immagini prodotte o selezionate in rete. La pianta degli edifici del Marchiondi del 1955 è diventata il territorio virtuale di supporto delle immagini, in una sorta di collage di punti di vista. Infine, la creazione di cartoline (Fig. 14) è stata pensata come propedeutica alla sceneggiatura; gli studenti si sono idealmente rivolti alle nuove generazioni per comunicare la loro rinnovata visione dell'Istituto. L'ultimo incontro tra docenti e studenti partecipanti si è svolto in presenza presso il Marchiondi; il 'tour' a piedi (Fig. 15) intorno al complesso ha simulato un consapevole 'turismo della memoria' (Burns, Palmer and Lester, 2010). Ai partecipanti è stato chiesto di documentare il 'viaggio' con

fotografie e video da condividere sulla piattaforma social Instagram dedicata al progetto⁴; le nuove competenze in materia storica e di comunicazione, acquisite progressivamente dai giovani studenti, hanno permesso loro di percepire l'edificio non più come un rudere da demolire, piuttosto come una risorsa del quartiere e della città, dimostrando l'intuizione iniziale della ricerca applicata alla formazione.

Conclusioni | I risultati della sperimentazione inserita nella fase di avvio del progetto MIUR determinano l'idea che i 'paesaggi della memoria' possano sviluppare anche vocazioni diverse, oltre quella approfondita come 'pedagogia delle rovi-

ne' (Augé, 2004): essi presentano infatti qualità estetiche e atmosferiche (Böhme, 2010) che il Design della Comunicazione può rendere espliciti per un futuribile e consapevole 'turismo della memoria' di prossimità. Il 'sentire atmosferico', inteso come percezione degli elementi del paesaggio, definisce infatti il coinvolgimento: «[...] una situazione che ci tocca sensibilmente per la sua salienza, ossia per l'azione che esercita su di noi sotto il profilo emozionale» (Griffero, 2009, p. 51): indipendente dal nostro stato d'animo l'atmosfera cattura, coinvolge e con autorevolezza induce un'emozione (Vitale, 2013). La fase di conoscenza del Marchiondi si è, di fatto, completata con un appassionato coinvolgimento degli stu-

denti che, da virtuale e digitale, è divenuto corporeo, fisico ed emozionale (Greer and Grobman, 2017). La conoscenza digitale ha facilitato il riconoscimento del luogo come 'interfaccia' spazio-temporale: tra una realtà territoriale fisica, che appare solo superficialmente decadente e muta, e una realtà costituita dall'insieme di contenuti immateriali. L'Istituto è stato reinterpretato come generatore di un immaginario inedito tra passato, presente e futuro, commistione di memorie storiche, collettive e individuali.

I risultati più importanti riguardano il riconoscimento del valore della 'persistenza stabilizzante del luogo' come fonte di memorie vigili e attive (Casey, 1987); il Marchiondi è stato così 'risemantizzato' come contenitore di identità (Bassanelli, 2015), la cui genesi riverbera nell'intero quartiere e nella città, con un importante potenziale trasformativo in chi osserva. Al centro non è il riconosciuto valore della storia nella formazione didattica, dunque, piuttosto il potenziale trasformativo della conoscenza quando riverbera nella percezione dei luoghi: intesa come pedagogia del ricordo, essa genera inedite azioni e progettualità, fino a concepire, si vorrebbe, un turismo nuovo in luoghi non turistici. La criticità più forte del progetto riguarda la scelta (accolta come sfida) dello svolgimento a distanza della maggior parte delle operazioni seminariali, con un solo incontro fisico con gli studenti partecipanti avvenuto in prossimità del Marchiondi e guidato dai ricercatori. In ottica futura, potrebbe essere importante tentare un approccio massimamente diretto all'esplorazione e volto a un'immersione percettiva 'fisica', che è sempre più immediata e atmosferica (Griffero, 2016). La ricerca applicata al caso Marchiondi definisce comunque un modello di conoscenza e apprendimento potenzialmente valido per quei luoghi dell'abbandono a margine dello spazio territoriale.

ry, in relation to the pedagogical value of memory. The case study concerns a cycle of workshops as part of a training course to create a documentary with the students of the Institute of Higher Education G. Galilei-R. Luxemburg in Milan (winner of the MIUR call for applications 'Cinema per la scuola – I progetti delle e per le scuole'). Communication Design applies the philosophy of 'memory spatialisation' to define an innovative training methodology able to amplify the perception of the atmosphere of places beyond the first impression, with virtual meetings and tours on the territory. The aim is to give meaning to 'forgotten' places and to provide virtual, physical and digital tools for aesthetic and perceptive interpretations.

The relationship between places and memories is, in fact, very close. Every memory is located in a space and every sign in the environment represents a 'footprint' of an event from the past. It can be said that the link between the human being and the landscape is 'rooted' in an mnemonic level: in the practice of spaces, in the experience of atmospheres that change over time, in the morphologies gradually becoming familiar. A bond made of emotions, because every activity is remembered in the place where it happened. In the villages, as in the cities, it is possible to perceive ancient facts even without having experienced them personally, therefore, it is possible to decode the traces whose symbolic meanings we are familiar with, just as if they were forms of 'environmental writing'. In this way, the landscape, that 'condenses the relations of the society-space-time system' (Fiorani, 2005, p. 9), reveals to be a 'sociocultural produced object' (Galasso, 2018, p. 141), i.e. 'place of events'. In an 'organic' sense, landscapes can be considered 'living hypertexts' (Calabi, 2009), with a 'visible' surface (represented by architecture, infrastructure, itineraries, hubs and flows) and a deeper structure. The latter consists of a network of memories not always tangible and often only perceptible as 'atmospheres' (Griffero, 2016). Therefore, the landscapes are memories activators, able to bring back experiences,

relationships, social dynamics, facts of public relevance and daily practices (Cattunar, 2014, p. 2).

Some cultural identities are fundamental to decode, represent and communicate the atmosphere of a place; for this reason, memories can be the starting point of a Design that makes accessible identities, by healing 'territorial amnesia'. The mass conditioning of tourists and the communicative stereotypes usually do not encourage the valorisation of different and less-known 'places'. Transcending the idea that only some places have an aesthetic and cultural value is, in fact, the first step to an unconventional communication choice, oriented to maintain inclusive and original points of view: all places have an aesthetic value, which constitutes its identity and its individuality (Baule, Calabi and Scuri, 2014, p. 207).

Moreover, places play a fundamental role in the construction of a social identity, and the memory that belongs to them is full of identity awareness. The absence of memory is the absence of identity because communicating means not only 'putting in common', but also making accessible different territorial realities by enhancing their roots. The design has the task of translating hidden contents, using languages that report the stories about the places from which they originated. Its purpose is to interpret a sort of 'predictive narration' that allows imagining the places in order to accompany, as a guide, to discover new points of view. On the one hand, Design supports the traditional activities to distribute archive materials and consequently memories; on the other hand, it defines the paradigms of narration and makes them explicit. Design can, eventually, stabilise the memory and make it accessible through representation, offering itself as a valuable educational tool for cultural circulation.

When the material and immaterial culture have been joined together, the Design has made its way through Authorities and Cultural Institutions as 'a tool to encourage and promote the enhancement of Heritage' (Irace, 2013, p. 8). Still, its task is to 'mediate' and 'create relationships', proposing interpretative models focused on cultural val-

The paper presents the results of the applied research of Communication Design for the Territo-

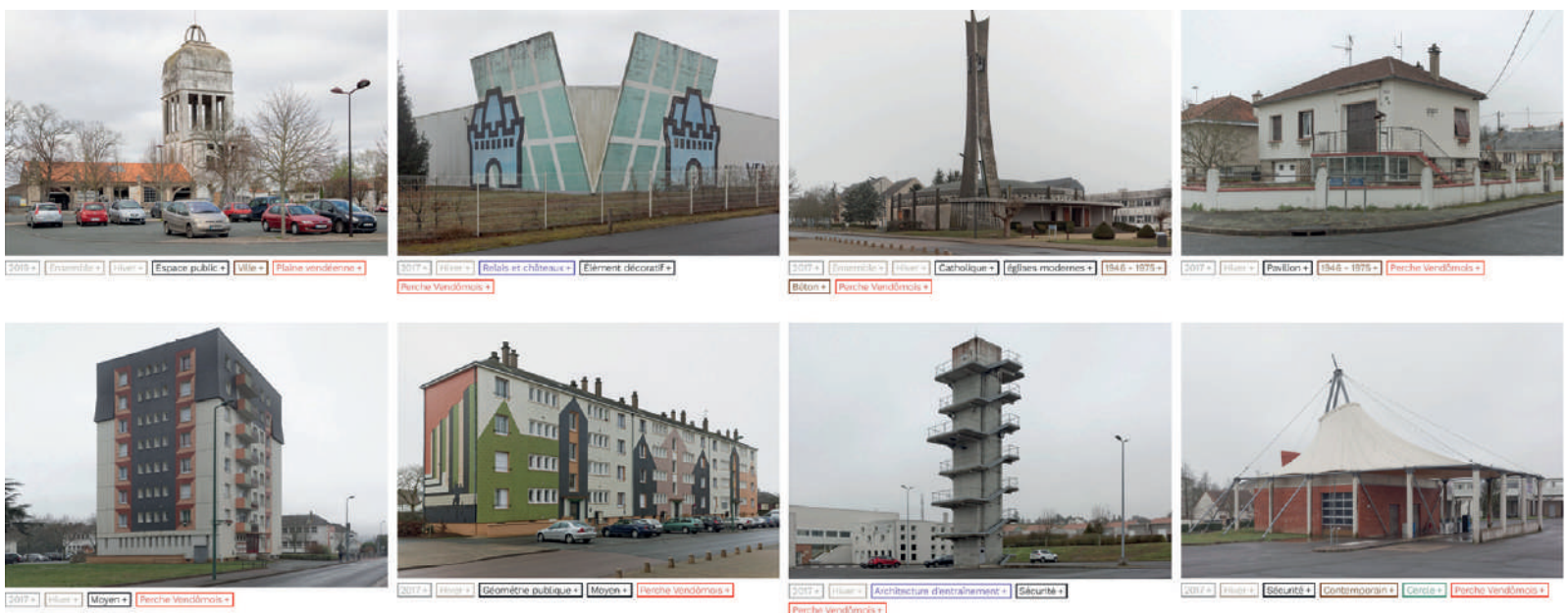


Fig. 8 | The places of Atlas des Régions Naturelles (source: archive-arn.fr/liste).



Fig. 9 | Marchiondi Institute, via Noale, Milano (credit: authors, 2021).

Tab. 1 | Educational activities chart (credit: authors, 2021).

Next page

Fig. 10 | Teaching activity with interactive whiteboard (jamboard): 'Un'immagine per descrivere il Marchiondi' (credit: authors, 2021).

Fig. 11 | Word cloud: 'Una parola per descrivere il Marchiondi' (credit: authors, 2021).

Fig. 12 | Image taken from the photographic reportages made with the students (credit: authors, 2021).

SEMINAR	EDUCATIONAL ACTIVITIES	OUTPUT
<p>DIFFERENT PLACES</p> <p>Spaces for people that know where to look</p>	<p>Analysis of the historical and social context of the Marchiondi; Introduction by Vittoriano Viganò; Architectonic and structural characteristics of the complex</p> <p>Territorial stratification of the Marchiondi from its origin up to this day; how does the institute look today?</p> <p>Search on Google Maps and Google Earth; Image search online</p> <p>Analysis of the place of memory concept; Is the Marchiondi a place of memory?</p>	<p>Word cloud 'A word to describe the Marchiondi'</p> <p>Jamboard 'An image to describe the Marchiondi'</p> <p>Word cloud 'An emotion linked to the Marchiondi'</p>
<p>DIFFERENT POINTS OF VIEW</p> <p>Signs for people that know where to look</p>	<p>Analysis of signs linked to the Marchiondi's structure and still visible; Investigation on the signs as parts of the memory</p> <p>Analysis of the concept of content mapping</p> <p>Virtual path along the perimeter of the Marchiondi; Recognition of the original functions of each building; Recognition of designed buildings never created</p> <p>Analysis of, material and immaterial, documents that can enrich the research (videos, bibliography, oral histories)</p>	<p>Creation of an individual photographic reportage consisting of 12 photographs and their texts</p> <p>Participatory mapping of images on 1955 original map by Vittoriano Viganò</p>
<p>DIFFERENT ATMOSPHERES</p> <p>Emotions for people that know where to look</p>	<p>Analysis of the concept of atmosphere</p> <p>Analysis of the postcard tool for territory narration</p>	<p>Jamboard 'Marchiondi's atmospheres'</p> <p>Creation of postcards as traces of memory for the Marchiondi</p> <p>Launch of the Instagram profile to share created materials</p>
<p>TOUR</p> <p>Walking around the Marchiondi</p>	<p>On-site research</p> <p>Analysis of the Marchiondi as a possible site for 'tourism of memory'</p>	<p>Production of on-site videos and photographs to be shared on social media to enhance and narrate the place</p> <p>Creation of an extemporary exhibition on the perimeter of the Marchiondi by affixing participatory posters made from word clouds and jamboards</p>

ues. Memory Institutions have been renovated too. We are now witnessing to an experiential cultural modality of enjoyment that spreads in the territory, in the landscape and in the urban context, evolved compared to the recent past (Careri, 2006): a 'spatialisation of memories' as a new aesthetic practice. The experience of enjoyment inevitably puts participation at the core of the project (Marrone, 2001), also through immersive devices and contents, in an engaging perspective.

The aim of the study here presented is to focus on methods and tools for the spatialisation of urban memories, keeping a pedagogical perspective. As mentioned before, this work is developed within the project funded by MIUR called *Educazione e Memoria – Un Racconto di Periferia*. The specific role of Communication Design in the project (Politecnico di Milano, Design Department) is to teach the understanding of mnes-

tic aspects. The outcome expected will be a full-length film to be made with the students of the Institute of Higher Education G. Galilei-R. Luxemburg in Milan.

Below, are presented some case studies in which Communication Design becomes a 'translator of memories'. In particular, examples of archives, museums and historical places have been selected, where memories are organised to be communicated with emotion and emphasis, and to go beyond the limits of conservation. In these examples, the communication project becomes 'memorable' because of the level of interaction and immersive experience in the physical, virtual and digital landscape. Finally, we analysed the place of memory at the core of MIUR project and of this paper: the Marchiondi Spaggiardi Institute and its architect Vittoriano Viganò. Impressions, emotions, and historical facts on

the material and immaterial memory of this brutalist symbol were collected together with the students of the Technical Institute, winner of the call for applications. During four meetings – three of them remotely and one near the Marchiondi Institute – the activities have been focused on 'interpreting' places and on the enhancement of the identities that memory reactivates.

Education and memory | Highlighting the close bond between memory and territory does not follow obvious procedures. The challenge concerns many cultural Institutions, which open to the digital world activating bonds with social spaces. It appears increasingly clear that the methodologies of creation, organisation and management of knowledge are changing, due to a process of epistemological change started more than half a century ago that in the last fifteen years has undergone a significant acceleration (Quaggiotto, 2012, p. 113). Therefore, even the concept of 'communication' has changed; from an act of 'sharing', communication is now shifting to represent the 'relationship context' powered by communication itself (Fabris, 2018), in a circuit that integrates 'digital', 'physical' and 'virtual' spaces.

Art and historical culture have gradually taken possession of digital networks, and mobile devices have given the possibility to overlap the real territory space with the cartographic one, by geo-locating contents and data. The possibilities of integrating content on a map have acted as a driving force in activating tourists flows. They have also determined the recognition of mnemonic meanings in a maieutic key. Over the years, several communicative experiments have emerged, forming a first corpus of analysis that focuses on role models. All the five case studies, described below, present 'memorable', immersive and educational itineraries, articulated between virtual, physical and digital worlds.

Storie Milanesi¹ is a digital project that presents the city of Milan through the voice of famous people, who have left to the city their cultural heritage preserved in house-museums and ateliers. The project, by Rosanna Pavoni and the Adolfo Pini Foundation, with the collaboration of Milan City Hall and the Cariplo Foundation, describes these places through the stories written by the author Gianni Biondillo, the illustrations by Ilaria Cheloni and the photographs by Alessandro Giulio Midlarz. The final outcome is an imaginative plot, which enriches the city map with new meanings. The house-museums are presented in a weave of stories that enhance the biographies interconnected with the places. (Fig. 1, 2).

Milano Città Immaginata is a project by CASVA archives (Centre for Advanced Studies of Visual Arts) that shows the creative ideas of designers who describe a possible Milan. For the first time, it displayed ten projects kept in the archives. Milano Immaginata can be included in the list of architectural and urban 'missed opportunities'. The purpose of the project, as the architect Luca Basso Peressut said, is that the ideas never realised can have a great proactive power, leave traces, be a seed able to sprout guidelines and concrete solutions completed years or decades later (Fratelli and Sacerdoti, 2015, p. 15). The 'imagined' projects have been revisited (Fig. 3) in everyday-life places through a



campaign of posters and ‘postcards from Milan’. Different is the case of the project founded on Instagram and born during the Ca’ Brütta 1921 – Giovanni Muzio Opera Prima Exhibition. The cartographic map (Fig. 4), dedicated to more than 50 architectures designed by Giovanni Muzio in Milan, invited visitors to explore the ‘built’ as an ideal extension of the Exhibition. Over 1,600 images with the hashtag #Muziomilano were posted on Instagram for three months (Fig. 5). The experiment involved the visitors in the creation of contents (Broccardi and Vicari, 2019), through apps and social media.

A project created to reconstruct the atmosphere of the territory is Topografie della Memoria – Museo Diffuso dell’Area di Confine, originated from the wider Memorie di Confine, Archivio Multimediale dell’Associazione Quarantaset-

tezeroquattro. It is an ‘open-air museum’ that includes ten places between Gorizia and Nova Gorica, where hyperlinks to multimedia contents are ‘positioned’. Every stage of the museum is configured between virtual, physical and digital spaces (Fig. 6), in which interviews, videos and photographs of ‘past witnesses’ are available (Cattunar, 2014; Fig. 7). Topografie della Memoria is, at the same time, a diffused museum and archive, where documents and memories ‘come out’ of the walls and of spaces where they are kept to be traced in the territory.

Finally, Atlas des Régions Naturelles² is a digital photographic archive on French places that do not appear in the classic tourist tours (Fig. 8) edited by the photographer Eric Tabuchi in collaboration with the artist Nelly Monnier. It consists of an interactive map of France, divided into

450 regions. It is an ambitious project, which elects mnemonic traces through photography, capturing original aesthetics.

Marchiondi memories | The Marchiondi Spaggiardi Institute was chosen because it is a ‘place’ full of memories. It is constituted by a complex system of spaces dedicated to the education of ‘problematic’ children, primary function of community homes. The designer, the architect Vittorio Viganò, won the call for bids organised by the Opera Pia Istituti Riuniti Marchiondi Spaggiardi and Protezione dei Fanciulli. The topic of the call was designing the new Institute, as the war bombing had made the previous site condemned. The place for the new construction was near the village of Baggio, where today there are only the remains of the work (Graf and Tedeschi, 2009).

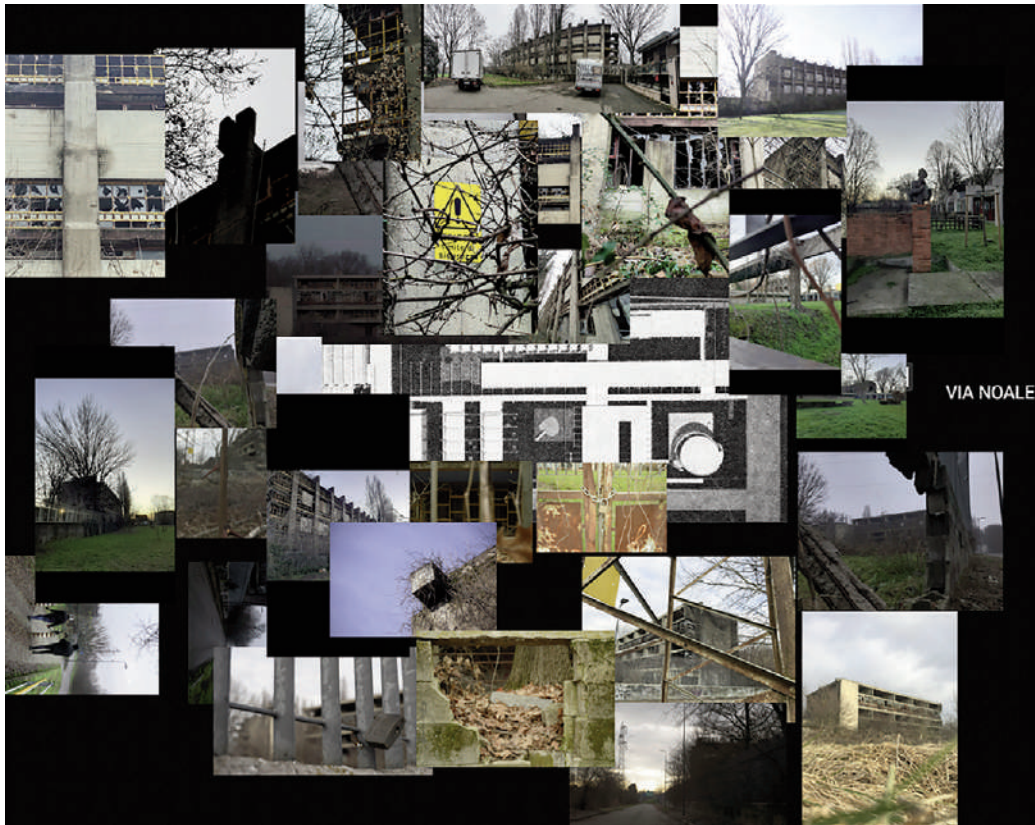


Fig. 13 | Didactic activity of spatialisation of images on the original 1955 map of the Marchiondi (credit: authors, 2021).

Fig. 14 | Examples of postcards created by the students during the research (credit: authors, 2021).

Fig. 15 | Final phase of the research, tour of the students around the perimeter of the Marchiondi (credit: authors, 2021).

Viganò proposed a structure sharply different from the previous one, which provided a refined balance between recreational and educational spaces to stimulate social cohesion. Viganò described the architectural result, in brutalist style, as a large body, a small autonomous city – for housing, education, initial employment, leisure, pastimes, medical and mental care for children in need, to ensure that the young guests had the best possible hygienic and moral conditions, to stimulate processes of self-consciousness and feelings of freedom (Graf and Tedeschi, 2009, p. 74). Until then, community homes had been conceived for imprisonment and confinement. Viganò designed a rigorous structure that could make the children feel safe, but at the same time, full of colours, with bright windows, open spaces and low walls. The functional role established an innovative pedagogical point of view, to overcome previous coercive and punitive methods. The new Marchiondi Institute aspired to become a microcosm of relations where ‘the children appreciate their new home and do not escape’ (Viganò, 1958, p. 68): ‘des espaces autres’ (Foucault, 2004).

The Institute, closed in the 1970s, is today a structure that exists only if the gaze lands fortuitously on its grandeur but perceives disuse, without being able to deduce historical information from its ruins (Augé, 2004). At the same time, the brutalist architecture is, as Derrida would say, a ‘monumémoire’, ‘to’ and ‘in memory’, ‘a space more linked to memory than to remembrance of the past through material evidence’ (Agazzi and Fortunati, 2007, p. 532). With its history, the ‘ruins of’ the Marchiondi Institute (Fig. 9) become ‘alive’ in the documentary-film proposed by the Institute of Higher Education G. Galilei-R. Luxemburg, directed by Andrea Caccia.

Some researchers of the DCxT³ group (De-

sign della Comunicazione per il Territorio) of the Politecnico di Milano, Design Department, involved in the project, coordinated the meetings to guide students to understand the mestic and atmospheric levels (Tab. 1). For design, spatialising the memory is a cultural action that brings knowledge back to the territory, making history accessible and modifying the stereotype that accompanies not reconverted architectures that are perceived as foreign (and even ‘dangerous’) to the urban social fabric.

Methodology and outcomes | Mixing theory and practice, the activity of ‘investigation’ on the Marchiondi Institute has been structured in four seminars, focused on the ‘pedagogical vocation of ruins’ (Augé, 2004). Each meeting aimed to make the place seen as a repository of memories that needed to be brought to light. The first three meetings were carried out online, due to the strict limitations imposed by the pandemic, stimulating the ‘virtual access to the concept’, while the last one was on location.

The first seminar was a preparatory exploration of the surroundings of the Marchiondi (today inaccessible). The demand for digital images taken from the internet, without providing historical insights, promoted the elaboration of spontaneous descriptions in the participants. The Marchiondi’s ‘atmospheric features’ emerged. The dichotomy attraction/repulsion has materialised in the descriptions of the students involved in the project. Signs of degradation, traces of the structure’s imposing grey beams in reinforced concrete, the broken windows, the harsh nature that prevents from seeing precisely the shapes of the buildings, emerged recursively. Since atmospheric space always produces an unexpected involvement, independent from the ability to decode meanings, the place has also generated

curiosity and attraction. In the two following meetings, the research was aimed at discovering historical, architectural and social contents. The participants worked on their first impressions to renew them, aiming at reinterpreting the places, still ‘at distance’. Google Earth revealed the layout of the architectural system from above, impossible to be seen from the ‘physical’ road level and it allowed to appreciate the extent of the buildings compared to the neighbourhood. The representation through maps of the architecture system has facilitated the identification of single structures. Finally, the collection of proofs and archive photographs has made the original functions of the structures and the design logic visible.

The training course emphasised the value of memories in order to interpret the relationship between ruins and urban landscape correctly. The tools provided were transmedia narrations: from textual writing to visual languages, so that both historical and current contents would be enhanced. The activities focused on three main topics: atmosphere of the territory, the history of the place, and the memory spatialisation in the current landscape. The process alternated the seminars with documentary research, practical exercises and creative representations.

In a nutshell, the first part of the work (online) has quickly left room for an increasingly trained and cultured gaze, which has led students to get involved with a critical and aware overview. Interactive whiteboards (Fig. 10) and platforms for statistical surveys in real-time have been used as tools for virtual sharing. The production of word clouds (Fig. 11) stimulated the comparison between different points of view. The first meeting had focused on a ‘decadent’, ‘ugly’, an ‘abandoned’ Marchiondi, but after an in-depth analysis the students began to communicate a ‘sense of protection’, ‘change’ and ‘rebirth’. The new

awareness has been formalised with the production of photographic reportages carried out autonomously by the participants (Fig. 12), which have provided the expected points of view: 'careful and sensitive' (Karp, Lavine and Drugman, 1995). Then, the students were asked to add a caption to each photograph, creating a 'photo text' (Cometa and Cogliatore, 2016). The relationship between verbal and visual elements allowed to reformulate the whole individual perception of the place.

The operation of 'spatialisation' (Fig. 13) was the main topic of the third meeting, in which the images produced or selected online were geo-located. The 1955 Marchiondi buildings map has become the virtual territory for image support, a sort of collage of points of view. Finally, the creation of postcards (Fig. 14) was conceived as a preparatory step to the screenplay; the students ideally speak to the new generations to communicate their renewed vision of the Institute. The last meeting between teachers and participating students took place in person at the Marchiondi Institute; the 'tour' on foot (Fig. 15) around the complex, simulated a conscious 'tourism of memory' (Burns, Palmer and Lester, 2010). The participants were asked to document the 'journey' with photographs and videos shared on the Instagram page dedicated to the project⁴. The new historical and communication skills, acquired progressively by young students, have allowed them to perceive the building no longer as a ruin

to be demolished, but rather as a resource for the neighbourhood and the city, demonstrating the initial intuition of the research applied to education.

Conclusions | The outcomes of the didactic experimentation included in the initial phase of the MIUR project determine the idea that the 'landscapes of memory' can also develop different vocations, in addition to the in-depth 'pedagogy of ruins' (Augé, 2004). In fact, they show aesthetic and atmospheric qualities (Böhme, 2010) that Communication Design can make explicit for a future-oriented and aware 'tourism of memory' proximity. 'Feeling the atmosphere', as perception of the elements of the landscape, defines the involvement as a situation that touches us appreciably for its salience, that is for the action it exerts on us from an emotional point of view (Griffero, 2009, p. 51). Separated from our state of mind, the atmosphere captures, involves and authoritatively provokes an emotion (Vitale, 2013). The phase of knowledge of the Marchiondi has, in fact, ended with a passionate involvement of students that, from virtual and digital, has become corporeal, physical and emotional (Greer and Grobman, 2017). The digital knowledge has facilitated the recognition of the place as a space-time 'interface', between a physical territorial reality, which only apparently appears decadent and mute, and a reality of immaterial contents. The Institute has been reinterpreted as the gen-

erator of an original imaginary for the past, present and future, a mixture of historical, collective and individual memories.

The most important results concern the recognition of the 'stabilising persistence of the place' as a source of vigilant and active memories (Casey, 1987); the Marchiondi has acquired a new 'semantic meaning', becoming a container of identity (Bassanelli, 2015), whose genesis reverberates in the whole district and in the city, with an important transformative potential in the observer. Therefore, the recognized value of history in educational training is not at the centre anymore, but rather the transformative potential of knowledge. When it reverberates in the perception of places – understood as a pedagogy of remembrance – generates unprecedented actions and planning, until conceiving a new tourism in non-tourist places. The main problem of the project is the choice (accepted as a challenge) of the remote learning for many seminar operations, with only one meeting in person with the students near the Marchiondi and led by researchers. From a future perspective, it might be important to try a more direct approach to exploration, aimed at a 'physical perceptive immersion', which is increasingly immediate and atmospheric (Griffero, 2016). The research applied to the Marchiondi case defines a knowledge and a learning model potentially valid for those abandoned places on the fringes of territory.

Acknowledgements

The contribution is the result of a common reflection of the authors. Nevertheless, the introductory paragraph and 'Conclusions' are written by D. A. Calabi, the paragraph 'Education and memory' by B. Borghi and the paragraphs 'Marchiondi memories' and 'Methodology and outcomes' by C. S. Galasso.

Notes

- 1) For further information, please see the website: storiemilanesi.org [Accessed 15 October 2021].
- 2) For further information, please see the website: archive-arn.fr [Accessed 23 October 2021].
- 3) The workshop activities are coordinated by Prof. D. A. Calabi with B. Borghi and C. S. Galasso.
- 4) For more information see the Instagram page: [progettomarchiondi](https://www.instagram.com/progettomarchiondi) [Accessed 15 October 2021].

References

- Agazzi E. and Fortunati V. (eds) (2007), *Memoria e saperi – Percorsi transdisciplinari*, Booklet, Milano.
- Augé, M. (2004), *Rovine e macerie – Il senso del tempo*, Bollati Boringhieri, Torino.
- Baule, G., Calabi, D. A. and Scuri, S. (2014), "Narrare il Territorio – Dispositivi e Strategie d'Innovazione per gli Spazi Percepiti", in Coletta, C., Colombo, S., Magaudda, P., Mattozzi, A., Parolin, L. L. and Rampino, L. (eds), *A Matter of Design – Making Society through Science and Technology – Proceedings of the 5th STS Italia Conference*, STS Italia Publishing, pp. 1-15. [Online] Available at: academia.edu/15514760/Narrare_il_Territorio_Dispositivi_e_Strategie_dlnnovazione_per_gli_Spazi_Percepiti [Accessed 15 September 2021].
- Böhme, G. (2010), *Atmosfere, estasi, messe in scena*

– *L'estetica come teoria generale della percezione*, Marinotti, Milano.

Broccardi, F. and Vicari C. (2019), "Social network economy – Musei, follower e partecipazione", in *Artribune.com*, newspaper online, 12/04/2019. [Online] Available at: artribune.com/progettazione/new-media/2019/02/social-network-economy-musei-follower-partecipazione [Accessed 15 September 2021].

Burns, P., Palmer, C. and Lester, J. (eds) (2010), *Tourism and Visual Culture – Volume 1 Theories and Concepts*, CABI, Wallingford (UK).

Calabi, D. A. (2009), "Design della comunicazione e territorio – Uno strumento strategico di relazione | Communication design and environmental – A strategic instrument of relationship", in *Strategic Design Research Journal*, vol. 2, issue 1, pp. 7-10. [Online] Available at: revistas.unisinos.br/index.php/sdrj/article/view/5148 [Accessed 15 September 2021].

Careri, F. (2006), *Walkscapes – Camminare come pratica estetica*, Einaudi, Torino.

Cattunar, A. (2014), "Memorie di confine – L'archivio multimediale e il museo diffuso dell'Associazione Quarantasettezeroquattro", in *Storia e Futuro – Memorie del quotidiano*, n. 34, pp. 1-20. [Online] Available at: storiaefuturo.eu/memorie-di-confine-larchivio-multimediale-e-il-museo-diffuso-dellassociazione-quarantasettezeroquattro [Accessed 15 September 2021].

Cometa M. and Cogliatore R. (eds) (2016), *Fototesti – Letteratura e cultura visuale*, Quodlibet, Macerata.

Fabris, A. (2018), *Etica per le tecnologie dell'informazione e della comunicazione*, Carocci, Bologna.

Fiorani, E. (2005), *I panorami del contemporaneo*, Lupetti, Milano.

Foucault, M. (2004), *Utopie Eterotopie*, Cronopio, Napoli.

Fratelli, M. and Sacerdoti, P. (eds) (2015), *Milano Città Immaginata – 10 progetti dagli archivi CASVA*, Comune

di Milano, Milano.

Galasso, C. (2018), *Zone di memoria – Il design per gli archivi del territorio*, FrancoAngeli, Milano.

Graf, F. and Tedeschi, L. (eds) (2009), *L'Istituto Marchiondi Spagliardi di Vittorio Viganò*, Mendrisio Academy Press, Mendrisio.

Greer, J. and Grobman, L. (eds) (2017), *Pedagogies of Public Memory – Teaching Writing and Rhetoric at Museums, Memorials, and Archives*, Routledge, London.

Griffero, T. (2016), *Il pensiero dei sensi – Atmosfere ed estetica patica*, Guerini e Associati, Milano.

Griffero, T. (2009), "Atmosfericità – 'Prima impressione' e spazi emozionali", in *Aisthesis*, vol. 2, issue 1, pp. 49-66. [Online] Available at: doi.org/10.13128/Aisthesis-10947 [Accessed 15 September 2021].

Irace, F. (2013), *Design & Cultural Heritage – Immateriale Virtuale Interattivo | Intangible Virtual Interactive*, Electa, Milano.

Karp, I. and Lavine, S. D. (eds) (1995), *Culture in mostra – Poetica e politiche dell'allestimento museale*, CLUEB, Bologna.

Lupo, E. and Trocchianesi, R. (2013), *Design & Cultural Heritage – 3. Progetto e Memoria del temporaneo | Design and Memory of the Ephemeral*, Electa, Milano.

Marrone, G. (2001), *Corpi sociali – Processi comunicativi e semiotica del testo*, Einaudi, Torino.

Quaggiotto, M. (2012), *Cartografie del sapere – Interfacce per l'accesso agli spazi della conoscenza*, FrancoAngeli, Milano

Ricoeur, P. (2004), *Ricordare, dimenticare, perdonare – L'enigma del passato*, Il Mulino, Bologna.

Viganò, V. (1958), "L'Istituto Marchiondi a Milano-Baggio – L'internato per ragazzi difficili di Vittorio Viganò", in *Comunità*, n. 57, pp. 64-70.

Vitale, G. (2013), *Design di sistema per le istituzioni culturali – Il museo empatico*, Zanichelli, Bologna.

Printed in December 2021
by FOTOGRAF s.r.l.
viale delle Alpi n. 59 | 90144 Palermo | Italy