

«... *Digital Takes Command* si occupa dei dispositivi per produrre il nostro ambiente, interrogandosi sullo stato delle cose di procedimenti e tecniche della trasformazione del mondo fisico, esibendo e consentendo di sperimentare tecnologie che permettono il passaggio da idee e figurazioni alla realtà materiale ... »

«...*Digital Takes Command* focuses on the devices used to produce our environment, questioning the status of procedures and techniques of transformation of the physical world, displaying and offering an experience of technologies that allow the passage from ideas and images to the material reality ... »

14 euro

ISBN 978-88-498-4506-8



9 788849 845068

LECCO

Digital Takes Command

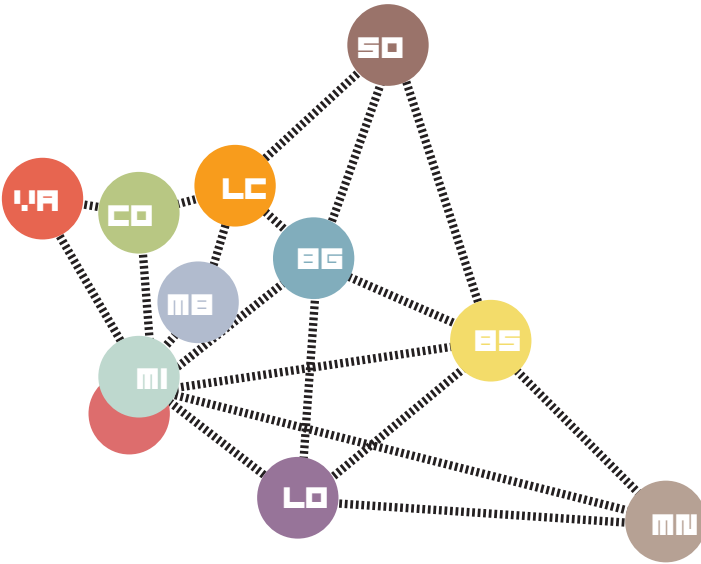
Digital Takes Command

Orizzonti di progettazione e produzione digitale
Design horizons and digital fabrication

a cura di Giulio Barazzetta



Rubbettino



Area ex-Faini
via San Nicolò 9, Lecco
30 luglio – 31 ottobre 2015

Mostra e catalogo
/ Exhibition and catalogue

Cura generale / General project curated by
Giulio Barazzetta

Mostra a cura di / Exhibition curated by
Enrico Morteo e Giulio Barazzetta

*Laboratorio di Computazione Materiale
e Tettoniche Avanzate / Material
Computation and Advanced Tectonics Lab*
ACTLAB - DABC, Politecnico di
Milano - Ingrid Paoletti e Roberto
Naboni con Maia Zheliazkova, Luca
Bresgehlo, Mariela Tsopanova,
Gabriella Rossi

*Laboratorio di progettazione
algoritmica e fabbricazione robotica
/ Laboratory of algorithmic design and
manufacturing robotics*

INDEXLAB - Pierpaolo Ruttico,
Andrea Locatelli, Antonio Premoli,
Pasquale Lorusso, Stefano Arrighi,
Andrea Rossi, Pietro Pizzi, Lila
PanahiKazemi, Carlo Beltracchi,
Stefano Colleoni, Ivan Della Bella,
Alessio Pierdomenico, Emanuele De
Donatis, Luca Chimisso, Marco
Mauceri, Michele Andaloro, Luca
Deblasio, Umberto Gioni

Montaggio video / Video editing
Simone Pera e Alberto Saibene

*Fotografie della sezione
"acqua_montagna_fabbrica"
/ Photographs of the section
"acqua_montagna_fabbrica"*
Marco Introini

Progetto espositivo / Project design
Giuditta Melesi

Progetto grafico / Graphic design
Marco Strina

*Coordinamento organizzativo
/ Organizational Coordination*
Giulia Pellegrino

Traduzioni / Translations
Steve Piccolo, Soget Est
Angela Arnone, Mariela Tsopanova

Trasporti / Transport
Expotrans Art

Assicurazioni / Insurance
Mansutti S.p.A. Art Broker

La mostra è il frutto della
collaborazione tra Triennale
di Milano, Regione Lombardia,
Ordine degli Architetti P.P.C.
della Provincia di Lecco
**The exhibition is a combined effort
involving Triennale di Milano,
Lombardy Regional Government,
and the Order of Architects,
Planners, Landscapers and
Conservationists of the Province
of Lecco**

*Con il Patrocinio di
/ Under the Patronage of*

Comune di Lecco
Ance Lecco
Confindustria Lecco e Sondrio
Ordine degli Architetti P.P.C.
della Provincia di Lecco

Con il contributo di / Sponsored by

Impresa Pietro Carsana
Permasteelisa
Politecnico di Milano
Fondazione Aldo e Pio Favini
e Anna Gatta

*Con la collaborazione di
/ With the collaboration of*

ACTLAB
INDEXLAB

Sponsor Tecnici / Technical Sponsor
ABB, Delcam, Formech, Nieder
SAM, Lignum Leuci, Expo Trans Art
GSE, Carmon@carbon, Italcementi

*Si ringraziano per la preziosa
collaborazione / Thanks for the valuable
collaboration*

Michele Tavola
ex Assessore alla cultura, Comune di Lecco
Roberto Santalucia
Sindaco del Comune di Bellano

Marco Boccione
Prorettore del Polo di Lecco,
Politecnico di Milano

Ferruccio Resta
Direttore del dipartimento di Meccanica,
Politecnico di Milano

Emilio Pizzi
Preside della Scuola di Ingegneria Edile -
Architettura, Politecnico di Milano

Francesco Braghin
M&SSLab, MECC, Politecnico di Milano
Tiziana Poli, Andrea G. Mainini,
Andrea Zani

SEEDLab, Dip. ABC, Politecnico di Milano
Saverio Spadafora

Lab modelli, Campus Leonardo,
Politecnico di Milano
Parrocchia San Nicolò, Lecco

*Uno speciale ringraziamento a
/ Special thanks to*

Marco Bonaiti Kong spa
Livia Bonaiti Bonaiti serrature
Marco Corti Prym Fashion Italia
Stefano Fiocchi Fiocchi Munizioni
Momo Frigerio Trafilerie di San Giovanni
Alfredo Redaelli Fabbrica Velluti
A. Redaelli spa
Luisa Taschetti Adda Ondulati
Sergio Toffetti, Elena Testa,
Archivio Nazionale Cinema
d'Impresa, Ivrea, Eredi Morassutti,
Memoli & Benevento Architetti
Associati, IUAV Archivio Progetti,
Antonio Macchi Cassia, Gabriele
Neri e Nicola Agazzi, A. Longhi Srl
Metal Constructions, Nava geom.
Giuseppe Costruzioni civili e
industriali

Triennale Xtra

Mostre di architettura, arte e design
nei capoluoghi lombardi / Exhibitions
of architecture, art and design in the
capitals of Lombardy

*Ideazione e coordinamento scientifico
/ Concept and scientific coordination*

Alberto Ferlenga
Curatore Triennale Architettura

*Progetto d'identità visiva
/ Visual identity design*

Marco Strina

*Coordinamento organizzativo
/ Organizational coordination*

Roberta Sommariva,
Alessandra Cadioli

*Coordinamento tecnico
/ Technical coordination*

Marina Gerosa, Cristina Gatti

Comunicazione / Communication

Antonella La Seta Catamancio,
Micol Biassoni, Marco Martello,
Dario Zampiron, Gianluca Di Iola

Fundraising e sponsorship

Olivia Ponzanelli, Giulia Panzone

Partner istituzionale

CORRIERE DELLA SERA

Partner tecnico

Rubbettino



LA TRIENNALE DI MILANO



Regione
Lombardia



Ordine degli architetti, pianificatori, paesaggisti
e conservatori della provincia di Lecco

Digital takes command

Orizzonti di progettazione e produzione digitale
Design horizons and digital fabrication

a cura di Giulio Barazzetta

Rubbettino

Triennale XTRA is a journey incorporating exhibitions and events that aims to extend activities of the Triennale di Milano to the whole Lombardy region during Expo 2015. The focus will predominantly be on architecture, but space will also be given over to art, design and landscape. The chosen locations will allow visitors to discover some of the most beautiful cities in the region, seen both through themes relevant to each local area and through broader, more general topics. The exhibitions will provide in-depth analysis and reflection on important figures in the history of Italian architecture and art, such as Aldo Andreani and Giuliano Mauri in the cities of Mantua and Lodi, where the artists began their respective careers. They will also recall the time spent in Milan by internationally-renowned figures such as Le Corbusier. Indeed, the Faculty of Architecture on Via Bonardi in Milan will display the sketches produced by the architect during one of his famous conferences in the city. What is more, the initiative will cover topics of particular relevance today, such as education, and the debate over what constitutes a suitable school building, or the fate of Italy's historic city centres, as in Como, where Italian rationalism gave rise to some of the country's most important educational buildings, including Giuseppe Terragni's Sant'Elia Nursery School, and in Brescia, where Leonardo Benevolo conducted a major experiment in the 1970s on some of the city's oldest buildings. In both cases, a comparison with what is currently taking place in Italy and in other parts of the world will significantly enhance the experience. The event will also reflect upon Alpine architecture in Sondrio, although its bearing on the region will be considered from a wider perspective. Similarly, the creation of one of Italy's first motorways will be used to present Italian excellence in the field of infrastructure in Bergamo, both from an architectural and engineering point of view and in terms of how it changed the landscape. The Sacri Monti (sacred mountains), normally considered in terms of history and landscape, will be reinterpreted in Varese, which is home to one of the best-known examples. The event will provide up-to-date interpretations and recall the history of one of the world's most awe-inspiring examples of tourism- and religion-inspired consecration of land, extraordinary enough to be considered a UNESCO world heritage site.

Finally, Lecco will host a study of industry, an incredibly important topic for the Lombardy region. The most recent developments in the automation of construction will be considered, and visitors will be able to see for themselves how one of the largest and most important former industrial areas in Italy – the Falck district of Sesto San Giovanni – is being transformed and enhanced under the guidance of Renzo Piano. These aspects will be combined with other themes, such as the new forms of contemporary design in Lissone, an area with a rich design heritage, and will provide an opportunity to present objects, unpublished documents, machinery, drawings, models and works of art. Together they aim to form a single, large, widespread exhibition, where history, design and manufacturing skills, extraordinary landscapes and the diversity of Italy's cities will provide a backdrop for reflection on the country's present and future.

Claudio De Albertis
President, Triennale di Milano

Alberto Ferlenga
Curator Triennale Architettura

Triennale XTRA estende al territorio lombardo, durante lo svolgimento di Expo 2015, l'attività della Triennale di Milano. Ciò che viene proposto è un viaggio, articolato in mostre ed eventi, dedicate prevalentemente all'architettura, ma anche all'arte, al design e al paesaggio. Il suo itinerario permetterà di scoprire alcune delle più belle città lombarde anche attraverso l'uso, come chiave di lettura, di temi legati al territorio ma, al contempo, di interesse più ampio. Le mostre, infatti, presenteranno approfondimenti e riflessioni su personaggi importanti dell'architettura e dell'arte italiane, come Aldo Andreani e Giuliano Mauri, nelle città di Mantova e Lodi, da cui il loro percorso complessivo di artisti ha avuto origine. Ricorderanno il passaggio milanese di personaggi internazionalmente noti come Le Corbusier mostrando, tra l'altro, presso la Facoltà di Architettura di via Bonardi, i disegni tracciati in occasione di una sua famosa conferenza in città. Verranno trattati anche temi di particolare attualità, come l'edilizia scolastica, a Como, dove l'esperienza del razionalismo italiano ha lasciato alcune delle costruzioni più importanti, come l'asilo Sant'Elia di Terragni, o il tema dei centri storici a Brescia, luogo di un'importante sperimentazione sulle parti più antiche della città, negli anni '70, a opera di Leonardo Benevolo. In entrambi i casi, il paragone con ciò che accade oggi in Italia e in altre parti del mondo costituirà un importante arricchimento.

Altre riflessioni saranno dedicate al tema dell'architettura alpina, a Sondrio; così come la nascita di una delle prime autostrade italiane sarà l'occasione, a Bergamo, per presentare, in generale, l'eccellenza italiana nel campo delle infrastrutture, che verrà indagata sia dal punto di vista architettonico-ingegneristico che da quello delle trasformazioni territoriali cui ha dato origine. Un tema apparentemente storico-paesaggistico come quello dei Sacri Monti sarà riletto a Varese, sede di uno degli esempi più noti, proponendo interpretazioni attuali che ricordano la storia di uno degli esempi più stupefacenti al mondo di sacralizzazione territoriale turistico-religiosa la cui straordinarietà è stata riconosciuta dall'Unesco.

Infine, un tema così importante per il territorio lombardo come quello dell'industria verrà affrontato considerando, a Lecco, gli sviluppi più attuali della informatizzazione e automazione dei processi produttivi e presentando invece in diretta, sul luogo dove si sta compiendo, un processo di rifunzionalizzazione e valorizzazione di una delle aree ex-industriali più estese ed importanti del nostro paese, quella della Falck a Sesto San Giovanni, a opera di Renzo Piano. Questi e altri temi come, a Lissone, le nuove espressioni del Design contemporaneo in un'area tradizionalmente legata alla sua produzione, costituiranno l'occasione per presentare oggetti, documenti inediti, macchinari, disegni, modelli, opere d'arte. Come in un'unica grande mostra diffusa, in cui la presenza della storia, la capacità progettuale e produttiva, un paesaggio straordinario e la diversità delle città italiane, forniranno lo sfondo per riflessioni che riguardano sia il nostro presente che il nostro futuro.

Claudio De Albertis
Presidente della Triennale di Milano

Alberto Ferlenga
Curatore Triennale Architettura

Partnering Triennale di Milano in this event meant that the Order of Architects, Planners, Landscapers and Conservationists of the Province of Lecco accepted an invitation to be part of the narrative of a significant part of our local history.

In recent times workplaces have changed because of changes in production processes, documented equally in the city's urban fabric.

As a point of reference, the project created an opportunity for a possible debate in the city on the specific theme of work, and where aspects of the story narrated by the images on show were identifiable, for sharing a way of approaching production for the near future, made possible by the new tools able to transform into reality the intuition of a developing change.

The exhibition is a modest contribution to highlighting the evidence of creative diligence, documented by its very nature in our surroundings, which all of us may contribute to expressing by voicing a desire that drives each individual's daily commitment; the coming together of people and the generative rapport that occurs simply in situations, substantiated by the time we are allowed to exist.

My thanks and those of the Order I represent go to the young, inquisitive eyes whose passion breathed life into the initiative.

Maria Elisabetta Ripamonti

President Order of Architects, Planners, Landscapers and Conservationists of the Province of Lecco

L'approccio insieme alla Triennale di Milano a questo evento, ha significato per l'Ordine degli Architetti della provincia di Lecco raccoglierne l'invito e concorrere a raccontare una parte significativa della storia del proprio territorio.

Nei luoghi di lavoro è avvenuto nel tempo recente un cambiamento, dovuto all'evoluzione dei processi produttivi, documentato anche nel tessuto urbano cittadino.

Facendone riferimento, l'iniziativa pone l'occasione di un possibile confronto in città sullo specifico tema del lavoro, per condividere, laddove avvenisse di riconoscersi nella storia raccontata dalle immagini in mostra, una modalità prossima futura di avvicinamento alla produzione, resa possibile dai nuovi strumenti capaci di tradurre in realtà l'intuizione di un cambiamento in divenire.

La mostra è un modesto contributo all'evidenza di creativa operosità, documentata per sua stessa natura in ciò che ci circonda, che tutti possono concorrere ad esprimere nell'esplicitazione di un desiderio che anima il quotidiano impegno di ciascuno; l'incontro e il rapporto generativo tra le persone che semplicemente avviene nelle circostanze, sostanzia il tempo della nostra esistenza.

Dello sguardo giovane e curioso di coloro che con passione hanno dato vita all'iniziativa, personalmente e per gli Architetti che ho l'onore di rappresentare, grazie.

Maria Elisabetta Ripamonti

Presidente Ordine Architetti P.P.C. Della Provincia di Lecco

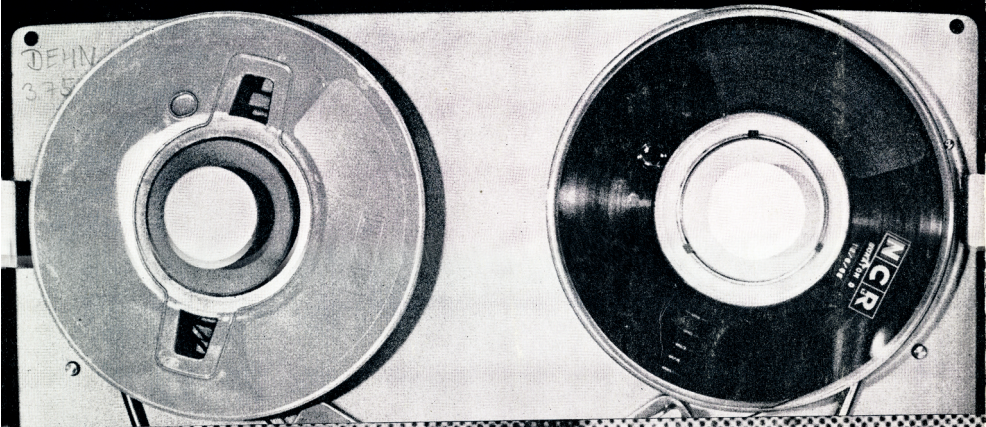


sommario

Digital Takes Command <i>Giulio Barazzetta</i>	11
Lo stupore dell'elettronica: dalla scienza al consumo <i>The amazing discovery of electronics: from science to consumption</i> <i>Enrico Morteo</i>	17
Architettura programmata <i>Programmed architecture</i> <i>Giulio Barazzetta</i>	33
Architettura Digitale <i>Digital architecture</i> <i>Stefano Converso</i>	41
Progettazione e fabbricazione digitale <i>Digital design and fabrication</i> <i>Luca Caneparo</i>	53
Computazione e materializzazione in architettura <i>Computation and materialization in architecture</i> <i>Ingrid Paoletti e Roberto Naboni</i>	61
Progettazione algoritmica e fabbricazione robotica <i>Algorithmic design and robotic fabrication</i> <i>Pierpaolo Ruttico</i>	73
CineFiat vs. CineOlivetti <i>Alberto Saibene</i>	82
Acqua_montagna_fabbrica <i>Marco Introini</i>	87

AD

Architectural Design November 1968. 7/6



**The
Anatomy of
the
Factory**

DIGITAL TAKES COMMAND

Giulio Barazzetta

Oggetto

Questa mostra si occupa di strumenti e dispositivi per produrre i manufatti che configurano il nostro ambiente.

Lo fa interrogandosi sulle attuali pratiche che riguardano la forma e i processi che la generano, ne attuano la crescita, ne verificano e predicano la stabilità, la permanenza e la trasformazione, ne indagano le geometrie, le meccaniche e le logiche di assemblaggio. Lo fa interrogandosi empiricamente sullo stato delle cose, sui procedimenti e le tecniche di rappresentazione del progetto e della costruzione dell'architettura e del territorio, in sostanza della trasformazione del mondo fisico, esibendo e consentendo di sperimentare tecnologie che permettono il passaggio da idee e figurazioni alla realtà materiale del tempo presente. Un'epoca ingaggiata dall'innovazione costante e globale che ininterrottamente modifica la vita quotidiana, le possibilità di costruirne spazio e tempo, le sue stesse eventualità di utilizzo.

Soggetti

Le persone e gli enti coinvolti in Triennale_Extra a Lecco sono parte attiva di questa cultura. Anzitutto c'è il gruppo che ha ideato e confezionato Digital Takes Command e produrrà le sue esperienze di laboratorio, con la rete dei ricercatori che sono coinvolti nella discussione e con i loro contributi, le istituzioni

e le persone che hanno collaborato con prestiti e testimonianze.

La Triennale di Milano ha raccolto questa idea e l'ha promossa in un'iniziativa che interroga direttamente i territori sul loro patrimonio e sulle loro vocazioni al di fuori dei confini comunali. La Triennale si è posta in pratica la domanda di cosa rappresenti la molteplicità di una città che è essenzialmente un territorio metropolitano.

L'Ordine degli Architetti di Lecco ha adottato quest'iniziativa, essendo partner essenziale della sua attuazione, consapevole dell'opportunità di una riflessione attiva sul mondo della manifattura, della costruzione e del progetto, non ancora così consapevolmente indagata.

Cogliendo simili spunti, con analoghe motivazioni hanno aderito e patrocinato gli attori istituzionali locali interessati: la Camera di Commercio, l'associazione costruttori ANCE, la Confindustria e il Comune. Lo stesso interesse e un diretto coinvolgimento si è manifestato per le numerose e qualificate sponsorizzazioni tecniche di produttori che ne hanno reso possibili realizzazione ed esperienze.

Infine, il Politecnico di Milano polo di Lecco, testa di ponte della ricerca e formazione universitaria specifica, ne è parte fondamentale per quanto riguarda l'interlocuzione scientifica e sperimentale.

Nella pagina precedente: AD, Architectural Design, numero 7/6, 1968, copertina

[Previous page: AD, Architectural Design, 7/6, 1968, cover](#)

Allestimento

Digital Takes Command è allestita in uno stabilimento dismesso in via di demolizione. Prossimo al campanile di san Niccolò, vero landmark di Lecco. Lo spazio unitario dell'alta navata del carroponete di questo ex-impianto industriale riunisce tutta la mostra, eccezione fatta per la stanza accanto che ospita l'esposizione fotografica sull'industria a Lecco, appositamente prodotta.

L'allestimento è composto riunendo i frammenti e le storie possibili del mondo digitale dagli anni sessanta a oggi, con particolare riguardo allo scenario italiano. Per questo la mostra si situa nell'arco di tempo posto fra l'elaboratore Olivetti ELEA 9003 e i campioni di elementi (mock_up) di tre padiglioni di EXPO 2015, UAE, ITALIA e COOPAGRI. Per questo motivo le isole dei robot sincronizzati e della stampante tridimensionale ne rappresentano qui i reparti produttivi, strumenti e processi di cui si può disporre direttamente sul posto per le esperienze del laboratorio integrato. Per questo l'esposizione è illustrata da una mostra composta da isole di pannelli di testo e immagini, che si apre o/e conclude con la proiezione continua del montaggio di film industriali sull'automazione.

Ciò che ne risulta è più simile a un laboratorio sperimentale, a un'officina o a un atelier con appese ai muri, accanto ai banchi di lavoro, le immagini dei maestri e dei loro lavori. Da frammenti e pezzi prende forma un collage e dalle isole un arcipelago in cui la molteplicità che è esposta non giunge all'univocità. In questo quadro i pezzi esposti e le narrazioni illustrate nei pannelli sono

solamente scelte e testimonianze disponibili di un cammino ancora poco conosciuto e non rivendicabile come tradizione.

Titolo

Il titolo della mostra rimanda a *Mechanization Takes Command*, a contribution to anonymous history, un testo di Siegfried Giedion del 1948, che fa intravedere la crisi della modernità che nel dopoguerra ricerca le sue ragioni nella produzione industriale meccanizzata allora in avviata all'automazione; di poco successivo è *Automation, the advent of the automatic factory*, di John Diebold (1952).

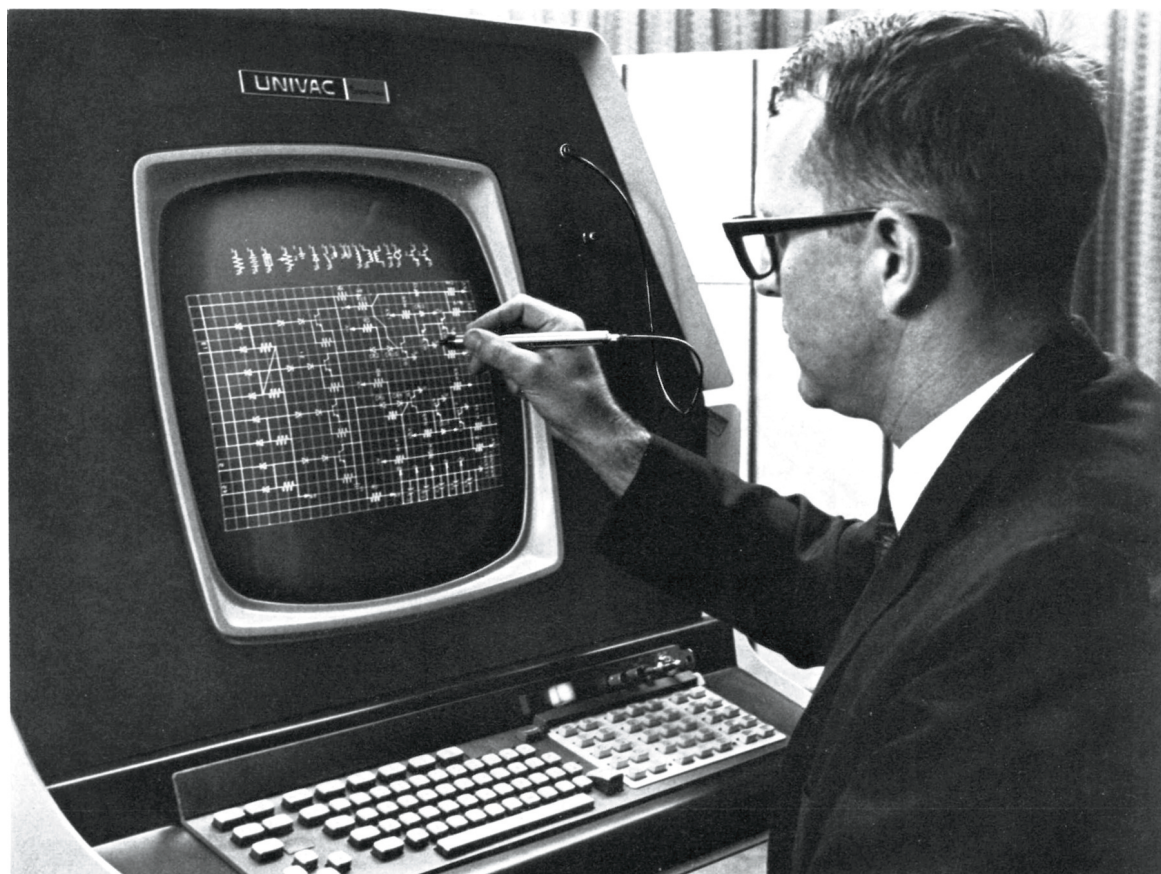
In contrasto con il suo ben noto scritto precedente la guerra – *Space Time and Architecture. The Growth of a New Tradition*, 1941 –, Giedion in *Mechanization* non presenta l'epica di un ideale architettonico, ma attraverso frammenti di storia illustra l'effetto delle tecniche industriali nella vita ordinaria, l'innovazione dell'esistenza quotidiana nella società di massa. Analogamente a *Mechanization*, Digital Takes Command si offre come spazio aperto a possibili ordinamenti di questa materia costantemente in evoluzione, con l'intento di esplorarne lo stato attuale e organizzare gli strumenti disponibili. Un'esigenza ora necessaria affinché nuove strategie scientifiche d'intervento sostanzino culture e pratiche della progettazione e della produzione. Di là dall'essere in sintonia con le forme dei manufatti o delle architetture risultanti dai procedimenti della cultura digitale del progetto, e della loro spesso ambigua fascinazione, esse ci interessano poiché sono rivelatrici del nostro tempo, delle relazioni con lo

spazio, della possibilità che esso venga riprodotto, rappresentato e costruito, della sua stessa misurabilità.

Le tecniche manifestano il predominio del materiale artistico. Che esse vadano esplorate, conosciute e consapevolmente condotte nel proprio mestiere è precisamente la ragione del nostro lavoro.

UNIVAC 1557-58 unità grafica, una delle prime interfacce per computer graphics, PIRELLI, rivista di informazione e tecnica, n.5/6 1970

UNIVAC 1557-58 graphics unit, one of the first computer graphics interfaces, PIRELLI, information and engineering review, 5/6, 1970



Content

This exhibition focuses on tools and devices to produce the artifacts that make up our environment. It does so by questioning today's practices regarding form and the processes by which form is generated, that activate its growth, test and predict its stability, permanence and transformation, investigate its geometry, mechanics and logic of assembly. The show empirically questions the state of the things, procedures and techniques of representation of the project and construction of architecture and the territory, in substance of the transformation of the physical world, displaying and offering experience of technologies that permit the passage from ideas and figurations to the material reality of the present. An epoch engaged in constant, global innovation that incessantly modifies everyday life, the possibilities of constructing its space and time, and its very potentialities for use.

Subjects

The people and organizations involved in Triennale_Extra in Lecco are an active part of this culture.

First of all, there is the group that has envisioned and put together Digital Takes Command and will produce its workshop experiences, with the network of researchers involved in the discussion and with their contributions, the institutions and persons who have cooperated with loans, information and contributions.

Triennale di Milano has welcomed this idea and nurtured it in an initiative that directly

addresses the territories, their resources and vocations, beyond the city limits. The Triennale has put into practice the question of what the multiplicity of a city that is essentially a metropolitan area represents.

The Ordine degli Architetti di Lecco has embraced the initiative, as an essential partner in its implementation, aware of the opportunity for active reflection on the world of manufacturing, construction and design, which is still not very consciously investigated. Grasping these stimuli, similar motives lie behind the support provided by local institutional players: the Chamber of Commerce, the ANCE builders' association, Confindustria and the Municipal government. The same interest and direct involvement have also emerged in the many, qualified technical contributions of manufacturers, who have made the exhibition and its experiences possible. Finally, the Politecnico di Milano with its facility in Lecco, a bridgehead of research and specific university training, has been a fundamental factor for scientific and experimental interaction.

Exhibit design

Digital Takes Command is installed in an abandoned building slated for demolition, near the steeple of San Niccolò, the true landmark of Lecco. The unified space of the high nave of the overhead crane of this former industrial plant contains the whole show, with the exception of the room next to it, which presents the photographic exhibition on industry in Lecco created for the occasion. The exhibition set-up combines

the fragments and possible histories of the digital world from the 1960s to the present, with a particular focus on the Italian scene. This is why the itinerary is organized in the time span between the Olivetti ELEA 9003 and the mock-ups of three pavilions at EXPO 2015: UAE, ITALY and COOPAGRI. For this reason, the islands of the synchronized robots and the 3D printer represent the productive divisions here, tools and processes that can be directly experienced at the site thanks to the coordinated workshop. The display is illustrated by an exhibit composed of islands of panels of texts and images, that opens and/or concludes with the continuous screening of a montage of industrial films about automation.

The result is like an experimental laboratory, a workshop or atelier with the images of the master craftsmen and their works hung on the walls. A collage takes form from fragments and pieces, an archipelago from the islands, in which the multiplicity on view is not reduced to a unified whole. In this context, the pieces exhibited and the narratives illustrated on the panels are usually selected and available evidence of an as yet little known path that cannot be seen as a tradition.

Title

The title of the exhibition links back to *Mechanization Takes Command: A Contribution to Anonymous History*, a text by Siegfried Giedion from 1948, which offers a glimpse of the crisis of modernity that in the postwar era sought its reasons in mechanized indus-

trial production on its way towards automation; shortly after this came *Automation: The Advent of the Automatic Factory* by John Diebold (1952). In contrast with his well-known essay written before the war – *Space Time and Architecture: The Growth of a New Tradition*, 1941 – in *Mechanization* Giedion does not present the epic of an architectural ideal, but through fragments of history illustrates the effect of industrial techniques in ordinary life, the innovation of everyday existence in the mass society. Like *Mechanization*, *Digital Takes Command* presents itself as a space open to possible orderings of this constantly evolving material, with the aim of exploring its present state and organizing the available tools. This is now a necessity, in order for new scientific strategies of intervention to give substance to cultures and practices of design and production.

Rather than being attuned to the forms of artifacts or architectures based on the procedures of digital design culture, and their often ambiguous charms, we are interested in them because they reveal something about our time, the relationships with space, the possibilities for it to be reproduced, represented, constructed, measured.

The techniques reveal the predominance of the artistic material. The reasoning behind our work is precisely that they should be explored, known and consciously brought into practice.

Il calcolatore elettronico Elea 9003 installato negli uffici contabilità della Olivetti. In primo piano il pannello di controllo disegnato da Ettore Sottsass con la consulenza di Tomás Maldonado

Elea 9003 mainframe computer installed in Olivetti's accounting department. In the foreground, the control panel designed by Ettore Sottsass working with Tomás Maldonado



Lo stupore dell'elettronica: dalla scienza al consumo

The amazing discovery of electronics: from science to consumption

Enrico Morteo

È solo alla fine fine della Seconda Guerra Mondiale che cominciano a circolare con una certa libertà notizie e informazioni riguardanti lo sviluppo del calcolo elettronico, tecnologia d'avanguardia sviluppata negli Stati Uniti con scopi prevalentemente militari e grazie ad ingenti finanziamenti governativi.

Adriano Olivetti ed il fratello Dino, che negli Stati Uniti vive, intuiscono che non è possibile restare indifferenti di fronte ad un cambiamento che inevitabilmente interseca le attività dell'azienda di Ivrea.

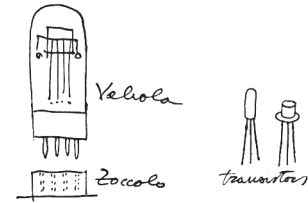
Nel 1949 la Olivetti avvia ad Ivrea le prime ricerche sull'elettronica e lo stesso anno stringe una collaborazione con la francese Bull. Da quel momento le iniziative dell'Olivetti procedono con una sequenza di decisioni di straordinaria velocità e determinazione: nel 1952 viene aperto a New Caanan (Connecticut) il primo laboratorio di ricerca elettronica; nel 1954 la Olivetti assume il giovane e brillantissimo ingegnere italo-cinese Mario Tchou, già docente alla Columbia University, e decide di riportare la ricerca in Italia; lo stesso anno aderisce al progetto di una calcolatrice elettronica varato su suggerimento di Enrico Fermi dall'università di Pisa; nel 1956, vista l'impostazione troppo teorica del progetto universitario, l'Olivetti apre una propria divisione elettronica a Barbaricina-Pisa, diretta da Mario Tchou; nel 1957, con due anni di anticipo sul programma, è pronta

la prima macchina sperimentale a valvole (Macchina Zero, poi ribattezzata Elea 9001); nell'autunno dello stesso anno, durante il lavoro di sviluppo del prototipo in chiave commerciale, Tchou decide di abbandonare la tecnologia delle valvole e puntare sui transistor; contemporaneamente, l'Olivetti fonda insieme alla Telettra, la SGS-Società Generale Semiconduttori; nel 1958 il laboratorio di elettronica viene spostato a Borgolombar-do-Milano, dove viene terminata la messa a punto dell'elaboratore Elea 9003, il primo calcolatore commerciale al mondo ad essere interamente transistorizzato; nel 1959, viste le buone prospettive dei nuovi prodotti elettronici, l'Olivetti acquisisce l'americana Underwood, obsoleta fabbrica di macchine per scrivere, ma ancora dotata di una capillare rete di distribuzione nel mercato statunitense; sempre nel 1959 Adriano incarica Le Corbusier di progettare alle porte di Milano la nuova grande sede del settore elettronico Olivetti.

Sono passati solo dieci anni, ma tutto sta per cambiare. Ma non è solo una rivoluzione di prodotto. L'apparire dell'elettronica coincide con un cambio di paradigma: non si tratta più di governare un'energia applicata al movimento, come nel caso della meccanica, ma è il flusso stesso dell'energia a produrre il lavoro. Le teorie fisiche e matematiche che prima servivano per progettare mecca-

Schizzi di Ettore Sottsass pubblicati a corredo di un articolo dedicato al progetto dell'Elea uscito sul n 22 della rivista Stile e Industria del 1959

Sketches by Ettore Sottsass published by the magazine Stile e Industria [22, 1959] in an article dedicated to the Elea project



nismi tridimensionali ora diventano il tracciato stesso dei circuiti elettronici. Non più forza ma intelligenza, informazione più che funzione. Uno spostamento brusco dalla centralità della materia alla supremazia del concettuale.

Inevitabilmente, i paradigmi formali tradizionali sono radicalmente messi in crisi e la forma diventa territorio di ricerca, campo aperto in cui investigare le strutture di nuovi fenomeni di cui faticosamente si tenta di comprendere le regole.

La necessità di ricreare in un'apparecchiatura artificiale processi in qualche misura simili al pensiero mette per la prima volta l'industria a confronto con dimensioni sino ad allora estranee, quali logica e linguistica. Più che disegnare oggetti si tratta di definire le strutture dell'intelligenza, le forme della memoria, l'organizzazione del linguaggio.

Incaricato di disegnare il nuovissimo calcolatore elettronico che Mario Tchou e la sua équipe stanno ultimando fra Barbaricina e Borgolombardo è Ettore Sottsass.

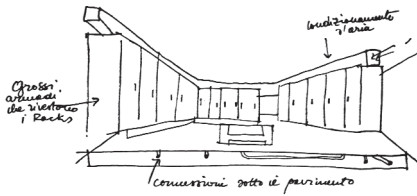
Se i singoli componenti del computer non sono che messa in forma dei circuiti logici della macchina, il disegno complessivo impostato da Sottsass non può che ricalcare lo schema generale dell'elaboratore. Sottsass lavora evidenziando i percorsi di connessione, le enormi memorie, gli elementi che contengono i programmi che di volta in volta ne informano il funzionamento, le appendici periferiche in cui immettere dati, ottenere risultati, sovrintendere che tutto funzioni al meglio. Tutto è schematico, i volumi sono elementari, il materiale è neutro alluminio,

i segni e i colori ridotti al minimo, la composizione modulare, l'aspetto è ermetico e un po' magico, anche se tutto è apribile perché sono ancora attrezzature poco più che sperimentali che s'incastrano e si rompono con grande frequenza. A due soli elementi Sottsass impone vincoli precisi: per quanto grande possa essere il calcolatore, i moduli che lo compongono devono essere tutti abbastanza bassi da permettere ai numerosi tecnici che vi si affaccendano intorno di essere a portata di sguardo: nessuno deve rimanere solo con la complessità dell'elaboratore elettronico; allo stesso modo, alla neutralità astratta dell'insieme contrappone l'imponente cruscotto che segnala ogni malfunzionamento, billboard di tasti colorati e spie lampeggianti quasi fosse un giocattolo per adulti.

Un lavoro elegante e raffinato, dove la forma nasce dal tentativo di far coincidere il disegno con l'architettura stessa della tecnologia e con le strutture logiche che ne sovrintendono il funzionamento.

Ma Sottsass non è certo il solo ad essere catturato dalla forza della tecnologia digitale e delle teorie che ne accompagnano lo sviluppo. In letteratura, musica, poesia, linguistica è in atto un fiorire di ricerche sperimentali che antepongono le strutture narrative alla storia, le strutture della percezione all'elaborazione della forma, le strutture del linguaggio alla costruzione del senso.

Sono temi attualissimi e sensibili. Nonostante le improvvise morti di Adriano (1960) e di Mario Tchou (1961) e a dispetto delle nubi che si addensano sulla Divisione Elettronica,



l'Olivetti non interrompe la sua consolidata frequentazione con il mondo delle arti, offrendo competenze elettroniche a ricerche universitarie sull'analisi di testi antichi o collaborando alla redazione di un'ampia quanto trasversale raccolta di studi a cavallo fra scienze, poesia e cibernetica pubblicata nell'Almanacco Bompiani del 1962. Naturale che, quando nell'aprile del 1962 Bruno Munari introdusse Riccardo Musatti e Giorgio Soavi – rispettivamente responsabile e consulente artistico dell'Ufficio Comunicazione e Immagine Olivetti – ai lavori sperimentali di un gruppo di giovani artisti milanesi (il Gruppo T: Giovanni Anceschi, Davide Boriani, Gianni Colombo, Gabriele De Vecchi, Grazia Varisco) tutti incentrati sull'idea di arte cinetica, l'incontro suscitasse interesse e curiosità. Prese così corpo il progetto della prima mostra di Arte Programmata, come la volle chiamare lo stesso Munari, mostra che l'Olivetti produsse offrendo agli artisti sia il supporto tecnico necessario alla messa a punto delle parti elettromeccaniche delle opere, sia gli spazi dello storico negozio Olivetti nella Galleria Vittorio Emanuele di Milano, dove la mostra fu inaugurata a maggio dello stesso anno. Ai cinque artisti del Gruppo T, Munari aveva intanto voluto affiancare i sei componenti del padovano Gruppo enne (Alberto Biasi, Ennio Chiggio, Toni Costa, Edoardo Landi, Manfredo Massironi) più Enzo Mari e se stesso (di lì a poco anche Getulio Alviani si sarebbe aggiunto al gruppo). 13 artisti per 13 opere: 13 astrazioni meravigliosamente ingenuie, 13 composizioni cinetiche che superano l'unità formale del-

l'opera grazie all'interazione di elementi mobili che si spostano sia con semplici movimenti casuali sia dettati dal ciclico ripetersi di elementari sequenze dinamiche.

Ancora una volta ricerche costruite sull'immediata coincidenza concettuale fra struttura e forma, fra premessa tecnica ed effetto percettivo, fra modularità e composizione.

Sarà una breve quanto luminosa stagione dell'avanguardia artistica italiana, i cui effetti sopravviveranno fruttuosamente in alcune ricerche grafiche e di design.

Sarà Enzo Mari a coniugare in chiave grafica la schematicità logica del pensiero digitale con le ricerche sulla percezione visiva.

Progettando nel 1965 le copertine della collana editoriale Universale Scientifica Boringhieri, Mari riprende le sue ricerche sull'opera d'arte programmata per impostare un programma operativo allo stesso tempo rigido e flessibile. Chiave del progetto è una griglia di 12 quadrati disposti in 3 file sovrapposte. Su questa ridotta scacchiera Mari mette in scena diverse ipotesi grafiche con cui interpretare il titolo e il contenuto del libro. Può trattarsi della mera ripetizione ossessiva di un disegno, di una figura astratta, di una serie di ritratti o della manipolazione di una fotografia. In quest'ultimo caso, Mari lavora come avesse a disposizione le lenti di diversi obiettivi, con cui entrare progressivamente nell'immagine o scomporla per mettere in risalto dettagli diversi.

Un approccio che torna nei suoi lavori realizzati nei due anni successivi per Danese e Olivetti. Entrambe le aziende non chiedono a Mari una campagna di prodotto, quanto

Un dettaglio di un modulo di memoria dell'Elea 9003. Le informazioni viaggiano sotto forma di impulsi elettrici in un tessuto di fili di rame che si incontrano nei ripetuti nodi della trama. In ogni nodo, quattro fili generano - a seconda degli impulsi elettrici - un bit di informazione

A detail of an Elea 9003 memory module. The information travels in the form of electrical impulses sent along a fabric of copper wires meeting in the repeated nodes in the weave. In each node, four threads generate - depending on the electrical impulses - a bit of information

di una più allargata comunicazione di cultura aziendale.

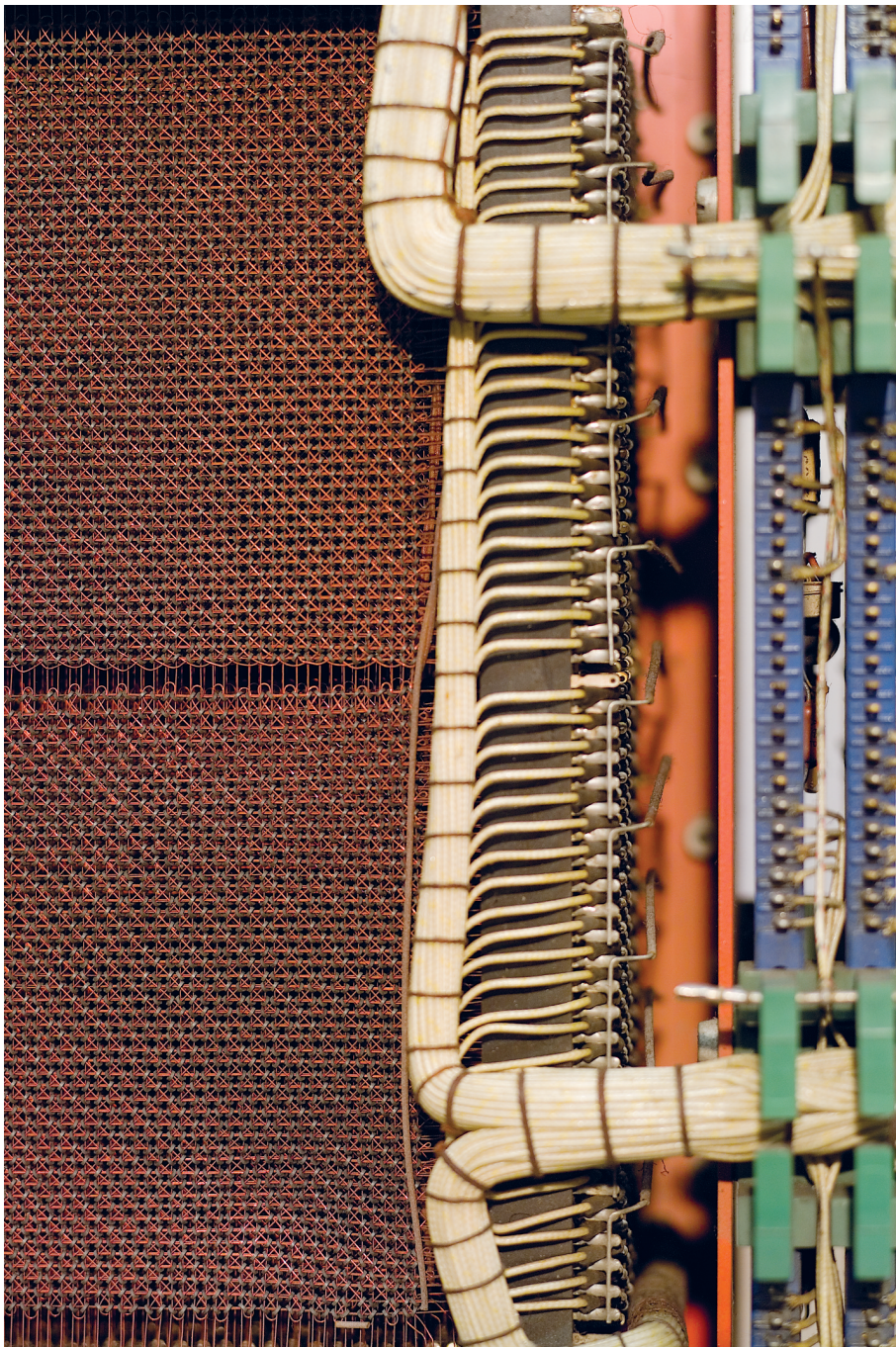
Ancora una volta, Mari ricorre all'ordinata accumulazione di più elementi, disposti in una rigorosa scacchiera quadrettata. Mari occupa sistematicamente ogni casella dello schema con un frammento d'immagine, sia questo il dettaglio ravvicinato di un prodotto, sia un segno grafico, sia un iconico disegno. Evitando la compiutezza di una forma finita, Mari affida la complessità semantica del messaggio alla somma di molteplici dettagli che solo il movimento dell'occhio riassume in un significato compiuto. Sarà l'accumularsi sulla retina di una rapida successione di impressioni a restituirci l'idea della ricchezza della cultura industriale, che Mari si limita proporci in forma di pixel reiteratamente sincopati. Mari adotterà anche nel disegno di alcuni oggetti procedimenti analoghi, ma i progressi stessi della tecnica spostano velocemente i termini del problema.

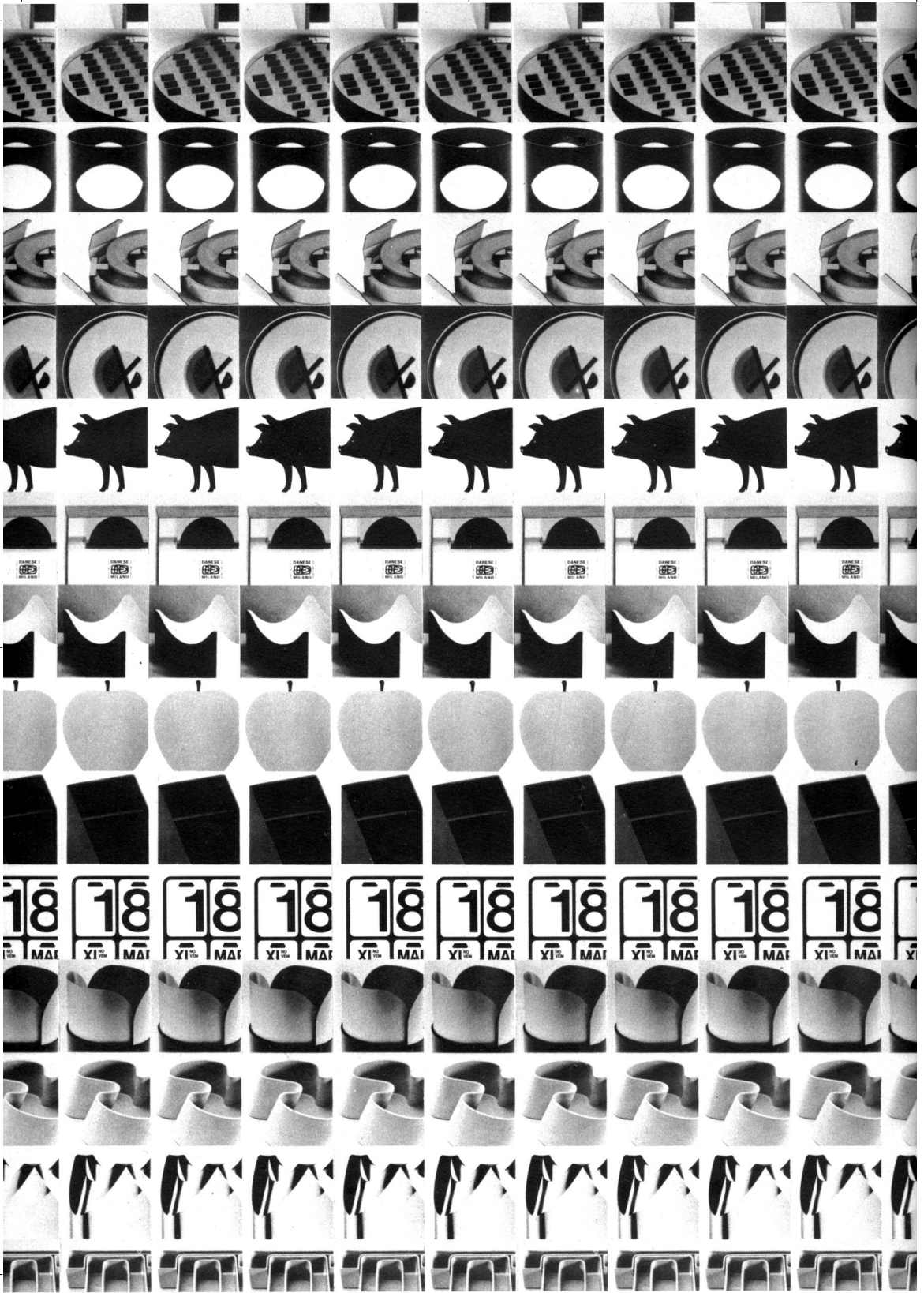
Quando, nel 1965, Mario Bellini disegna per Olivetti la Programma 101, considerato da molti il primo personal computer da tavolo, la miniaturizzazione dei componenti già gli impone di pensare l'elettronica in termini di relazioni fisiche con l'uomo. Ciò che Bellini si trovò di fronte era il capostipite di una nuova 'specie tecnologica', un marchingegno da tavolo di 48 x 61 x 19 cm e 35,5 kg di peso, dotato di una pur semplice intelligenza artificiale e governato da nuovi linguaggi operativi a schede magnetiche. Più che la forma di un nuovo oggetto, era la forma di una nuova relazione fra l'elettronica e la persona che Bellini si trovò a disegnare.

Un'operazione che Bellini conduce senza riferimenti, giudicando ridondanti gli schemi architettonici usati per i grandi main-frame; inadeguati i modelli delle macchine da ufficio esistenti; inespressivo l'elegante impaginato dei piccoli elettrodomestici; troppo ermetiche le astrazioni formali scaturite dalle ricerche sul rapporto fra opera d'arte e logica combinatoria dell'informatica. Anziché pensare in termini di astrazione concettuale, Bellini si rivolge alla figurazione, modellando ogni episodio funzionale della macchina con suggestioni zoomorfe che richiamano l'idea di un organismo animato: i tagli della ventilazione diventano branchie; l'uscita sporgente del percorso della scheda di programmazione è una lingua che serve da supporto per la mano dell'operatore; la spia di funzionamento assomiglia ad una palpebra scavata nel pieno del volume.

Presentata al pubblico durante la più importante fiera dell'elettronica americana, la calcolatrice Programma 101 era non solo straordinaria nelle sue prestazioni tecnologiche, ma altrettanto inconsueta con il suo involucro in alluminio pressofuso che di molto eccedeva i limiti di un'asettica estetica tecnica.

A dispetto del successo ottenuto, l'Olivetti non fu in grado di cogliere appieno le potenzialità di quanto fatto: le difficoltà sorte con la morte di Adriano e l'alto prezzo pagato per l'acquisto della Underwood, convinsero i nuovi amministratori della società a cedere l'intera divisione elettronica all'americana General Electric, ponendo fine alla breve leadership digitale dell'industria italiana. Il





Dettaglio di un manifesto realizzato da Enzo Mari per Danese nel 1966. Mari agisce per somma e ripetizione di frammenti, quasi a replicare in forma grafica la logica binaria del linguaggio dell'elettronica. Nessun tassello contiene un quantitativo di informazione sufficiente: solo la ripetizione e la somma delle figure evoca negli occhi dell'osservatore un messaggio compiuto

Detail of a 1966 poster by Enzo Mari for Danese. Mari worked by summing and repeating fragments, almost to replicate in graphic form the binary logic of the electronic language. No piece of the puzzle contains a complete amount of information: only repetition and summing of the figures will bring together a complete message in the eye of the observer

mondo del computer ritorna definitivamente sull'altra sponda dell'oceano e sarà in California che prenderanno corpo i primi moderni personal computer.

Nonostante ciò, per ancora un quindicennio, la Olivetti rimarrà all'avanguardia nell'elettronica da ufficio, seguendo un itinerario che interpreta con lucidità il progressivo trasferimento d'intelligenza dalle persone alle macchine.

Solo nel 1983, la Olivetti tenterà di sviluppare un proprio personal computer. RAM statica da 128Kb, espandibile a 512 Kb; memoria di massa variabile da 160 a 640 Kb; Hard Disk Drive da 11,25 Mb; sistema di autodiagnosi; risoluzione grafica a 512x256 pixel; tastiera integrata a 72 tasti. Il computer M20, progettato nel laboratorio Olivetti di Cupertino ed elegantemente disegnato a Milano da Ettore Sottsass, era perfettamente allineato alla migliore concorrenza internazionale. Peccato che il sistema operativo su cui gira il microprocessore scelto dalla Olivetti, lo Zilog Z8001 a 16 Bit, non sia compatibile né con i raffinati Apple in vendita da pochissimi anni, né con il linguaggio MS-DOS elaborato dalla Microsoft, con cui lavorano i processori Intel che equipaggiano quasi tutti gli altri personal computer al mondo, in particolare quelli della IBM, usciti sul mercato solo pochi mesi prima del M20. Poco vale il recupero realizzato con il successivo M24, compatibile, efficiente e di grande successo: l'Olivetti oramai deve inseguire, percorrendo strade aperte da altri. Non bastano nemmeno i passi compiuti verso una drastica miniaturizzazione degli apparecchi che diventano

leggeri e portatili. Per quanto bello e innovativo, il modello M10, disegnato da King e Macchi Cassia nel 1983, usa componenti prodotti da altri ed è assemblato a Taiwan. Neppure il Quaderno disegnato da Bellini nel 1992 riuscirà a risollevarne le sorti dell'elettronica italiana. Eppure si trattava di un modello assolutamente rivoluzionario: piccolo (le dimensioni erano quelle di un foglio A5, la metà di un comune foglio di carta da lettere), leggero (1 kg, contro i 3 kg dei portatili di quegli anni), dotato di funzioni allora sconosciute alla concorrenza (era anche un registratore con amplificatore integrato) Quaderno si presenta come notebook ante-litteram. Per usare il registratore anche con il computer chiuso, i comandi affiorano sulla superficie del coperchio superiore dando forma a morbidi tasti che riconducono l'avanzata tecnologia nella dimensione di un affettuoso rapporto sensoriale.

Ma oramai gli standard tecnologici sono quelli definiti da IBM, da Apple, da Intel, da Microsoft, mentre il prezzo è dettato dal basso costo del lavoro del mercato coreano, cinese, indiano. Più che inventare, l'Olivetti interpreta innovazioni nate molto lontane dall'Italia. Eppure, saranno ancora i designer della Olivetti i primi ad intuire l'imminente trasfigurazione della tecnologia digitale che, da frontiera avanzata della ricerca, si ritroverà in breve tempo ridotta al rango di gadget destinato all'intrattenimento ed al gioco. Trasferendo nel disegno del prodotto industriale tutte le contraddizioni e le incertezze che accompagnano l'allegro trapasso dal Novecento alla post-modernità, sarà proprio

l'Olivetti a smascherare il paradosso dell'elettronica: apparentemente disciplina rigorosa e severa, nei fatti flessibile, leggera e pronta ad assecondare tutte le forme del mondo.

It was only the end of the Second World War when news and information on the development of electronic computers began to spread with some freedom. It was a cutting-edge technology developed in the United States - primarily for military purposes - thanks to massive government funding.

Adriano Olivetti and his brother Dino, who lived in the United States, sensed that they couldn't be indifferent to a change that would inevitably affect the work of their own Ivrea-based company.

In 1949, Olivetti started to undertake research in the field of electronics at its headquarters in Ivrea, and, the same year, it formed a partnership with French company Bull. Since then, Olivetti proceeded with a number of fast-paced, prompt decisions: the company's first electronics research laboratory was opened in New Canaan (Connecticut) in 1952; in 1954, Olivetti hired young and brilliant Italian-Chinese engineer Mario Tchou, who already taught at Columbia University, and decided to bring research to Italy; the same year, it joined a project for the development of an electronic calculator, launched by the University of Pisa at Enrico Fermi's suggestion. In 1956, given the overly theoretical approach of university projects, Olivetti opened its own electronics division in Barbaricina-Pisa, directed by Mario Tchou. The

first experimental valve machine (Macchina Zero, later renamed Elea 9001) was ready in 1957, two years ahead of schedule; in autumn that year, while the prototype was being developed in a commercial perspective, Tchou decided to give up the valve technology and focus on transistors. At the same time, Olivetti partnered with Telettra to found SGS - Società Generale Semiconduttori. In 1958, the electronics laboratory was relocated to Borgolombardo, Milan, where they completed the development of Elea 9003, the first fully transistorised commercial computer in the world. In 1959, considering the good prospects for growth of electronic products, Olivetti acquired American company Underwood, an old typewriter factory that had become outdated, but still had a widespread distribution network in the US market; the same year, Adriano also commissioned Le Corbusier to design the new big headquarters of Olivetti's electronics division just outside Milan.

Only ten years had elapsed, but everything was about to change again.

But it was not only a product revolution. The emergence of electronics coincided with a paradigm shift: it was no longer about controlling energy applied to motion, as in the case of mechanics; it was the energy flow itself that generated work. The physical and mathematical theories that were previously used to design three-dimensional mechanisms became the very basis for tracing the layout of electronic circuits. No longer physical strength but intelligence, information rather than function. It was an abrupt shift from the central role of materials

to the supremacy of concepts. Inevitably, traditional formal paradigms were radically upset and shapes became an open field of research, addressing the structures of new processes and their rules, which researchers laboriously endeavoured to understand.

The need to recreate processes that were somewhat similar to human thinking in a man-made machine, led the industry to approach and deal with previously unexplored areas, such as logics and linguistics. Rather than just designing objects, it was about defining the structures of intelligence, the shapes of memory, the organisation of language.

Ettore Sottsass was commissioned to design the new electronic computer that Mario Tchou and his team were completing between Barbaricina and Borgolombardo.

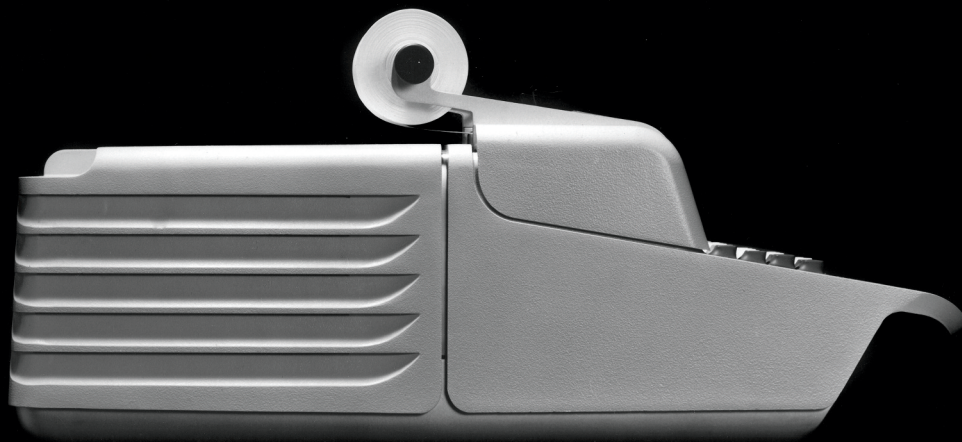
If the individual components of a computer were simply an embodiment of the machine's logic circuits, Sottsass's overall design could only trace the computer's own general scheme. In his work, Sottsass highlighted connection paths, the computer's huge memories, the elements containing the various programs that operated the system, peripheral devices for entering data, getting results, making sure that everything ran smoothly. Everything was very schematic, with basic volumes, made of neutral aluminium; signs and colours were kept to a minimum, the modular structure looked hermetic and slightly magical, although everything could be opened because these machines were still little more than experimental and would frequently jam and break. Sottsass imposed specific constraints on only two elements: however big the computer, the

modules that made it up had to be low enough, so that all engineers who bustled around it could see them clearly - no one was to find himself alone against this complex electronic processor; similarly, in contrast to the abstract neutrality of the system as a whole, he created a flashy dashboard that signalled malfunctions, billboards with coloured buttons and blinking lights as if it were a toy designed for grown-ups.

It was an elegant, refined piece of work, the shape of which stemmed from an attempt to bring design into line with the architectural and logical structures behind the operation of this new technology.

However, Sottsass was certainly not the only one to be captured by the power of digital technology and the theories that accompanied its development. Literature, music, poetry, linguistics saw the blossoming of experimental research, which put narrative structures before the story, the structures of sensory perception before the creation of shapes, the structures of language before the construction of sense.

They were very topical, sensitive issues. Despite the sudden deaths of Adriano (1960) and Mario Tchou (1961), and in spite of the clouds building up above the company's Electronics Division, Olivetti never stopped to collaborate with the world of the arts, using its expertise in electronics to support university research on the analysis of ancient texts, or collaborating in the drafting of a broad, cross-disciplinary collection of studies on the border between science, poetry and cybernetics, published in the Bompiani Almanac in 1962. When, in April 1962, Bruno

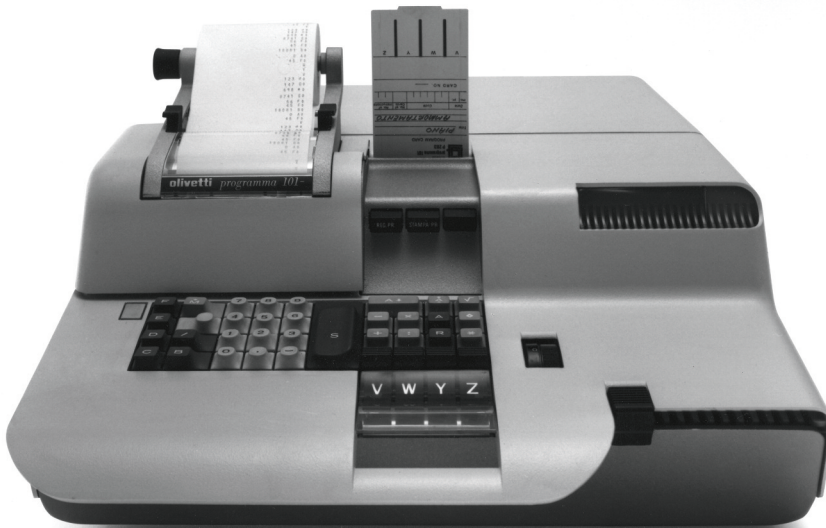


Programma 101, Olivetti 1965. Nel disegnare un involucro attorno al gioiello tecnologico di Pier Giorgio Perotto, Mario Bellini abbandona le rigidezze concettuali dei primi macchinari elettronici e introduce elementi zoomorfi che suggeriscono un percorso di "addomesticazione" dell'elettronica

Munari showed the experimental work of a group of young Milanese artists (the Group T: Giovanni Anceschi, Davide Boriani, Gianni Colombo, Gabriele De Vecchi, Grazia Varisco), all of which focused on the concept of kinetic art, to Riccardo Musatti and Giorgio Soavi – artistic director and artistic advisor of the Olivetti Communications and Image Department, respectively – this encounter inevitably aroused some interest and curiosity. Hence the project of the first "Programmed Art" exhibition, so named by Munari himself. Olivetti provided artists with both the necessary technical support to develop the electrical and mechanical parts of the pieces on display, and the spaces of the Olivetti store

in Milan's Galleria Vittorio Emanuele, where the exhibition took place in May that year. Alongside the five artists of the Group T, Munari involved the six members of the Group N from Padua (Alberto Biasi, Ennio Chiggio, Toni Costa, Edoardo Landi, Manfredo Massironi), plus Enzo Mari and himself (Getulio Alviani joined the group shortly thereafter). 13 works by 13 artists: 13 beautifully naive abstractions, 13 kinetic compositions that went beyond formal unity through the interaction of moving parts, set in motion by either simple, random movements or the cyclical repetition of elementary dynamic sequences.

Once again, research was based on a con-



In designing a container for Pier Giorgio Perotto's engineering gem, Mario Bellini abandoned the stiff concepts of early electronic machinery and introduced zoomorphic elements suggesting the pursuit of 'taming' of electronics

ceptual correspondence between structure and shape, between technical approach and perceptions, modularity and composition. It turned out to be a short, lively season for Italy's artistic vanguard, the effects of which survived in some graphic and design studies. Later on, Enzo Mari combined the logic schemes of digital thinking with the latest research on visual perception to make them into a graphic form.

While designing the covers of editorial series *Universale Scientifica Boringhieri* in 1965, Mari resumed his research on serial works of art to set up an operational program that was rigid and flexible at the same time. Key to the project was a grid made up of 12

squares arranged in three overlapping rows. Mari used this small chessboard to design a number of possible graphics for the title and content of the book. It could be the mere, obsessive repetition of a pattern, an abstract figure, a series of drawings or an edited photo. In the latter case, Mari worked as if he could use different lenses to progressively get into the image or break it down to emphasise different details.

This approach emerged again in the works he created for Danese and Olivetti in the next two years. These two companies didn't ask Mari to produce a product campaign, but rather a broader communication campaign with a focus on corporate culture.

Solo nel 1983 l'Olivetti tornerà a progettare un personal computer. Disegnato da Ettore Sottsass, il computer M20 offriva prestazioni analoghe alla migliore concorrenza internazionale. Purtroppo, il processore scelto dalla Olivetti non era compatibile con quello usato dai concorrenti, impedendo così al M20 di dialogare con altri computer, di utilizzare gli stessi programmi o di entrare a far parte di network allargati

It was not until 1983 that Olivetti designed another personal computer, tasking Ettore Sottsass with the M20 Computer. The PC offered similar features to top international competition but the processor chosen by Olivetti was not compatible with that used by competitors, so M20 was unable to join networks or interface with other computers using the same programmes



Again, Mari resorted to an ordered collection of several elements, arranged in a rigorous squared chessboard. Mari systematically filled each square in the grid with a piece of an image, be it a close-up detail of a product, a graphic sign, or an iconic symbol. Avoiding the completeness of a finished form, Mari reinterpreted the semantic complexity of the message as a sum of many details, and only the movement of the eyes could give them a complete meaning. A rapid succession of impressions building up on the human retina gave us a glimpse of the richness of the industrial culture, which Mari simply delivered as a syncopated array of pixels. Mari adopted similar procedures to design a few objects, but the fast-paced progress of technology quickly changed the focus of the issue.

When, in 1965, Mario Bellini designed Programma 101 for Olivetti - considered by many to be the first desktop personal computer - the miniaturisation of components required him to rethink electronics in terms of actual relationships and interactions with humans. Bellini found himself facing the first of a new 'technological species', a desktop gimmick measuring 48 x 61 x 19 cm and weighing 35.5 kg, equipped with an albeit simple artificial intelligence and run by new operating languages using magnetic cards. Rather than the shape of a new object, Bellini found himself designing the shape of a new relationship between electronics and people. Bellini performed this task without relying on any references, judging the architectural schemes used for main frames as redundant;

the existing models for office equipment as inadequate; the elegant layout of small appliances as dull and boring; the formal abstractions stemming from research into the relationship between works of art and the combinational logic of computer science as overly hermetic. Instead of using conceptual abstraction, Bellini focused on figurative design, moulding each functional part of the machine into zoomorphic shapes reminiscent of a living organism: gill-like ventilation slats on the side of the machine; a tongue-like projection for program cards, which also served as a hand-rest; an operation lamp resembling an eyelid carved out of the structure's own volume.

Presented at a major electronics trade show in the US, the Programma 101 calculator was not only extraordinary in terms of technological features, but also unique for its cast aluminium casing that went far beyond the limits of a boringly neutral, technical design.

Despite the success of this product, Olivetti was unable to exploit the full potential of what had been done: the difficulties that arose with Adriano's death and the high price paid for acquiring Underwood convinced the company's new directors to sell the entire electronics division to American General Electric, thus ending Italy's short-lived digital leadership. The world of computers moved back to the other side of the ocean once and for all, and the first modern personal computers were developed in California. Even so, Olivetti continued to stay at the forefront of office electronics for

Olivetti M10, 1983 – Olivetti Quaderno, 1992. Piccole ed efficienti, queste due macchine erano prodotte dalla Olivetti utilizzando componenti tecnologici realizzati da altre aziende. L'eccellente design non poteva sopperire alla carenza di ricerca tecnologica di base, pur riuscendo ad anticipare di molti anni gli sviluppi dei moderni computer portatili

Olivetti M10, 1983 – Olivetti Quaderno, 1992. These two small, efficient machines were manufactured by Olivetti using engineering components produced by other companies. The excellence of the design failed to overcome the shortage of basic technological research although the concept was many years ahead of the development of modern laptops

another fifteen years, following a path that clearly interpreted the gradual transfer of intelligence from people to machines.

Only once in 1983, Olivetti tried to develop their own personal computer. 128Kb static RAM, expandable to 512 Kb; mass memory ranging from 160 to 640 Kb; 11.25 Mb Hard Disk Drive; self-diagnostic system; 512x256 pixel graphic resolution; a 72-key built-in keyboard. Developed in Olivetti's Cupertino-based laboratory and elegantly designed by Ettore Sottsass in Milan, the M20 computer stood up to the best international competition. Unfortunately, though, the operating system that ran the microprocessor chosen by Olivetti - the 16-Bit Zilog Z8001 - was not compatible with Apple's sophisticated devices, launched just a few years earlier, nor with Microsoft's MS-DOS language, used by the Intel processors running on most other personal computers around the world, particularly those developed by IBM, released on the market just a few months before the M20. The company's effort to regain ground by developing the compatible, efficient and successful M24 model, was of little avail: Olivetti was bound to walk in the steps of others.

Even the efforts to drastically reduce the size of devices, which become light and portable, were of little use. However beautiful and innovative, the M10 model designed by King and Miranda in 1983 used components manufactured by others and was assembled in Taiwan. Not even the Quaderno laptop

designed by Bellini in 1992 managed to revive the fortunes of Italy's electronics industry. Yet it was an absolutely revolutionary model: small (the size of an A5 paper sheet, half the size of a common writing paper sheet), lightweight (1 kg, instead of 3 kg as other laptops in those years), equipped with functions that competitors didn't even know about (it was also a voice recorder with built-in amplifier), Quaderno looked like the early version of a notebook. To use the voice recorder even with the lid closed, soft keys protruded through the holes on the top of the chassis, combining the computer's advanced technology with a touch of intimate, sensory appeal.

But, by then, technology standards were set by IBM, Apple, Intel, Microsoft, while prices were dictated by the low costs of Korean, Chinese and Indian labour. Rather than inventing, Olivetti reinterpreted innovations that had been developed far away from Italy. Still, Olivetti designers were the first to realise that digital technology was set to be downgraded from the cutting-edge of research to mere entertainment and gaming gadgets. By transferring into industrial design all the contradictions and uncertainties that came with the happy transition from the twentieth century to post-modernity, it was Olivetti itself to reveal the paradox of electronics: this seemingly strict and rigorous discipline was in fact flexible and lightweight, and could easily fit any shape imaginable.





Architettura programmata

Programmed architecture

Giulio Barazzetta

Dip. ABC, architettura, ambiente costruito e ingegneria delle costruzioni, Politecnico di Milano

Con l'utilizzo di massa del computer le tecnologie informatiche hanno investito e trasformato la pratica del progetto e le forme del prodotto. La diffusione di programmi di disegno e calcolo, il loro continuo aggiornamento ha modificato le procedure della rappresentazione; macchine e programmi sono diventati veri e propri simulatori di realtà, anticipandola con verosimiglianza crescente e sostituendosi a essa, commutando il prototipo da strumento di verifica in matrice digitale della produzione.

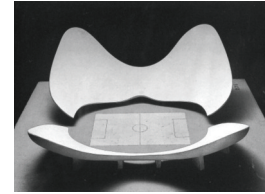
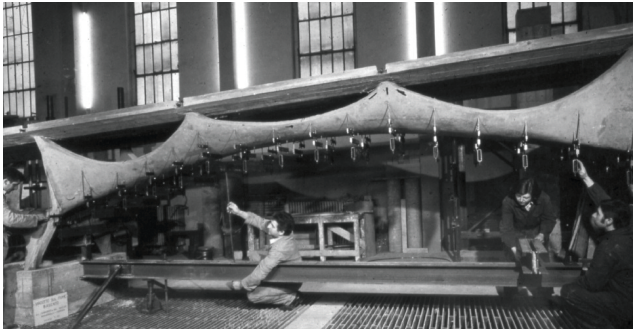
La modellazione tridimensionale è ora lo strumento privilegiato di generazione della forma, sostituisce modelli di studio e anticipa ogni dettaglio della costruzione al vero. Tracciando con relativa semplicità geometrie complesse, incrementando programmi funzionali, tipologie e possibilità costruttive in uso, progettazione e fabbricazione digitale di elementi costruttivi annunciano l'incremento dell'automazione di attività sinora manuali, la loro integrazione e la necessità di precisione e complessità estranei ai sistemi costruttivi tradizionali.

Per tutti questi motivi la discussione sulla cultura digitale del progetto si è spostata dalla rappresentazione verso la fabbricazione e la sua gestione, imponendo una riflessione che consideri la natura del processo in corso. Le varie questioni che ne sono sorte a ben guardare non sono totalmente nuove, né

per il pensiero della costruzione, né per quello della produzione manifatturiera. Le principali concernono le geometrie della forma, i modi in cui essa si configura e i tracciati del progetto alla ricerca di un rapporto ordinatore fra l'enunciazione delle richieste, le condizioni materiali e l'oggetto da produrre. Problemi connaturati ai procedimenti di rappresentazione, che definiscono la via dall'astratta figurazione all'oggettiva fabbricazione. Ciò che è nuovo e in costante rinnovamento è la precisione della simulazione del reale e le esperienze che se ne possono trarre.

In ingegneria la ricerca dell'esatta forma della struttura, della sua coincidenza con la conformazione necessaria e sufficiente alla costruzione, della sua verifica statica computazionale, trova il nesso tra disegno e calcolo nel modello fisico, che ha sempre costituito la riprova sperimentale e l'accertamento preliminare dei comportamenti iperstatici di una struttura in esercizio. Gabriele Neri ha ben testimoniato nel suo volume *Capolavori in miniatura* (2014), cui rimando, le esperienze del laboratorio ISMES a Bergamo condotte da Nervi e quelle di Sergio Musmeci, che rappresentano il considerevole passaggio dalla modellazione fisica a quella virtuale computazionale. Le esperienze di nuovi materiali plastici, con le loro proprietà fisiche, hanno condotto alla forma

Angelo Mangiarotti e Bruno Morassutti, casa d'abitazione in via Quadronno 24, Milano, 1962, foto Giorgio Casali
[Angelo Mangiarotti and Bruno Morassutti, dwelling in Via Quadronno 24, Milan, 1962. Photo Giorgio Casali](#)



Sergio Musmeci, 1967-1976, modello del ponte sul Basento, test al laboratorio ISMES, Bergamo

Luigi Moretti, modello di stadio per il calcio con tribune disegnate con parametri di equità visiva, XII Triennale di Milano, 1962, mostra dell'Architettura Parametrica

Sergio Musmeci, 1967-1976, model for bridge over the River Basento, ISMES laboratory testing, Bergamo

Luigi Moretti, model for football stadium with stands designed to ensure visibility for all, XII Triennale di Milano, 1962, Architettura Parametrica exhibition

e alla precisazione dei suoi ponti in un percorso fra materialità, disegno e calcolo che si chiama ora *form finding*. L'affinamento della progettazione che egli stesso raccoglie in *Parametro 80* (1979) appare simmetricamente contrapposto all'esperienza dell'Istituto di Coazione Elastica, fondato a Torino da Gustavo Colonnati nel dopoguerra e guidato da Franco Levi, che ha come obiettivo quello di verificare i progetti degli ingegneri impegnati nella pre-compressione. Figure come Riccardo Morandi, Aldo Favini e Silvano Zorzi, fra i molti altri, impegnati nell'invenzione di brevetti e di nuovi metodi industriali di messa in opera che rivoluzionano la costruzione con esperienze condotte sul campo in prima persona, che migliorano il calcolo isostatico utilizzando appieno le nuove macchine computazionali come l'Olivetti P 101 con programmi da loro stessi ideati.

In architettura sono rilevanti le ricerche di "architettura parametrica" di Luigi Moretti, svolte per uscire dall'empirismo in direzione di un'architettura "autenticamente moderna" fondata sulla "forma come struttura", come sostiene nello scritto omonimo del 1954. I progetti degli edifici per lo sport profilati

dalle curve di visibilità conducono a fluenti nuove forme di cui ottica e geometria sono le matrici. Una ricerca esposta nella Mostra di Architettura Parametrica alla XII Triennale (1960), esplorata negli anni trenta per lo stadio del Foro Mussolini, che nel 1957 si costituisce nell'Istituto di Ricerca Matematica e Operativa per l'Urbanistica e si occupa dello studio dei sistemi urbani.

Moretti mette in crisi l'univocità della griglia, matrice del modernismo razionalista, per sondare quella che oggi noi chiamiamo *morfogenetica*, la forma che si genera dalla crescita di funzioni fissate nella sua configurazione. Una questione aperta che riguarda le geometrie non euclidee, alternativa sempre presente nel campo della figurazione a quella dei tracciati regolatori proporzionali, ben rappresentata nel dilemma fra i due testi che le istituiscono: *Esthétique des proportions dans la nature et dans les arts*, Matila Ghyka (1927), e/o *Growth and form*, d'Arcy W. Thompson (1917), che occorre qui richiamare se non altro per inquadrare episodi e accostamenti indicativi in questo scenario.

Analogamente rappresentativo l'allestimento della mostra *Gute form* di Max Bill (1949),

che riassume in una sua scultura dalle forme fluenti all'ingresso della mostra, la sommatoria della buona forma degli oggetti esposti. Così come lo sono la presenza alla IX Triennale (1951) della mostra sulle proporzioni ordinata Gnechi, in dialogo con la struttura spaziale al neon di Lucio Fontana che, appesa sullo scalone, costituisce l'icona stessa di quella Triennale. Il padiglione di Luciano Baldessari disegnato per la Breda alla Fiera Campionaria di Milano (1952), in cui la fluidità del getto è così ben fissata nelle curve del graticcio di ferri in calcestruzzo, rappresenta in questa ricerca una intenzionale adesione al procedimento costruttivo più consono alla natura del materiale. Una radicata intenzione tettonica, come sembrano ben esprimere un decennio più tardi due differenti padiglioni di Angelo Mangiarotti. Il bianco canestro intrecciato di carpenteria metallica sospeso su quattro colonne a misurarsi con l'orizzonte marino, per la Finsider alla Fiera del mare a Genova (1963), o quello per la XIV Triennale (1968), mai costruito, formato da un insieme di gusci gettati in resina poliestere disposti nella sequenza dei percorsi d'esposizione nel parco. Per questo motivo sono infine mostrate qui opere degli anni sessanta di Bruno Morassutti, interessato dall'*arte programmata*, un mondo affine alla sua idea di modularità e prefabbricazione, di unità nella variazione che costituisce il pensiero conduttore del suo lavoro. I suoi prodromi sono compresi fra la disposizione dei pannelli dello studiolo ovale e la casa di via Quadronno 24 a Milano, in cui la libertà degli allestimenti interni è accoppiata alla variabilità della disposizione della serie dei pannelli di rivestimento e delle logge in facciata. Il Centro Istruzione IBM (Morassutti Associati e Aldo Favini, Novedrate, 1969-1973) è occupato ora da un'università e-learning, che usa le aule, le residenze e il centro servizi informatici

di un'architettura progettata quarant'anni fa per formare personale e clienti di IBM Italia. Il complesso di acciaio cor-ten e cemento armato, rivestito di vetro e lamiera, è composto di unità residenziali sorrette dai corpi scale sopra piastre didattiche continue, disposte nel parco di una villa settecentesca. L'unità ripetuta che scandisce la costruzione nelle differenze del sito è il principio di quest'opera. Il tema della ripetizione seriale degli elementi e della loro variazione programmata è qui messo a punto come l'idea di un'architettura per i grandi complessi di uso pubblico. Nel progetto vincitore del premio In/Arch Domsic del 1963 sono riunite le ricerche architettoniche di Morassutti e quelle di arte programmata condotte da Enzo Mari. Il terreno comune è la simmetria traslatoria e la sua variazione automatica secondo un'istruzione alfa-numerica. La struttura in cemento armato dell'edificio è formata da una griglia di celle alveolari sollevata dal suolo da un piano terra porticato di accesso. In un volume quadrato di 85 metri di lato e profondo 24 ogni cella ospita un appartamento a due piani sovrapposti. Gli alloggi sono traslati nella profondità dell'alveolo secondo un algoritmo che ne regola il progressivo scartamento dal piano di facciata e lo spazio delle logge. Il condominio Le Fontanelle a San Martino di Castrozza (1964) è un'unità d'abitazione di quattordici case unifamiliari in calcestruzzo e legno, costruita nel bosco, su un pendio rivolto a sud. Il programma questa volta è derivato dal luogo ricavando la regola del progetto dall'andamento del pendio. La traslazione che ne deriva è quella dell'intero modulo strutturale. Si passa così dalla grande infrastruttura a schema ortogonale a un involucro articolato che ripete nella sua configurazione generale la morfologia del terreno in un'analogia minerale che cristallizza la figura fluida delle curve di livello nell'archi-

tettura costruita. Queste opere di Morassutti hanno interpretato il passaggio fra gli esordi dell'informatica e l'istituzione di nuovi nessi fra programma e progetto. Esse anticipano per molti versi la vera e propria architettura digitale che conduce oggi sperimentazioni materiali di progetti computabili e fabbricabili dalle macchine, e permangono come nucleo concettuale di alcune delle ricerche in corso. Queste opere introducono negli ultimi decenni del secolo scorso lo sviluppo dei dispositivi informatici della progettazione. Un percorso che inizia con la commercializzazione dei personal computer, nuove macchine per tutti, sempre più maneggevoli e con hardware implementabili, alimentati dalla produzione continua di nuovi programmi, software sempre più potenti e personalizzabili che rappresentano "... *the magic inside the machine* ...", come titola la copertina della rivista americana Time (aprile 1984) dedicata a Bill Gates, che nell'immagine sta per l'appunto indicando un floppy disc.



With the widespread use of computers, data processing technologies have impacted and transformed design practice and the forms of its products. The spread of drawing and calculation programs and their constant evolution have modified the procedures of representation; machines and programs have become true simulators of reality, envisioning it with growing plausibility and replacing it, transforming the prototype from a tool of verification into a digital matrix of production.

Three-dimensional modeling is now the favored tool of generation of form, replacing models of study and foreseeing every detail of real construction. The tracing of complex geometries in a relatively simple way, augmenting functional programs, typologies and digital fabrication of constructive parts, forecast an increase of automation of previously manual activities, their integration and the need for precision and complexity beyond the potential of traditional constructive systems.

For all these reasons, the discussion on digital design culture has shifted from representation towards fabrication and its management, prompting reflection on the nature of the process in progress. The various questions that have emerged, if we look closely, are not totally new, either for the culture of construction or for that of manufacturing. The main ones have to do with the geometries of form, the ways form is configured and the tracings of the project in pursuit of an ordering relationship between the formulation of requirements, the material conditions

and the object to be produced. Problems intrinsically connected to procedures of representation, defining the path from abstract figuration to objective fabrication. What is new and in constant renewal is the precision of the simulation of the real and the experiences that can be drawn from it.

In engineering the pursuit of the exact form of the structure, of its coincidence with the necessary and sufficient configuration of the construction, of its computational static testing, finds the nexus between drawing and calculation in the physical model, which has always constituted the experimental proof and preliminary verification of the hyperstatic behaviors of a structure in practice. Gabriele Neri has clearly narrated, in his book *Capolavori in miniatura* (2014), the experiences of the ISMES laboratory in Bergamo conducted by Nervi, and those of Sergio Musmeci, which represent the substantial passage from physical to virtual-computational modeling. The experiences of new plastic materials, with their physical properties, have led to the form and the specification of its points in a path between material, drawing and calculation that is now called “form finding.” The refinement of design Musmeci himself gathers in *Parametro* no. 80 (1979) seems to be symmetrically countered by the experience of the “Istituto di Coazione Elastica” founded in Turin by Gustavo Colonnetti in the postwar period and guided by Franco Levi, with the objective of testing the projects of engineers working on prestressed structures. There are figures like Silvano Zorzi and Aldo Favini, among

many others, engaged in the invention of patents and new industrial methods of implementation that revolutionize construction with experiments conducted firsthand in the field, which improve isostatic calculation fully utilizing the new computational machines, like the Olivetti P 101, with programs of their own invention.

In architecture, the research on parametric architecture by Luigi Moretti stands out, conducted to get away from empiricism towards an “authentically modern” architecture based on “form as structure,” as indicated in the essay of the same name in 1954. The projects for sports facilities shaped by visibility curves lead to fluent new forms in which optics and geometry are the matrices. Research shown in the Exhibition of Parametric Architecture at the 12th Milan Triennale (1960), explored in the 1930s for the stadium of Foro Mussolini, and which in 1957 led to the “Istituto di Ricerca Matematica e Operativa per l’Urbanistica,” focusing on the study of urban systems.

Moretti challenges the univocity of the grid, the matrix of rationalist modernism, to explore what we call morphogenetics today, the form generated by the growth of functions fixed in its configuration. An open question that has to do with non-Euclidean geometries, an alternative always present in the field of figuration to that of proportional regulatory tracings, aptly represented in the dilemma between the two texts of its institution: *Esthétique des proportions dans la nature et dans les arts*, Matila Ghyka (1927), and/or *Growth and Form*, D’Arcy Wentworth

Thompson (1917), which should be mentioned here if only to outline indicative episodes and juxtapositions within this scenario.

A similarly representative case is the design of the exhibition "Die gute form" by Max Bill (1949), where one of his sculptures with fluent forms at the entrance to the show sums up the "good form" of the objects on display. We can also point to the presence at the 9th Triennale (1951) of the exhibition on proportions installed by Albini and Gnechi, in dialogue with the neon spatial structure of Lucio Fontana, which hanging over the large staircase became the icon of that Triennale itself. The pavilion by Luciano Baldessari designed for the Breda company at the Fiera Campionaria in Milan (1952), which the fluidity of the pour is so aptly fixed in the curves of the lattice of bars in concrete, represents an intentional application, in this research, of the constructive procedure most attuned to the nature of the material. A well-rooted tectonic intention, as seems to be well expressed one decade later by two different pavilions of Angelo Mangiarotti. The white basket woven of metal carpentry, suspended on four columns to come to terms with the horizon of the sea, for the Finsider pavilion at the Fiera del Mare in Genoa (1963), or the work for the 14th Triennale (1968), never constructed, formed by a set of poured polyester resin shells arranged in the sequence of the paths of the exhibition in the park.

For this reason, finally, works from the 1960s by Bruno Morassutti are shown here, reflecting his interest in programmed art, a world with affinities to his idea of modular design and prefabrication, of unity in variation, which is the main line of thinking that runs through his work. It early signs can be

seen in the arrangement of the panels of the oval study and the house at Via Quadronno 24 in Milan, where the freedom of the internal set-up is paired with the variability of the arrangement of the series of facing panels and the loggias on the facade.

The Centro Istruzione IBM (Morassutti Associati and Aldo Favini, Novedrate, 1969-1973) now contains an e-learning university, which uses the classrooms, residences and data processing service center of a work of architect designed forty years ago for the training of IBM personnel and clients. The complex in Cor-ten steel and reinforced concrete, clad in glass and sheet metal, is composed of residential units supported by the stairwells above continuous educational zones, arranged in the park of an 18th-century villa. The repeated unit that paces the construction in the differences of the site is the principle of this work. The theme of serial repetition of elements and their "programmed" variation is developed here as the idea of an architecture for large complexes for public use.

The project that won the In/Arch Domatic award in 1963 combines the architectural research of Morassutti and the programmed art research of Enzo Mari. The common ground is shifted symmetry and automatic variation based on alphanumeric instructions. The reinforced concrete structure of the building is formed by a grille of honeycomb cells raised off the surface of a porticoed ground floor access. In a square volume, 85 meters per side, with a depth of 24, each cell contains a two-story apartment. The lodgings are shifted in the depth of the cavity in keeping with an algorithm that regulates the progressive distance from the facade plane and the space of the loggias.

The Le Fontanelle apartment building at

San Martino di Castrozza (1964) is a residential complex of fourteen single-family homes in concrete and wood, built in the forest on a slope facing south. This time the program is based on the place, deriving the rule of the design from the shape of the slope. The resulting shifting is that of the entire structural module. Hence there is a passage from the large infrastructure with an orthogonal scheme to a jointed enclosure that repeats the morphology of the terrain in its overall configuration, in a mineral analogy that crystallizes the fluid figure of the contour curves in the constructed architecture. These works by Morassutti interpreted the passage from the early days of computing to the institution of new links between program and project. In many ways, they fore-

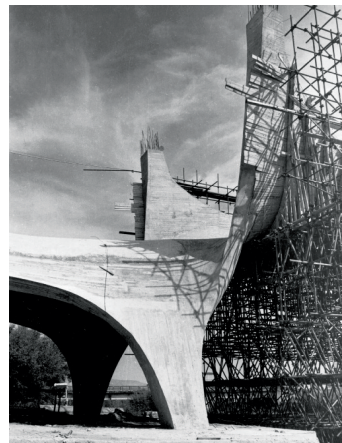
shadow the true digital architecture that now conducts experiments on design materials that can be calculated and fabricated by machines, and they remain as the conceptual nucleus of some of the research in progress. These works, in the last decades of the last century, introduce the development of data processing tools in design. A path that begins with the spread of personal computers, new machines for all, increasingly easy to use with adaptable hardware, driven by the continuous production of new programs, increasingly powerful and personalized software, that represent “the magic inside the machine” evoked on the cover of the American magazine Time (April 1984) devoted to Bill Gates, seen pointing to a floppy disk in the image.

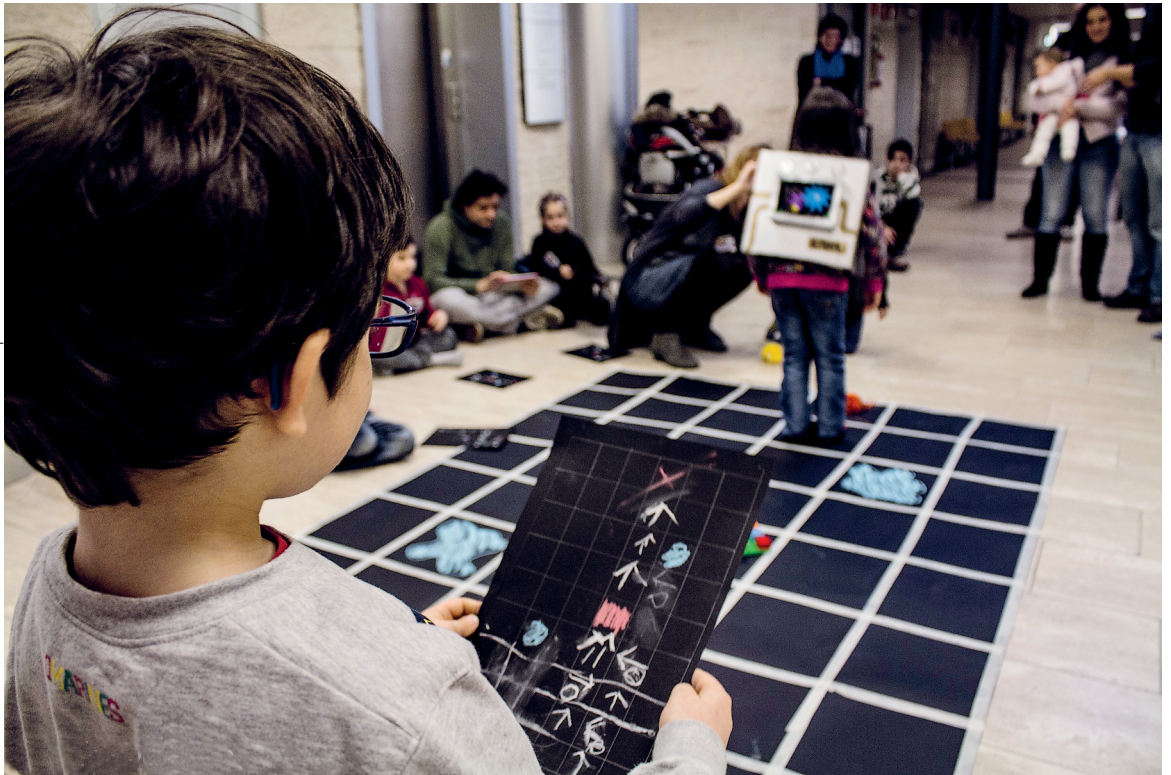
Bruno Morassutti con Andrew Powers, Unità residenziale “Le Fontanelle”, San Martino di Castrozza (BL), 1964, foto Giorgio Casali

Sergio Musmeci, ponte sul Basento, Potenza, 1967-1976, cantiere, cassero e getto in c.a.

Bruno Morassutti with Andrew Powers, ‘Le Fontanelle’ residential unit, San Martino di Castrozza (BL), 1964. Photo Giorgio Casali

Sergio Musmeci, bridge over the River Basento, Potenza, 1967-76, building site, formwork and concrete casting





Scene dai "Coder Dojo" di Roma



Architettura digitale

Digital architecture

Stefano Converso

Il progettista “maker”

L'architettura digitale è innanzitutto una innovazione di prodotto.

L'introduzione, o il trasferimento di prodotti software nel campo dell'architettura è stato indubbiamente il motore di un cambiamento molto più profondo, ben lungi, ancora, dall'essersi compiuto. Ma senza i prodotti, senza una “capacità operativa”, non ci sarebbe nessun punto di partenza. Questa coincidenza tra astrattezza e operatività, questo stretto legame tra il fare nell'elaborazione del pensiero e l'azione concreta è uno dei presupposti più importanti del digitale, che ne caratterizza l'introduzione in tutti i settori.

Lo sa bene chi, in campo digitale abbia lavorato alle “piccole macchine di parole”, ai codici che permettono di “produrre” quasi in tempo reale effetti meccanici, anche se di una meccanica digitale, interna ai server, o visibile sul web. Con la scrittura di poche righe, senza avere dietro grandi strutture, è possibile sperimentare e percepire in prima persona gli effetti compiersi direttamente: la generazione di una superficie in un modello, o l'attuazione di un meccanismo sul web, il “prendere forma” di oggetti digitali, immediatamente prodotti.

La produzione del software non necessita dell'ingresso in una struttura necessariamente piramidale ma avviene in modalità “caotica”. Il modo di produzione delle comunità di

sviluppo costruisce una diversa struttura organizzativa del pensiero-azione digitale.

La programmazione, nota un tempo come campo specificatamente tecnico ed eterodiretto, sale di livello e diventa più accessibile grazie a strumenti più semplici, a linguaggi interpretati inseriti in sempre più piattaforme digitali come ambienti di “scripting”. Il codice costruisce un legame profondo tra astrattezza del linguaggio ed effetti operativi, mette in campo una mentalità diversa, abitua a una diversa operatività.

Non è un caso che uno dei movimenti più interessanti che abitua alla “nuova operatività” del digitale sia il CoderDojo, movimento nato in Irlanda dall'iniziativa di Bill Liao e James Whelton intorno ai laboratori di introduzione alla programmazione per i ragazzi tra i 6 e i 13 anni, che sperimentano e teorizzano un approccio “non formale” all'apprendimento, sostenuti, ma sarebbe meglio dire rincorsi, da teorie come quella delle 4P (Projects, Peers, Play, Passion), di Mitch Resnik del MIT.

Il CoderDojo descrive al massimo la nascita e sviluppo di una cultura che è sì digitale, ma è innanzitutto progettuale, ma i luoghi di queste esperienze di “nuovi modi di produzione” sono diversi, molteplici e anche contraddittori: tra essi spiccano, per notorietà, i FabLab, la cui operatività è stata anticipata dai “personal fabricator” di Neil Gershenfeld

(2007), domicilio preferenziale per il movimento dei Makers, che ha preso grande visibilità anche in Italia grazie alla Maker Faire europea di Roma, ma grazie soprattutto a un movimento diffuso, attivissimo in Italia in particolare nella stampa 3D, con punte di eccellenza. E' infatti nella diffusione di massa che si misura la portata culturale di questi movimenti, ed è in questo senso che è bene partire dalla storia degli strumenti che hanno diffuso, su largo spettro e poi in architettura, certe "nuove operatività".

Nonostante lo sviluppo e la produzione di programmi software di disegno e grafica inizi in ambito militare e industriale già a partire dal 1960 e venga intensificato notevolmente negli anni '70, un nodo chiave per lo sviluppo del digitale in architettura, al pari di molti altri settori, è la introduzione del Personal Computer, databile al 1981 con la nascita negli Stati Uniti dello standard PC di IBM. A seguito della affermazione e diffusione su larga scala del Personal Computer, inizia la storia di molti dei maggiori programmi di disegno, generalmente indicati dalla definizione CAD (Computer Aided Design - Progettazione Assistita dal Calcolatore): AutoCad nasce nel 1982, Microstation nel 1985, insieme alla prima versione di MiniCad (poi ArchiCad), software sviluppato per la piattaforma MacIntosh.

Cronologia - I pionieri del Digital Design

A cavallo degli anni '90 alla crescita dei sistemi di disegno, grafica e modellazione tridimensionale si lega quella strutturale che dalla informatica distribuita diffusa dei

Personal Computer passa con Internet a vere e proprie modalità di rete, un complesso quanto lineare sistema stabile di connessioni tra computer con protocolli universalmente condivisi. Inizia quel processo mondiale di digitalizzazione e globalizzazione che porterà in venti anni oltre Internet, e per il suo tramite, alla rete cloud del pervasive computing, di persone e cose che attraverso una ininterrotta riscrittura dei software rende tutti attori di rete. Nel 1999 viene fondato Google.

In quel periodo prende corpo una generazione di studiosi, ricercatori e architetti che si fanno carico della interpretazione della "nuova operatività" nell'ambito della progettazione architettonica, compiendo nel campo degli strumenti digitali di progettazione la rottura epistemologica tra utensile e strumento. Essi infatti pretendono di lavorare non con il mezzo, con una impostazione quindi di tipo utensile, ma nel mezzo, nel considerarlo integralmente strumentale al farsi del progetto. Tra questi esponenti sono da citare lo statunitense Greg Lynn (1964), gli olandesi Kas Oosterhuis (1951), Lars Spuybroek (1959), Maurice Nio (1959), componenti del gruppo NOX, oltre al venezuelano e poi statunitense Marcos Novak (1957).

Nel lavoro e nella riflessione dei gruppi pionieristici emergono in chiave espressiva caratteristiche peculiari della cultura digitale del periodo come la modifica dello strumento, la pratica interattiva, l'uso multimediale e quello di rete. Condizione fondante di questi lavori è che la pratica progettuale viene condotta in modalità sinergica alla esplorazione

sistematica degli ambiti software. Esplorazione che necessariamente si lega all'approccio "non formale" descritto per la cultura digitale, e alla sua caratterizzazione di massa, cheap, molto più diffusa che futuristica.

In particolare, fedeli al motto, introdotto dal movimento cyberpunk secondo il quale "The future is here. It's just not widely distributed yet", i pionieri si dedicano allo studio e alla sperimentazione di programmi esistenti ma generati per settori estranei a quello dell'architettura (non, quindi sistemi CAD) come l'animazione, la multimedialità, l'ingegneria meccanica. La ricerca dell'incidente è quasi consustanziale al movimento, che rifugge dalla consapevolezza "top-down". Ma soprattutto considera la cultura digitale un punto di partenza della progettazione.

Tema chiave, e connotante in questo periodo è la possibilità di generare e controllare forme inedite per l'architettura del tempo, permesse dall'inizio degli anni '90 da software di modellazione 3D in uso nel settore automobilistico e dell'animazione grafica come Alias Wavefront (poi evoluto in Maya), e Softimage, resi celebri da film come *The Abyss* (1989) e *Jurassic Park* (1993). La possibilità di costruire modelli con geometrie soffici e dinamicamente editabili e modificabili in questi programmi porterà alla fortunata, ma per certi versi dispregiativa definizione, estratta da un testo di Greg Lynn, di "architettura del blob", ma anche alla possibilità di fruire e modificare le forme in tempo reale, che avvicina il lavoro progettuale alla fruizione trasversale dei videogame, rincorsa dalle ricerche di K. Oosterhuis nei convegni

"Game Set and Match"), ma anche alle già citate tecniche video di animazione e morphing che generano serie di famiglie di forme come fotogrammi intermedi di animazioni messe in campo ad uso architettonico sia come espressione di flussi legati ad influenze sul progetto (vedi proposta di concorso per il "Port Authority Bus Terminal" di New York di G.Lynn, 1994) che come pura esplorazione formale, fin troppo controllata (progetti di Peter Eisenman, 1990-96).

Tra gli eventi che sostanziano queste ricerche c'è la nascita nel 1994 dei "paperless studio" (laboratori di progettazione senza carta) alla Columbia University di New York. (diretti da Greg Lynn, Hani Rashid (1958), Scott Marble (1960)), ma soprattutto la mostra "Architectures Non Standard" (1994) presso il Centre Pompidou di Parigi.

Più di recente è stato Greg Lynn a porre l'accento sul carattere operativo di queste sperimentazioni architettoniche, troppo spesso relegate in una definizione "futuristica", selezionando non progettisti ma progetti, raccontati nelle due esposizioni curate al CCA di Montreal e dedicate alla "Archeologia del Digitale" (2013, 2014), che mostrano non promesse ma "costruzioni", come il Water Pavilion, realizzato da Nox tra il 1993 e il 1997.

E' sintomatica, ma paradossale la ricerca di incidenti, di un'architettura "selvaggia" (Oosterhuis, 2002) in ossequio alla informalità della cultura digitale, all'interno di un mezzo che viene controllato dagli stessi protagonisti in questi anni mediante un linguaggio come la programmazione, a cui si chiede, con mo-



dalità procedurali di produrre “perdita di controllo” e “cessione di autorialità”, a volte mediante la mimesi biologica o le ricerche del formfinding e sulla “structure of vagueness” (Spuybroek, 2004) in un ambito che è necessariamente di precisione, necessaria a lavorare nel mezzo. E proprio il passaggio da modelli procedurali a modelli “di precisione” segna un passaggio importante, e il Digital Manufacturing ne è parte fondamentale. E’ un passaggio di processo.

Dalla speculazione all’industria, il passaggio da Digital Design a Digital Practice

L’ambito disciplinare, definito Digital Fabrication, File-to-Factory, o anche Mass Customization, che in qualche modo rende meno nitida la distinzione tra architettura e design industriale, viene esplorato da subito da ricercatori come Kas Oosterhuis (Edificio-barriera autostradale Hessing Cockpit, Utrecht), Maurice Nio (Fermata Bus a Hoffdorp, Olanda), Bernard Franken, Greg Lynn (Set di Teiere e caffettiere per Alessi) ma è soprattutto discusso con grande acutezza da Bernard Cache

(1958), fondatore dello studio-officina parigino objectile, il quale sulla base della propria diretta esperienza di produzione industriale di componenti, definisce le basi per il nuovo modo di produzione nel cambio della catena produttiva e del processo edilizio, che devono sfruttare le continuità possibili offerte dalla presenza pervasiva del digitale in tutti gli ambiti, a un numero crescente di professionisti, ricercatori e aziende. Di tale allargamento di prospettiva agli aspetti industriali è testimone il lancio nel 2004 del convegno Fabrication, a Toronto in Canada, in cui Kevin Klingler e Branko Kolarevic (1963), che radunano a Toronto i primi testimoni della feconda possibile fusione tra l’uso speculativo e sperimentale e quello industriale delle nuove tecnologie digitali. Si passa dal concetto di Digital Design a quello di Digital Practice: tutto il processo progettuale e realizzativo diventa innervato dal digitale e la pratica professionale si trova costretta a ridiscutere ambiti professionali, contrattuali e di competenze reciproche, sospinta dalla parallela nascita di nuovi strumenti software basati su modelli digitali tridimensionali di

controllo e gestione del progetto che ambiscono a diventare punti di riferimento del processo di lavoro e sviluppo. Nel 2002, Gehry fonda Gehry Technologies la società nata per cambiare il processo edilizio, basata sul lavoro dello studio con Catia, uno dei software dalla storia più antica.

Tra gli anni '90 e 2000 si assiste alla nascita e alla proliferazione, non a caso parallele, di strumenti software e figure professionali allo stesso modo ibridi: dalla modellazione procedurale di Generative Components (R.Aish), Grasshopper (D.Rutten) ai paralleli gruppi specialistici "computazionali" eredi del pionieristico lavoro per la Stazione di Waterloo di Grimshaw: dallo Specialist Modelling Group (1997) di Foster a quello di KPF fino alla Advanced Geometry Unit fondata nel 2000 presso Arup da Cecil Balmond. Molto significativo è il passaggio senza soluzione di continuità che si attua in questo periodo tra architettura e ingegneria, di cui proprio Balmond diventa in quel periodo testimonial con collaborazioni simbiotiche con tutti i maggiori architetti del periodo, e opere che arrivano a grande raffinatezza come il padiglione per la Serpentine Gallery con Toyo Ito, del 2007.

Anche in questo caso il ponte verso l'ingegneria è sostanziato da nuovi strumenti software, come Ecotect, di Andrew Marsh, nato in questi anni per integrare progettazione e analisi energetiche.

La ricerca sulla progettazione digitale sposta così il suo baricentro verso le strutture di ingegneria come Arup, Buro Happold, Schlaich Bergermann und Partners, Bollinger&Groh-

mann, Adams Kara Taylor che lavorano trasversalmente a tutte le maggiori realizzazioni di architettura iconica del periodo, significativamente collaborando con tutti i maggiori architetti noti a livello internazionale, rompendo di fatto i confini della definizione del progetto, che prosegue oltre la impostazione architettonica. E non a caso, il peso del progetto si sposta dove avviene la integrazione, dove il progetto si "sostanzia". Se infatti da un lato prosegue la diffusione di forme a geometria complessa, a volte condensate in derivate stilistiche (parametricismo, di Z. Hadid e P. Schumacher), la diffusione digitale ha nel frattempo stabilito chiare radici nel processo edilizio, e completa il passaggio dal calcolo alla simulazione, generando forme inedite di professionisti e ricercatori che si applicano ai "momenti di passaggio" tra progetto e sua verifica ingegneristica, produttiva, ma anche economica (vedi DesignToProduction, Gramazio&Kohler, SHoP, Transsolar). Anche in questo caso elemento decisivo è il ruolo assunto da questi professionisti nel processo, e il legame con la apertura di sguardo a settori esistenti ma non sfruttati della tecnologia, come la riprogrammazione dei robot di assemblaggio o l'accesso diretto in joint liability alle macchine o a parti specifiche della produzione.

Ne esce una discussione, al pari degli altri settori in cui è intervenuta, la questione della forma professionale che fa i conti con la proliferazione di competenze e contributi all'interno del processo progettuale ed esecutivo. Di nuovo eventi favoriscono una visibilità ai nuovi modi integrati di concepire

Template di produzione 1/1 per il taglio manuale della installazione di ShOP "Dunescape", vincitrice del secondo concorso per lo YAP program del P.S.1
 Production template "1/1 for hand-cutting the installation of ShOP "Dunescape", winner of the second competition P.S.'s YAP program.1

un progetto-azione, spesso alla scala minore, ma solo per dimensioni, dal fortunato concorso newyorchese per il P.S.1, la cui evoluzione racconta bene proprio quella parallela del percorso professionale del digitale verso la performance alla produzione di case del Solar Decathlon.

La tendenza allo specialismo è messa continuamente in discussione dalla evoluzione degli strumenti digitali e dalla loro trasversalità alle tradizionali forme professionali. Accade così, che partecipi alla discussione sui ruoli anche una pratica come quella di Studio Mumbai, che attua design-build e prefabbricazione nel proprio processo progettuale sia pure artigianale. E riproduce il proprio metodo di lavoro alla Biennale di Venezia. O quella di Transsolar, che alla Biennale mostra la "progettazione del comfort" come estensione, di nuovo, della pratica e della concezione stessa del progetto. Nonostante la ricerca sul rapporto tra forme e nuovi materiali (con interessanti prototipi di Lynn sui compositi, ad esempio) sia un terreno fertile, il "progettista maker" è una contraddizione in termini, se vista come personalizzazione estrema, in un processo complesso come quello dell'architettura. Non lo è, però, se significa evoluzione profonda delle forme professionali. Perché è solo da nuovi processi che possono uscire forme autenticamente nuove.

Ma la sfida con le tecniche è ancora aperta: costruire la cultura progettuale perché FabLab, macchine e produzione avanzata non sostanzino la frase di Jean Vachet "lo sospetto di fare dell'arte troppo scientemente".

The "Designer-Maker"

Digital architecture is primarily a matter of product innovation. Introducing or transferring software products to the field of architecture has undoubtedly been the driving force behind change with far deeper roots and which is still far from complete. However, there would have been no starting point without products and without a "working capacity". This link between abstraction and workability, which entails a close connection between processing thoughts and tangible action, is one of the most important prerequisites for digital architecture, characterizing its introduction in all sectors. This is well known to those who have worked on scripting, writing codes that make it possible to achieve mechanical (albeit digital) effects almost in real time, either within the server or visible on the web. Scripting just a few lines, with no large structures behind them, offers the chance to experience and perceive the effects as they unfold: creating a surface in a model, implementing a mechanism on the web, or creating digital objects that "take shape" immediately.

Software production does not necessarily need a pyramidal structure, but takes place in a "chaotic" fashion. Development communities use a production method that constructs a different organizational structure for the digital thought-action.

Programming, once known as a specifically technical and media-dependent field, has risen a level and become more accessible thanks to simpler tools and the interpreted languages included in a growing number of



digital platforms as “scripting” environments. The code establishes a deep-rooted link between the abstraction of the language and the operating effects, introducing a different mentality and accustoming us to different ways of working.

It is no coincidence that one of the most interesting movements teaching people about new digital “workability” is CoderDojo, a movement established in Ireland by Bill Liao and James Whelton in coding workshops for children aged 6 to 13. It features a “non-formal” approach to learning, upheld, or perhaps we should say followed, by theories such as 4P (Projects, Peers, Play, Passion) developed by Mitch Resnik at MIT.

In general terms, CoderDojo describes the birth and development of a digital, but first and foremost design culture. However, these “new production methods” are experienced in a range of diverse, multiple and also contradictory places: they include the famous FabLabs, whose work was anticipated by the “personal fabricators” developed by Neil Gershenfeld (2007), popular with the Makers movement, which also made a name for itself in Italy thanks to the European Maker Faire in Rome, but primarily because of a

widespread movement that was particularly active in the field of 3D printing in Italy, with real areas of excellence. The cultural significance of these movements can be measured in terms of their mass diffusion. In this sense, it is best to start with the tools they have introduced, firstly on a broad spectrum and then specifically in architecture, leading to certain “new operations”.

Although design and graphic software programmes first began to be developed and produced in a military and industrial environment from 1960 onwards, with efforts intensifying considerably in the 1970s, a key point in the development of digital architecture, on a par with many other sectors, came with the introduction of the Personal Computer, datable to 1981 with the creation of IBM’s standard PC in the United States. Following on from the establishment and wide-scale diffusion of the Personal Computer, many of the biggest design programmes, generally defined by the acronym CAD (Computer Aided Design), began to be developed. AutoCad was created in 1982 and Microstation in 1985, alongside the first version of MiniCad (then ArchiCad) software developed for the Mac.

Timeline – Digital Design pioneers

Throughout the 1990s, the development of design, graphic and 3D modelling systems was linked with structural growth, progressing from the widespread distributed computing of Personal Computers to the Internet and authentic networks, for a stable complex yet linear system of connections between computers with universally shared protocols. This marked the start of the international process of digitalization and globalization that, in 20 years' time, would lead to the Internet and, through it, to the cloud network of pervasive computing, people and things that involves everyone in the web by means of uninterrupted software re-scripting. Google was founded in 1999.

That period also saw the formation of a generation of scholars, researchers and architects who interpreted the “new workability” in the field of architectural design, making an epistemological break between utensil and tool in the field of digital design instruments. In fact they claimed not to work with the medium, and thus with a type of utensil, but in the medium, considering it wholly instrumental in the development of the design. Some of the most important figures involved included Greg Lynn (1964) from the US and Kas Oosterhuis (1951), Lars Spuybroek (1959) and Maurice Nio (1959) from the Netherlands, all members of the NOX group, as well as Marcos Novak (1957), a Venezuelan who acquired US citizenship.

The work and reflections of the pioneering groups reveal peculiar characteristics of the digital culture of the period, such as the

modification of the instrument, interactivity and the use of multimedia and the web. A key aspect of these works is that design is carried out in synergy with the systematic exploration of software environments. This exploration is necessarily linked to the “non-formal” approach described for digital culture, and to its low-cost, mass nature, which is much more widespread than futuristic.

In particular, in keeping with the motto introduced by the cyberpunk movement, according to which “The future is here. It's just not widely distributed yet”, the pioneers devoted themselves to studying and experimenting with existing programmes generated for sectors foreign to that of architecture (thus not CAD systems), but including animation, multimedia and mechanical engineering. The quest for the incident is almost consubstantial to the movement, which seeks to escape “top-down” awareness. However, it does consider digital culture to be a starting point for design.

This period was characterized by the possibility of generating and controlling brand-new forms for the architecture of time, permitted since the start of the 1990s by 3D modelling software used in the automobile and graphic animation sector, such as Alias Wavefront (which went on to become Maya) and Softimage, made famous by films such as *The Abyss* (1989) and *Jurassic Park* (1993). The possibility to build models with soft shapes, which could be edited and modified in a dynamic fashion within these programmes, led to the successful but in some senses derogatory definition of “blobitecture”

borrowed from a text by Greg Lynn. It also led to the possibility to exploit and modify the shapes in real time, bringing design work closer to the across-the-board use of videogames, pursued by the research of K. Oosterhuis in the “Game Set and Match” conferences, but also to the aforementioned animation and morphing videos that generate series of shape families as intermediate photographs of animations developed for architectural use both as an expression of flows linked to design influences (see the competition entry for the New York Port Authority Bus Terminal by G. Lynn, 1994) and as pure formal exploration, subjected to excessive control (designs by Peter Eisenman, 1990–96).

The events that bear out this research include the creation, in 1994, of the “paperless studio” at Columbia University in New York (led by Greg Lynn, Hani Rashid (1958) and Scott Marble (1960)), but above all the “Architectures Non Standard” exhibition (1994) at the Centre Pompidou in Paris.

More recently, Greg Lynn emphasized the workable nature of these architectural experiments, often relegated to a “futuristic” definition, selecting not designers but designs, set out in the two exhibitions curated at the CCA in Montreal and devoted to “Digital Archaeology” (2013, 2014). Rather than exploring promises, these exhibitions focused on actual “constructions” such as the Water Pavilion developed by Nox between 1993 and 1997. The quest for the incident, for a “wild” architecture (Oosterhuis, 2002) bowing to the informality of digital culture is symptomatic but paradoxical, within a medium

that was controlled by the star players themselves during that period by using a language like programming, asked to use procedural methods to produce “loss of control” and “transfer of authority”, sometimes through biological mimicry or quests for form-finding and the “structure of vagueness” (Spuybroek, 2004) in a field that is necessarily one of precision, essential for working in the medium. It is precisely the passage from procedural models to “precision” models that marks an important step forward, and Digital Manufacturing is a fundamental part of this. It is a passage of process.

From speculation to industry, the move from Digital Design to Digital Practice

The discipline known as Digital Fabrication, File-to-Factory, or even Mass Customization, which somehow dims the distinction between architecture and industrial design, was explored from the very outset by researchers such as Kas Oosterhuis (Hessing Cockpit building and noise reduction barrier, Utrecht), Maurice Nio (Bus Stop in Hoffdorp, Netherlands), Bernard Franken, Greg Lynn (tea and coffee set for Alessi), but is primarily described with great acuity by Bernard Cache (1958), founder of the Parisian studio and workshop. On the basis of his own direct experience of the industrial production of components, he established the grounds for a new production method in the changing production chain and building process, which had to exploit the potential continuities offered by the pervasive digital presence in all fields, to a growing number of professionals,

researchers and companies. This expansion of the horizons to encompass industrial aspects was illustrated by the launch, in 2004, of the Fabrication conference in Toronto, where Kevin Klingler and Branko Kolarevic (1963) convened a gathering of the first witnesses to the potential fertile fusion between the speculative and experimental use with the industrial use of new digital technologies. This marked the progression from the concept of Digital Design to that of Digital Practice: the entire design and development process became innervated by digital and professional practice, finding itself compelled to rediscuss professional, contractual and reciprocal skill fields, driven by the parallel birth of new software tools based on 3D digital design control and management models that aimed to become reference points for the work and development process. In 2002 Gehry founded Gehry Technologies, the company established to change the building process, based on studio work with Catia, one of the oldest software programmes around.

The 1990s and 2000s saw the parallel growth and proliferation of hybrid software tools and professional figures: from the procedural modelling of GenerativeComponents (R. Aish), Grasshopper (D. Rutten) to the specialist “computational” parallel groups that followed on from the pioneering work on Grimshaw’s Waterloo Station; from Foster’s Specialist Modelling Group (1997) to that of KPF and the Advanced Geometry Unit founded in 2000 at Arup by Cecil Balmond. The seamless move between architecture and engineering during this period was highly significant.

Balmond represented it at the time as a result of his symbiotic collaborations with all the biggest architects of the period, producing works that reached great levels of sophistication such as the hall for the Serpentine Gallery, developed with Toyo Ito in 2007.

In this case too, the bridge towards engineering was substantiated by new software tools, such as Andrew Marsh’s Ecotect, created to bring together design and energy analyses. Research into digital design therefore moved its centre of gravity towards engineering structures such as Arup, Buro Happold, Schlaich Bergermann und Partners, Bollinger&Grohmann and Adams Kara Taylor, which worked across the board on all the biggest iconic architectural developments of the time, partnering all the biggest architects on an international level and breaking the boundaries of the definition of design, which went beyond mere architectural layout. It was no coincidence that the weight of the design shifted towards the moment of integration, the point when the design is “substantiated”. While the diffusion of complex forms continued on the one hand, sometimes condensed into stylistic derivations (parametricismo by Z. Hadid and P. Schumacher), digital diffusion established clear roots in the building process and completed the move from calculation to simulation, generating brand new professionals and researchers who applied themselves to “periods of passage” between design and its engineering, production and economic verification (see DesignToProduction, Gramazio&Kohler, ShoP, Transsolar). In this case too, the role

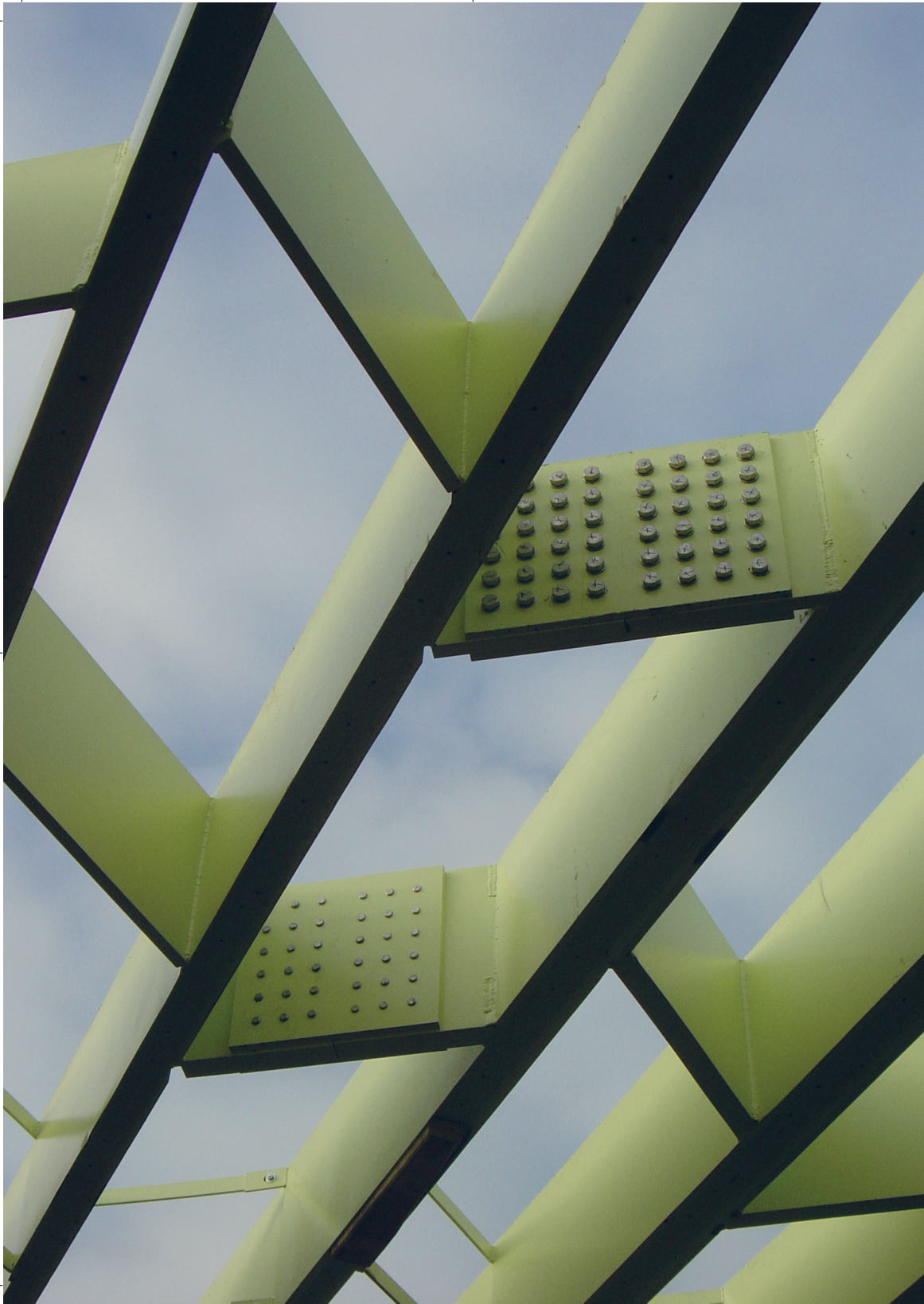
Cortile di produzione dello Studio Mumbai, India, foto di Ariel Huber
 The production courtyard at Studio Mumbai, India, photo by Ariel Huber

played by these professionals within the process was a decisive element, as was the link with the opening of eyes to existing sectors not yet exploited by technology, such as reprogramming assembly robots or direct, joint liability access to machines or specific production parts.

This led to a discussion, as in other sectors where it occurred, regarding the question of the professional form that had to deal with the proliferation of skills and contributions within the design and development process. Once again events fostered visibility for new integrated ways of conceiving a design-action, often on a smaller scale, but only in terms of size, from the successful New York P.S.1 competition, whose evolution is an excellent narrative of the parallel professional development of the digital process in the direction of production performance of the Solar Decathlon homes. The tendency for specialism is constantly questioned by the evolution of digital tools and their across-the-board nature compared to traditional professional forms. As a result, the discussion

relating to roles even includes practices such as that implemented by Studio Mumbai, which implements design-build and prefabrication in its design process which is also artisanal, reproducing its working method at the Venice Biennale. It also includes that of Transsolar, which once again showed “comfort design” as an extension of the practice and very conception of design at the Biennale. Despite research into the relationship between forms and new materials (with Lynn’s interesting composite prototypes, for example) being fertile ground, the “maker-designer” is a contradiction in terms, if seen as extreme personalization, in a complex process such as architecture. However, it is not so if it refers to a deep-rooted evolution of professional forms. Because genuinely new forms can only come from new processes. However, the challenge associated with techniques is still open: constructing design culture so that FabLabs, machines and advanced production do not substantiate the quote from Jean Vachet: “the suspicion of doing art too scientifically”.





Progettazione e fabbricazione digitale

Digital design and fabrication

Luca Caneparo

Dipartimento di Architettura e Design, Politecnico di Torino

Il progetto si arricchisce e definisce nel confronto costante e in divenire con le capacità tecniche e costruttive è la proposizione da discutere per *Digital Takes Command*.

L'ipotesi verte sull'innovazione degli strumenti tecnici digitali, una delle tappe attuali nell'evoluzione delle condizioni tecniche del progettare e del costruire. Miei scritti precedenti hanno indagato la logica delle relazioni tecniche che il progetto attua nel dialogare con la costruzione, a quale misura abbiano contribuito allo sviluppo e quali valenze abbiano espresso con l'architettura.

Le capacità delle tecnologie digitali non solo mettono a disposizione dell'architettura nuovi strumenti, ma possono supportare anche nuove procedure, nuovi metodi di gestione e controllo del percorso della costruzione, riconfigurando i modi di relazione con i sistemi produttivi. Altri contributi alla Mostra misurano la portata delle nuove capacità.

Il baricentro di questa innovazione si colloca oggi intorno agli sviluppi dell'industria e trae le proprie origini nei principi del pensiero tecnico-scientifico. I ragionamenti intorno agli sviluppi dell'industria mettono in evidenza il passaggio dall'industria di massa fino al cantiere, sempre più legati a una produzione controllata digitalmente, verso un *continuum digitale*.

La fabbricazione e costruzione controllata digitalmente si fonda sullo sviluppo e con-

divisione di modelli digitali del progetto. Modelli al plurale, perché accanto al modello di riferimento del progetto complessivo, vengono sviluppati ulteriori modelli, sovente parziali e "specialistici", ad esempio delle strutture, degli impianti, di fabbricazione, di organizzazione spazio-temporale del cantiere. Questi modelli dovrebbero concorrere alla descrizione completa ed esaustiva del processo, che comprende in sé la modellizzazione esatta della produzione, del montaggio e della costruzione, definita sia negli elementi, componenti e sistemi, sia nel processo che li relaziona e porta a compimento l'edificazione.

Nel continuum digitale, in effetti, i modelli esauriscono la descrizione dei diversi aspetti e fasi e controllano, sovente direttamente, il processo di realizzazione in officina e in cantiere, ad esempio tramite il Controllo Numerico Computerizzato nelle fasi della produzione: il progetto diviene previsione e controllo, cui è richiesta una verifica anche in corso d'opera in termini di esattezza e affidabilità: il passo da prefigurazione a previsione è estremamente significativo e ha conseguenze rilevanti.

"Gran parte dei prodotti oggi, iniziando da quelli di massa fino ai velivoli più sofisticati, è creata e prodotta tramite un processo in cui la progettazione, l'analisi, la rappresentazione, la fabbricazione e l'assemblaggio stanno diventando un processo di collabora-

zione che, relativamente senza soluzione di continuità, dipende unicamente dalle tecnologie digitali, in un continuum digitale dalla progettazione alla produzione". (Kolarevic 2005)

Branko Kolarevic, William Mitchell e Antoine Picon (1998, 2004) considerano l'innovazione nelle relazioni tra progettazione e fabbricazione più significativa e rilevante dei cambiamenti nelle modalità di rappresentazione del progetto. La convergenza digitale tra processi di progettazione e di produzione "offre un'importante occasione per una profonda trasformazione della professione e, per estensione, di tutto il settore edile". (Kolarevic op. cit.)

"Dalla possibilità di conciliare finalmente prefabbricazione e personalizzazione della produzione, fino alle prospettive della robotica, l'architettura è segnata da rapidi cambiamenti nel contesto produttivo. Questo contesto potrebbe benissimo portare a una ridefinizione dell'identità professionale dell'architetto, oltre a modificare la natura della sua produzione". (Picon op. cit.)

Kenneth Frampton (1995), nel quadro della ricerca sulla cultura tettonica, considera la "digitalizzazione" dell'architettura una minaccia agli aspetti concreti della costruzione e delle tecnologie dell'architettura. Questa apprensione, diffusa, è condivisibile, se consideriamo la natura fortemente formale della progettazione digitale di numerosi architetti. I render, le rappresentazioni digitali in genere, tendono sovente a trascurare la natura materiale e tecnologica dell'architettura. O la confondono con la restituzione della superficie dell'architettura tramite la procedura di te-

sturizzazione, la ripetizione a-materiale di una fotografia applicata all'epidermide del progetto. Sullo schermo di un computer, purtroppo, le forme sembrano poter fluttuare in libertà, senza riferimenti al contesto, alla costruzione, alla materialità. "C'è qualcosa di profondamente sconvolgente in questa apparente libertà che pare mettere in discussione i nostri presupposti fondamentali sulla natura della disciplina architettonica". (Picon op. cit.) La dematerializzazione del progetto di architettura non ha origine con i CAD e i render. Gregotti (Casabella 492/1983) prima della diffusione delle tecnologie digitali nella progettazione architettonica, metteva in guardia da "l'illusione che bastasse da un lato sostituire al dettaglio la citazione come sistema di articolazione del linguaggio architettonico, dall'altro che una 'grande concezione complessiva' potesse dominare e permeare automaticamente tutti gli aspetti del progetto e della sua realizzazione proprio attraverso ad una astensione dal dettaglio che sottolineasse in modo polemico la non influenza delle tecniche costruttive come materiale espressivo... Il risultato è spesso nelle architetture costruite uno spiacevole senso di modello ingrandito, di mancanza di articolazione delle parti nelle scale diverse: pareti che sembrano a cartoni ritagliati, finestre a vani vuoti non finiti; nell'insieme una forte caduta di tensione dal disegno al realizzato".

Certamente i software sul mercato hanno potenziato la facilità di riproduzione e replica, hanno moltiplicato alla n-esima potenza "la non influenza delle tecniche costruttive come materiale espressivo", criticata da Gregotti.

Antitetico alla smaterializzazione del progetto è il *continuum digitale* tra progettazione e fabbricazione, realizzato con le tecnologie CAD/CAM, controllo numerico e prototipazione. La capacità di modellare digitalmente il progetto e quindi utilizzare questo modello direttamente nel contesto della produzione, crea una sintesi tra progettazione e costruzione, nel solco della tradizione del rapporto stretto tra progetto e artigianalità, tra qualità della progettazione e regola d'arte del fare.

Negli anni Cinquanta e Sessanta, l'Italia ha illustri protagonisti nell'ingegneria civile, tra questi Pier Luigi Nervi, Riccardo Morandi, Sergio Musmeci, Silvano Zorzi, Aldo Favini, e in architettura Mario Ridolfi, Franco Albini, Carlo Scarpa, Angelo Mangiarotti e Bruno Morassutti, Roberto Gabetti e Aimaro Isola, che, tra gli altri, hanno interpretato in modi personali le relazioni tra progetto, artigianalità e costruzione: "Si opera tutto un recupero di quelle virtualità artigianali che per lungo tempo sono state lontane dalla possibilità di una logica integrazione con il fare progettuale". (Pettrignani, 1967)

"Non vi è dubbio che ai tempi della torinese Bottega di Erasmo, ci siamo trovati davanti ad un tipo di artigianato che lentamente stava scomparendo e che noi pensavamo – in una visione un po' *morrissiana* – avrebbe invece avuto nuove possibilità di esprimersi. E quanto era possibile è avvenuto (...). Noi non abbiamo, in definitiva sottovalutato il fatto che tecnologie, materiali, processi cosiddetti 'innovativi' potessero non essere entità astratte, staccate dal mondo reale: ma rappresentate da persone, ditte, sistemi tecnici,

attori e coautori presenti nel nostro settore operativo. Dobbiamo infatti stare attenti a teorizzare un discorso, ponendo un distacco tra tecnologia e personaggi: una cosa è la conoscenza teorica di una determinata potenzialità tecnica, un'altra è la concreta capacità umana di portarla ad interpretare un assunto complesso, una trama tracciata dal progetto architettonico." (Gabetti, Isola 1995)

"Oggi tuttavia, soprattutto per le forme complesse, sin dalle prime fasi il dialogo con il mondo produttivo si fa sempre più necessario. In particolare le rinnovate potenzialità dell'industria, che mette a disposizione non solo prodotti ma un know-how specifico e flessibile, attraverso sistemi di produzione su misura, grazie alla mass-customization, ossia alla personalizzazione della produzione, sembrano dare una risposta concreta alla ricerca di soluzioni tecniche adatte alle forme complesse e allo stesso tempo prestazionalmente elevate". (Paoletti 2006)

A proposito delle relazioni tra progetto e industria, Eduardo Vittoria considera come "intuito, arte della tecnica, abilità e innovazione, cioè capacità di creare continue passerelle tra il presente ed il futuro, tra prodotti declinanti e prodotti nuovi, privilegiando un nuovo concetto del sapere, non più proprietà dei tradizionali detentori del sapere, ma anche dei produttori di tecnica". (Foti 1999)

Le considerazioni di Eduardo Vittoria portano in primo piano la questione dell'innovazione, di come predisporre le "passerelle" verso i saperi. Nello specifico: il continuum tra progettazione e produzione attuato dalle tecnologie digitali.

La questione del rapporto tra produzione e tecnologia ha cominciato a porsi in modo nuovo a partire dalla seconda metà del 1700, con l'Illuminismo e una nuova unità intorno alle scienze esatte. Mentre si definivano le possibilità inedite d'applicazione delle tecniche alla costruzione e alla fabbricazione, gli intellettuali tecnici, enciclopedisti, scienziati, architetti, ingegneri, cercavano di ricollocare le conoscenze tecniche nella struttura generale della conoscenza. Emerge così l'idea di una scienza della tecnica, una tecnologia, che permetta di dare ordine alla massa tumultuosa delle nuove conoscenze e competenze. Ciò che emerge allora lungo le sperimentazioni di diversi tentativi e approcci, rimane valido ancora oggi, ed è il fallimento di una tecnologia generale che permetta di conoscere l'insieme dei saperi utili per i progettisti. L'unità conoscitiva va in crisi ancora prima dell'espansione, senza precedenti, delle conoscenze avvenuta con la rivoluzione industriale (Picon 1994). Rimangono l'unità metodologica intorno alle scienze matematiche e i loro successivi sviluppi nelle scienze dell'informazione.

Un'ultima considerazione: anche se una parte rilevante dei progetti che ambiscono al continuum digitale nasce in grandi studi internazionali – quelli che hanno saputo e potuto mettere a frutto consistenti investimenti nella ricerca e sviluppo, coniugando sperimentazione progettuale e tecnologica – ritengo che gli strumenti operativi e conoscitivi digitali possano costituire un inedito e stimolante riferimento di approccio progettuale per studi medio-piccoli, ai quali ancora oggi è affidata una parte rilevante

dell'operatività quotidiana che più incide sulle trasformazioni dell'ambiente in cui viviamo.

Design thrives on and develops through continual comparison and dialog with the technical and construction capacities; it is the proposition I am discussing for *Digital Takes Command*.

The theory focuses on the innovation of digital technical tools, one of the current milestones in the evolution of the technical conditions of design and construction. My earlier writings investigated the logic of technical relationships activated by design in dialogue with construction, how they have contributed to development and the values they have expressed in architecture.

Digital technologies have the capacity not only to provide architecture with new tools, but also to support new procedures, new methods of management and control of the construction process, reconfiguring ways of relating to systems of production. Other contributors to the Exhibition assess the implications of the new capacities.

The focus of this innovation is today centred around developments in industry and traces its origins in the principles of technical-scientific thinking. The thinking around developments in industry shows the passage from mass production to the construction site which is increasingly linked to a digitally controlled production, towards a *digital continuum*. Digitally controlled construction and fabrication is based on the development and sharing of digital design models. Models

in the plural, because besides the primary model of the design as a whole, further models are developed, often partial and 'specialist', for example of the structures, the systems, fabrication, or spatiotemporal organization of the building site. These models should contribute to the complete and exhaustive description of the process, which includes the exact modeling of the production, the assembly and the construction, defined either by the elements, components and systems, or in the process which relates them and carries the building to its completion. In the digital continuum, in fact, the models go beyond the description of various aspects and phases, and control - often directly - the process of carrying out the work in the office and on the building site, for example through Computerised Numerical Control in the phases of production; design becomes planning and supervision, providing exact and trustworthy checks even during the course of the work. The step from prefiguration to planning is extremely significant and has striking consequences.

"Much of the material world today, from the simplest consumer products to the most sophisticated airplanes, is created and produced using a process in which design, analysis, representation, fabrication and assembly are becoming a relatively seamless collaborative process that is solely dependent on digital technologies—a digital continuum from design to production" (Kolarevic 2005). Branko Kolarevic (2005), William Mitchell (1998) and Antoine Picon (2004) believe innovation in the relationship between design

and manufacture to be more significant and relevant than changes in the way of representing the design.

"The digital convergence between design processes and production processes offers an important opportunity for a profound transformation of the profession, and thereby of the whole building sector" (Kolarevic 2005). From the possibility of finally reconciling prefabrication and customisation to the promises of robotisation, architecture bears the mark of a rapidly changing context of production. This context might very well lead to a redefinition of the professional identity of the architect, besides modifying the nature of his production (Picon 2010, p. 11).

Kenneth Frampton (1995), in the context of studies of tectonic culture, considers the "digitalisation" of architecture a threat to the physical aspects of construction and architectural technologies. This widespread concern is to be shared if we consider the strongly formal nature of digital design used by several architects. Computer representations such as renderings often tend to neglect the material and technological nature of architecture. Or they confuse it with the restitution of the superficial level of architecture through the procedure of texturing, i.e. applying a photograph over the surface of the design. On the computer screen, unfortunately, shapes seem to be able to float freely, without reference to their context, to the construction or to materiality.

"There is something deeply unsettling in this apparent freedom that seems to question our most fundamental assumptions regarding

the nature of the architectural discipline” (Picon 2004, p. 114).

The dematerialisation of architectural design did not begin with CAD and rendering. Already in 1983, before the spread of digital technology in architectural design, Gregotti warned in “Casabella” that “there was the illusion that quotation is a sufficient substitute for the detail as a system of articulation in architectural language, and that an overall “grand conception” can dominate and automatically permeate every aspect of the project and its realization, by the very abstention of the detail, thus polemically underlining the lack of influence of building techniques as an expressive component. Often the outcome of this idea in built terms is an unpleasant sense of an enlarged model, a lack of articulation of the parts at different scales: walls that seem to be made of cut-out cardboard, unfinished windows and openings; in sum, a general relaxing of tension from the drawing to the building.”

Certainly the software programs on the market have increased the capacity for reproduction and repetition and have multiplied to the nth degree “the lack of influence of building techniques as an expressive component” criticised by Gregotti (1983).

The *digital continuum* between design and manufacture, achieved with the technologies of CAD/CAM, numerical control and prototyping, is antithetic to the dematerialisation of design. The ability to model the design digitally and thus to use this model directly in the context of production creates a synthesis between design and construction, in

line with the tradition of the close relationship between design and craftsmanship, between the quality of the design and the rules of the art of crafts.

In the 1950s and 1960s, Italy had illustrious protagonists in civil engineering, among them Pier Luigi Nervi, Riccardo Morandi, Sergio Musmeci, Silvano Zorzi, Aldo Favini, and in architecture, for instance, Mario Ridolfi, Franco Albini, Carlo Scarpa, Angelo Mangiarotti e Bruno Morassutti, Roberto Gabetti e Aimaro Isola, who interpreted in personal ways the relationship between design, craftsmanship and construction:

“All those craftsmanship potentials which for a long time have been far from the possibility of integration with the design process are being regained” (Petrigiani 1967, p. 231). “There is no doubt that at the time of the Bottega d’Erasmus in Turin, we found ourselves looking at a sort of craftsmanship which was slowly disappearing, and in a vision a rather like that of William Morris, we thought that it could be expressed in new ways. And as far as possible, this happened; (...) Ultimately we did not underestimate the fact that so-called ‘innovative’ technologies, materials and processes might be not abstract entities, detached from the real world, but represented by people, companies, technical systems, workers and colleagues active in our line of work. We must in fact be careful when developing a theory which detaches technology from craftsmen; it is one thing to have a theoretical knowledge of a certain technical possibility, but it is quite another to have the physical human capacity to

translate it into a complex task, a scheme traced out by the architectural design.” (Gabetti and Isola 1995, pp. 84–85).

“Today, however, dialogue with manufacturers from the earliest stages is becoming increasingly necessary, especially for complex forms. In particular the renewed possibilities of industry, offering not just products but a specific and flexible know-how by means of made-to-measure systems of production, thanks to mass-customization or to personalised production, seem to give a firm response to the search for technical solutions suitable to high-performance complex forms” (Paoletti 2006). As for the relationship between design and industry, Eduardo Vittoria examines how “intuition, techniques, ability and innovation, that is the capacity to build continuous bridges between the present and the future, between declining products and new products, favour a new concept of knowledge, no longer the property of the traditional owners of knowledge, but also owned by the producers of techniques” (Foti 1999).

Eduardo Vittoria’s musings highlight the question of innovation, of how to create the “bridges” towards increased know-how. Specifically, he highlights the continuum between design and production actuated by digital technologies. This chapter thus intends to consider questions of building design raised by innovation in digital technologies.

The question of the relationship between production and technology began to be raised in a new way from the second half of the 1700s. Whilst the unprecedented possibilities of applying techniques to construction

and manufacturing were being defined, technical intellectuals, encyclopaedia compilers, scientists, architects and engineers were trying to re-integrate technical skills into the general structure of knowledge. Thus the idea emerged of a science of technics, a technology which would make it possible to bring order to the tumultuous mass of the new skills and competences. What became clear at the time, through the experience of various attempts and approaches, is still the case today: that it has not been possible fully to achieve a general technology which would enable the understanding of the whole set of knowledges useful for designers. The unified system of knowledge was in crisis even before the unprecedented expansion of knowledge which came with the industrial revolution (Picon 1994). There remained the methodological unity around the mathematical sciences and its subsequent developments in information sciences.

One final point: even though a large part of the projects challenging the digital continuum are born in large international firms, which have had the awareness and the resources to make investments in design- and technological-research, I hold that digital tools offer an unprecedented and stimulating opportunity for small and medium sized firms, still today entrusted with a large part of the day-to-day work with most impact on the transformations of the environment in which we live.



Computazione e materializzazione in architettura

Computation and materialization in architecture

Ingrid Paoletti e Roberto Naboni,

ACTLAB - Dipartimento ABC, Politecnico di Milano

Il termine computazione, da lungo tempo impiegato nelle materie scientifiche, indica *“l'atto di processare un'informazione in modo da renderla manipolabile matematicamente”*.¹ Attraverso questa definizione emerge una chiara differenziazione tra il mero calcolo e l'uso consapevole di strumenti (matematici) per raggiungere degli obiettivi. Nell'ultimo decennio proprio la diffusione degli strumenti computazionali ha esteso i confini della progettazione architettonica, attraverso i due concetti chiave di processo e informazione, che hanno contribuito a un controllo profondo dei progetti complessi da parte degli architetti. Nel frattempo gli avanzamenti nella manifattura digitale hanno causato una rapida evoluzione verso nuovi scenari produttivi ad alta precisione e capacità di personalizzazione. Tecniche e metodi emergenti per il progetto e la costruzione stanno contribuendo a una rivoluzione disciplinare dovuta alla progressiva convergenza di computazione e materializzazione.²

Computare la complessità: i primi approcci

I primi segni dell'influenza computazionale in architettura risalgono agli anni '70 attraverso l'apporto visionario di Jan Kaplicky, proseguito negli anni '90 con gli studi teorici di Greg Lynn³ e il lavoro del primo progettista abile nel renderla architettura costruita -

Frank Gehry - le cui forme architettoniche hanno richiesto un approccio digitale al problema della costruzione complessa. L'utilizzo di software di modellazione avanzata ha giocato sin dal principio un ruolo fondamentale nel cambiare l'idea di forma in architettura, attraverso due macro linee di investigazione, in parte parallele. La prima è quella delle geometrie curvilinee e superfici continue, espressione della matematica implicita nell'utilizzo di software NURBS e a superfici di suddivisione (SubD). Una seconda, ispirata agli studi di morfogenetica con esperimenti basati su algoritmi generativi usati in modo esplicito come veicolo per il progetto di architetture a emulazione dei comportamenti emergenti dei sistemi biologici.⁴ I risultati di questi lavori, spesso da non intendersi come vere e proprie architetture, sono esperimenti progettuali sulla gestione di informazioni e dati complessi.

Entrambi gli approcci si sono presto scontrati con il problema della materializzazione delle forme complesse, della realizzazione tecnica e quantificazione economica. Il nodo della fedeltà della costruzione all'idea originale ha posto una questione sul ruolo dei processi computazionali all'interno del progetto. Gli architetti hanno presto compreso come la logica parametrica e di programmazione algoritmica potesse costituire non solo un dispositivo di investigazione formale, ma un

Nella pagina precedente: particolare dell'intreccio strutturale di Weaving Enclosure (ACTLAB, Politecnico di Milano)

Previous page: close up view of the structural weaving of Weaving Enclosure (ACTLAB, Politecnico di Milano)

ordito di regole geometriche e matematiche su cui basare il progetto.

Il primo riconosciuto caso di modellazione avanzata per la costruzione è il *Golden Fish* di Frank Gehry, a Barcellona (1992). La grande struttura urbana monumentale (56 metri di lunghezza, 40 metri di larghezza, 45 metri di altezza) è una delle più grandi sculture nel mondo per volume. Posizionata all'interno del villaggio olimpico, è costituita da un complesso reticolo strutturale sulla cui superficie è fissato un rivestimento composto da nastri in acciaio inox elettro-colorato, intrecciati fra loro. La forma complessa è stata dapprima modellata con Maya e poi discretizzata nella sua superficie esterna e struttura interna con CATIA, un software di derivazione aeronautica sviluppato da Dassault Systems in collaborazione con IBM.⁵ Permasteelisa, azienda italiana innovativa per conoscenze e capacità produttiva, sviluppò le geometrie necessarie alla produzione del rivestimento, con un procedimento rivoluzionario all'interno dell'ambiente tridimensionale, contribuendo a materializzare i modelli di Gehry nella produzione dei componenti costruttivi. Questa prima costruzione computazionale farà da apripista per una serie di progetti di complessità crescente, tra cui la *Walt Disney Concert Hall* a Los Angeles del 2003, che segna l'evoluzione di un approccio sperimentato precedentemente nell'iconico *museo del Guggenheim* di Bilbao (1997). Nel progetto della Concert Hall il sistema di rivestimento esterno viene pre-razionalizzato tramite l'imposizione all'interno del software di modellazione dell'uso di superfici rullate. In questo

modo, il modello digitale integra informazioni chiave per la materializzazione della geometria complessa. I 6.100 pannelli di rivestimento in acciaio inox a curvatura variabile sono stati fabbricati direttamente da tracciati vettoriali estratti dal modello virtuale, e trasmessi alle macchine di fabbricazione senza l'uso di alcun disegno esecutivo. Un vincolo di produzione diventa un parametro del progetto, tracciando un primo anello verso la costituzione di una *digital chain*, catena digitale.

Processo, Informazione, Costruzione: lo scenario contemporaneo

Attorno al 2000, una volta intuite le potenzialità di un approccio associativo alla questione del progetto di architettura, nasce Revit, il primo tentativo di sviluppare un software parametrico specifico per l'industria delle costruzioni. L'intento era quello di spostare l'attenzione dei progettisti dalla forma all'informazione, rendendo il progetto numericamente quantificabile e modificabile. Attraverso la creazione di modelli parametrici tridimensionali si poteva infatti progettare e documentare architetture, includendo informazioni geometriche e non geometriche in vista della costruzione.⁶ Rispetto a CATIA le equazioni parametriche in uso risultavano tuttavia nascoste, motivo per cui il programma venne poi ridefinito come *Building Information Modelling* (BIM), ponendo enfasi sulla gestione delle informazioni. Oggi, attraverso questo paradigma, il progetto di architettura è basato sullo scambio di dati che permettono di fare interagire le varie figure professionali che partecipano alla rea-

lizzazione di un edificio. In fondo, è l'etimologia latina di "computare", letteralmente "contare assieme", che suggerisce un processo collaborativo alla materializzazione del progetto. La capacità computazionale si estende oltre i limiti della complessità geometrica: progetto, costruzione e gestione dell'edificio sono descritti all'interno di un processo che unisce informazioni digitali e materiali.

Un esempio emblematico di questo approccio è costituito dalla *Beekman Tower* di Gehry a New York (2014), una torre residenziale di 76 piani, per un totale di 265 metri di altezza. Il progetto è caratterizzato da una pelle increspata realizzata in cellule in acciaio inox, supportata da telai secondari collegati all'unità di facciata continua. La complessità del progetto ha richiesto un coordinamento BIM per l'intenso scambio di informazioni e per gestire la collaborazione di operatori, macchinari di fabbricazione e dati complessi. Il sistema di facciata è stato sviluppato nelle sue superfici in Digital Project-CATIA, Excel e SolidWorks sono stati utilizzati per l'ingegnerizzazione dei componenti e l'assemblaggio, mentre un'interfaccia software specifica è stata impiegata per la simulazione dei percorsi di lavoro di una fresa CNC a 5 assi. Il progetto costituisce un'esperienza di successo di un processo progettuale *data-driven* che ha permesso di amministrare in modo efficiente competenze, budget e tempistiche di costruzione per un totale di sei anni di lavoro.⁷

Un ulteriore caso di realizzazione di forme complesse attraverso un processo di progettazione integrato è costituito dal *Padiglione degli Emirati Arabi Uniti per Expo 2015*, pro-

gettato da Foster and Partners, dove, in questo caso, il progetto è stato appaltato e costruito in meno di nove mesi. La messa a sistema di tutte le forniture, la verifica dei requisiti tecnici e la garanzia dei tempi di costruzione è stata ottenuta grazie all'integrazione di tutti gli applicativi informatici utilizzati per i diversi obiettivi, quali verifica strutturale, calcolo degli apporti energetici, smontaggio al termine dell'esibizione. Il rivestimento in pannelli di GRC del sinuoso percorso iniziale è stato disegnato, prodotto e costruito tramite l'integrazione di un modello sviluppato in Rhinoceros, poi implementato con software BIM per definire la consequenzialità di montaggio e smontaggio di elementi diversi tra loro, cruciale in interventi a carattere temporaneo.

Questi lavori, differenti per tipologia, sono accomunati da una forte esigenza: quella del controllo della complessità nel tempo. I software parametrici e di programmazione ormai di uso comune hanno contribuito alla diffusione della cultura del progetto integrato, grazie a strumenti che nella maggior parte dei casi non richiedono la conoscenza di linguaggi di programmazione complessi.

Material Design Computation: ricerche di avanguardia

Assieme agli avanzamenti software, l'utilizzo di macchine a controllo numerico (CNC) e bracci robotici hanno aperto nuove frontiere di investigazione all'interno di quella che viene definita come materializzazione digitale. Grazie alla comunicazione bidirezionale tra informazione digitale e materiale, progetto

Operai scalatori impegnati nella costruzione del Golden Fish a Barcellona

Il sistema di rivestimento esterno in titanio e pietra calcarea del Museo Guggenheim di Bilbao

[Climbing workers in the construction of the Golden Fish in Barcelona](#)

[The external cladding system made of titanium and limestone in the Guggenheim Museum in Bilbao](#)

e fabbricazione tendono sempre più a coincidere all'interno di piattaforme di programmazione trasversali e all'interno dello stesso ambiente virtuale. In questo modo, a partire dalle prime fasi di progetto, possono essere integrate le caratteristiche di un sistema materiale. Il progettista può esplorare forme sintesi di modelli fisicamente accurati e costruibili, in cui comportamento del materiale e modalità di fabbricazione diventano forze attive che partecipano alla descrizione di nuove opportunità progettuali. La distanza tra morfogenesi e materializzazione viene così annullata. L'integrazione delle caratteristiche materiali all'interno dell'ambiente di modellazione consente al progettista di esplorare largamente delle opzioni progettuali che rimangono all'interno di un campo di costruibilità ed efficienza.

Questo approccio alla progettazione e fabbricazione ha dato vita a numerose sperimentazioni a scala internazionale su sistemi tettonici innovativi, spesso negli di istituti universitari dove vocazione alla ricerca e interazione tra diverse aree disciplinari sono una realtà. All'interno del Politecnico di Milano, ACTLAB (Architecture, Technology and Computation Laboratory) si occupa di ricercare, progettare e realizzare sistemi costruttivi multi-performativi attraverso processi integrati di progetto e manifattura digitale. Un concetto chiave di questa metodologia operativa è quello di *Form-Finding*, ereditato da Frei Otto e dalle avanguardie del XX secolo che fecero utilizzo di modelli fisici per sfruttare la capacità del materiale nel computare soluzioni efficienti, come avviene in natura.⁸

Questo approccio viene oggi implementato tramite algoritmi che permettono di studiare forme architettoniche efficienti attraverso la simulazione del comportamento fisico dei materiali. Il progetto *Unexpected Material Reality* (2013) nasce dall'estensione degli studi di Gaudí, Isler e Otto sulla catenaria e utilizza l'auto-organizzazione di una membrana sottoposta alla forza di gravità, sfruttando il principio per cui il materiale tende ad equilibrare gli sforzi tensionali. Il risultato è una struttura che, capovolta, lavora principalmente a compressione permettendo di coprire aree di svariati metri con una struttura leggera fatta di materiale corrugato dallo spessore di pochi millimetri. Il processo algoritmico permette di generare infinite variazioni formali e installare strutture analoghe in pochi giorni tramite il digital continuum tra ambiente di modellazione/simulazione e macchinari di taglio tangenziale a controllo numerico.

Il potenziale di computazione del materiale viene nuovamente studiato in *Weaving Enclosure* (2014), una ricerca che integra le proprietà emergenti della tecnica artigianale dell'intreccio e la sua trasposizione in architettura. Le caratteristiche del materiale intrecciato, il rattan, guidano il progetto. Algoritmi per la simulazione del comportamento fisico della curvatura elastica vengono utilizzati per prevedere l'organizzazione del rattan per la generazione di un sistema strutturale basato su flessione attiva e frizione, tipiche di un intreccio. La possibilità di esplorazione all'interno di un sistema fisicamente accurato ha permesso di sviluppare caratteristiche



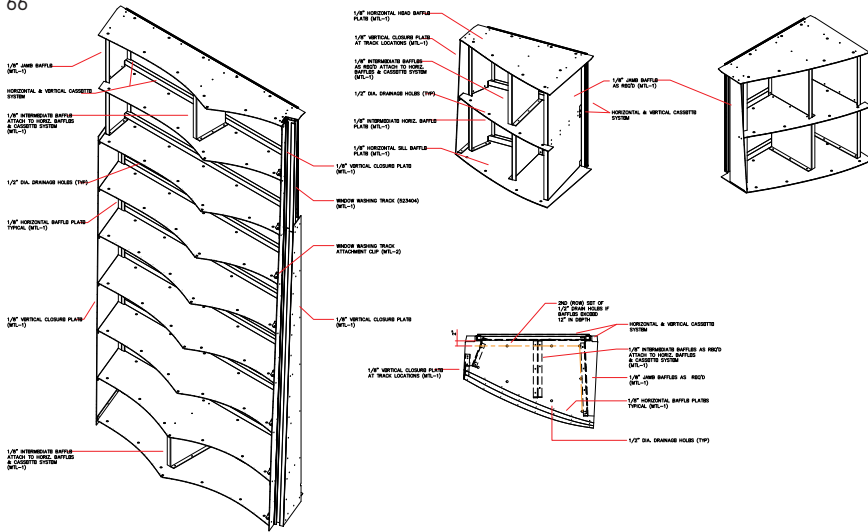
performative di filtraggio visivo e ombreggiamento. Il risultato è un sistema prototipo di partizione interna autoportante in grado di filtrare luce e organizzare funzioni, senza interrompere la comunicazione indiretta tra ambienti. Il sistema è inoltre un interessante esempio di negoziazione tra digitale e manuale, prodotto in parte da macchine a controllo numerico alimentate da un codice di fabbricazione che estende il ruolo digitale al materiale stesso. La materia informa il modello e il modello torna a informare la materia.

Una ulteriore area di investigazione di ACTLAB è quella dell'applicazione diretta della stampa tridimensionale in architettura. Con la manifattura additiva il progettista può controllare la definizione di ogni singolo voxel - l'unità materica minima che permette di unire materiale e geometria, chimica e fisica - dove prestazione e forma tendono a coincidere. Le potenzialità di questo approccio sono oggi in studio nel progetto *3D Printed Performative Prototypes* (2015), dove vengono studiate strutture e superfici con prestazione differenziali, prendendo spunto dalla natura,

in cui le risorse materiali sono limitate in numero e quantità e la differenziazione geometrica è una risorsa fondamentale alla base di ogni sistema performativo. Tramite algoritmi di ottimizzazione topologica viene studiato un involucro strutturale in cui *layout* e quantità materiche seguono le curve isostatiche degli sforzi. Il materiale viene quindi organizzato in modo locale a seconda delle condizioni formali e meccaniche specifiche, in un procedimento computazionale che ricorda il processo omeostatico che domina in modo dinamico l'organizzazione interna dei tessuti ossei.

Queste sperimentazioni permettono di immaginare e produrre sistemi tettonici innovativi dove materiale, forma e struttura si sviluppano in modo coerente. L'evoluzione dell'approccio computazionale ha aperto territori di ricerca e personalizzazione avanzata che superano la resilienza all'innovazione tipica di un settore conservativo come quello delle costruzioni. All'interno di una disciplina in forte evoluzione, le opportunità di ricerca diventano oggi una necessità.

66



The term 'computation', used for a long time in scientific sectors, indicates "processing information so that it can be manipulated mathematically."¹ Through this definition a clear differentiation arises between the simple calculation and the conscious application of mathematical tools used to reach a specific goal. In the last decade the diffusion of computational tools has widened the boundaries of architectural design, through the two key concepts of process and information, which have offered to architects a deeper control of increasingly complex projects. Meanwhile, the advancement in digital fabrication has caused a rapid progress towards new manufacturing scenarios of a high precision and personalization capacity. Emerging techniques and methods in the fields of design and construction are contributing to a disciplinary revolution due to the progressive convergence of computation and materialization.²

Computing complexity: the early approaches

The first signs of the influence of computation in architecture dates back to the early 70's

with the visionary contribution of Jan Kaplicky, followed, in the 90's, by the theoretical studies of Greg Lynn³ and the work of the first architect able to apply computation in built architecture - Frank Gehry - whose architectural forms required a digital approach to the issue of complex construction. The use of advanced modeling software played, since the very beginning, a fundamental role in changing the idea of architectural form through two main, and partially parallel, lines of investigation. The first one focused on curvilinear geometries and continuous surfaces, as implicit mathematical expression of the use of NURBS softwares and subdivision surfaces (SubD). The second one, concentrated on morphogenetic studies with experiments based on generative algorithms and used explicitly as a means to design architecture through the emulation of the emergent behaviors of biological systems.⁴ The results of this approach, which often cannot be considered as fully developed architectural solutions, actually represent design experiments on the management of information and complex data. Both approaches soon clashed with the prob-

Schema di assemblaggio dei moduli
di facciata della Beekman Tower

Assembly scheme of the facade
modules in the Beekman Tower

lem of materialization of complex shapes, technical feasibility and economic estimation. The crucial point of the correspondence between original idea and construction questioned the role of computational processes for architectural design. Architects quickly realized how parametric logic and algorithmic programming could be not only a device for formal investigation, but also a geometric and mathematical lattice on which the project can be based.

The *Golden Fish* (1992) by Frank Gehry in Barcelona is recognized as the first example of advanced modeling techniques used in the field of construction. The urban monument (56 m long, 40 m wide, 45 m high) is one of the largest sculptures in the world. Positioned within the Olympic village, it is constituted by a complex structural framework clad with stainless steel electro-colored strips which are woven together. The complex shape was first modeled with Maya and subsequently its external and internal structure has been optimized with CATIA, a software developed by aeronautical Dassault Systems in collaboration with IBM.⁵ Permasteelisa, an Italian company with innovative knowledge and the capacity to develop the production of the complex geometries of the cladding, implemented a revolutionary three-dimensional process, allowing the translation of Gehry's physical models to the actual production of building components. This first computational construction appeared to be the forerunner to a series of projects of increasing complexity, including the *Walt Disney Concert Hall* in Los Angeles

(2003), marking the evolution of an approach previously adopted in the iconic *Guggenheim Museum* in Bilbao (1997). The design of the external envelope of the Concert Hall was pre-rationalized by using a modelling software with and adopting ruled surfaces. In this way, the digital model integrates key information for the materialization of its complex geometry. The 6,100 stainless steel cladding panels of variable curvature were manufactured directly from vectorial paths extracted from the virtual model, and transmitted to the machines without the use of any additional shop drawing. A production constraint becomes a design parameter, drawing a first ring towards the establishment of a *digital chain*.

Process, Information, Construction: the contemporary scenario

Around the 2000, once the potential of the associative approach to the question of architectural design have been understood, the software Revit was developed as the first attempt to customize a parametric software for the construction industry. The intent was to shift the focus of designers from shape to information, making the project numerically quantifiable and editable. Through the creation of three-dimensional parametric models it could then be possible to design and document architecture, including geometric and non-geometric data towards the construction.⁶ In difference with CATIA, parametric equations were hidden, and this software typology was later redefined as *Building Information Modeling* (BIM), had

Particolare di un pannello in GRC nel padiglione degli Emirati Arabi Uniti a Expo 2015 (Foster and Partners)

Particolare della stampa tridimensionale di una colonna in cemento (ACTLAB, WASProject)

Close up view of a GRC panel in the United Arab Emirates pavilion in EXPO 2015 (Foster and Partners)

Texture of a three dimensional printed concrete column (ACTLAB, WASProject)

an emphasis on information management. Today, through this paradigm, architectural design is based on the exchange of information which allow the interaction among various professionals who can collaborate on the realization of a building. After all, it is the Latin etymology of "compute", literally "count together", which suggests a collaborative process to the materialization of the project. The computational capacity extends beyond the limits of geometric complexity: design, construction and management of a project are described within a process which combines both digital and material information. The *Beekman Tower* by Gehry in New York (2014), a residential building of 76 floors, for a total of 265 meters in height, represents an emblematic example of this approach. The project is characterized by a dimpled skin cells realized in stainless steel, supported by a secondary frame connected to the curtain wall.

The complexity of the project required a BIM coordination due to the intensive exchange of information and due to the management of the cooperation of operators, manufacturing machinery and complex data. The surfaces describing the facade system have been developed in Digital Project-CATIA, SolidWorks and Excel were implemented in order to engineer components and assembly, while a specific software interface was employed for the simulation of the processing paths of a 5-axis CNC milling machine. The project represents a successful experience of a data-driven design process which allowed to efficiently manage com-

petences, budget and timing of construction for a total of six years of work.⁷

Another case of realization of complex shapes through the use of an integrated design process is the *UAE Pavilion for Expo 2015*, by Foster and Partners. In this case, the project has been contracted and built in less than nine months. The development system of all the supplies, the verification of the technical requirements and the guarantee of the construction schedule was achieved through the integration of different pieces of software used for different objectives, such as structural analysis, energy simulations, dismantling of the pavilion. The sinuous entrance path made by GRC cladding panels has been designed, manufactured and constructed with the integration of a model developed in Rhinoceros, subsequently implemented with BIM software to define the consequential assembly and disassembly of different items, which is crucial for temporary interventions. These works, different in typology, are brought together by the strong need to control complexity over time. Parametric and programming software is now widely used and contributes to the diffusion of a novel culture of integrated design, as a result of the implementation of tools which in most cases do not require the knowledge of complex programming languages.

Material Design Computation: experimental researches

Along with software advancements, the use of computer numerically controlled machines (CNC) and robotic arms have opened new



frontiers of investigation within the field which has been defined as digital materialization. Thanks to the bi-directional communication between digital information and material, design and fabrication tend to increasingly coincide, sharing common programming platforms and virtual environment. In this way, starting from the early stages of the project, the characteristics of a specific material system can be integrated. The designer can explore forms which are the synthesis of physically accurate and constructible models, in which the behavior of the material and method of fabrication become active forces which contribute to the characterization of new project opportunities. In this way, the gap between morphogenesis and materialization can be canceled. The integration of material characteristics within the modeling environment allows designers to vastly explore the design options that remain within a field of constructability and efficiency.

This novel approach to design and manufacturing has resulted in numerous experiments on innovative tectonic systems, developed often in the university environment where the vocation for research and interaction between different fields is real. Within the university of Politecnico di Milano, ACT-LAB (Architecture, Technology and Com-

putation Laboratory) is involved in the research, design and realization of multi-performative construction systems through the application of integrated processes of design and digital manufacturing.

A key concept in this operative methodology is the one of *Form-Finding*, inherited by Frei Otto and other avant-garde architects of the twentieth century who made use of physical models in order to explore the material capacity to compute efficient solutions, as in natural systems.⁸ This approach is now being implemented through algorithms which allow the study of efficient architectural forms based on the simulation of the physical behaviour of the material. The project *Unexpected Matereality* (2013) is inspired by the studies of Gaudí, Isler and Otto on the catenary curve and implements the process of formal self-organization of a membrane subjected to the force of gravity, which follows the principle of equilibration of the tensile stresses in the material. The result is a structure, which inverted, acts closely to pure compression and allows the spanning of large areas with the use of light-weight shells made of only few millimeters-thick corrugated material. The algorithmic process permits the generation of infinite formal variations and the installation of similar structures in short periods of time through

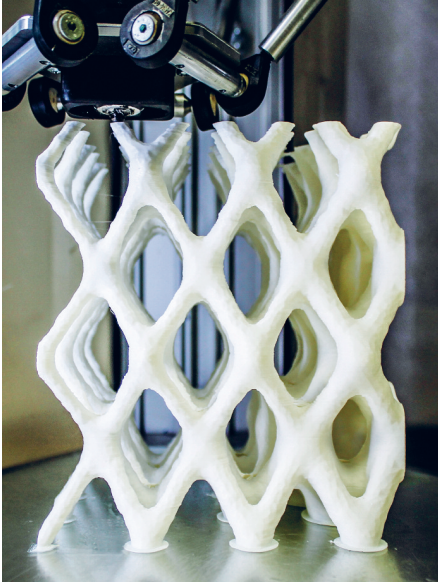


the digital continuum between the modeling/simulation environment and Computer Numerical Control (CNC) machines.

The potential of material computing is also investigated in *Weaving Enclosure* (2014), a research which integrates the emergent properties of the craft technique of weaving and its transposition in architecture. The inherent characteristics of the weaving material - rattan - guide the entire project. Algorithms for the simulation of the physical behavior of the elastic curvature have been used in order to predict the organization of the rattan for the generation of a structural system based on active bending and friction, typical of the weaving technique. The possibility to explore within a physically accurate system enabled the development of performative characteristics like visual filtering and shading. The final result is a prototype system of a self-standing internal enclosure which is able to filter the light and to organize functions, allowing the indirect communication

between environments. The system is also an interesting example of negotiation between digital and manual, produced in part by numerical control machines powered by a fabrication code which extends the digital role to the material itself. Matter informs the model and the model informs matter.

Another research developed by ACTLAB is the direct application of three-dimensional printing in architecture. With additive manufacturing the designer controls the definition of each single voxel - the minimal unit of matter which allows the immediate connection between material and geometry, and between chemistry and physics - where performance and shape tend to coincide. The potentialities of this approach are currently being explored within the project *3D Printed Performing Prototypes* (2015), where surfaces and structures with differential performances have been studied, taking an inspiration from nature, in which material resources are limited in quantity and variety, and geo-



La struttura a catenaria nel padiglione UnExpected MateReality 2013 (ACTLAB, Politecnico di Milano)

Microstruttura differenziale per un prototipo di involucro, stampato con tecnica a deposizione fusa (ACTLAB, Politecnico di Milano)

[The catenary structure of the UnExpected MateReality 2013 Pavilion \(ACTLAB, Politecnico di Milano\)](#)

[Differential microstructure for a skin prototype, printed with Fused Deposition Modeling technique \(ACTLAB, Politecnico di Milano\)](#)

metric differentiation plays a fundamental role for any performative system. Through the use of topology optimization algorithms, a structural skin has been studied as the quantity of the material and its layout follow the principal stress lines. In this way, the material is locally organized according to the formal conditions and the mechanic specifications through a computational process which reminds the process of homeostasis which determines in a dynamic way the internal organization of bone tissues.

All these experiments allow us to imagine and create innovative tectonic systems where material, form and structure are developed in a coherent manner. The evolution of the computational approach has opened new territories of research and advanced customization which supersedes the resilience to innovation typical for the conservative sector of building construction. Within a discipline currently in fast evolution, the opportunities of research become a necessity.

1 Wiktionary, "Computazione", <https://it.wiktionary.org/wiki/computazione> (July 05, 2015)

2 R.Naboni, I.Paoletti, *Advanced Customization in Architectural Design and Construction* (Dordrecht, Springer 2015)

3 Greg Lynn, *Folds, Bodies and Blobs: Collected Essays* (Brussels:La Lettre volleys, 1998); Greg Lynn, *Animated Form* (New York,: Princeton Architectural Press, 1997).

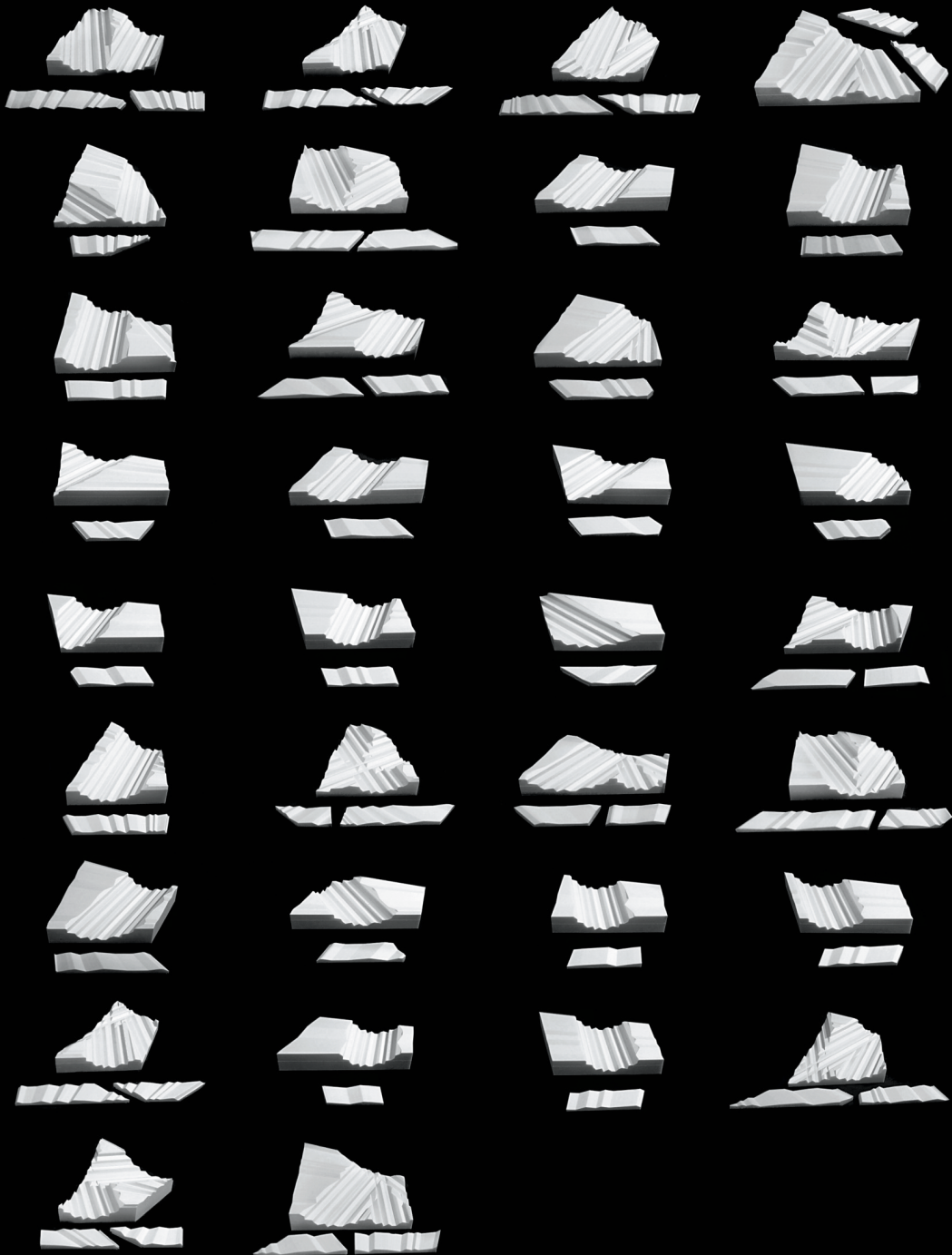
4 John Frazer, *Evolutionary Architecture*, London, Architectural Association, 1995.

5 Luca Caneparo, *Digital fabrication in architecture engineering and construction* (Dordrecht, Springer 2014)

6 Wikipedia, "Autodesk -Revit", https://en.wikipedia.org/wiki/Autodesk_Revit (July 05, 2015)

7 Nadine M. Post, "New York's Tallest Residential Tower Is Frank Gehry 'Demystified' ", *Engineering News Record* (McGraw-Hill, 2010)

8 Achim Menges, *Material Computation: Higher Integration in Morphogenetic Design*, 3.



Progettazione algoritmica e fabbricazione robotica

Algorithmic design and robotic fabrication

Pierpaolo Ruttico

INDEXLAB, Politecnico di Milano

Grazie ad una ritrovata consapevolezza nell'integrazione fra progetto, materia e processo costruttivo, e grazie a tecnologie digitali sempre più diffuse, si stanno delineando nuove prospettive per l'industria delle costruzioni e nuove opportunità per progettisti e system integrator.

I protagonisti di questo scenario sono robot industriali, bracci manipolatori che eseguono traiettorie programmate e lavorano qualsiasi materiale con precisione e velocità. Dieci anni di esperimenti di fabbricazione robotica e automazione applicata all'architettura stanno generando un potenziale estetico e funzionale che trasforma su larga scala la progettazione architettonica e la cultura del costruire. Tale potenziale emerge in modo chiaro quando gli elementi che compongono l'architettura generano dei pattern dove la variazione gioca un ruolo importante nel definire i gradienti di trasformazione, siano essi di forma, struttura o prestazione energetica. Grazie alla gestione della variazione tramite modelli matematici, è possibile generare strutture in cui il tutto rappresenta più della somma delle singole parti. Questo conduce a disegnare edifici ed oggetti con nuovi connotati espressivi; Ora si tratta di progettare sistemi produttivi competitivi nella realizzazione di elementi costantemente differenziati. L'aspetto di innovazione che la robotica può offrire all'architettura è

proprio la produzione seriale di elementi non-standard e al contempo personalizzati (la cosiddetta mass-customization), mediante tecniche di lavorazione e assemblaggio automatizzate. Il robot industriale, per sua natura flessibile e adattabile, può eseguire operazioni non ripetitive utilizzando diversi utensili (chiamati "end-effector"), può gestire compiti con estrema precisione e velocità e, grazie ai suoi sei o più gradi di libertà, permette lavorazioni e manipolazioni complesse e articolate. Le sperimentazioni condotte sfruttando le prestazioni dei robot e al contempo indagando le caratteristiche dei differenti materiali, generano un nuovo modo di concepire i processi e aprono nuovi metodi di progettazione, dove la forma non è arbitraria, ma legata al metodo di produzione. Il focus non è dunque tanto sul concepire forme "a priori", quanto sul definire delle regole, che mediante algoritmi governano processi costruttivi operati da robot.

Il contributo originale della ricerca universitaria negli ultimi dieci anni in tale ambito è l'invenzione di sistemi adattabili e flessibili, che facilitano la progettazione e il processo di produzione di componenti per la costruzione di edifici, che riuniscano le caratteristiche di produzione seriale e personalizzazione. L'obiettivo è quello di coniugare forma e performance nei differenti componenti utilizzando per proprietà intrinseche e per

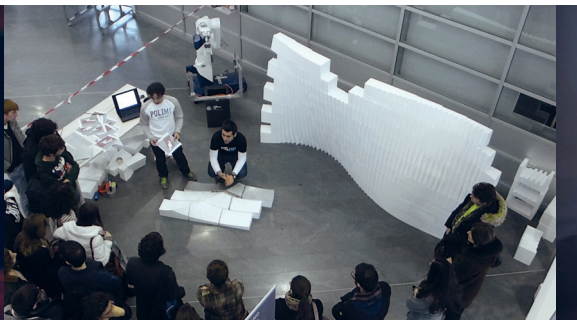
**FLOCK, 2010****Indexlab, Politecnico di Milano**

Sistema di elementi scatolari che formano strutture e rivestimenti a forma libera

- Cartone vegetale
- Taglio laser

Cellular aggregate system for free form structures and claddings

- Woodpulp cardboard
- Laser cutting

**FLAG, 2011-12****Indexlab, Politecnico di Milano**

Sistema di fabbricazione robotica per pannelli isolanti di rivestimento personalizzati

- Polistirene espanso
- Taglio robotico con filo a caldo

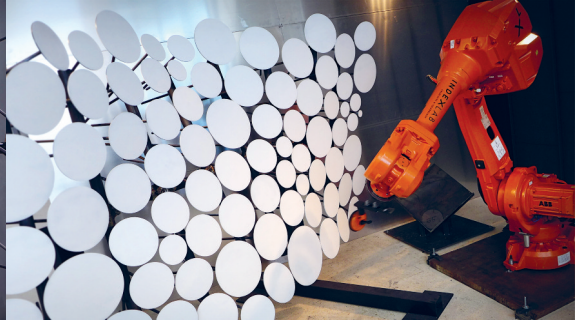
Robotic manufacturing system for mass customized insulated wall panels

- Expanded PolyStyrene
- Robotic hotwire cutting

efficienza reciproca diversi materiali: un procedimento d'ingegneria che utilizza la progettazione computazionale e che prefigura un ambiente costruito sostenibile, con un maggior grado di funzionalità e più integrazione tra il complesso dei manufatti e l'ambiente. Avendo a disposizione queste nuove tecniche di progettazione e produzione è possibile facilitare il processo creativo e realizzare architetture del tutto coerenti fra ideazione e costruzione.

Nella comunità scientifica, il nome Gramazio&Kohler è diventato sinonimo di robotica applicata all'architettura. All'ETH di Zurigo, Fabio Gramazio e Matthias Kohler fondano il primo laboratorio di fabbricazione digitale nel 2005 e da allora, con la loro ricerca, influenzano decine di università e centinaia di ricercatori. Diverse le sperimentazioni, dall'assemblaggio di moduli ripetitivi orientati seguendo pattern prestabiliti, all'utilizzo di materiali fluidi. Uno tra i primi teorici ed innovatori ad aver intuito le potenzialità

dei robot è Philippe Morel; il suo studio – EZCT, co-fondato insieme a Felix Agid e Jelle Feringa – è uno tra i primi uffici di architettura a dotarsi di un robot per la ricerca. Proprio con quel robot, Thibault Schwartz nel 2010 comincia a programmare il software di controllo HAL, che esce l'anno seguente e contribuisce alla diffusione dell'utilizzo dei robot da parte di architetti e designer. In contemporanea Sigrid Brell-Cokcan e Johannes Braumann fondano, inizialmente come spin off della TU Wien, "The international Association for Robots in Architecture", con l'obiettivo di costruire una rete tra laboratori di ricerca e diffondere la cultura della fabbricazione robotica; nel 2011 presentano KUKA!prc, un plug-in per Grasshopper, che per la prima volta consente il controllo dei robot direttamente in ambito CAD. Nello stesso periodo, in Olanda, Jelle Feringa fonda un laboratorio all'RDM campus di Rotterdam, nell'ambito di un dottorato alla TU Delft – Hyperbody lab. Significativo il suo contributo; nel 2012



MARBLE DELAUNAY, 2013
Indexlab, ABB, Nieder, MGI, T&D,
Politecnico di Milano

Sistema di assemblaggio robotico per strutture e rivestimenti a forma libera

- Acciaio, marmo
- Taglio robotico con fresa, posizionamento robotico, saldatura

Robotic assembly system for free form structures and claddings

- Steel, marble
- Robotic milling, robotic pick and place, welding

CIRCLE PACKING, 2013
Indexlab, ABB, Nieder

Sistema di assemblaggio robotico per strutture e rivestimenti a forma libera

- Acciaio
- Taglio laser, pick and place robotico, saldatura

Robotic assembly system for free form structures and claddings

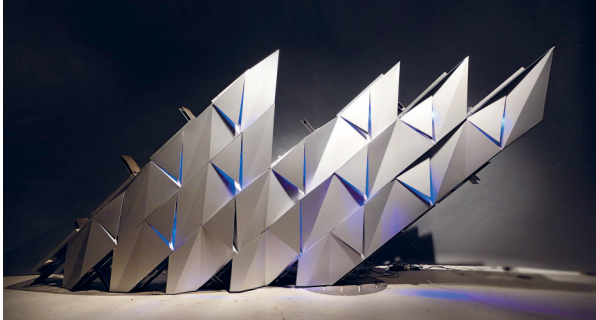
- Steel
- Laser cutting, robotic pick and place, welding

produce un'applicazione con filo diamantato per il taglio di cemento e marmo che l'anno successivo porta ad importanti sviluppi industriali. Il suo gruppo di ricerca è attualmente impegnato in esperimenti di stampa tridimensionale robotica del calcestruzzo.

Un altro riferimento importante nella comunità scientifica è Achim Menges, che dopo la proficua esperienza presso l'Architectural Association di Londra fonda nel 2008 l'Istituto di Computational Design di Stoccarda (ICD), dove il suo gruppo di ricerca ogni anno dal 2010 realizza un "research pavilion" con tecniche di progetto e di processo innovative, utilizzando diversi materiali (dal legno ai materiali compositi con fibre di carbonio) indagando le loro caratteristiche e potenzialità. Negli Stati Uniti la sperimentazione nasce e si sviluppa in modo analogo rispetto all'Europa, con continui confronti e contatti con i ricercatori europei. Diverse le occasioni di scambio e crescita reciproca attraverso convegni internazionali e wor-

kshop, come Smartgeometry, Advances in Architectural Geometry, Robarch, Fabricate, ACADIA.

La ricerca universitaria accoppiata a nuove tecnologie industriali in quest'ambito sta facendo nascere nuove aziende, dove si progetta e si fabbrica simultaneamente. Diverse le start-up emergenti, ciascuna impegnata a innovare i modi di produzione legati alla ripetizione seriale. In Svizzera, ad esempio, ROB Technologies si occupa di ingegnerizzare applicazioni non-standard per l'assemblaggio di blocchi in laterizio, elementi in legno, in ceramica; in Danimarca ODICO Formwork Robotics applica il taglio robotizzato di stampi per la produzione di elementi unici in calcestruzzo; in Inghilterra, ROBOFOLD sviluppa il tema della piega di fogli in alluminio. Si tratta di comunità impegnate a trovare nuove applicazioni, nuove interfacce e software di gestione. Gli ambiti di ricerca proposti e sviluppati da INDEXLAB al politecnico di Milano con il supporto del dipar-

**SHIVERS, 2012**

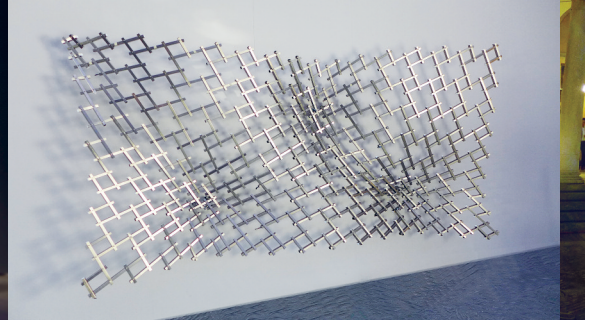
**Indexlab, Nieder, Ever Elettronica,
Della Cagnoletta, Politecnico di Milano**

Ottimizzazione facciate responsive per superfici in doppia curvatura

- Acciaio, alluminio
- Punzonatura e piega a controllo numerico

[Responsive facade optimization for double curved surfaces](#)

- Steel, aluminium
- CNC punching and bending

**RECIPROCAL FRAME, 2013**

Indexlab, BLM group

Sistema per l'ottimizzazione di strutture reciproche nello spazio tridimensionale

- Acciaio inossidabile
- Taglio tubo laser

[Reciprocal frame optimization system for spatial structures](#)

- Stainless steel
- Laser tube cutting

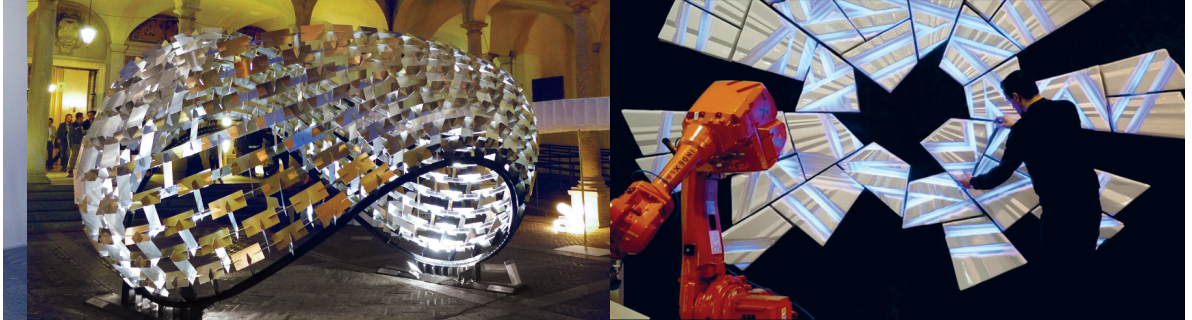
timento di ingegneria meccanica e del dipartimento di architettura e ingegneria dell'ambiente costruito, insieme al contributo di aziende private, è parte di questa comunità scientifico-operativa e contribuisce attivamente all'avanzamento di questa ricerca. Apportiamo contributi originali a partire dagli esperimenti presentati ad *Advances in Architectural Geometry 2012* - "Bitmap-driven parametric wall for robotic fabrication". Grazie all'interesse e al supporto di aziende partner, progettiamo sistemi costruttivi avanzati e in laboratorio realizziamo mock-up e installazioni per nuovi prodotti, sperimentando processi produttivi flessibili e automatizzati, competitivi rispetto agli attuali metodi di fabbricazione. L'assemblaggio robotico per strutture e rivestimenti a forma libera tramite posizionamento robotico di pannelli piani differenziati a fissaggio adattabile è un degli esempi; di rilievo è anche il sistema che genera nuove applicazioni tramite processi di produzione robotica di stampi

ricongrifiabili unitamente a processi di termoformatura.

Inventare nuove logiche di produzione e risalire a corrispondenti logiche di progetto permetterà di diffondere sempre più la consapevolezza di un "fare digitale".

[Thanks to the growing awareness of the integration of design, material and production process, and thanks to increasingly widespread digital technologies, new perspectives for the construction industry and new opportunities for designers and system integrators are emerging.](#)

[The key players on this scenario are industrial robots, manipulators that move along programmed paths and process any material with precision and speed. After ten years of research into robotic fabrication and automation in the field of architecture, the aesthetic and functional potential generated is transforming architectural design and construction culture on the grand scale. This](#)

**SWARM, 2014**

Indexlab, ABB, Nieder

Sistema di schermature reciproche per superfici in doppia curvatura

- Alluminio
- Taglio laser

Reciprocal shading system for double curved surfaces

- Aluminium
- Laser cutting

BREAKING THROUGH, 2014

Indexlab, ABB, Formech, Politecnico di Milano

Sistema di produzione rapida di stampi per elementi personalizzati

- Polistirene, polimero HIPS
- Taglio robotico con filo a caldo, termoformatura

Rapid mold manufacturing system for mass-customized elements

- PolyStyrene, HIPS polymer
- Robotic hotwire cutting, thermoforming

potential emerges clearly when the elements that make up architecture generate patterns where variation plays an important role in defining gradients of transformation, whether it be of shape, structure or performance in the energy field. Thanks to the use of mathematical models to manage variations, it is possible to generate structures in which the whole is more than the sum of the individual parts. This leads to design of buildings and objects that vaunt new expressive connotations, so the time has now come to design competitive production systems for delivering consistently differentiated elements. The cutting-edge aspect of robotics applicable to architecture is the serial production of non-standard, bespoke elements – known as mass customization – using automated processing and assembly techniques. The industrial robot is flexible and adaptable by nature, and can perform repetitive operations using different tools (called end-effectors), managing tasks with extreme precision and speed; a

range of action of at least six degrees means it can perform complex, manifold manipulations and manufacturing processes. The experiments conducted make best use of robot performance while investigating the characteristics of different materials, evolving a new way of conceiving the processes and opening up new design methods, where form is not arbitrary, but linked to the production method. The focus is not so much on designing forms a priori, as on defining rules that use algorithms to govern construction processes operated by robots. The fundamental contribution in this area, deriving from university research over the past decade, was the invention of adaptive and flexible systems that facilitate the design and the manufacturing process of components used in building construction, combining serial production with personalization. The goal is to combine form and performance in different components using the intrinsic properties and mutual efficiency of different

materials: an engineering process that uses computational design and heralds a sustainable built environment, with a greater degree of functionality and integration between the products and the environment. These new design and production techniques can expedite the creative process and produce architectures that are totally coherent for concept and construction.

In the scientific community, Gramazio & Kohler is a name synonymous with robotics applied to architecture. At ETH Zurich, Fabio Gramazio and Matthias Kohler founded the first digital fabrication laboratory in 2005. Their research has influenced dozens of universities and hundreds of researchers, and they have pursued several experiments, from oriented repetitive module assembly following predefined patterns to the use of fluid materials. Philippe Morel was one of the first theorists and innovators to have sensed the potential of robots and his EZCT architecture firm, co-founded with Felix Agid and Jelle Feringa, was a pioneer in applying robots to research. In 2010, it was precisely at EZCT that Thibault Schwartz began to write HAL control software. The next year the software was launched and contributed to the growing use of robots by architects and designers. At the same time Sigrid Brell-Cokcan and Johannes Braumann founded what was initially a TU Wien spinoff: the International Association for Robots in Architecture. The goal was to build a network of research laboratories and spread the culture of robotic fabrication. In 2011 they released KUKA^lprc, a plug-in for Grasshopper, which enabled robot control directly within CAD for the first time. During the same period, Jelle Feringa founded a lab-

oratory in the Netherlands at Rotterdam's RDM campus, as part of a PhD project at the TU Delft – Hyperbody lab. Its contributions were significant: in 2012 he produced an application with diamond wire for cutting concrete and marble, and the following year this led to important developments. His research team is currently engaged in trials of robotic three-dimensional printing of concrete.

Another important reference in the scientific community is Achim Menges, whose successful experience at the London Architectural Association was followed, in 2008, by the foundation of the Stuttgart Institute of Computational Design (ICD). Here, each year since 2010, his research team has created a research pavilion using state-of-the-art design and process techniques, and different materials (from wood to composite materials with carbon fibre), exploring their characteristics and potential.

In the United States testing began and developed in the same way as in Europe, with constant contact and swapping of information with European researchers. There were, and there still are, various opportunities for exchange and mutual growth through international conferences and workshops, such as Smartgeometry, Advances in Architectural Geometry, Robarch, Fabricate, and ACADIA. Academic research coupled with new industrial technologies in this area is spawning new companies, where design and fabrication occur simultaneously. There are several emerging start-ups committed to innovating production methods for serial repetition. In Switzerland, for example, ROB Technologies deals with engineering of non-standard applications for the assembly of brick blocks,

wood and ceramic elements; in Denmark, ODICO Formwork Robotics applies robotic cutting to moulds for production of individual concrete elements; in the UK, ROBOFOLD is involved in folding of aluminium sheet. These are communities committed to seeking new applications, new interfaces and management software. The scope of research proposed and developed by INDEXLAB at Milan Polytechnic, with support of the departments of mechanical engineering and of architecture, built environment and construction engineering, together with the contribution of private companies, is part of this scientific-operational community and actively contributes to the advancement of this research. We have been making original contributions from the time of experiments presented at Advances in Architectural Geometry 2012 'Bitmap-driven parametric wall for robotic fabrication'. Thanks to the interest and support of partner companies, we design cutting-edge construction systems and in the laboratory we produce mock-ups and installations for new products, pioneering flexible and automated production processes which are more competitive than current manufacturing methods. Robotic assembly for free-form structures and claddings using robotic placement of differentiated flat panels with adaptive attachment is just one example. Equally significant is the system that generates new applications using robotic reconfigurable mould production processes along with thermoforming processes. Inventing new production approaches and delving into corresponding design approaches allows us to raise awareness of a "doing it the digital way".

Robots in Architecture - Vienna, Austria. **Vienna University of Technology** - Vienna, Austria. **Graz University of Technology** - Graz, Austria. **EZCT Architecture & Design Research** - Paris, France. **Responsive Design Studio / Cologne University of Applied Sciences** - Cologne, Germany. **University of Stuttgart, Institute of Computational Design** - Stuttgart, Germany. **Hyperbody Robotics Lab** - Rotterdam, Netherlands. **Snøhetta** - Oslo, Norway. **ETH Zurich, Architektur und Digitale Fabrikation** - Zurich, Switzerland. **American University of Sharjah** - Sharjah, UAE. **Robofold** - London, UK. **Guy Martin Design** - California, USA. **Harvard University** - Massachusetts, USA. **Massachusetts Institute of Technology** - Massachusetts, USA. **University of Michigan** - USA, Michigan. **McGill University** - Quebec, Canada. **IaaC** - Barcelona, Spain. **Radlab Inc.** - Massachusetts, USA. **SCI-Arc** - California, USA. **Carnegie Mellon University** - Pennsylvania, USA. **R MAS E Arquitectos** - Temascalcingo, Mexico City. **Indexlab, Politecnico di Milano** - Milan, Italy. **DL Robotics** - Sao Paulo, Brazil. **RMIT** - Melbourne, Australia. **Greys Shed** - Princeton, USA. **Universidad Técnica Federico Santa María** - Valparaíso, Chile. **University of Sydney** - Sydney, Australia. **University of Virginia** - Charlottesville, USA. **Archi-Union** - Shanghai, China. **Conrad Shawcross** - London, UK. **Universidad Adolfo Ibáñez / FabLab Chile** - Santiago, Chile. **Bot and Dolly** - San Francisco, USA. **University of Innsbruck** - Innsbruck, Austria. **Blueberry Studio** - London, UK. **New York City College of Technology** - New York, USA. **Kent State University** - Kent, USA. **UCLA** - Los Angeles, USA. **Cardiff University** - Cardiff, UK. **DigitalCraft** - Guiyang City, China. **Bezalel Academy of Arts and Design** - Jerusalem, Israel. **Artis Engineering** - Berlin, Germany. **idz arhitectura** - Bucharest, Romania. **Texas Tech University** - Lubbock, USA. **Bond University, Abedian School of Architecture** - Gold Coast, Australia. **Charles Aweida** - San Francisco, USA. **Kinetica** - Santa Catarina, Mexico. **Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau** - Biel, Switzerland. **MoCoPolis** - Warsaw, Poland. **University for Applied Arts Vienna - Institute of Art & Technology** - Vienna, Austria. **University of Porto - Digital Fabrication Lab / FAUP** - Porto, Portugal. **Ball State University** - Muncie, USA. **London South Bank University** - London, UK. **NETME Centre** - Brno, CZ. **Monash University** - Melbourne, Australia. **Universidad Iberoamericana Puebla** - Puebla, Mexico. **University of Novi Sad** - Novi Sad, Serbia. **Pratt Institut** - New York, USA. **Studio Kimiis** - Toronto, Canada. **Neoset Designs Inc.** - New York, USA. **University of Tasmania** - Hobart, Australia. **University of Arkansas** - Arkansas, USA. **Branch Technology** - Tennessee, USA.

I ricercatori organizzati nelle reti di università e aziende – impegnate dal 2005 nella ricerca di applicazioni robotiche – sono oggi maggiormente collegati e in crescita esponenziale

Researchers organized in networks of universities and companies (working with robotic applications since 2005) are now more connected and enjoying exponential growth



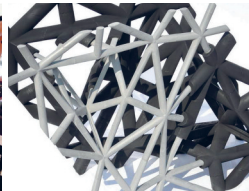
1 GRAMAZIO KOHLER RESEARCH
Fabio Gramazio, Matthias Kohler



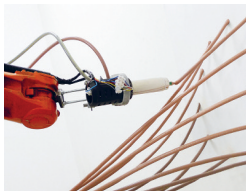
2 ROBOFOLD
Gregory Epps



3 ICD - Achim Menges
ITKE - Jan Knipper



4 DIGITAL KNOWLEDGE - EZCT
Philippe Morel



9 MATAERIAL
Saša Joki, Petr Novikov



10 SCI-ARC
Peter Testa - Devyn Weiser



11 INDEXLAB
Pierpaolo Ruttico



12 COOPHIMMELB(L)AU
Wolf.D.Prix & Modern Steel Construction



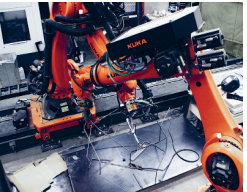
5 HAL ROBOTICS
Thibault Schwartz



6 ODICO - EZCT
Jelle Feringa



7 ROBOTS IN ARCHITECTURE
Sigrid Brell-Cokcan,
Johannes Braumann



8 MATTERDESIGN
Wes McGee, Brandon Clifford



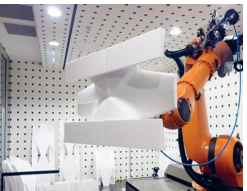
13 MEDIATED MATTER
Neri Oxman



14 DESIGN ROBOTICS GROUP
Martin Bechthold



15 BOT&DOLLY



16 RMIT



CineFiat vs. CineOlivetti

Alberto Saibene

Non sappiamo se Adriano Olivetti fosse presente all'inaugurazione del Lingotto, avvenuta alla presenza di Vittorio Emanuele III nel 1922. Era allora uno studente di ingegneria del Politecnico di Torino che aveva assistito al 'biennio rosso' e all'avvento del fascismo. Sappiamo però che tre anni più tardi, nell'autunno 1925, era a Detroit per visitare in dettaglio gli stabilimenti della Ford e la mitica catena di montaggio del modello T. La catena di montaggio è il simbolo della modernità compiuta e, attorno a essa, si sviluppano per la prima metà del XX secolo tutti i ragionamenti tecnici, filosofici e industriali sul rapporto tra uomo e macchina. Taylor e Bedaux, Gramsci e Simone Weil, ma la memoria dei suoi effetti è affidata a *Tempi moderni* (1936) di Charlie Chaplin.

Torino e Ivrea distano circa 50 km, ma negli anni '50 rappresentarono due modelli industriali agli antipodi: da una parte la fabbrica 'general caserma' di Vittorio Valletta, dall'altra l'esperimento sociale di Adriano Olivetti. A testimoniare le due diverse realtà ci sono rimasti due esempi di cinema industriale: il CineFiat (nato nel 1952) e i documentari che la Olivetti produsse dalla fine degli anni '40. Entrambe le esperienze si concludono attorno al 1990, quando la trasmissione di un'ideologia e di una pedagogia non era più all'ordine del giorno e le forme di comunicazione passavano ormai quasi esclusiva-

mente attraverso la televisione e quindi le agenzie pubblicitarie specializzate.

I CineFiat sono quasi esclusivamente dedicati a illustrare e magnificare l'eccellenza del prodotto, l'automobile, che in quegli anni stava diventando alla portata di tutti. Bisogna aspettare il 1973, con *Quel primo giorno in fabbrica*, perché l'azienda di Torino presti attenzione al welfare interno, con un finale in cui operai vecchi e nuovi, del sud e del nord, si affratellano nel nome della Juventus del pugliese Causio e del siciliano Anastasi. Costante è invece l'attenzione dei documentari Olivetti alla qualità della vita degli operai, con forme di pedagogia partecipata.

Uno degli ultimi discorsi di Adriano Olivetti, nell'autunno del 1959, fu dedicato alle speranze e alle possibilità dell'elettronica. Adriano muore nel febbraio 1960 e non farà tempo a vedere *Elea classe 9000* (1960), il documentario aziendale che Nelo Risi dedica al primo computer mainframe, ma il suo messaggio è ripetuto con chiarezza: l'elettronica non sostituisce il lavoro dell'uomo ma ne allevia la fatica e la ripetitività dei gesti. Per illustrare l'astrattezza dell'elettronica si ricorre alla grafica di Giovanni Pintori e alla colonna sonora di Luciano Berio.

Gli anni sessanta sono dedicati nei CineFiat all'illustrazione della razionalizzazione dei processi di produzione (*Tolleranza zero*, 1961 e *Linea di carrozzeria*, 1966); più ambiziosi i

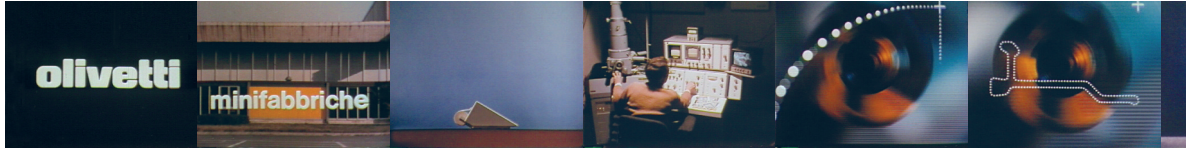
documentari olivettiani – l'azienda di Ivrea produce nel 1965, con la P101, il primo PC da tavolo al mondo – che documentano soprattutto gli effetti dell'informatica nell'organizzazione della vita aziendale. Esempiare in questo senso *La macchina del tempo* (1968) di Antonella Branca con testo di Furio Colombo, per le ricadute sulla società che l'introduzione dei terminali provoca. Più timidamente accennato è il tema delle "macchine che costruiscono macchine", ad esempio in *Auctor* (1968) di Aristide Bosio, che è il più interno dei registi 'olivettiani', con un testo di Franco Fortini (che commenterà anche i CineFiat, pur se un po' di nascosto rispetto all'impegno 'militante'), che batte sul fatto che le macchine sono al servizio dell'uomo, che resterà sempre indispensabile (si veda in questo senso anche, *Processo di montaggio*, 1972, sempre dello stesso Bosio, che è un inno alla necessità della mano dell'uomo come *primum movens*).

Gli anni settanta si aprono con due film olivettiani decisamente sperimentali: *Cosmotronic* (1970) di Adolfo Fogli, ma col decisivo apporto del grafico aziendale Egidio Bonfante, in cui i possibili campi di applicazioni dell'informatica sono resi con sequenze fotografiche quasi psichedeliche e *Macchina cerca forma* (1970) di Massimo Magrì, nato come esperimento di "design visuale" da parte di Ettore Sottsass. La questione centrale però, una

nuova forma di organizzazione del lavoro che superi la catena di montaggio, è affrontato in *Minifabbriche* (1975) di Bosio, con la collaborazione di Francesco Novara, psicologo di fabbrica, il cui simbolo è l'esplosione di un calcolatore Logos, costituito da zollette di zucchero e i cui frammenti si riassemblano in forma di silhouette umana. È l'illustrazione delle UMI, Unità di Montaggio Integrate, che vanno appunto a sostituire la catena di montaggio.

In realtà la strada è verso l'automazione completa, come mostrano alcuni CineFiat come *Robogate* (1978), *Automazione grandi presse* (1979), *Speciale ricerca* (1981), *Lo stabilimento di Cassino* (1984). Tutti questi documentari si premurano di far sapere che, pur nella continua evoluzione della tecnologia, il ruolo dell'uomo non è sostituibile, ma le immagini stridono con il rassicurante commento.

Una conclusione del percorso è *Computers by Computer* (1985) di Antonello Branca, che descrive la linea di produzione del M24, completamente automatizzata, che è in fondo anche un atto di morte del cinema industriale: raccontare il lavoro senza l'uomo è una sfida troppo difficile per registi cresciuti in un'epoca predigitale.



We don't know whether Adriano Olivetti was there when the Lingotto was opened in 1922, in the presence of Vittorio Emanuele III himself. Back then, he was just an engineering student at the Politecnico di Torino who had witnessed the 'Biennio Rosso' and the advent of fascism. What we do know is that three years later, in autumn 1925, he was in Detroit to visit the Ford factory and the legendary Model T assembly line. Assembly lines were a symbol of accomplished modernity and the centre of most technical, philosophical and industrial debates on the relationship between humans and machines in the first half of the twentieth century. Leading personalities included Taylor and Bedaux, Gramsci and Simone Weil, while Charlie Chaplin's *Modern Times* (1936) left us the memory of their impact.

Turin and Ivrea are about 50 km apart, but in the 1950s they promoted two opposite industrial models: on the one hand, Vittorio Valletta's 'military' factory, on the other, Adriano Olivetti's social experiment. Two examples of industrial cinema provide evidence of these two different experiences: CineFiat (created in 1952) and the documentaries produced by Olivetti from the late 40s. Both experiences ended around 1990, when the transmission of ideologies and educational approaches was no longer a common practice and communication started to rely almost

exclusively on television and specialised advertising agencies.

CineFiat films were all about showing and emphasising the excellence of Fiat products - i.e. cars - that were becoming accessible to everyone in those years. It not until 1973 that the Turin-based company started to pay attention to internal welfare with the documentary *Quel primo giorno in fabbrica*, which ended with old and new workers, from the south and the north of Italy, uniting under the flag of the Juventus team back in the time of Causio and Anastasi. On the other hand, Olivetti documentaries devoted constant attention to workers' quality of life with forms of shared education.

One of Adriano Olivetti's last speeches, in autumn 1959, was about the hopes and opportunities of electronics. Adriano died in February 1960 and he didn't live to see *Elea classe 9000* (1960), the company documentary created by Nelo Risi on the first mainframe computer, but his message was repeated clearly: electronics does not replace human work, but relieves fatigue and repetitive motions. To explain the abstract nature of electronics, they used animated cartoons, graphic art by Giovanni Pintori and a soundtrack by Luciano Berio.

In the 1960s, CineFiat films focused on the rationalisation of production processes (*Tolleranza zero*, 1961 and *Linea di carrozzeria*, 1966);

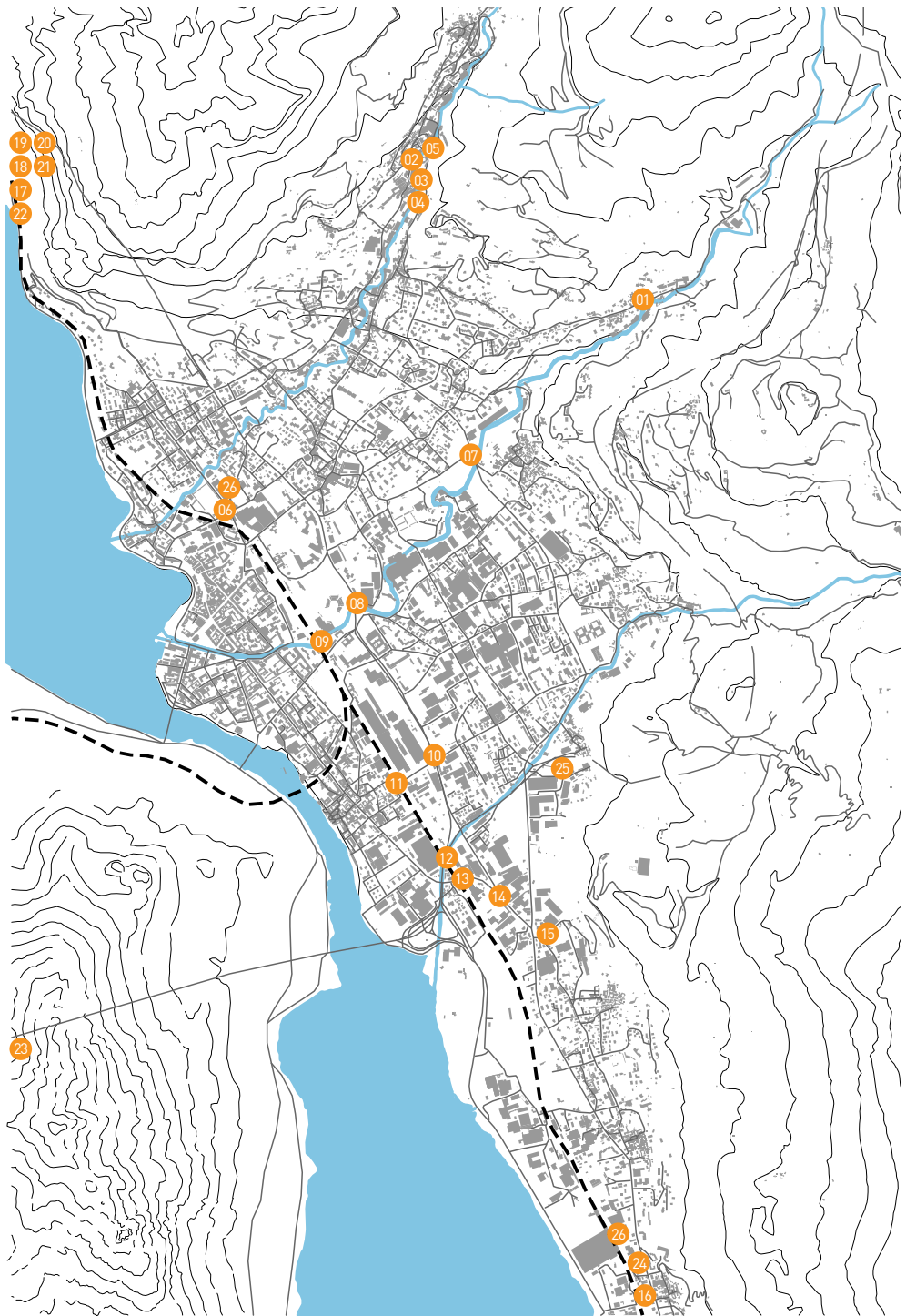


Olivetti documentaries were more ambitious (in 1965, the Ivrea-based company launched the first desktop PC with its P101) and documented the impact of information technology on the organisation of corporate life. An example of this is *La macchina del tempo* (1968), produced by Antonella Branca and written by Furio Colombo, which also addressed the impact that the introduction of terminals had on society. The theme of “machines that build machines” was mentioned only in passing, for example in *Auctor* (1968) by Aristide Bosio (the most involved of Olivetti’s directors), written by Franco Fortini (who also commented on CineFiat films, albeit only briefly compared to his ‘activist’ commitment); this documentary insisted on the fact that machines are designed to serve men, who will always play an essential role (in this regard, see also *Processo di montaggio*, 1972, again by Bosio, which emphasised the need for human hands as prime movers). The 1970s began with two experimental films released by Olivetti: *Cosmotronic* (1970), produced by Adolfo Fogli with the crucial contribution of the company’s graphic designer Egidio Bonfante, which portrayed the possible fields of application of information technology with near-psychedelic photographic sequences; *Macchina cerca forma* (1970) by Massimo Magri, initially created as an experiment in “visual design” by Ettore

Sottsass. However, the key issue – i.e. a new form of work organisation that went beyond assembly lines – was addressed in *Minifabbriche* (1975) by Bosio, with the collaboration of Francesco Novara, factory psychologist; the most iconic symbol of this was an exploding Logos computer, made up of sugar cubes that came back together to form a human silhouette. It was a presentation of the new UMI (Unità di Montaggio Integrate, or integrated assembly units), which were supposed to replace assembly lines.

In fact, companies were heading towards full automation, as shown by some CineFiat films including *Robogate* (1978), *Automazione grandi presse* (1979), *Speciale ricerca* (1981), *Lo stabilimento di Cassino* (1984). All these documentaries tend to stress the fact that, despite the constant evolution of technology, the role of humans could not be replaced, but the images shown clashed with the reassuring comments in the background.

This series of film productions ended with *Computers by Computer* (1985) by Antonello Branca, which described the fully automated production line for the M24 model, which basically marked the death of industrial cinema: describing work without humans was too hard of a challenge for film directors who grew up in a pre-digital era.



Acqua_montagna_fabbrica

Marco Introini

Questa mostra è il completamento di una campagna di riprese fotografiche di Lecco che riguardano in particolare il suo mondo industriale e focalizzano il rapporto fra manifattura, città e luogo naturale. Realizzate ad hoc per "Digital Takes Command" le fotografie esposte intendono indicare la tensione fra la produzione manifatturiera abbandonata e la trasformazione industriale in corso indirizzata all'innovazione produttiva.

Nella carta che identifica le fabbriche e i luoghi delle foto si possono distinguere gli aspetti naturali da quelli artificiali del sito di Lecco. Un luogo straordinario di passaggio delle acque e dei monti, che contiene l'impronta della città e ne definisce il carattere, la sua natura produttiva congiunta all'uso delle risorse, delle energie e dei percorsi naturali.

This exhibition is the completion of a photography project dedicated to Lecco, reflecting above all to its industrial sphere and focusing on the connection between manufacturing, city and natural space.

Produced specifically for "Digital Takes Command", the images on show intend to indicate the tension between abandoned manufacturing sites and the industrial conversion in progress that targets innovative production. On the paper that identifies the factories and the locations of the photography, we distinguish Lecco's natural from its artificial. A stunning place where water flows and mountains soar, and which holds the city's footprint, defines its character, its manufacturing aspects combined with use of resources, energy and natural pathways.



004_Torrente Gerenzone_Lecco



018_ Torrente Pioverna_Bellano





014_Corso Carlo Alberto_Lecco



001_Torrente Caldone_Lecco



002_Torrente Caldone_Lecco



003_Torrente Caldone_Lecco



005_Torrente Gerenzona_Lecco



006_Torrente Gerenzona, via Turati
Lecco



007_Torrente Caldone, via Tonale
Lecco



008_Torrente Caldone_Lecco



009_Torrente Caldone, via Tubi_Lecco



010_via Fiandra_Lecco



011_via Frà Galdino_Lecco



012_Torrente Bione_Lecco



013_Corso Carlo Alberto_Lecco



015_via Fornaci_Lecco



016_corso Europa_Calolziocorte



017_Torrente Pioverna,
via Vittorio Veneto_Bellano



019_Torrente Pioverna, SP 62_Bellano



020_via Volta_Mandello Lario



021_via Volta_Mandello Lario



022_ex Cotonificio Cantoni_Bellano



023_Adda Ondulati S.p.a.
Annone di Brianza



024_Bonaiti Serrature S.p.a.
Calolziocorte



025_Fiocchi Munizioni S.p.a._Lecco



026_KONG S.p.a_Monte Marenzo



027_Prym Fashion S.p.a._Lecco





LA TRIENNALE DI MILANO

Fondazione La Triennale di Milano

Consiglio d'Amministrazione / Board of Directors

Claudio De Albertis, Presidente / President

Giovanni Azzone

Clarice Pecori Giraldi

Carlo Edoardo Valli

Collegio dei Revisori dei conti / Auditors Committee

Maria Daniela Muscolino Presidente / President

Barbara Premoli

Giuseppe Puma

Direttore Generale / Director General

Andrea Cancellato

Comitato Scientifico / Scientific Committee

Claudio De Albertis, Presidente / President

Silvana Annicchiarico, Design, Industria e Artigianato /
Design, Manufacturing, Handicraft

Edoardo Bonaspetti

Arti visive e Nuovi Media / Visual Arts and New Media

Alberto Ferlenga

Architettura e Territorio / Architecture and Territory

Eleonora Fiorani, Moda / Fashion

Affari Generali / General Affairs

Maria Eugenia Notarbartolo

Franco Romeo

Biblioteca, Documentazione, Archivio / Library, documentation, archives

Tommaso Tofanetti

Claudia Di Martino

Elvia Redaelli

Beatrice Marangoni

Attività Istituzionali ed eventi / Institutional Activities and Events

Laura Agnesi

Roberta Sommariva

Alessandra Cadioli

Mostre e Iniziative / Exhibitions and Initiatives

Violante Spinelli Barrile

Laura Maeran

Eugenia Fassati

Comitato Scientifico e Progetti Istituzionali / Scientific Committee and Institutional Projects

Carla Morogallo

Luca Lipari

Michele Andreoletti

Servizi Tecnici / Technical Services

Alessandro Cammarata

Cristina Gatti

Franco Olivucci

Xhezair Pulaj

Servizi Amministrativi / Administrative Services

Paola Monti

Comunicazione Istituzionale e Relazioni Media / Institutional Communication and Media Relation

Antonella La Seta Catamancio

Marco Martello

Micol Biassoni

Dario Zampiron

Gianluca Di Ioià

Partner per Arte e Scienza / Art and Science Partner

Fondazione Marino Golinelli

Triennale di Milano Servizi Srl

Consiglio d'Amministrazione / Board of Directors

Carlo Edoardo Valli, Presidente / President

David Bevilacqua

Andrea Cancellato, Consigliere Delegato / CEO

Organo di controllo / Supervisory Body

Maurizio Scazzina

Servizi Tecnici / Technical Services

Marina Gerosa

Hernán Pitto Bellocchio

Servizi Amministrativi / Administrative Services

Anna Maria D'Ignoti

Isabella Micieli

Silvia Anglani

Chiara Lunardini

Fundraising e sponsorship / Fundraising and sponsorship

Olivia Ponzanelli

Giulia Panzone

Servizi al Pubblico e Ricerche / Public services and Research

Valentina Barzaghi

Marketing e progetti speciali / Marketing and Special Projects

Caterina Concone

Valeria Marta

Gaia Salpietro



Fondazione Museo del Design

Consiglio d'Amministrazione / Board of Directors

Arturo Dell'Acqua Bellavitis, Presidente / President

Erica Corti

Barbara Pietrasanta

Valentina Sidoti

Collegio Sindacale / Board of Statutory Auditors

Salvatore Percuoco, Presidente / President

Maria Rosa Festari

Andrea Vestita

Direttore Generale / Director General

Andrea Cancellato

Triennale Design Museum

Direttore / Director

Silvana Annicchiarico

Producer Attività Museo / Museum Activities Producer

Roberto Giusti

Ricerche Museali / Museum Research

Marilia Pederbelli

Collezioni e Archivio del Design Italiano / Italian Design Collections and Archives

Giorgio Galleani

Ufficio Iniziative / Projects Department

Maria Pina Poledda

Ufficio Stampa e Comunicazione / Press Office and Communication

Damiano Gulli

Attività Triennale Design Museum Kids / Triennale Design Museum Kids Activities

Michele Corna

Michela Gazziero

Ufficio Servizi Amministrativi / Administrative Services

Marina Tuveri

Logistica / Logistics

Giuseppe Utano

Laboratorio di Restauro, Ricerca e Conservazione / Restoration, Research and Preservation Laboratory

Barbara Ferriani, coordinamento / coordination

Rafaela Trevisan

Alessandra Vannini



Con il Patrocinio di



Con il contributo di



Con la collaborazione di



Sponsor tecnici

