

Economia circolare e nuovi scenari per il settore delle costruzioni

Modelli organizzativi e pratiche di riuso
e remanufacturing nel comparto del terziario

a cura di Cinzia Maria Luisa Talamo



Ricerche di tecnologia dell'architettura

FrancoAngeli 



RICERCHE DI TECNOLOGIA DELL'ARCHITETTURA

diretta da Giovanni Zannoni (Università di Ferrara)

Comitato scientifico:

Andrea Boeri (Università di Bologna), Andrea Campioli (Politecnico di Milano), Joseph Galea (University of Malta), Maria Luisa Germanà (Università di Palermo), Giorgio Giallocosta (Università di Genova), Nancy Rozo Montaña (Universidad Nacional de Colombia)

La collana *Ricerche di tecnologia dell'architettura* tratta prevalentemente i temi della progettazione tecnologica dell'architettura e del design con particolare attenzione alla costruibilità del progetto. In particolare gli strumenti, i metodi e le tecniche per il progetto di architettura alle scale esecutive e quindi le modalità di realizzazione, trasformazione, manutenzione, gestione e recupero dell'ambiente costruito.

I contenuti scientifici comprendono la storia e la cultura tecnologica della progettazione e della costruzione; lo studio delle tecnologie edilizie e dei sistemi costruttivi; lo studio dei materiali naturali e artificiali; la progettazione e la sperimentazione di materiali, elementi, componenti e sistemi costruttivi.

Nel campo del design i contenuti riguardano le teorie, i metodi, le tecniche e gli strumenti del progetto di artefatti e i caratteri produttivi-costruttivi propri dei sistemi industriali.

I settori nei quali attingere per le pubblicazioni sono quelli dei progetti di ricerca nazionali e internazionali specie di tipo sperimentale, le tesi di dottorato di ricerca, le analisi sul costruito e le possibilità di intervento, la progettazione architettonica cosciente del processo costruttivo.

In questi ambiti la collana pubblica progetti che abbiano finalità di divulgazione scientifica e pratica manualistica e quindi ricchi di spunti operativi per la professione di architetto.

La collana nasce sotto la direzione di Raffaella Crespi e Guido Nardi nel 1974.

I numerosi volumi pubblicati in questi anni delineano un efficace panorama dello stato e dell'evoluzione della ricerca nel settore della Tecnologia dell'architettura con alcuni testi che sono diventati delle basi fondative della disciplina.

A partire dal 2012 la valutazione delle proposte è stata affidata a un Comitato scientifico, diretto da Giovanni Zannoni, con lo scopo di individuare e selezionare i contributi più interessanti nell'ambito della Tecnologia dell'architettura e proseguire l'importante opera di divulgazione iniziata quarant'anni prima.

Il libro presenta i risultati del progetto “*Re-NetTA (Re-manufacturing Networks for Tertiary Architectures). New organizational models and tools for remanufacturing and re-using short life components coming from tertiary buildings renewal*”, sviluppato presso il Politecnico di Milano (2018-2021) e supportato da Fondazione Cariplo, grant n° 2018-0991 (Bando “*Circular Economy for a sustainable future 2018*”).

Isbn e-book Open Access: 9788835165675

Copyright © 2024 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

Publicato con licenza *Creative Commons Attribuzione-Non Commerciale-Non opere derivate 4.0 Internazionale* (CC-BY-NC-ND 4.0)

*L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore.
L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito*
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

Copyright © 2024 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy. ISBN 9788835165675

Indice

Introduzione di <i>Cinzia Talamo</i>	pag. 7
---	--------

Parte I – Scenari

1. Nuovi approcci di circolarità per l'ambiente costruito di <i>Cinzia Talamo</i>	» 13
2. Economia circolare ed edilizia per il terziario di <i>Andrea Campioli, Monica Lavagna</i>	» 53
3. Strategie di circolarità nel tessile per l'architettura di <i>Alessandra Zanelli, Carol Monticelli</i>	» 70
4. Scenari di circolarità e nuovi modelli di relazione di <i>Marika Arena, Carlo Vezzoli</i>	» 93

Parte II – Teorie e pratiche

5. Nuovi paradigmi organizzativi per il riuso e il remanufacturing nel settore edilizio: il modello basato sul servizio all-inclusive di <i>Anna Dalla Valle, Serena Giorgi</i>	» 117
6. Nuovi paradigmi organizzativi per il riuso e il remanufacturing nel settore edilizio: il modello basato sul contratto di noleggio di <i>Nazly Atta, Sara Ratti</i>	» 131

7. Nuovi paradigmi organizzativi per il riuso e il remanufacturing nel settore edilizio: il modello basato sul mercato secondario di prodotti recuperati di <i>Salvatore Viscuso, Luca Macrì</i>	pag. 145
---	----------

Parte III – Sperimentazioni

8. Sperimentazione di strategie circolari attraverso la riprogettazione del prodotto di <i>Serena Giorgi, Anna Dalla Valle, Nazly Atta, Salvatore Viscuso</i>	» 161
9. Sperimentazioni di riuso e remanufacturing con il coinvolgimento del terzo settore di <i>Salvatore Viscuso, Nazly Atta, Serena Giorgi, Anna Dalla Valle</i>	» 179
Conclusioni di <i>Cinzia Talamo</i>	» 189
Gli Autori	» 193

disfazione finale, ma paga l'azienda/organizzazione per fornire i risultati concordati.

Il cliente/utente trae vantaggio dall'essere esonerato dagli oneri e dai costi connessi all'acquisizione, all'uso e alla manutenzione, riparazione e aggiornamento di attrezzature e prodotti. L'interazione innovativa tra l'azienda e il cliente/utente spinge l'interesse economico e competitivo dell'azienda a cercare continuamente nuove soluzioni vantaggiose per l'ambiente, ad esempio progettando prodotti altamente efficienti, di lunga durata, riutilizzabili, facili da rigenerare e rifabbricare, nonché riciclare.

4.3 Nuove logiche di filiera per il riuso e il re-manufacturing

4.3.1 L'implementazione di approcci S.PSS in contesti di re-manufacturing: sfide e opportunità per la durabilità di prodotto
di Marika Arena, Carlo Vezzoli

Gli S.PSS potrebbero superare le criticità emergenti dall'applicazione di un modello organizzativo di vendita lineare e tradizionale, in favore di una proposta di business circolare. In una tradizionale catena di domanda e offerta di prodotti, i benefici economici derivano principalmente dal volume delle vendite. Secondo questa visione, la durabilità del prodotto ridurrebbe le unità di prodotto vendute, quindi è una caratteristica che potenzialmente minaccia il volume delle vendite e i ricavi economici. I produttori potrebbero quindi non incoraggiare l'estensione della durata della vita del prodotto, che potrebbe essere sfavorevole da un punto di vista economico.

Diversamente, un modello S.PSS implica che l'origine dei ricavi economici di un prodotto si sposti dalla sola vendita di beni a un'offerta di prodotti e servizi, pagati dall'utente in base all'unità di soddisfazione. Offrendo servizi orientati a prolungare la durata di vita del prodotto (per es., manutenzione, riparazione, aggiornamento, sostituzione, re-manufacturing), maggiore è la durabilità, maggiore è anche la probabilità di evitare o posticipare i costi di smaltimento per il fornitore e i costi connessi alla produzione, distribuzione e alla vendita di un nuovo prodotto. In questo contesto, i produttori/fornitori sono guidati quindi da interessi economici nell'offrire prodotti e servizi orientati a soddisfare le esigenze dei clienti nel tempo, piuttosto che dal solo volume di vendita. Ciò implica un interesse nell'allungare la durata della vita del prodotto, riducendo al minimo

l'impatto ambientale delle imprese e favorendo proposte di business circolari, come il re-manufacturing.

In relazione allo specifico contesto del re-manufacturing, le principali opportunità connesse ad un Sistema Prodotto-Servizio possono essere riassunte come: l'ottimizzazione ambientale del ciclo di vita del prodotto attraverso l'estensione della vita utile dei suoi materiali e componenti, insieme al mantenimento della proprietà da parte dei produttori. Di seguito verrà discussa brevemente ogni opportunità.

Come anticipato nel paragrafo precedente, la promozione dell'estensione della durata del prodotto è un aspetto chiave degli S.PSS che si inserisce nell'obiettivo primario di una proposta di business circolare, come ad esempio quelle basate sul re-manufacturing. Questo vale sia nel caso in cui il prodotto venga offerto con servizi all-inclusive (manutenzione, riparazione e aggiornamento e sostituzione) sia con un'offerta senza cessione di proprietà da parte del fornitore (per esempio col Pay per use). Infatti, più il prodotto o i suoi componenti durano nel tempo (benefici ambientali), più il fornitore evita o posticipa i costi di smaltimento (più i costi di pre-produzione, produzione e distribuzione di un nuovo prodotto che sostituisce quello smaltito). I fornitori sono quindi spinti da interessi economici a progettare per favorire l'estensione della durata della vita del prodotto/i.

Allo stesso modo, l'approccio sia alla progettazione che all'uso di materiali e componenti è guidato dall'obiettivo di estenderne l'usabilità e la durata il più a lungo possibile. Infatti, nella misura in cui il fornitore di prodotti-servizi vende il prodotto con inclusi i servizi a fine vita, cercherà di riciclare o prolungare la durata di vita dei materiali per evitare o limitare i costi legati alla discarica o all'acquisto di nuovo materiale primario, energia o compost.

Coerentemente, l'aspetto focale dei modelli S.PSS rispetto all'accesso in sostituzione della proprietà del prodotto dell'utente/cliente apre a potenziali sinergie con un approccio di re-manufacturing, sia dal lato del produttore che da quello dell'utente/cliente. Infatti, mantenendo la proprietà e/o la responsabilità/costi dei servizi del ciclo di vita dei prodotti o delle sue parti, i produttori hanno un interesse intrinseco nella progettazione di prodotti per cicli di vita più lunghi, in modo da consentire opportunità di re-manufacturing dopo le fasi di uso. Inoltre, usufruendo solo delle funzioni dei prodotti, ma senza la proprietà sui beni fisici, è più elevata l'accettazione da parte dell'utente/cliente di un bene rilavorato, aumentando così la domanda potenziale per questi tipi di prodotti.

Nonostante le numerose potenziali sinergie tra Sistemi Prodotto-Servizio e il re-manufacturing, nella pratica si riconoscono diverse criticità, lasciando l'implementazione di modelli S.PSS basati sul re-manufacturing limitata ad alcune esperienze. Rispetto ai Sistemi Prodotto-Servizio e ad at-

tività di re-manufacturing, le principali sfide e barriere sono legate all'accettazione del mercato, alla gestione e alla previsione dei flussi di costi e ricavi e all'approccio ai cambiamenti organizzativi (Copani e Benham, 2020).

Uno dei principali ostacoli riscontrati per i prodotti rilavorati è legato all'attrattiva del mercato. In effetti, la valutazione di possibili prestazioni ed estetiche obsolete potrebbe rendere i clienti più incerti di fronte alle alternative rifabbricate. Questo aspetto è mostrato dalla realtà che i prodotti rifabbricati sono attualmente venduti in settori business-to-business, in contesti di sostituzione di pezzi di ricambio o segmenti di mercato secondari: in questi contesti, la funzione è preferita rispetto all'estetica e ad altri aspetti culturali. Di conseguenza l'attrattività del mercato è principalmente guidata dalla convenienza dei costi e dalle prestazioni.

La combinazione di Sistemi Prodotto-Servizio e attività di re-manufacturing implica anche di ripensare i componenti del flusso economico, come costi e ricavi. Infatti, l'introduzione della restituzione del prodotto, in una fase post-consumo, implica un ulteriore aspetto di complessità, data la crescente imprevedibilità legata sia alle tempistiche che alle condizioni del bene restituito, aumentando così le asimmetrie informative complessive. Inoltre, un modello S.PSS, basato sulla fornitura di un servizio per un determinato periodo di tempo, richiede una rivisitazione del sistema di previsione della domanda adeguato al fine di determinare il prezzo ottimale del bene. In generale, la complessità delle previsioni di vendita è amplificata e una capacità richiesta di cogliere le esigenze in evoluzione del mercato è necessariamente più sofisticata e determinante nel sistema di gestione dei ricavi e dei costi.

Inoltre, la natura complessa della gestione del flusso finanziario richiesta in un modello S.PSS applicato ad attività di re-manufacturing impone l'accordo per cambiamenti significativi a livello organizzativo. Ad esempio, le competenze e le risorse necessarie per determinare il valore finanziario della merce restituita, dati i molteplici fattori di incertezza nel sistema, coprono ruoli più significativi nell'organizzazione. Quindi la diversa gestione finanziaria richiede anche la volontà organizzativa di ripensare i ruoli delle funzioni e la loro gestione.

4.3.2 Modelli di Sistemi Prodotto-Servizio Sostenibili in relazione alla catena del valore del re-manufacturing delle industrie dell'architettura terziaria

di Marika Arena

Le varie categorie di edifici terziari sono caratterizzate da tempi di rinnovo brevi, obsolescenza accelerata di attrezzature e allestimenti interni, prevalenza di componenti assemblati a secco e altamente performanti.

Inoltre, gli edifici terziari sono per lo più gestiti da soggetti che svolgono servizi integrati di facility management aventi fornitori di servizi generalmente responsabili del settore immobiliare. Questi gestiscono grandi volumi di componenti, che richiedono riparazione o smaltimento in caso di rinnovo dell'edificio. Questi elementi intrinseci del settore terziario all'interno del settore delle costruzioni rappresentano premesse chiave per l'applicabilità di attività di re-manufacturing, orientate a ridurre l'attuale significativo impatto ambientale del business.

Considerando i vari elementi sinergici tra re-manufacturing e Sistemi Prodotto-Servizio Sostenibili, il progetto di ricerca Re-NetTa ha mirato a indagare le opportunità di un modello S.PSS applicato al re-manufacturing nel contesto dell'architettura terziaria, formulando e discutendo potenziali schemi organizzativi innovativi insieme ai professionisti del settore. In particolare, ciò è stato realizzato attraverso attività di engagement – ovvero interviste semi-strutturate e tavole rotonde – con aziende e stakeholder di diverse aree del settore dell'architettura terziaria (esposizione, ufficio, retail). In questa sezione, vengono riepilogate le informazioni chiave relative alle lezioni apprese da questo studio, distinguendo le opportunità, le sfide e le esigenze.

In relazione agli elementi abilitanti nel contesto dell'architettura terziaria, vengono presentati due importanti aspetti della catena del valore.

Un elemento è collegato alla strategia di approvvigionamento, orientata ad attivare la fornitura dei componenti necessari per le operazioni di re-manufacturing. Si tratta della definizione di un rapporto contrattuale con l'utente/cliente che garantisca la possibilità e le condizioni di ritirare il prodotto dopo un ciclo di utilizzo. Coerentemente, attraverso la formulazione di modelli di business per il re-manufacturing per l'industria terziaria delle costruzioni, sono state presentate e discusse molteplici strategie di approvvigionamento per l'attivazione di una reverse supply chain.

In particolare, i contratti di leasing e i contratti di servizio sono stati selezionati come vere e proprie strategie commerciali con i clienti dei settori dell'edilizia terziaria, per garantire il rapporto con il cliente che è incorporato in un modello di business orientato al servizio, piuttosto che al pagamento unico orientato esclusivamente al prodotto. I meccanismi di sovrapprezzo (basati su un pagamento a sovrapprezzo alla restituzione del prodotto venduto) e di riacquisto (basati su un prezzo offerto al cliente per la restituzione del prodotto venduto) non sono stati individuati come strategie adeguate nelle applicazioni di architettura terziaria, principalmente a causa del valore relativamente basso del prodotto post-consumo e dell'orientamento basato sul servizio del rapporto con il cliente.

Nello specifico, i sistemi basati sul leasing sono riconosciuti quando esiste un driver rilevante legato ai vantaggi fiscali per il cliente: è il caso, per esempio, del leasing di componenti d'arredo per uffici aziendali. Come emerso dall'interazione con i principali stakeholder, gli accordi basati sul leasing sono anche considerati potenziali strumenti per abilitare modelli di business a ciclo chiuso per categorie selezionate di prodotti all'interno dell'ambiente ufficio, caratterizzati da un basso livello di customization e da una forte attenzione del cliente sulla funzione delle risorse.

Un secondo elemento che è in linea con una logica di offerta del Sistema Prodotto-Servizio Sostenibile è lo shift dal paradigma "proprietà del prodotto" verso quello dell'"accesso al prodotto".

In particolare, il modo in cui gli attori della supply chain interagiscono è attualmente legato principalmente alla vendita, attraverso la quale la proprietà e la responsabilità/costi nel ciclo di vita del bene viene trasferita dal fornitore al destinatario. Diversamente, la logica del Sistema Prodotto-Servizio Sostenibile si allontana dalla modalità esistente di interazione, andando oltre il concetto di proprietà e/o responsabilità/costi del ciclo di vita e sfruttando l'accesso a un'esperienza specifica di uso del prodotto (attraverso un prodotto, o un servizio, o una combinazione di entrambi). In relazione a questo aspetto, alcuni contesti sono emersi per essere più pronti per una logica di Sistema Prodotto-Servizio rispetto ad altri.

Ad esempio, nel settore dell'allestimento fieristico, alcune esperienze hanno dimostrato che il mantenimento della proprietà del prodotto da parte del fornitore assume un ruolo significativo nella fattibilità di un'offerta di business circolare, poiché la progettazione e la gestione della proposta aziendale sono pensate per un'estensione ex ante del ciclo di vita del prodotto: anche questo si adatta alle caratteristiche intrinseche dei modelli di offerta S.PSS.

L'interazione con attori ed esperti sul campo ha anche portato alla comprensione dei principali elementi di ostacolo dei modelli orientati al prodotto-servizio per il re-manufacturing.

Una barriera importante è stata individuata nel crescente livello di customization del prodotto e del marchio. Se da un lato queste tendenze potrebbero stimolare relazioni a lungo termine con i clienti e strategie di fidelizzazione dei clienti, dall'altro spesso non sono coerenti con un approccio di re-manufacturing e riutilizzo del prodotto.

Una seconda barriera riguarda il flusso di materiali provenienti da processi di manutenzione, rinnovo o demolizione di edifici terziari. La ricerca ha evidenziato che spesso i volumi di materiali non sono sufficientemente elevati per giustificare la nascita di imprese circolari e la riorganizzazione delle pratiche lineari esistenti. Come evidenziato tra le sfide riconosciute

associate ai Sistemi di Prodotto-Servizio, la previsione della domanda copre un ruolo rilevante nella progettazione e gestione di un'offerta. Pertanto, un mercato caratterizzato da un'elevata instabilità della domanda (registrata in termini di tipologie di componenti e quantità) non rappresenta un'arena promettente per l'implementazione di un modello orientato al prodotto-servizio per attività di re-manufacturing di prodotti.

La comprensione dei fattori ostacolanti legati al contesto dell'architettura terziaria pone le basi per la definizione delle esigenze chiave per l'applicazione di possibili modelli organizzativi circolari basati su una logica di Sistema Prodotto-Servizio.

In primo luogo, emerge un'esigenza rilevante nella formulazione di soluzioni di mercato caratterizzate da un giusto equilibrio tra modularità e personalizzazione. Promuovendo la modularità e la standardizzazione degli elementi tecnici, vengono facilitate le operazioni post-consumo, come il montaggio e lo smontaggio, il recupero del prodotto, la manutenzione, la riparazione e la sostituzione. Inoltre, i prodotti più standardizzati sono più facilmente destinabili a diversi mercati, aprendo ulteriori opportunità per l'estensione della vita utile del prodotto. Questo problema ha messo in luce il ruolo abilitante della fase di progettazione all'interno della catena del valore orientata a estendere il ciclo di vita del prodotto. Vale la pena sottolineare che la progettazione di prodotti modulari e più standardizzati dovrebbe considerare la potenziale minaccia di una bassa attrattiva del mercato di tali prodotti. In effetti, la scarsa accettazione del mercato è emersa come un aspetto dirimente per la diffusione dei prodotti rilavorati.

In secondo luogo, gli attori del mercato riconoscono che il passaggio a un modello di re-manufacturing richiede cambiamenti rilevanti nella struttura e nelle dinamiche della catena di approvvigionamento, quindi è richiesto un supporto in termini di sviluppo di policy. Nello specifico, le operazioni di un modello di business di re-manufacturing richiedono la disponibilità di risorse diverse (sia economiche, fisiche che di capitale intellettuale) mancanti o scarse nella rete esistente: da qui la definizione e il supporto di nuove figure professionali con adeguate competenze trasversali, tra cui l'ecodesign e la gestione delle pratiche circolari legate al processo di costruzione lungo l'intero ciclo di vita del prodotto.

Ulteriori forme di incentivo possono supportare la promozione di pratiche innovative e circolari all'interno dei meccanismi di mercato esistenti. Ad esempio, i requisiti ambientali introdotti nelle definizioni delle gare d'appalto sono riconosciuti come un driver rilevante.

Bibliografia

- Amezquita T.R., Hammond, Bras B. (1995), *Characterizing the Re-manufacturability of Engineering Systems. ASME Advances in Design Automation Conference*, DE, vol. 82, Boston, Massachusetts, ASME, pp. 271-278.
- Commissione Europea (2020), Circular Economy Action Plan: For a Cleaner and More Competitive Europe, *Publications Office of the European Union*, <https://data.europa.eu/doi/10.2779/05068>
- Copani G., Behnam S. (2020), Remanufacturing with Upgrade PSS for New Sustainable Business Models, *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 29, 245-256.
- Gehin A., Zwolinski P., Brissaud D. (2008), “Imaging a Tool to Implement Sustainable End-of-Life Strategies in the Product Development Phase”, *Journal of Cleaner Production*, 16, 566-576. Disponibile: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.02.012>.
- Gispén (2022), Circulaire Projectinrichter Voor Zorg, Onderwijs En kantoorgispén. Disponibile: www.gispén.com/en/, Accesso 17/01/2024.
- Hatcher G.D., Ijomah W.L., Windmill J.F.C. (2011), “Design for Re-manufacture: A literature Review and Future Research Needs”, *Journal of Cleaner Production*, 19(17), 2004-2014. Disponibile: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.06.019>.
- Hockerts K., Weaver N. (2002, May), Towards a Theory of Sustainable Product Service Systems – What Are the Dependent and Independent Variables of S-PSS. In Proceedings of the INSEADCMER research workshop “Sustainable product service systems – key definitions and concepts”.
- Ijomah W.L., McMahan C.A., Hammon G.P., Newman S.T. (2007), “Development of Fobust Design-for-Re-manufacturing Guidelines to Further the Aims of Sustainable Development”, *International Journal of Production Research*, 45(18-19), 4513-4536. Disponibile: <https://doi.org/10.1080/00207540701450138>.
- ISO (2020), *Environmental management – Vocabulary* (ISO 14050:2020). www.iso.org/standard/75300.html.
- Keoleian G.A., Menterey D. (1993), Life Cycle Design Guidance Manual: Environmental Requirements and the Product System | Center for Sustainable Systems (EPA/600/R-92/226), Risk Reduction Engineering Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency.
- LeNSlab Polimi (2024), LeNSlab Polimi / Learning Resources / Guidelines & Cases. Disponibile: www.lenslab.polimi.it/. Accesso 17/01/2024.
- Manzini E., Vezzoli C. (1998), *Lo sviluppo di prodotti sostenibili. I requisiti ambientali dei prodotti industriali*, Maggioli.
- Prendeville S., Peck D., Balkenende R., Cor E., Jansson K., Karvonen I. (2016), *Map of Re-manufacturing Product Design Landscape* (p. 61).
- RAU Architects. (2013), Gemeentehuis Brummen, RAU Architects. Disponibile: www.rau.eu/portfolio/gemeentehuis-brummen/ Accesso 17/01/2024.

- Shahbazi S., Johansen K., Sundin E. (2021), “Product Design for Automated Re-manufacturing – A Case Study of Electric and Electronic Equipment in Sweden”, *Sustainability*, 13(16), 9039. Disponibile: <https://doi.org/10.3390/su13169039>.
- Tarkett (2015), DESSO Carpet Rolls and Tiles – Tarkett | Tarkett. Disponibile: http://professionals.tarkett.com/en_EU/node/desso-carpet-tile-and-roll-solutions-innovation-functionality-and-sustainability-5527. Accesso 17/01/2024.
- Tukker A. (2004), Eight Types of Product-Service System: Eight Ways to Sustainability? Experiences from SusProNet, *Business Strategy and the Environment*, 13(4), 246-260. <https://doi.org/10.1002/bse.414>
- Vezzoli C. (2018), Design for Environmental Sustainability: Life Cycle Design of Products (2^a ed.), Springer-Verlag. Disponibile: <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-7364-9>.
- Vezzoli C., Kohtala C., Srinivasan A., Xin L., Fusakul M., Sateesh D., Diehl J.C. (2017), *Product-Service System Design for Sustainability*, Routledge.
- Vezzoli C., Sciamia D. (2006), “Life Cycle Design: From General Methods to Product Type Specific Guidelines and Checklists: a Method Adopted to Develop a Set of Guidelines/Checklist Handbook for the Eco-Efficient Design of NECTA Vending Machines”, *Journal of Cleaner Production – J Clean Prod*, 14, 1319-1325. Disponibile: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.11.011>.
- Vezzoli C., García Parra B., Kohtala C. (2021), *Designing Sustainability for All: The Design of Sustainable Product-Service Systems Applied to Distributed Economies* (p. 142), Springer Nature.
- Yang S.S., Ong S.K., Nee A. (2015), “Towards Implementation of DfRem into the Product Development Process”, *Procedia CIRP*, 26, 565-570. Disponibile: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.07.026>.

Luca Macrì, è Service & UX Designer a tempo pieno presso Spark Reply e si occupa da oltre quattro anni di Design e Innovazione di sistema per la Sostenibilità, essendo stato *Research Fellow* e Manager Operativo all'interno di LeNSlab Polimi, presso il Dipartimento di Design del Politecnico di Milano. Ha seguito parte della gestione di *LeNSin*, progetto di ricerca internazionale e multi-partner finanziato dal Programma Erasmus+ dell'Unione Europea. Per il Politecnico di Milano, ha gestito operativamente *GIOTTO – L'economia circolare per la competitività dell'industria Made in Italy*, progetto di ricerca finanziato dal Ministero dell'Istruzione e dell'Università (MIUR). Per quanto riguarda la progettazione a finanziamento privato, ha gestito autonomamente l'area di design all'interno di *Re-NetTa – Remanufacturing Networks for Tertiary Architectures*, una ricerca multidisciplinare e multi-stakeholder supportata da Fondazione Cariplo. Negli ultimi anni ha contribuito costantemente in pubblicazioni riguardanti il System Design for Sustainability, e dal 2021 è docente presso il Milano Fashion Institute.

Carol Monticelli, architetto e PhD, è professore associato di Tecnologia dell'Architettura presso il Politecnico di Milano, Dipartimento di Architettura, ingegneria delle costruzioni e ambiente costruito (DABC). Ha preso parte a numerosi progetti di ricerca su scala nazionale e internazionale, focalizzando il suo interesse nell'innovazione tecnologica dei processi e dei materiali e nella valutazione degli impatti ambientali dei sistemi e dei materiali edili nelle varie fasi del processo edilizio tramite Life Cycle Assessment. Dal 2015 svolge attività di ricerca con il gruppo Textile Architecture Network (TAN) in relazione alle attività del laboratorio interdipartimentale TEXTILES Hub, dove è responsabile della qualità del banco prova meccanico biassiale per membrane tessili in architettura e si focalizza sull'applicazione di test a materiali ultra-leggeri nel settore edile. Dal 2016 è coordinatrice del WG Sustainability & Comfort della rete europea Tensinet. È autrice di oltre 120 pubblicazioni, con menzioni e riconoscimenti, e co-inventore di un brevetto europeo.

Sara Ratti è dottoranda presso il Dipartimento di Ingegneria Gestionale del Politecnico di Milano. La sua ricerca riguarda la valutazione delle strategie di sostenibilità aziendale, con particolare attenzione agli aspetti ambientali e climatici. Fa parte del gruppo di ricerca IMPACT, in cui è coinvolta in diversi progetti di ricerca e consulenza in ambiti legati alla pianificazione strategica di sostenibilità alla valutazione di impatti socio-economici. Nell'ambito del progetto di ricerca Re-NetTa si è concentrata principalmente sulle relazioni di filiera e sui modelli organizzativi per pratiche circolari come il re-manufacturing.

Cinzia Talamo, architetto e PhD, è professore ordinario di Tecnologia dell'Architettura presso il Dipartimento di Architettura, ingegneria delle costruzioni e ambiente costruito (DABC) del Politecnico di Milano. Dal 2019 è Membro del Senato Accademico del Politecnico di Milano ed è stata Coordinatore della Commissione Scientifica del DABC dal 2016 al 2019. Partecipa come *Principal Investigator* a ricerche su scala nazionale e internazionale riguardanti l'innovazione nel campo della gestione dell'ambiente costruito. Sviluppa la sua attività scientifica nell'ambito della disciplina della Tecnologia dell'Architettura concentrandosi sul ruolo dell'innovazione