

IV CONVEGNO INTERNAZIONALE

PRE·FREE UP·DOWN RE·CYCLE

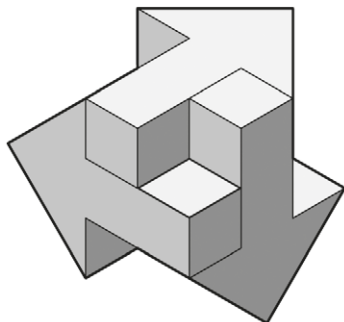


PRATICHE TRADIZIONALI E TECNOLOGIE
INNOVATIVE PER L'END OF WASTE

a cura di
Adolfo F. L. Baratta



PRE-FREE
UP-DOWN
RE-CYCLE



PRATICHE TRADIZIONALI E TECNOLOGIE
INNOVATIVE PER L'END OF WASTE

a cura di
Adolfo F. L. Baratta

Comitato Scientifico

Scientific Committee | Comité Científico

Rossano Albatici

Università degli Studi di Trento

Paola Altamura

ENEA

Adolfo F. L. Baratta

Università degli Studi Roma Tre

Graziella Bernardo

Università degli Studi della Basilicata

Laura Calcagnini

Università degli Studi Roma Tre

Eliana Cangelli

Sapienza Università di Roma

Agostino Catalano

Università degli Studi del Molise

Michela Dalprà

Università degli Studi di Trento

Michele Di Sivo

Università degli Studi "Gabriele D'Annunzio"

Ornella Fiandaca

Università degli Studi di Messina

Fabio Enrique Forero Suárez

Universidad del Bosque

Francesca Giglio

Università Mediterranea

Roberto Giordano

Politecnico di Torino

Raffaella Lione

Università degli Studi di Messina

Antonio Magarò

Università degli Studi Roma Tre

Luigi Marino

Università degli Studi di Firenze

Luigi Mollo

Seconda Università di Napoli

Antonello Monsù Scolaro

Università degli Studi di Sassari

Elisabetta Palumbo

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule

Hector Saul Quintana Ramirez

Universidad de Boyacá

Alessandro Rogora

Politecnico di Milano

Andrés Salas

Universidad Nacional de Colombia

Camilla Sansone

Università degli Studi del Molise

Marzia Traverso

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule

Antonella Violano

Università degli Studi della Campania "L. Vanvitelli"



Atti del IV Convegno Internazionale

PRE|FREE - UP|DOWN - RE|CYCLE

*Pratiche tradizionali e tecnologie innovative
per l'End of Waste*

Proceedings of the

4th International Conference

PRE|FREE - UP|DOWN - RE|CYCLE

*Traditional solution and innovative
technologies for the End of Waste*

Acta de el IV Congreso Internacional

PRE|FREE - UP|DOWN - RE|CYCLE

*Prácticas tradicionales y tecnologías
innovadoras para la disposición de los
desechos*

a cura di | edited by | editado por

Adolfo F. L. Baratta

ISBN: 979-12-5953-005-9

Editore

Anteferma Edizioni Srl

via Asolo 12, Conegliano, TV

edizioni@anteferma.it

Prima edizione: maggio 2021

Progetto grafico

Antonio Magarò

www.conferencerecycling.com

Copyright

Questo lavoro è distribuito sotto Licenza Creative Commons

Attribuzione - Non commerciale - No opere derivate 4.0 Internazionale



Tutti i contributi sono stati valutati dal Comitato Scientifico, seguendo il metodo del Double Blind Peer Review.

All papers were evaluated by the Scientific Committee, following Double Blind Peer Review Method.

Todas las contribuciones fueron evaluadas por el Comité Científico, siguiendo el método de Peer Review doble ciego.

PRE|FREE - UP|DOWN - RE|CYCLE

pratiche tradizionali e tecnologie innovative per
l'End of Waste

*traditional solutions and innovative technologies
for the End of Waste*

*prácticas tradicionales y tecnologías innovadoras
para la disposición de los desechos*

Indice

Table of Contents

Premessa / Foreword

- 14** Premessa. Il riciclaggio come ambito di ricerca per la pratica virtuosa
Foreword. Recycling as a research field for virtuous practice
Adolfo F. L. Baratta

Saggi / Essays

- 28** Upcycling dei materiali del patrimonio architettonico nella progettazione circolare
Upcycling of heritage materials in circular design
Graziella Bernardo
- 40** La qualità delle architetture con tecnologia di riciclaggio
The quality of architecture with recycle technology
Agostino Catalano
- 52** Informazione materiale: strumenti per l'implementazione dello urban mining in edilizia
Material information: tools for the urban mining implementation in the building sector
Massimiliano Condotta, Elisa Zatta
- 64** Da rifiuto a risorsa: il contributo dell'Italia al programma LIFE
From waste to resource: Italian contribution to the LIFE programme
Gigliola D'Angelo, Monica Cannaviello

- 74** Uso e riuso delle plastiche viniliche in edilizia
Use and reuse of vinyl plastics in construction
Camilla Sansone

Ricerche / Researches

- 88** *The environmental impact evaluation of building elements in architecture: the design for disassembly*
Laura Calcagnini
- 100** Guardare al passato per migliorare il futuro
Upcycle approach per l'Isola di Vetro
A glimpse into the past to develop a better future
Upcycle approach for the Isle of Glass
Paola Careno, Stefano Centenaro, Filippo De Benedetti
- 112** DRINC Beer: Designing Recycle
IN Concrete with Beer
DRINC Beer: Designing Recycle
IN Concrete with Beer
Denis Faruku, Roberto Giordano, Stefania Riccio
- 124** Lane minerali di vecchia generazione: la pericolosità del rifiuto dismesso
Old generation mineral wools: the riskiness of discarded waste
Ornella Fiandaca, Alessandra Cernaro

- 140** Informazione materiale: strumenti per l'implementazione dello urban mining in edilizia
Material information: tools for the urban mining implementation in the building sector
Alessandra Cernaro, Ornella Fiandaca
- 156** Diseño de productos y espacios desde el reciclaje y la reutilización de desechos
Design of products and spaces from recycling and reuse of waste
Fabio Enrique Forero Suarez
- 172** *E-waste recycling for monitoring the microclimate in sub-Saharan Africa*
Antonio Magarò
- 186** Sistemi di logistica del materiale per la gestione dei rifiuti nelle strutture ospedaliere
Material logistic systems for waste management in hospital
Massimo Mariani
- 198** *Effect of moisture content and mixing procedure on the Properties of Recycled Aggregate Concrete with Silica fume*
Beatriz E. Mira Rada, Andres Salas Montoya
- 210** Uva, nocciola e frumento: nuovi ingredienti per l'architettura e il design?
Grape, hazelnut and wheat: new ingredients for architecture and design?
Elena Montacchini, Silvia Tedesco, Jacopo Andreotti

- 222** Verso il circular building quale prassi progettuale. Un esempio di Design for Disassembly
Towards the circular building as design practice. A Design for Disassembly case study
Elisabetta Palumbo, Massimo Rossetti, Francesco Incelli, Francesca Camerin, Chiara Panozzo
- 236** *Reuse of salt waste in 3D printing: Case study*
Vesna Pungercar, Martino Hutz, Florian Musso
- 248** Il recupero di materiali attraverso la demolizione selettiva: un'analisi costi-benefici
The recovery of materials through selective demolition: a cost-benefit analysis
Giulia Sarra, Paola Altamura, Francesca Ceruti, Vito Introna, Marco La Monica
- 262** Il riciclaggio come propulsore innovativo nel settore produttivo del vetro
Recycling as an innovative driver in the glass production sector
Luca Trulli

Architetture e Design / Architectures and Design

- 276** Dallo scarto al valore. Quando dalla forma dei residui litici emergono vocazioni nascoste
From waste to value. When hidden vocations emerge from the shape of the stone residues
Laura Badalucco, Luca Casarotto
- 290** Il riciclaggio come pratica per la sostenibilità sociale. I mattoni in plastica riciclata di Gjenge Makers in Kenya
Recycling as a practice for social sustainability. Gjenge Makers' recycled plastic bricks in Kenya
Laura Calcagnini, Luca Trulli
- 304** Rifiuti e ospitalità in spazi urbani comuni: un'esperienza didattica nel laboratorio CIRCO
Waste and hospitality in common urban spaces: a didactic experience in the CIRCO laboratory
Francesco Careri, Fabrizio Finucci, Enrica Giaccaglia, Marco Mauti
- 316** Promuovere la cultura del riciclo: i Centri di Riuso
Promoting the culture of recycling: the Reuse Centres
Francesca Castagneto
- 328** Criteri di smontaggio e riciclaggio di componenti edilizi nei progetti di recupero e di nuova progettazione modulare. Qualità architettonica ed edilizia per costruzioni sostenibili
Criteria for disassembly and recycling of building components in restoration and new modular Architectural design. Building quality for sustainable construction
Agostino Catalano, Camilla Sansone

- 342** Distanze di cartone: sperimentare un Living Lab per l'Upcycling degli imballaggi
Carboard Distances: An experiment on an Upcycling Living Lab for envelopes
Stefano Converso
- 354** Fallimenti e successi di una start-up dell'economia circolare: il caso di studio Sfridoo
Failures and successes of a circular economy start-up: Sfridoo case study
Mario Lazzaroni, Marco Battaglia, Andrea Cavagna
- 366** Il recupero del legno rigenerato: l'esperienza olandese di Superuse Studios
The remanufacturing of reclaimed wood: the Dutch experience of Superuse Studios
Rosa Romano
- 380** Profili degli Autori
Authors Profiles

Giulia Sarra

Ingegnere

Università degli Studi di Roma Tor Vergata

Dipartimento di Ingegneria dell'Impresa

giuliasarra1993@gmail.com

Paola Altamura

Assegnista di Ricerca

ENEA, Dipartimento SSPT

paola.altamura@enea.it

Francesca Ceruti

Ricercatore

ENEA, Dipartimento SSPT

francesca.ceruti@enea.it

Vito Introna

Professore Associato

Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

Dipartimento di Ingegneria dell'Impresa

vito.introna@uniroma2.it

Marco La Monica

Ricercatore

ENEA, Dipartimento SSPT

marco.lamonica@enea.it

Il recupero di materiali attraverso la demolizione selettiva: un'analisi costi-benefici

*The recovery of materials through selective
demolition: a cost-benefit analysis*

*Selective demolition, Circular economy, Reuse, Recycling,
Break Even Analysis*

Summary

From the point of view of Circular Economy and Urban Mining, cities represent real “mines of anthropogenic resources”: increasing the recovery of construction materials at the end of their useful life makes it possible to reduce the exploitation of primary resources and the production of waste. This contribution reports the results of a study that evaluates the possibility of reclaiming/recycling Construction and Demolition waste (C&D) by investigating the applicability of the selective demolition process through a cost-benefit analysis. The selective demolition of a housing unit, contextualized in the Piedmont region, is examined and evaluated in two different scenarios: only demolition and demolition plus rehabilitation of the site, with the use of natural or recycled aggregates. For the reclaimed components and materials, two scenarios - sale for the reuse market or economic enhancement for recycling purposes – is assessed. The methodology used involves a temporal analysis of the demolition process, using a GANTT diagram, an economic evaluation, using Break Even Analysis and finally a sensitivity analysis, to assess the impact of the main items considered on the analysis model adopted. The results show that the optimal context in which to operate is one in which it is possible to subject to demolition materials equal to and / or greater in quantities of 380,658 kg, and that in which it is possible to use recycled aggregates for site remediation (presenting a BEP of 723,679 kg compared to that with natural aggregates equal to 1,181,879 kg). The present contribute also demonstrates how the large-scale adoption of Design for Disassembly, together with monetary incentive policies for the use of recycled aggregates, would allow to optimize the cost-benefit ratio in the selective demolition process.

Il contesto di riferimento

Il sistema economico attuale, che si fonda sulla logica del modello lineare *take-make-use-dispose*, ha portato alla definizione di un'importante *gap* tra domanda e disponibilità di risorse naturali con conseguente danneggiamento di interi ecosistemi e biodiversità [Mc Arthur, 2013]. La crescita demografica e il processo di urbanizzazione hanno reso le aree urbane responsabili di un elevato consumo di risorse e di un'elevata generazione di rifiuti [Ronchi, 2020].

La necessità di disaccoppiare crescita economica, impatto ambientale e consumo delle risorse, adottando una logica di *impact decoupling* e di *resources decoupling*, risulta essere alla base del nuovo modello economico circolare secondo il quale è possibile garantire uno stesso livello di produttività economica riducendo, però, lo sfruttamento delle risorse primarie [Pao et al., 2019]. L'economia circolare, pensata per potersi rigenerare da sola [Ellen Mc Arthur Foundation, 2013], considera il rifiuto come una nuova risorsa da reimmettere all'interno del ciclo economico e si pone nell'ottica di recupero di quei prodotti [Korhonen et al, 2018] caratterizzati ancora da elevato valore residuo.

Nel corso del tempo, grandi quantità di risorse naturali sono state inglobate nelle aree urbane e per tale ragione queste possono essere considerate, al giorno d'oggi, come delle vere e proprie "miniere urbane" dalle quali è possibile attingere, al termine del ciclo di vita del prodotto, per recuperare le differenti risorse, rivitalizzarle e infine riutilizzarle nel ciclo economico [Baccini et al., 2012]. Nell'ottica di *Urban Mining*, il recupero dei materiali, dai così detti *anthropogenic stocks*, consentirebbe di ridurre lo sfruttamento delle risorse naturali e la generazione di rifiuti, con favorevoli impatti dal punto di vista ambientale, sociale ed economico [Cossu et al., 2012]. La necessità di raggiungere un nuovo sviluppo sostenibile, si riflette in tutti i moderni sistemi economici e ridefinisce, adottando una logica di tipo *Life Cycle Thinking*, l'intera filiera produttiva. Risulta indispensabile un cambio di paradigma non solo dal punto di vista economico ma anche da quello

legislativo; per tali ragioni, le politiche internazionali e nazionali risultano essere sempre più orientate all'adozione di specifiche strategie e *policy*: dall'approvazione, della "Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile" da parte delle Nazioni Unite al recepimento, a livello europeo, degli obiettivi di sviluppo sostenibile [Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile, N.D.] attraverso l'adozione dell'*European Green Deal* [Commissione Europea, 2019] e attraverso lo sviluppo di piani d'azione per l'economia circolare [Commissione Europea, 2015; Commissione Europea, 2020] fino all'adozione di specifiche direttive come la "Direttiva Quadro" (Dir. 98/2008/UE sui rifiuti) in cui viene introdotto il concetto di *End Of Waste* per l'ottimizzazione della gestione dei rifiuti.

La demolizione selettiva come processo chiave per l'approccio circolare nel settore delle costruzioni

La filiera dell'edilizia, con i relativi rifiuti da Costruzione e Demolizione (C&D), risulta essere uno tra i principali settori responsabili dei maggiori impatti ambientali [ISPRA, 2020] e in quanto tale classificato come settore di intervento prioritario a livello europeo per il raggiungimento di una percentuale in peso di rifiuti da avviare al recupero e riciclo pari al 70% e per il raggiungimento della neutralità climatica globale [Commissione Europea, 2019]. La circolarizzazione dell'ambiente costruito può essere raggiunta tramite l'integrazione di molteplici processi tra cui quello del *Design for Disassembly* (DfD), all'interno di un approccio *Green Building*, e quello della Demolizione Selettiva. Se da un lato il DfD consente di costruire edifici flessibili, facilmente adattabili e/o rimovibili, la demolizione selettiva è da intendersi come un processo di costruzione inverso, che consente di smontare tutte le strutture in un ordine opposto rispetto a quello in cui sono state assemblate. La scomposizione dell'edificio nelle sue singole componenti originarie agevola le operazioni di recupero dei materiali e riduce lo sfruttamento delle risorse naturali [Commissione Europea, 2014]. I rifiuti da C&D così recuperati, infatti, possono essere sottoposti, in base al valore intrinse-

co residuo, a molteplici operazioni di valorizzazione, secondo quanto delineato nella “gerarchia dei rifiuti”, introdotta dalla Dir. 98/2008/EU, privilegiando dunque riuso e riciclo.

La demolizione selettiva può essere articolata in tre grandi macro-fasi quella progettuale, quella operativa e infine quella consuntiva a loro volta suddivise in ulteriori sotto-fasi (Figura 1).

La progettazione ha lo scopo di definire esplicitamente le modalità di esecuzione della demolizione attraverso *audit* pre-demolizione ed elaborazione di progetti esecutivi; la fase operativa prevede l’attuazione di quanto approvato nel progetto esecutivo e si compone di otto momenti cardine dall’organizzazione del cantiere al trasporto e stoccaggio del materiale; la fase consuntiva individua un mercato di riferimento previo accertamento delle caratteristiche e prestazioni residue del prodotto recuperato.

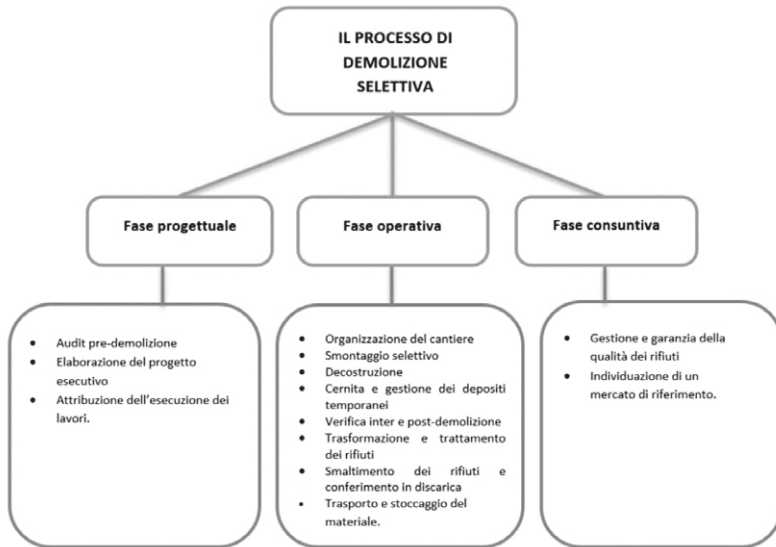


Figura 1. Diagramma di sintesi delle fasi del processo di demolizione selettiva [Elaborazione degli autori a partire dalla UNI/PdR 75:2020].

Anche se tale processo può comportare, in linea generale, tempi e costi maggiori rispetto alla demolizione convenzionale, è necessario, al fine di consentire l'attuazione di una logica *cradle-to-cradle* nel settore C&D, incentivare, come unica opzione perseguibile, quella della demolizione selettiva.

Finalità e metodologia dello studio

Il presente lavoro [1] mira a essere uno strumento di supporto alle decisioni del *policy maker* nell'ambito dell'edilizia pubblica e nel far ciò valuta se sia fattibile incrementare il livello di circolarità, nel settore C&D, del processo demolitivo, stimandone tempi e costi. In particolare, si vogliono analizzare da un lato le caratteristiche cardine che un generico contesto demolitivo deve possedere per favorire l'applicazione del processo selettivo (analisi di fattibilità economica nell'operare su piccola o larga scala) dall'altro lato, le potenziali linee guida da seguire per ottimizzare le tempistiche esecutive delle attività selettive (adozione di metodologie circolari in fase di progettazione e costruzione) e le azioni di *policy* da intraprendere per incentivare l'applicazione del processo selettivo (analisi di convenienza economica nell'impiego di MP o MPS).

Per realizzare tale analisi viene presentato un caso di studio reale in cui sono effettuate:

- un'analisi temporale tramite costruzione del diagramma di GANTT per quantificare la durata esecutiva del processo demolitivo;
- un'analisi economica tramite la *Break Even Analysis* [2], per calcolare la quantità di materiale da sottoporre a demolizione selettiva (e successiva vendita per riuso o riciclo) affinché questa risulti essere economicamente conveniente;
- un'analisi di sensitività tramite la realizzazione di un *Tornado Diagram* per verificare la variabilità del risultato ottenuto al variare degli *items* chiave in input nel modello di analisi.

Il caso di studio si focalizza sull'analisi del processo demolitivo, riportato dalla letteratura scientifica portoghese [Coelho et al., 2011], di un'unità abitativa a schiera, costruita nel periodo tra il 1900 e 1945, appartenente a un progetto di rigenerazione urbana di un insediamento più vasto di circa 140 abitazioni. Al fine di realizzare un'analisi realistica e inquadrabile in un unico contesto nazionale, si effettua un'operazione di trasferimento contestualizzando l'unità abitativa nel territorio italiano, in particolare, in una località urbana/semi-urbana della regione Piemonte. Tale operazione include: la caratterizzazione costruttiva dell'edificio abitativo con materiali realisticamente impiegati nel contesto piemontese (Figura 2, a sinistra); l'individuazione delle fasi cardine del processo di demolizione (Figura 2, a destra); la determinazione

Caratteristiche unità abitativa	
Estensione superficiale di circa 100 mq	
Struttura muraria, tetto formato da coppi in laterizio e solaio in travi e travetti lignei	
Segni di alterazione e cedimento strutturale	
Porte e finestre costituite da metallo e legno	
Rivestimenti superficiali interni in tessuto, in tavolame di legno ed in pietra di Luserna	
Porzione superficiale di pavimento in massetto alleggerito	
Vascone dell'impianto idrico con presenza di amianto.	

Processo demolitivo eseguito	
Smontaggio selettivo in cui sono rimossi i materiali superficiali rimovibili	
Rimozione convenzionale della struttura restante tramite tecnica top-down	
Materiali da risulta recuperati direttamente in cantiere dagli impianti di smaltimento	
Recupero totale dei materiali esclusi i materiali pericolosi e privi di valore intrinseco.	

Riutilizzo (kg)	
Metallo	962
Legno	3.181
Pietra	3.358

Riciclo (kg)	
Inerti	73.052
Vetro	197
Plastica	39

Discarica (kg)	
Terre e rocce	55.000
Massetto alleggerito	8.778
Rifiuti ingombranti	1.394
Rifiuti vegetali	98

Totale (kg)	
Materiali da risulta	146.059

Figura 2. Caratterizzazione costruttiva e materica dell'unità abitativa e schematizzazione del processo demolitivo eseguito con relativi materiali da risulta generati [Elaborazione degli autori].

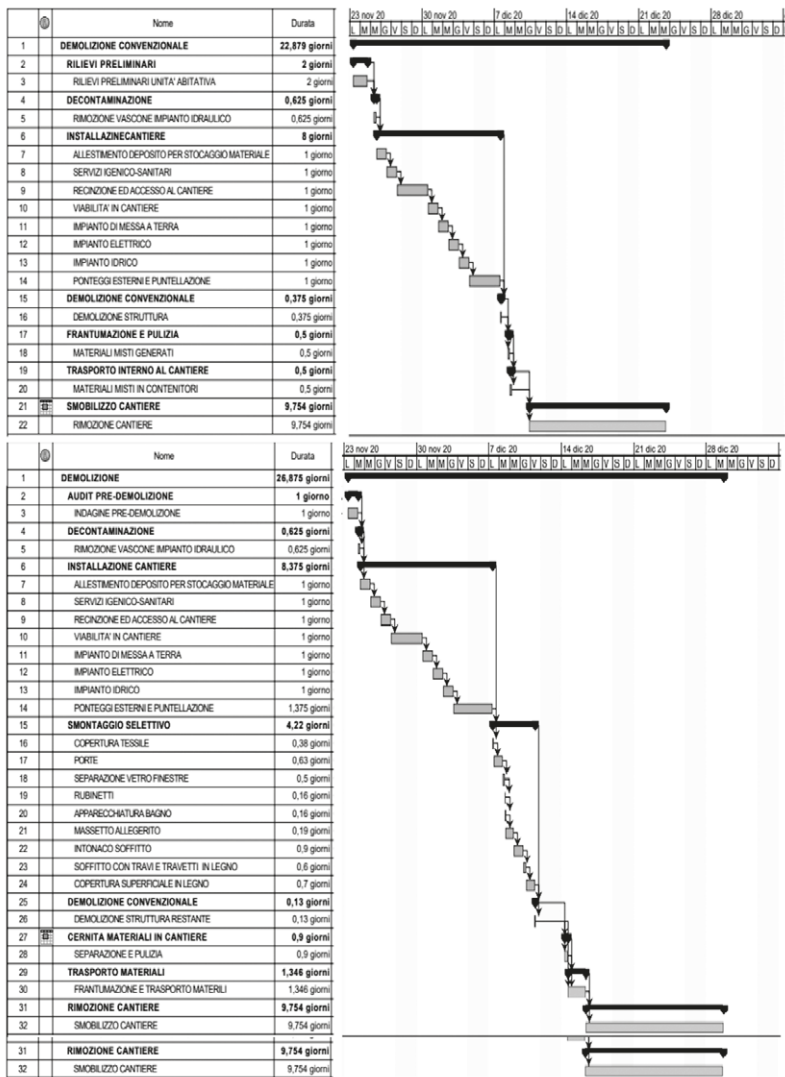


Figura 3. Diagramma di GANTT del processo di demolizione convenzionale (in alto) e selettiva (in basso) dell'unità abitativa oggetto di studio [Elaborazione degli autori].

e quantificazione delle voci di tempo, costo e ricavo (per ciascuna fase caratterizzante il processo demolitivo considerato) tramite l'utilizzo di prezzi regionali e di indagini di mercato, queste ultime volte anche a comprendere il potenziale valore economico dei componenti e materiali di recupero. Per i componenti e materiali recuperati, infatti, si è valutato lo scenario della vendita per il mercato del riuso (ad esempio nel caso di rivestimenti lignei ed elementi in pietra naturale) o la valorizzazione economica ai fini del riciclo (ad esempio per i metalli).

Gli scenari di analisi presentati sono quello di sola demolizione e quello di demolizione e di risanamento del sito in cui le possibili destinazioni finali dei materiali risultano essere: il riutilizzo, il riciclo e il conferimento in discarica. Inoltre, nello scenario con ripristino del sito, viene comparato l'impiego di aggregati naturali con quello di aggregati riciclati.

Risultati e prospettive di ricerca

L'analisi temporale, realizzata tramite il diagramma di GANTT, evidenzia come la demolizione selettiva risulti avere una durata temporale

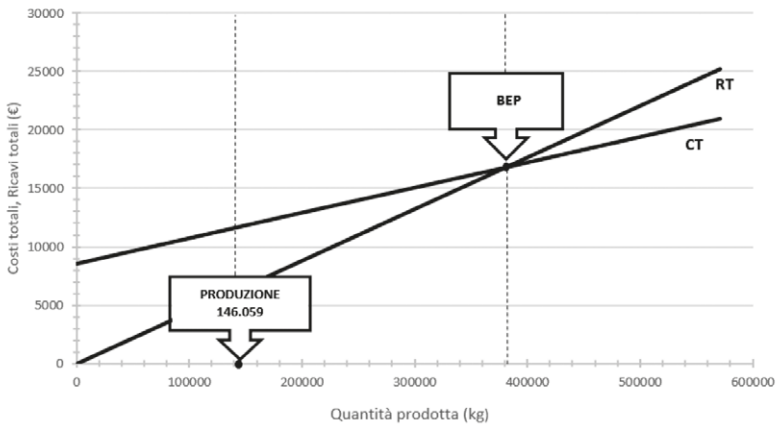


Figura 4. Grafico di sintesi della Break Even Analysis dello scenario di sola demolizione [Elaborazione degli autori].

complessiva pari a 26,8 giorni a fronte dei 22,9 giorni lavorativi richiesti dalla demolizione convenzionale (Figura 3). L'analisi economica, realizzata attraverso la *Break Even Analysis*, mostra che, in ipotesi di recupero totale dei materiali da risulta a esclusione di quelli potenzialmente pericolosi e dei rifiuti privi di valore intrinseco, nel caso di cantiere di sola demolizione la demolizione selettiva dell'unità abitativa risulterebbe conveniente se fosse possibile sottoporre al processo demolitivo una quantità di materiale pari a 380.658 kg (Figura 4).

Nel caso di cantiere di demolizione e risanamento sito con aggregati naturali e riciclati risulterebbe conveniente se fosse possibile sottoporre al processo demolitivo una quantità di materiali rispettivamente pari a 1.181.879 kg (Figura 5) e 723.679 kg (Figura 6).

Dai risultati ottenuti si evidenzia la necessità di:

- ottimizzare la durata esecutiva del processo selettivo adottando pratiche circolari durante la fase di progettazione, come ad esempio quella del *Design for Disassembly*;
- operare selettivamente in condizioni che consentano di sotto-

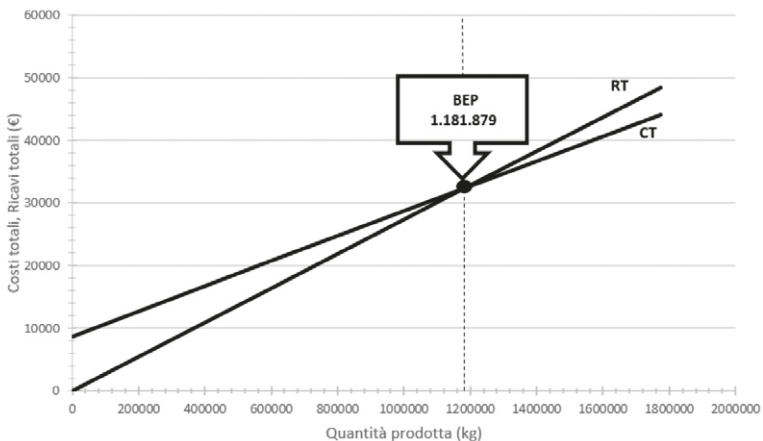


Figura 5. Analisi del Break Even Point del processo di demolizione selettiva dell'unità abitativa, scenario con risanamento del sito tramite uso di aggregati naturali [Elaborazione degli autori].

porre al processo selettivo una quantità maggiore di materiale coinvolgendo contemporaneamente, grazie anche alla possibilità di usufruire di eventuali economie di scala, la demolizione di un numero elevato di unità abitative paragonabile, ad esempio, a quello presente in piccoli quartieri urbani/semi-urbani;

- utilizzare MPS per operazioni di risanamento sito post-demolizione essendo queste più convenienti dal punto di vista economico.

L'analisi di sensitività (Figura 7) mostra, nello scenario di maggiore convenienza economica di risanamento sito con aggregati riciclati, che gli *items* che comportano una maggiore variabilità del *break even point* risultano essere quelli relativi allo smontaggio selettivo dei materiali, al recupero (ai fini della vendita per riuso) del rivestimento ligneo dell'unità abitativa e infine alle politiche di sconto tariffario sull'acquisto di aggregati riciclati e sul conferimento degli inerti.

In linea con gli obiettivi di economia circolare, i risultati ottenuti evi-

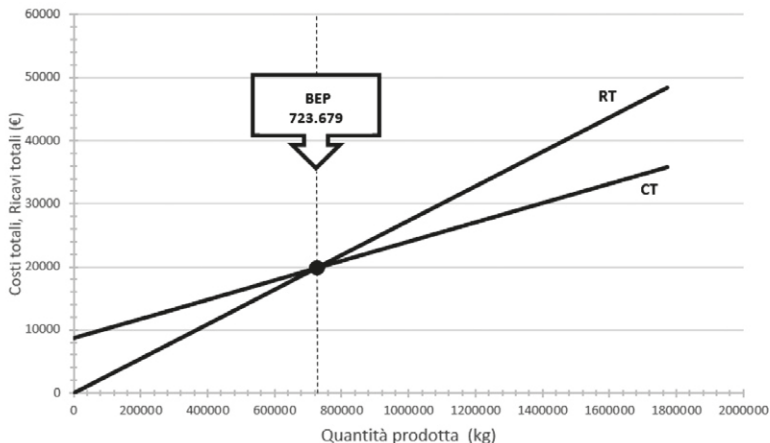


Figura 6. Analisi del Break Even Point del processo di demolizione selettiva dell'unità abitativa, scenario con risanamento del sito tramite uso di aggregati riciclati [Elaborazione degli autori].

denziano, dal particolare caso di studio a un contesto più generale, che: demolire su larga scala incrementa la convenienza economica del processo selettivo; svolgere accuratamente la fase di smontaggio selettivo incrementa la convenienza economica della demolizione, garantendo una migliore qualità e integrità dei componenti recuperati; progettare edifici per il futuro disassemblaggio riduce la durata esecutiva delle attività di recupero di componenti e materiali a fine vita utile; sviluppare politiche di incentivazione monetaria agevola l'utilizzo di MPS e la conseguente adozione del processo selettivo.

Si ravvisa infine come potenziale prospettiva di ricerca futura, quella di applicare la metodologia testata sul caso studio dell'unità abitativa a schiera su tipologie edilizie più intensive, come le case in linea o le torri tipiche dell'edilizia economica e popolare ricorrenti nell'area urbana/semi-urbana piemontese e, più in generale, nelle periferie delle grandi aree urbane nazionali.

Tale scenario potrebbe consentire di osservare l'ottimizzazione dei costi aggiuntivi dovuti al processo selettivo, grazie ai maggiori volumi di materiali in gioco, e permetterebbe al contempo di valutare l'impatto del processo selettivo, in termini di costi-benefici, su una demolizione

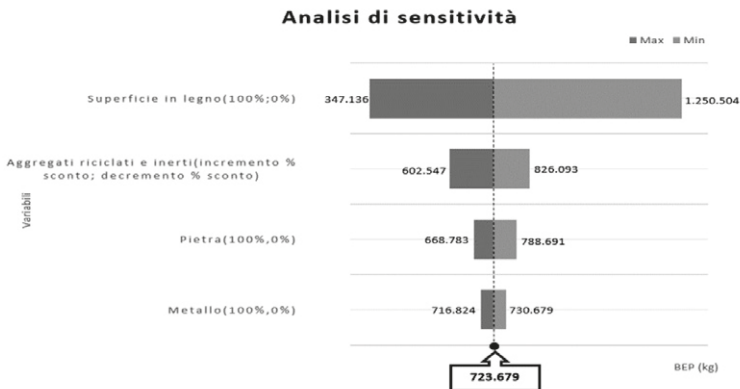


Figura 7. Grafico di sintesi dell'analisi di Sensitività [Elaborazione degli autori].

più complessa, con impiego di differenti risorse in termini di manodopera, macchinari e attrezzatura.

Note

- [1] Il presente contributo riferisce gli esiti di uno studio congiunto ENEA-Università di Tor Vergata, svolto nell'ambito della Tesi di Laurea Magistrale "Economia Circolare e *Urban Mining*: analisi costi-benefici del recupero di materiali da costruzione e demolizione attraverso il processo di demolizione selettiva" (2020), laureanda Giulia Sarra, Relatore Prof. Vito Introna, Correlatore ENEA Dott. Marco La Monica.
- [2] La *Break Even Analysis* evidenzia la dipendenza tra le variabili profitto e volume di vendita di un certo prodotto [Donvito, 2008] individuando il *Break Even Point* per il quale i ricavi ottenuti uguagliano i costi di produzione e individuano un'area di perdita economica ($\pi < 0$) e un'area di convenienza economica ($\pi > 0$) [Kilger, 2013].

Bibliografia e referenze bibliografiche

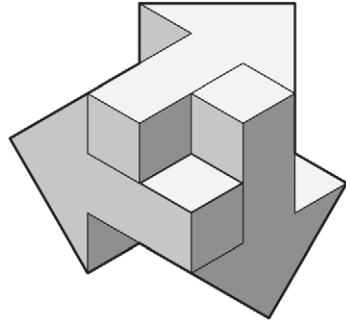
- Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile. "Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile". Disponibile da asvis.it/agenda-2030/ (consultato il: 15.09.2020)
- Altamura, P.; Ceruti, F.; Nobili, C.; Barberio, G.; De Carolis, R. et al. [2020]. "Il settore Costruzione & Demolizione". In Altamura, P., Ceruti, F., Nobili, C., De Carolis, R., Barberio, G., Palumbo, L. (a cura di). *L'economia circolare nelle filiere industriali: i casi Costruzione & Demolizione (C&D) e Agrifood*, pp. 27-74.
- Baccini, P.; Brunner, P. H. [2012]. *Metabolism of the anthroposphere: analysis, evaluation, design*. MIT Press.
- Coelho, A. and de Brito, J. [2011]. "Economic analysis of conventional versus selective demolition—A case study", *Resources, Conservation and Recycling*, 55(3), pp.382-392.

- Commissione Europea. [2014]. *COM (2014) 445 final. Opportunità per migliorare l'efficienza delle risorse nell'edilizia.*
- Commissione Europea. [2015]. *COM (2015) 614 final. L'anello mancante. Piano d'azione dell'Unione Europea per l'Economia Circolare.*
- Commissione Europea. [2019]. *COM (2019) 640 final. The European Green Deal.*
- Commissione Europea. [2020]. *COM (2020) 98 final. Un nuovo piano d'azione per l'Economia Circolare- per un Europa più pulita e più competitiva.*
- Donvito, I. [2008]. "L'analisi costi - volumi – risultati", in *Atti del Corso "Gestione dell'impresa agricola e agroalimentare; business plan, marketing e comunicazione", PO FSE 2007-2013, Avviso Pubblico "Nuovi saperi e professionalità"*, pp. 15-22.
- Ellen Mac Arthur Foundation [2013]. "Towards the circular economy. Economic and business rationale for an accelerated transition", *Journal of Industrial Ecology*, 2, pp. 23-44.
- ISPRA. [2020]. *Rapporto Rifiuti Speciali 2020.*
- Kilger, W. [2013]. *Flexible Plankostenrechnung und Deckungsbeitragsrechnung.* Springer-Verlag.
- Korhonen, J.; Honkasalo, A. and Seppälä, J. [2018]. "Circular economy: the concept and its limitations", *Ecological economics*, 143, pp. 37-46.
- Pao, H. T. and Chen, C. C. [2019]. "Decoupling strategies: CO₂ emissions, energy resources, and economic growth in the Group of Twenty", *Journal of cleaner production*, 206, pp. 907-919.
- Ronchi, E. [2020]. *2° Rapporto sull'economia circolare con focus sulla bioeconomia.* Webinar di presentazione del Rapporto elaborato da Circular Economy Network ed ENEA.
- UNI/PdR 75:2020. [2020]. *Decostruzione selettiva - Metodologia per la decostruzione selettiva e il recupero dei rifiuti in un'ottica di economia circolare.*

Profili degli autori

Authors profiles

PRE-FREE
UP-DOWN
RE-CYCLE



Adolfo F. L. Baratta - Editor

Architect, Research fellow, PhD of Architecture Technology, Post Doc, fixed term Research Assistant, Assistant Professor, since 2014 he is Associate Professor of Architecture Technology at the Department of Architecture, Roma Tre University. He has been qualified as Full Professor by the National Scientific Qualification (2018).

Since the beginning of his studies he deepened the methodological tools relating to the discipline of Architecture Technologies.

Directly connected to the research is his teaching activity carried out as Adjunct Professor at University of Florence (2002-12) and at Sapienza University of Rome (2009-10) other than as Visiting Professor at Universidad de Boyacá in Sogamoso (Colombia, 2017) and at Hochschule Technik, Wirtschaft und Gestaltung in Konstanz (Germany, 2017). Since 2020 he has been appointed expert by the Ministry of Infrastructure and Sustainable Mobility. He is author of over 200 publications.

Paola Altamura

Architect, PhD in Environmental Design, she is Research Fellow at the Laboratory Resource Valorisation of ENEA (Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development) and Adjunct Professor at the Faculty of Architecture of Sapienza University of Rome.

Jacopo Andreotti

Graduated in Architecture for the Sustainability Design from Politecnico di Torino, he has involved in research at the Department of Architecture and Design (DAD) on the recycling of agricultural wastes in the building sector. Furthermore, his research activities investigate the issues of Life Cycle Assessment and Circular Economy.

Laura Badalucco

Associate Professor and Scientific Head of the advanced specialization courses in Circular Design and Packaging Design at Università Iuav di Venezia. She is a member of the New Design Vision spin off of the same university. She collaborates in various research in the field of Circular Design, environmental and social quality of products, Green Public Procurement, Packaging Design and Basic Design.

Marco Battaglia

Architect and Co-Founder of Sfridoo, an innovative start-up in waste recycling field. Sfridoo intend to generate the secondary material market understood as: by-products, inventory leftovers and company assets.

Graziella Bernardo

PhD and Researcher at University of Basilicata, Department of European and Mediterranean Cultures, Five-year degree in Architecture, Matera (Italy). The research topics are focused on the conservation and evaluation of heritage materials and on the development of innovative materials obtained by waste and low-energy technologies for sustainable constructions.

Laura Calcagnini

Architect, PhD in Energy Science, Researcher in Architecture Technology at the Roma Tre University. Her research fields concern technological design, the reduction of the environmental impact of materials, methodological tools for energy-conscious design and integration with issues of living flexibility.

Francesca Camerin

Architect, Research fellow, she was Coordinator of the research project about the study of innovative temporary wooden housing units for the shelter and accommodation of elderly people in the event of functional redevelopment of buildings used as retirement homes.

Monica Cannaviello

PhD, Adjunct Professor at University of Campania L.Vanvitelli. She is expert in Energy Management and Energy Management Systems Auditor (ISO 50001: 2011). Lecturer in numerous training courses at public and private entities in the field of energy efficiency, energy management and renewable sources.

Paola Careno

Graduated in Architecture and Research Fellow at IUAV University of Venice. She is a member of the editorial staff of OFFICINA* Journal and she participates in the research about integrated, innovative and multi-scale design of products made with Murano glass waste.

Francesco Careri

Associate Professor in Architectural Design at the Roma Tre University, he is co-founder of Stalker Nomad Observatory and co-Director of the Master Environmental Humanities, Environmental and Territorial Studies and of the PACS Master, Performing Arts and Community Spaces.

Luca Casarotto

Assistant professor, teacher at the Università Iuav of Venezia and head of the advanced specialization course in Packaging Design. He is a member of the New Design Vision spin off of the same University. He collaborates in various research in the field of innovation and production processes, design driven innovation, Industry 4.0 and 5.0, polymeric materials and Basic Design.

Francesca Castagneto

PhD, Associate Professor of Architectural Technology, University of Catania, Dept. of Civil Engineering and Architecture_School of Architecture in Siracusa.

Agostino Catalano

Associate professor of Technical Architecture. Component of the Inter-University Center of Search Seminar of History of the Science of the University of Bari Aldo Moro. He is associate to CNR-ITABC Institute for Technologies Applied to the Cultural Heritage. Vice-president for Europe of the CICOP- International Centre for Heritage Conservation.

Andrea Cavagna

Architect and Co-Founder of Sfridoo, an innovative start-up in waste recycling field. Sfridoo intend to generate the secondary material market understood as: by-products, inventory leftovers and company assets.

Stefano Centenaro

Master's degree in Materials Engineering at University of Padua. Research Grant Holder at University Ca' Foscari of Venice, Department of Molecular Sciences and Nanosystems, working on the chemistry of ancient and modern Murano glass in order to develop and produce innovative materials.

Alessandra Cernaro

Building Engineer at University of Messina, PhD in "Civil, Environmental and Safety Engineering". The research activity concerns the sustainable construction innovation and history of building technique, with the implementation of IT solutions, such as BIM (Building Information Modelling).

Francesca Ceruti

Researcher at ENEA, Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development. She leads a transversal research activity on management and strategic decision-making to promote sustainable development & circular economy and on the resource valorisation in different supply chain.

Massimiliano Condotta

PhD, architect, is assistant professor of Building Technology at the IUAV. He works at various international research focusing on the application of IT in architectural and urban design, on sustainable building design and technologies, on Circular Economy applied at architectural design process.

Stefano Converso

Architect, deals with the relationship between design culture and advanced digital technologies. As an expert in BIM and Digital Manufacturing he completed several projects and applied research on File to Factory Design , aside classes, experimental workshops and seminars part of a longstanding experience in the Department of Architecture at Roma Tre University.

Gigliola D'Angelo

Engineer and Architect, is PhD Student in “Civil Systems Engineering” and “Innovación Tecnológica en Edificación” at UNINA joint with Universidad Politécnica de Madrid. Assistant professor at University of Naples Federico II, carries out professional and research activities in demolition and technological innovation in construction.

Filippo De Benedetti

Architect, Research Fellow at IUAV University of Venice, he participates in the research about integrated, innovative and multi-scale design of products made with Murano glass waste.

Denis Faruku

Graduated in Architecture for the Sustainability Design from Politecnico di Torino. He has carrying out research at Dipartimento di Architettura e Design (DAD), focusing on the field of experimentation, prototyping and environmental assessment of recycled materials for the construction and design sectors.

Ornella Fiandaca

Engineer, she is associate professor of Architectural Technology. Teaches BIM approach to Design, Sustainable focus on the recovery project at the Engineering Department of the University of Messina. Her activity ranges from construction history to sustainable technological innovation, from H-BIM to circular construction.

Fabrizio Finucci

Architect and PhD at Sapienza University of Rome, he is Researcher in Appraisal and Economic Evaluation of Project at the University of Roma Tre. National Scientific Qualification as Associate Professor in 2018, his main research activity concerns evaluation techniques implemented with inclusive and dialogic approaches.

Fabio Enrique Forero Suarez

Architect, PhD, Adjunct Professor in History of Architecture and Modern Design at the Universidad El Bosque in Bogotá. He deals with applied design research in the marginal areas of South America.

Enrica Giaccaglia

Architect, urban design and philosophy graduate. Works as a designer and as a research fellow in sustainable development strategies at Roma Tre University. Collaborates with CNAPPC institute journal and is a member of INU research project.

Roberto Giordano

PhD, architect and associate professor in Architectural Technology at the Department of Architecture and Design (Politecnico di Torino). He has more than 20-year experience in environmentally friendly materials and methods for assessing the sustainability of buildings. He is the author of about 100 publications.

Martino Hutz

Research Associate at Chair of Building Construction and Material Science EBB, TU, Munich and lecturer at TU, Vienna. He worked as project lead at Bjarke Ingels Group, Copenhagen and graduated in 2016 at University of Applied Arts in Vienna (MArch. with distinction) with Zaha Hadid and Kazuyo Sejima.

Francesco Incelli

Civil Engineer and University Lecturer with a diverse range of skills embracing Theory, Design and Construction of structures. He is expert in Finite Element modelling he has been Technical and Training Lead for UK and Ireland for the World's Leading Engineering Software Developer Midas IT.

Vito Introna

Associate Professor at Tor Vergata University of Rome, he deals with the design and management of industrial plants with particular attention to energy and environmental aspects.

Marco La Monica

Researcher at the ENEA, Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development (Department of Sustainability, SSPT - Laboratory Resources Valorization, RISE). His main research topics are: circular economy, ecology and industrial symbiosis.

Mario Lazzaroni

Architect and Co-Founder of Sfridoo, an innovative start-up in waste management field. Sfridoo intend to generate the secondary material market understood as: by-products, inventory leftovers and company assets.

Antonio Magarò

Architect, PhD in Architectural Technology, he is Research Fellow at the Roma Tre University. The research activity is articulated through the technology transfer from ICT to Architecture with reference to the implementation of integrated housing systems for fragile users and the protection of the architectural heritage.

Massimo Mariani

Architect, PhD in Architectural Technology (XXXII Cycle) at the University of Florence, he is an expert in technological innovation in the field of materials and construction technologies, with reference to special typologies and complex programs.

Marco Mauti

Graduating in Urban Design. Member of INU research project, he is co-founder of #mappaX, a civic-driven Start-up that aims to map the perception of the inhabitants of the X Municipality of Rome and return the data collected to the citizens.

Beatriz Eugenia Mira Rada

Statistician from the Universidad del Valle in Cali, Colombia. Works as a professor at the Physics and Mathematics Department at Universidad Autonoma de Manizales in Manizales Colombia. As a professor, she teaches classes in Stats, Probabilities and as a researcher she coordinates the Data Analysis Lab and participates in different projects on education, public health, economics and engineering applying statistical methods for data analysis.

Elena Montacchini

Architect, Associate Professor in Architecture Technology at the Department of Architecture and Design – Politecnico di Torino. Her research activity is mainly focused on development, construction and monitoring of low environmental impact technical elements and products, including prototyping activities.

Florian Musso

Full Professor in Building Construction and Material Science (EBB) at the Technical University of Munich (TUM). He carries out research in the fields of construction materials and subsystems in industrial construction and runs an architectural practice LorenzMusso Architects in Sion/CH and Munich.

Elisabetta Palumbo

Senior researcher and lecturer at the Institute of Sustainability in Civil Engineering (INaB) of the RWTH Aachen University (DE) and contract professor at the University of Bergamo (IT). Her main field of research is tools and methods for assessing sustainable performances of the built environment from a Life Cycle Thinking approach perspective.

Chiara Panozzo

Graduating from the IUAV University of Venice, with a thesis on the environmental assessment of the end of life of dry building envelopes. ducts, including prototyping activities.

Vesna Pungercar

Research Associate and PhD Candidate at Chair of Building Construction and Material Science EBB, TUM. She works and coordinates research projects on sustainable construction, building materials and building technology, which have been published in scientific journals and international conferences.

Stefania Riccio

Bachelor's degree in Sciences of Architecture at the University of Naples "Federico II", is a grad student in Architecture for Sustainable Design at the Polytechnic of Turin. She deals with the reuse and recycling in the building industry of the by-products of the agri-food chain.

Rosa Romano

Architect, PhD, Researcher and Adjunct Professor at University of Florence. She participated to numerous national and international researches concerning the issues of Environmental Sustainability and Energy Saving of buildings, deepening the theme of the design and energy evaluation of Innovative Facade Components for the Mediterranean climate.

Massimo Rossetti

Associate Professor in Technology of Architecture at Luav University of Venice; he carries out research activities in the fields of technological innovation, sustainability and refurbishment of existing buildings. He is currently Director of the Architecture Construction Conservation Degree Course.

Andres Salas Montoya

Associate professor at the Civil Engineering Department at the Universidad Nacional de Colombia, works in construction materials, concrete technology, sustainable materials, recycling, supplementary cementing materials, natural fibers and environmentally friendly materials.

Camilla Sansone

Architect and PhD. Adjunct Professor of Restoration and conservation of buildings in University of Molise. Author of numerous publications about Technical Architecture.

Giulia Sarra

Engineer, Project Controller at MBDA, she did a curricular internship at ENEA with the aim of completing the thesis on Circular economy and urban mining.

Silvia Tedesco

Architect, Researcher in Architecture Technology at the Department of Architecture and Design, Politecnico di Torino. CEO and co-founder of Growing Green s.r.l. She carries out research on topics related to the circular economy, the industrial symbiosis and the development of new building products from recycled materials.

Luca Trulli

Architect, PhD student in Architectural Technology at the University of Roma Tre, he deals with technological innovation relating to industrial production processes, particularly in the glass sector.

Elisa Zatta

Architect and PhD student in “New Technologies and Information for the Architecture, the City and the Territory” at the Iuav University of Venice. Her research concerns building technologies, mainly focusing on Circular Economy and reuse processes applied to the architectural practice.

Finito di stampare nel mese di
Maggio 2021.

Il IV Convegno Internazionale PRE|FREE - UP|DOWN - RE|CYCLE, dedicato alle "Pratiche tradizionali e tecnologie innovative per l'End of Waste", si è tenuto sulla piattaforma Microsoft Teams il 28 maggio 2021. I contributi sono stati distribuiti, a seguito della procedura double blind peer review, all'interno delle tre sezioni che caratterizzano il Convegno Internazionale: Saggi, Ricerche, Architetture e Design. La partecipazione ha visto il coinvolgimento di numerosi atenei, centri di ricerca e start-up oltre al nutrito numero di membri del Comitato Scientifico. La raccolta degli Atti fornisce lo stimolo alla riflessione sulle pratiche tradizionali e la loro intersezione con le azioni più innovative, attraverso un ripensamento dell'End of Waste. L'elemento più interessante degli Atti è la varietà di prospettive: sebbene non vi sia la possibilità di leggere i contributi in continuità, essi restituiscono un panorama che promuove la conoscenza e stimola ulteriori indagini e ricerche.

Adolfo F. L. Baratta è Architetto e Dottore di Ricerca. Dal 2014 è Professore Associato in Tecnologia dell'Architettura presso l'Università degli Studi Roma Tre e, dal 2018, è abilitato come Professore Ordinario. È stato docente presso l'Università degli Studi di Firenze e Sapienza Università di Roma, nonché Visiting Professor presso la Universidad de Boyacá di Sogamoso (COL) e la HTWG di Konstanz (DE). Dal 2020 è esperto della Struttura Tecnica di Missione del Ministero delle Infrastrutture e delle Mobilità Sostenibili. È autore di oltre 200 pubblicazioni.

ISBN 979-12-5953-005-9



9 791259 530059

€ 22,00