

Convegno ICESP - GdL 4 - Sottogruppo “Costruzione e Demolizione”

“Sapienza” Università di Roma, Aula Magna della Facoltà di Architettura | Piazza Borghese, 9
10 ottobre 2024

Circularità nel settore delle costruzioni e demolizioni

Contesto normativo, ricerca e buone pratiche delle aziende dalla Piattaforma ICESP

Scenari di innovazione per un'architettura circolare. Design, ricerca e sperimentazione

Serena Baiani | Sapienza Università di Roma



DIPARTIMENTO DI PIANIFICAZIONE DESIGN
TECNOLOGIA DELL'ARCHITETTURA

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA**

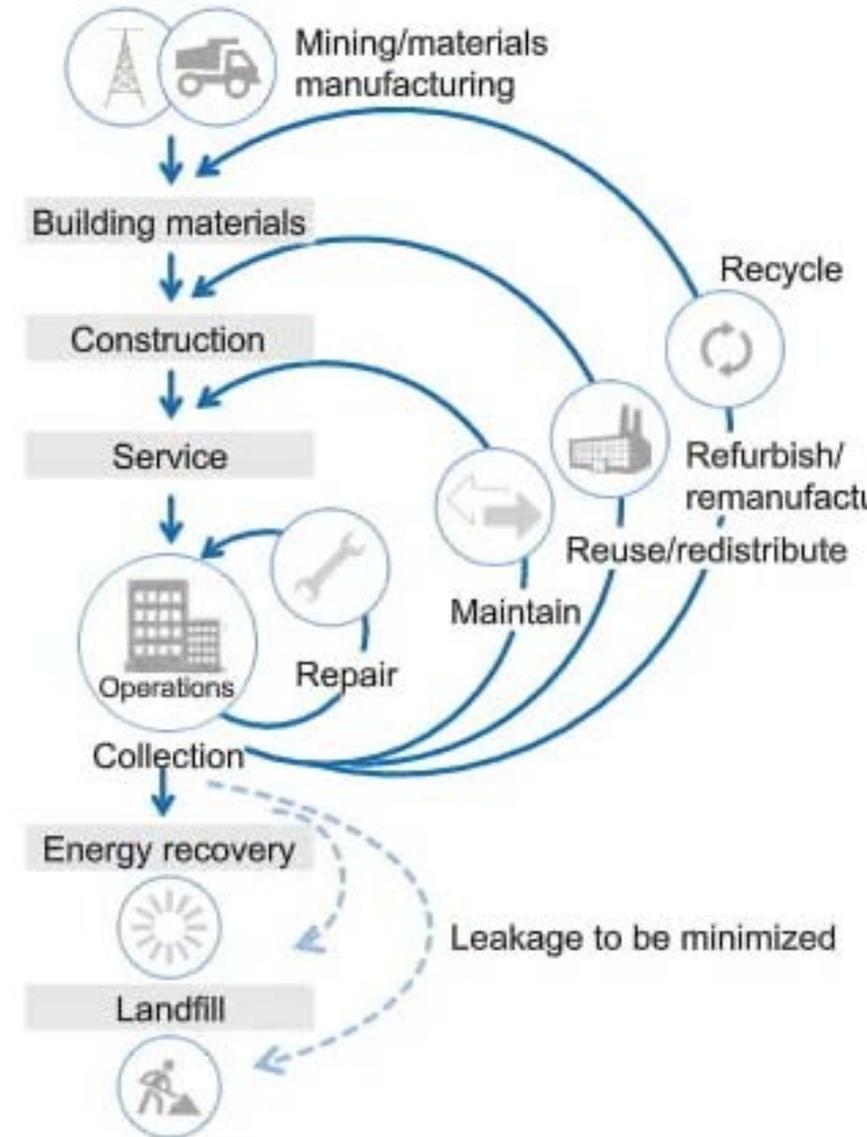
Il contesto di riferimento_transizione circolare

L'industria delle costruzioni contribuisce al PIL a livello globale per il 6%, ma al contempo consuma il 40% dei materiali, genera il 35% dei rifiuti (Agyekum et al., 2024) ed è responsabile del 36% del consumo energetico e del 37% delle emissioni di CO₂ legate all'energia (UNEP, 2021).

Le politiche per migliorare la sostenibilità del settore non si sono concentrate – se non di recente – sulla **circularità** dando priorità alle strategie per la riduzione dei consumi di energia operativa.

Occorre invece una **visione olistica** per favorire la **transizione circolare** e garantire reali impatti positivi in termini di **riduzione del prelievo di risorse** e connesse **emissioni climalteranti**.

Per aggiornare le pratiche in ottica di Costruzione Circolare, occorre un **approccio complesso e dinamico** che integri aspetti tecnici, sociali, economici, ambientali ma anche comportamentali, spaziali e temporali.



Ciò comporta un **cambiamento significativo nell'approccio di tutti gli attori coinvolti** e delle relative filiere e la definizione di **nuove figure professionali** in grado di implementare modelli di business circolari



EU Commission (2015)

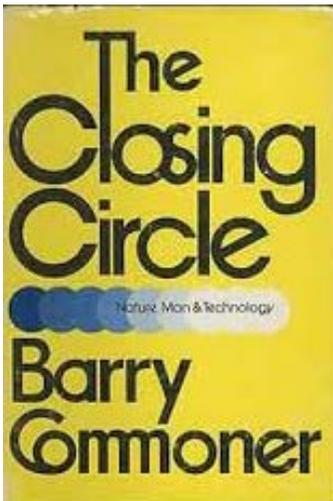


EU Commission (2020). *Piano d'Azione per l'Economia Circolare*

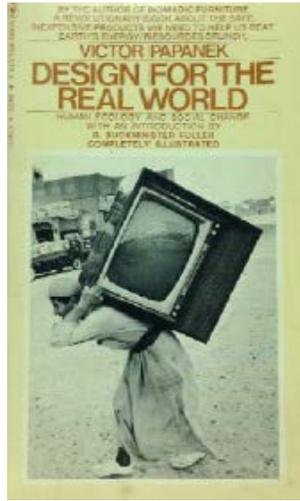


- Responsabilità dei progettisti
- nella **prevenzione degli impatti del prodotto** attraverso strategie di progetto (definizione tecnica)
 - nella prefigurazione della dimensione socio-culturale-estetica del prodotto (definizione dell'attrattività)

La chiusura del cerchio o il Cerchio da chiudere



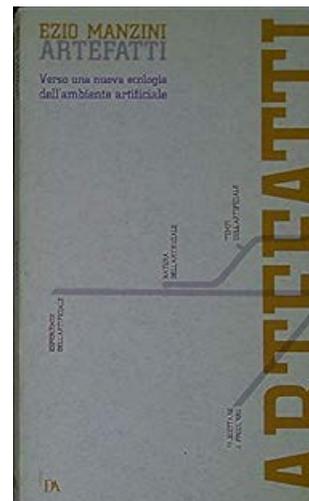
1971



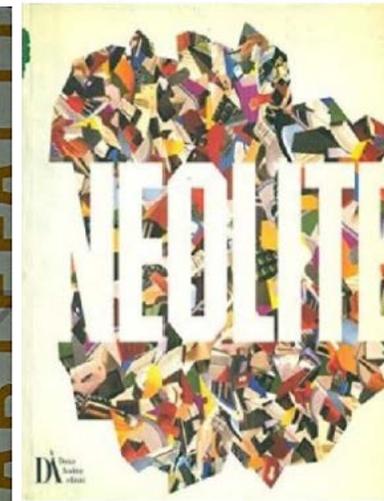
1971



1971



1989



1991

The Hannover Principles
Design for Sustainability

Prepared for EXPO 2000
The World's Fair
Hanover, Germany

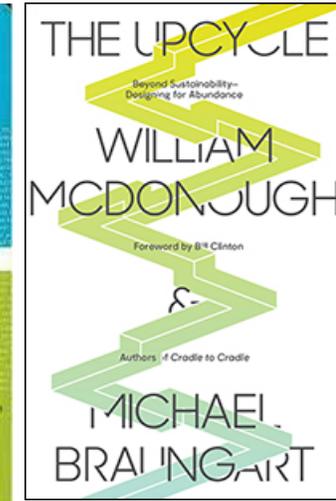
1992

William McDonough & Partners
410 East Water Street
Charlottesville, VA 22902
tel 804 979 1111
fax 804 979 1112

© 1992 William McDonough Architects
all rights reserved



2002



2013

la coscienza del limite delle risorse_ approccio al progetto determinato dalla **responsabilità sociale e ambientale**

la ricerca sulle **strategie di progetto** per la **riduzione** nell'uso delle risorse e sui sistemi di prodotti a **basso impatto**

definizione di approcci, metodi, **strumenti**: Ecodesign, LCD, C2C

Circularity by Environmental Design

eco-design

L'ecodesign o eco-progettazione è la **considerazione dei fattori ambientali nella progettazione e nello sviluppo** di prodotti e servizi.

The integration of environmental aspects into the product development process, by balancing ecological and economic requirements. Eco-design considers **environmental aspects at all stages of the product development process**, striving for products which make **the lowest possible environmental impact throughout the product life cycle**.

[UNEP, 2001]

L'ambiente concorre alla definizione del design, divenendone un **fattore di indirizzo nello sviluppo del prodotto**. In questo processo, l'ambiente assume il medesimo status dei più tradizionali valori industriali, quali il profitto, la funzionalità, l'estetica, l'ergonomia, l'immagine e la qualità generale.

[Rathenau Institute, 1997]

Rethinking
Refuse
Replace
Repair
Reduction
Reuse
Recycling

“Ecodesign for Sustainable Products Regulation” (ESPR, COM 2022)

Fase di Progettazione

- _ scenari alternativi nella definizione del ciclo di vita
- _ strategie Design for ...
- _ strumenti di valutazione dell'impronta ambientale
- _ procedure operative
- _ buone pratiche
- _ banche dati

Strumenti di supporto al progetto e valutazione dell'impronta ambientale

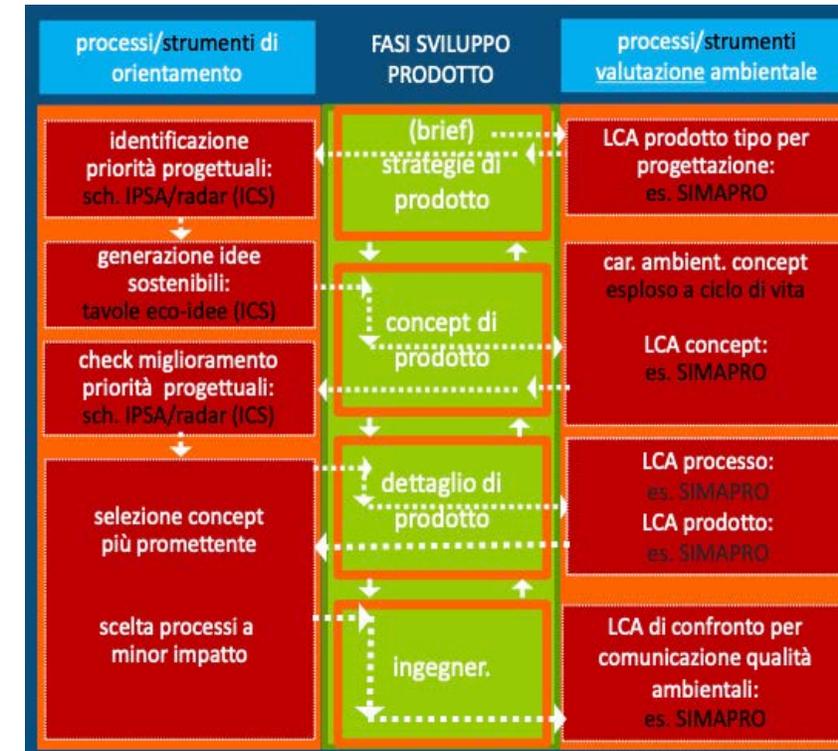
- **Checklist di eco-progettazione**_ICS_ql toolkit
- MET Matrix (Materials, Energy, Toxicity)
- Material input per unit service_MIPS
- Cumulated energy demand_CED
- Method for Product Design for environmental Sustainability_MPDS | LENS
- **LCA, SLCA, LCC**

Procedure operative

- GPP
- **CAM**
- CAM Edilizia
- Materiali riciclati certificati
- Audit pre-demolizione
- Piano di demolizione
- **Demolizione selettiva**
- Piano di gestione dei rifiuti di cantiere

Strumenti di supporto decisionale

- **Database** di materiali ecocompatibili e riciclati
- Guide per **selezione di materiali** ecocompatibili
- Strumenti di **certificazione** della compatibilità ambientale di prodotti/filiere
- Mappe geo-referenziate di impianti
- Broker e aziende specializzate nel riuso



ISO/TR 14062:2002

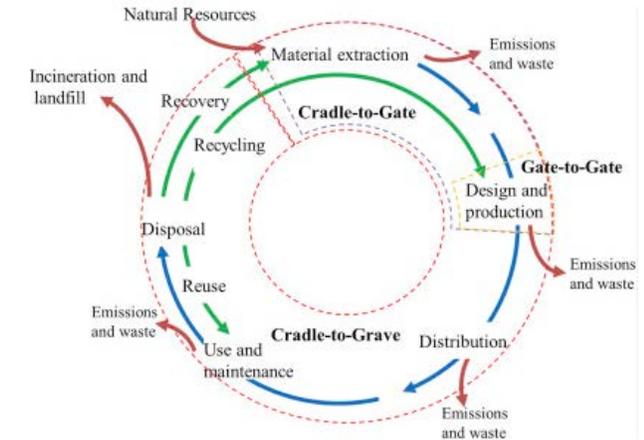
A Guideline for integration eco-design in a product development process

Circularity by Environmental Design

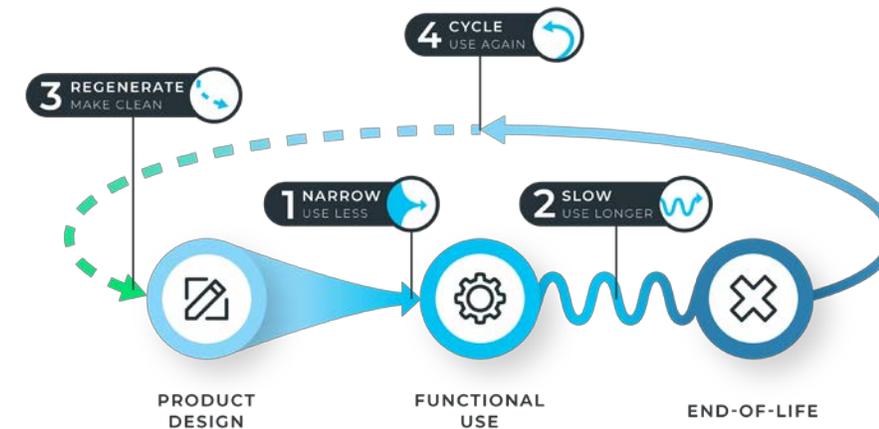
> da un approccio metodologico-progettuale finalizzato alla **prevenzione e riduzione degli impatti** dei prodotti durante tutte le fasi di vita (dalla culla alla tomba), integrando gli aspetti ambientali con i criteri tecnico-ergonomici di progettazione del prodotto

> al *Life Cycle Design* che opera attraverso **strategie specifiche applicabili alle diverse fasi del ciclo di vita** (strategie mirate, *Design for...*) che guarda al ciclo di vita come base per comprenderne gli effetti

> fino al *Circular Design* (Holcim Foundation) che enfatizza le misure "**no-raw-material-extraction, no-waste**", con l'obiettivo di **mantenere i materiali o i prodotti** nel circuito economico, **per una durata infinita**, attraverso le azioni Riduzione Riutilizzo Riciclo con l'estensione della vita utile (dalla culla alla culla)



four key circular actions_ USE LESS, USE LONGER, USE AGAIN AND MAKE CLEAN



Circularity by Environmental Design: progettazione del ciclo di vita di componenti e sistemi

Progettazione life cycle interscalare (dall'edificio al distretto urbano) dei flussi di risorse materiali e immateriali

Strategie e azioni progettuali per la *material resource efficiency*

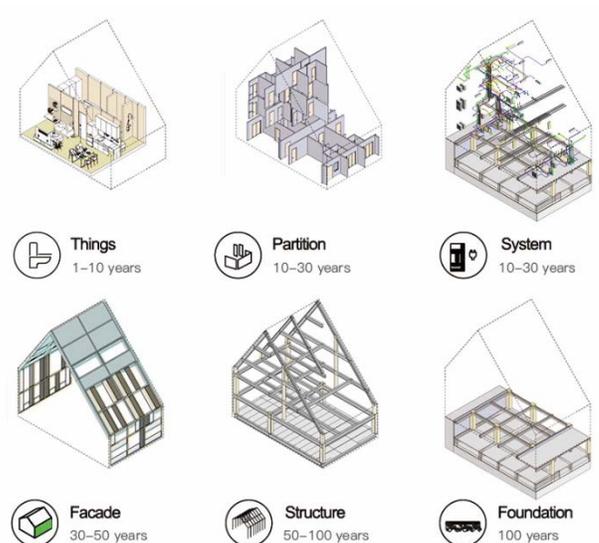
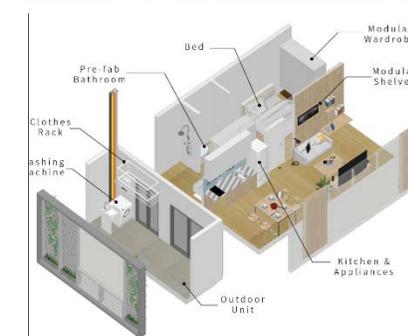
- | | |
|--------------------------|---|
| Materiali dell'esistente | 1. Riuso adattivo edificio preesistente |
| | 2. Demolizione selettiva parziale o totale edificio esistente |
| | 3. Riuso componenti da demolizione in cantiere (<i>on-site</i>) |
| | 4. Riciclo rifiuti da C&D in cantiere (<i>on-site</i>) |
| | 5. Riciclo rifiuti da C&D in impianto per riciclo (<i>off-site</i>) |
| | 6. Recupero componenti per riuso in altro sito (vendita o donazione) |
| Materiali di progetto | 7. Ottimizzazione progetto tecnologico per prevenire rifiuti da costruzione |
| | 8. Design for Deconstruction e flessibilità per prevenire rifiuti da demolizione |
| | 9. Restituzione eccedenze e scarti di costruzione al produttore |
| | 10. Riuso materiali/componenti di recupero da altri cantieri o da altre fonti |
| | 11. Impiego di materiali con contenuto di riciclato |
| | 12. Impiego materiali ecocompatibili da filiere controllate/locali |
| Cantiere | 13. Gestione innovativa dei flussi di materiali e rifiuti in cantiere (tracciamento, contratti, stoccaggio, etc.) |

Progettazione del ciclo di vita di un distretto urbano TaiSugar Circular Village, Taiwan | Bio-architecture Fomosana | 2021

Uno dei primi «villaggi circolari» a livello globale realizzato nella Shalun Smart Green Energy Science City, formato da tre blocchi di alloggi e una corte con spazi condivisi, colture acquaponiche, fitodepurazione, produzione di energia solare da BIPV

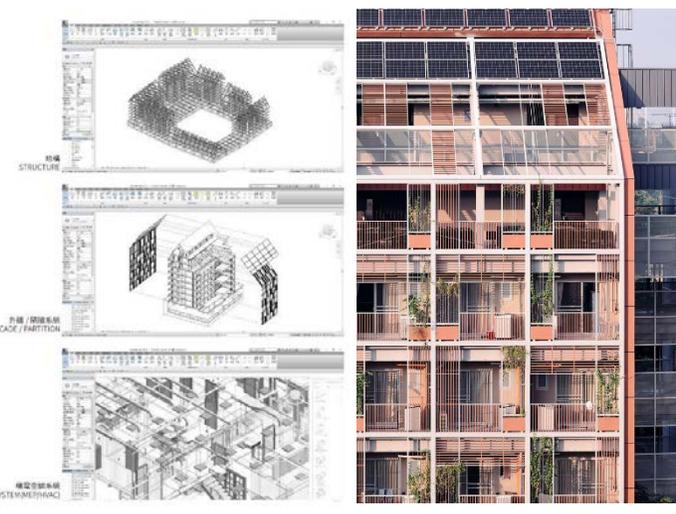
La costruzione è modulare e prefabbricata, in acciaio e legno X-Lam, per rendere più efficienti l'assemblaggio e lo smontaggio, nell'ottica del costruito come «banca» di materiali da costruzione; ascensore, illuminazione, mobili e sanitari sono stati «affittati» anziché acquistati (*product as service*)

Tra i materiali circolari impiegati: componenti in legno recuperato da edifici fatiscenti per la struttura di uno dei padiglioni, binari ferroviari riutilizzati come recinzione.



建材銀行 / 建材護照 material bank / material passport

位置	材料名稱	規格	數量	單位	備註
外牆 A	磚	240x115x60mm	12000	塊	
外牆 B	磚	240x115x60mm	12000	塊	
外牆 C	磚	240x115x60mm	12000	塊	
外牆 D	磚	240x115x60mm	12000	塊	



Riuso adattivo di due torri per uffici con riuso e riciclo on-site certificato C2C

ZIN Project, Bruxelles | 51N4E, l'AUC, Jasper-Eyers, Befimmo, Drees & Sommer | 2018-2024

Sperimentazione principi di **circolarità nel riuso adattivo e deep retrofit** di due delle quattro torri del World Trade Centre di Bruxelles

È stato realizzato **l'Inventario dei materiali** finalizzato a massimizzare **riuso, riciclo e upcycling dei materiali on-site** e la loro **certificazione di qualità**

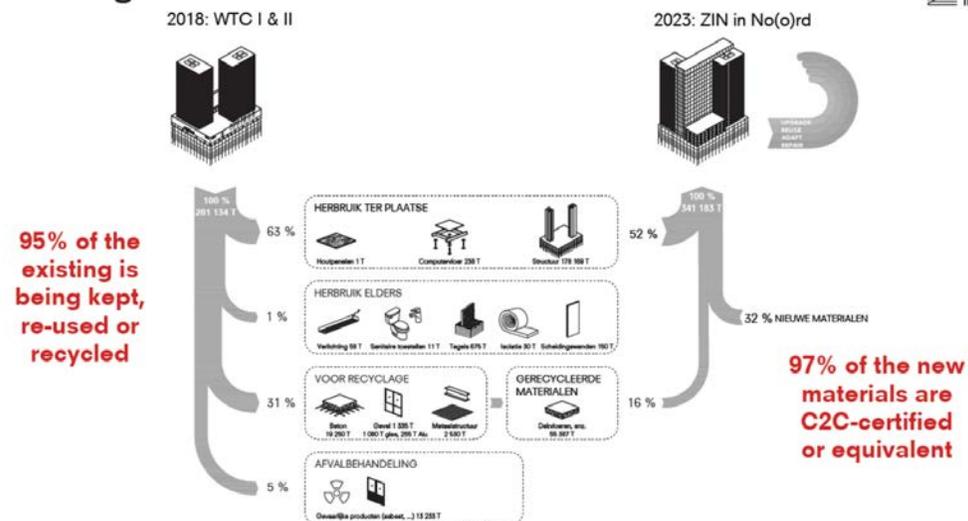
Progetto supportato da EPEA e Drees & Sommer, che si occupano dell'implementazione degli approcci progettuali e sistemi di certificazione C2C, per tutto ciò che concerne la **demolizione selettiva del calcestruzzo**, il suo **riciclo in loco** e la **produzione di aggregati riciclati** per realizzare **calcestruzzo certificato C2C** da impiegare nella riqualificazione delle torri, mediante collaborazione tra diversi attori

Il **95% dei materiali dell'esistente mantenuto, riutilizzato o riciclato** e **97% dei nuovi materiali certificato Cradle to Cradle (C2C)**

Il progetto di adeguamento ha visto l'adozione di principi di **modularità e decostruibilità**, per massimizzare il recupero futuro.



Building as material bank



Buona pratica presentata da Drees & Sommer in un'attività di stakeholder engagement organizzata da ENEA in ECESP, *Circular Talk 2021*

Circularity by Environmental Design: progettazione del ciclo di vita dei prodotti **attraverso i materiali**

Miglioramento della tracciabilità dei materiali e la trasparenza delle informazioni per estendere il ciclo di vita ed elevare la qualità dei prodotti da costruzione

Gli strumenti digitali condivisi permettono

_la collaborazione tra i diversi attori,

_la tracciabilità dei componenti,

_la promozione di riuso di sistemi e componenti e riciclo dei materiali

mediante la **facilitazione dell'incontro tra domanda e offerta** di materiali e componenti di recupero e si dimostrano strategici per lo *scale-up* delle pratiche di circolarità

Progettazione del ciclo di vita di prodotti e componenti tecnici attraverso i materiali strumenti digitali

Piattaforma per l'archiviazione e la condivisione di informazioni sui materiali **Madaster (NL) | Dal 2017**

Catasto digitale dei materiali, che utilizza i *Material Passport* ed è interoperabile con il BIM, operativa in 5 Paesi europei, con progetti registrati in tutto il mondo

Prima piattaforma digitale che facilita la generazione e la **registrazione centralizzata e standardizzata delle informazioni sui materiali** e prodotti applicati nelle costruzioni e infrastrutture, fornendo un archivio che può essere conservato ma anche aggiornato nel tempo.

Madaster genera e registra i **passaporti dei materiali e dei prodotti**, fornendo un **inventario dettagliato** con informazioni su quantità, qualità, dimensioni e ubicazione di tutti i materiali, componenti e prodotti utilizzati in uno specifico edificio.

La piattaforma fornisce una panoramica dell'impatto ambientale (**Material Circularity Indicator, embodied carbon**), una valutazione finanziaria (valore residuo attuale e futuro previsto dei materiali) ed un **profilo di circolarità**, in base al livello di disassemblabilità, l'impatto ambientale, il carbonio incorporato e il valore residuo attuale e atteso dei materiali.



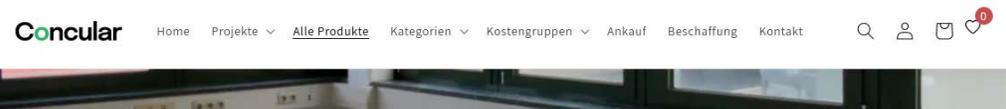
Progettazione del ciclo di vita di prodotti e componenti tecnici attraverso i materiali strumenti digitali

Piattaforma digitale per lo scambio di componenti di recupero **_Concular (DE) | Dal 2020**

Piattaforma digitale che supporta il **riuso/riciclo dei materiali da costruzione**, rivolta ai diversi attori dell'industria delle costruzioni (committenti, sviluppatori, progettisti, costruttori).

Il software consente di **digitalizzare i prodotti degli edifici** nuovi ed esistenti utilizzando la tecnologia AI, di misurare l'*embodied carbon* e di ridurla attraverso il riuso.

Collegato a Concular è il marketplace **restado.de** che mette in contatto domanda e offerta di prodotti e componenti da costruzione provenienti da **demolizione o da forniture invendute o in eccesso**, e che si rivolge prevalentemente ad **artigiani e piccole imprese edili**.



Produkte

Filter: Produkttyp ▾ Verfügbarkeit ▾ Preis ▾ Weitere Filter ▾ Sortieren nach: meistverkauft ▾ 1276 Produkte



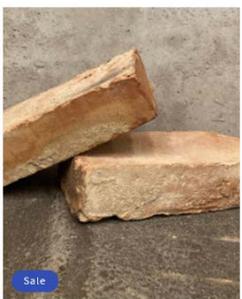
Fenster, außen 915x1790x110 DIN L
55 auf Lager
€214,20 EUR VB



Herman Miller Sayl Stuhl
€99,00 EUR VB



Fenster, außen 827x1482x100 DIN L
€178,50 EUR VB



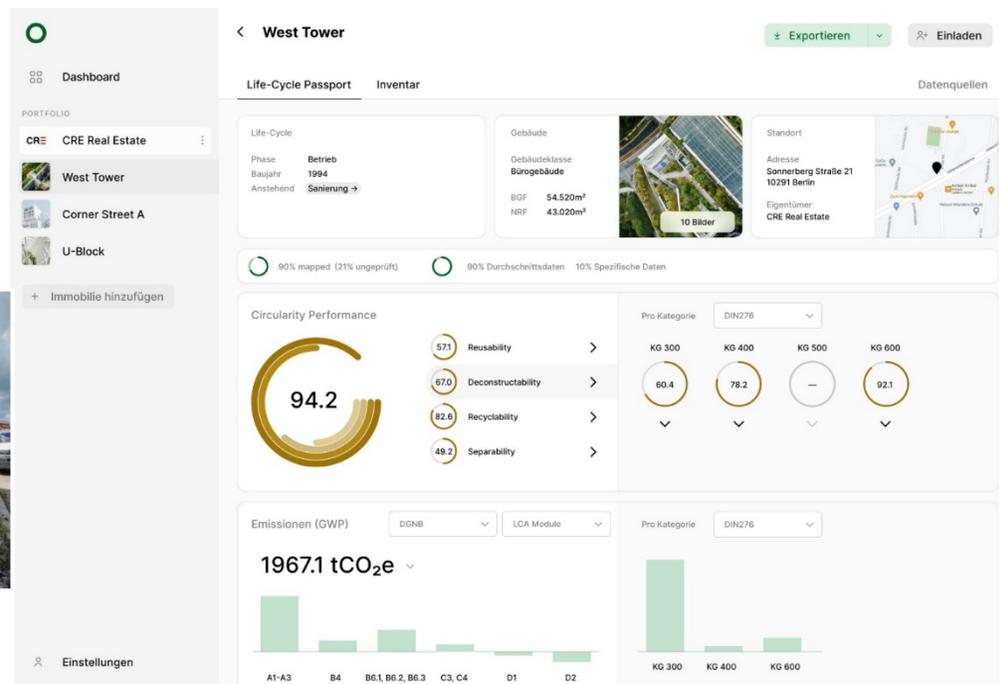
Alte Ziegelsteine klassisch rot im Reichsformat
98500 auf Lager
~~€1,49 EUR VB~~ €1,02 EUR VB



Gipskartonplatten
747 auf Lager
Preis nach Anfrage



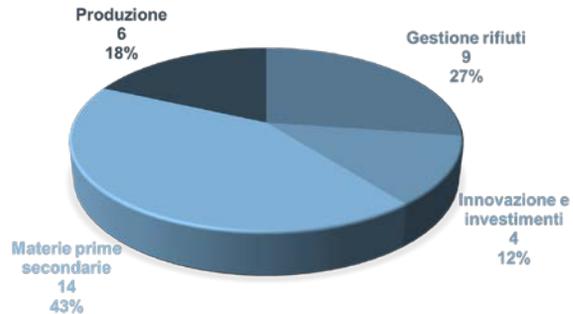
Stahlterrasse, außen 6540x7100x2660
1 auf Lager
Preis nach Anfrage



Piattaforma collaborativa_ICESP



Distribuzione delle buone pratiche ICESP relative al settore delle costruzioni nelle Regioni italiane.



Categorie di buone pratiche, in cui prevalgono le innovazioni relative ai prodotti che impiegano materie prime secondarie

Fonte: ENEA

PVC RICICLATO NELL'AMBITO DI VINYLPLUS

771.313 tonnellate nel 2019

Recovinyl
Incoraggiare e certificare l'uso di PVC riciclato.

WREP
Progetto pilota per il riciclo di prodotti in PVC post-consumo.

gruppoSeipa

Produzione di calcestruzzo ad alta, media e bassa resistenza con aggregati riciclati da rifiuti C&D, per la costruzione di basamenti, strade ed edifici, in conformità ai Criteri Ambientali Minimi del Piano d'Azione Nazionale per il Green Public Procurement.

CONS E LAB
CONSULENZA LABORATORIO

AIP

DISSUASORI PANCHINE FIORIERE CORDOLI PLINTI PAVIMENTAZIONI DRENANTI IN BLOCCHI PAVIMENTAZIONI IN CLS DRENANTE

Studio e prototipazione di un sistema di arredo urbano modulare in calcestruzzo con 100% di aggregati riciclati da rifiuti da C&D.

CENTRO CERAMICO
Bologna

Sistemi Urbani Sostenibili di Drenaggio a base ceramica - sviluppati nel progetto LIFE CERSUDS - composti da una superficie permeabile il cui strato superficiale è realizzato con piastrelle ceramiche in stock, riduce il deflusso superficiale dell'acqua piovana fino al 90% abbassando al contempo la diffusione degli inquinanti.

Circularity by Environmental Design: progettazione del ciclo di vita dei prodotti attraverso i materiali

Sviluppo di prodotti innovativi con contenuto di riciclato, certificati per il mercato pubblico e privato, o in fase di sperimentazione, derivato da rifiuti da C&D e scarti

Strategie per l'uso efficiente dei materiali

- Prevenzione rifiuti mediante **Design for Deconstruction**
- **Riuso** edifici esistenti
- **Riuso/superuse** di componenti e materiali edili
- **Upcycling**
- **Riciclo**
- Integrazione di **riuso, riciclo, upcycling**
- Previsione di riuso e riciclo **già in fase di progetto**
- Uso e riuso a **scala locale**
- **Restituzione al produttore** degli scarti da costruzione
- Impiego di **materiali rinnovabili**
- Impiego di prodotti da costruzione con **marchio e certificazione di sostenibilità ambientale**
- **Responsible sourcing**

Progettazione del ciclo di vita di prodotti e componenti tecnici attraverso i materiali componenti tecniche e prodotti

Produzione di calcestruzzi con contenuto di riciclato conformi ai CAM GPP_ **Calcestruzzi S.p.A., Italcementi | Dal 2014**

Italcementi ha attivato linee di produzione di calcestruzzi per l'edilizia, e non per le infrastrutture, con mix con aggregati riciclati da recupero di rifiuti inerti da C&D.

Produzione di **calcestruzzo preconfezionato e miscele da riempimento con sostituzione degli aggregati naturali con aggregati riciclati** da cls da demolizione o materie prime secondarie di origine industriale (aggregati industriali) come, ad esempio, le scorie di acciaieria.

I **calcestruzzi** prodotti raggiungono un **contenuto totale di materiale riciclato variabile fra 5 e 15%**. Le miscele da riempimento hanno un contenuto totale di materiale riciclato $\geq 70\%$. **Le miscele sono quindi compliant con i CAM Edilizia.**

Tra 2014 e 2019 l'azienda ha usato circa 64.400 ton di aggregato riciclato da rifiuti C&D e circa 42.450 ton di aggregati industriali.

Valutazione e **certificazione** degli impatti ambientali e delle **percentuali di riciclato** tramite **LCA e dichiarazioni EPD.**



Produzione di calcestruzzo con aggregati provenienti dal riciclo di rifiuti C&D e di origine industriale



Costruzione del nuovo ospedale del Sud-Est barese Monopoli-Fasano con calcestruzzo con aggregati riciclati

Scheda tecnica i.pro STRUCTURA ECO CAM i.pro STRUCTURA ECO TM

Descrizione
Il conglomerato i.pro STRUCTURA ECO CAM è un prodotto preconfezionato in contenitori secchi del 5% di riciclo di materia prima secondo gli standard di provenienza regionali rispetto alla Norma UNI EN 12620.

Benefici di prodotto
• Il conglomerato i.pro STRUCTURA ECO CAM consente il riciclo di 5% per soddisfare i requisiti minimi previsti dai CAM (Criteri Ambientali Minimi).

• Il conglomerato i.pro STRUCTURA ECO TM consente il riciclo per specifiche tecniche del CAM (Criteri Ambientali Minimi), attraverso l'impiego di materiali riciclati (aggregati industriali) e specifici Regolamenti Deltati.

Conti d'impiego
Il conglomerato i.pro STRUCTURA ECO CAM contribuisce a prestazioni garantite, durabilità ed impieghi che richiedono classificazione minima di resistenza C16/20.

Risultano adatti alla realizzazione di manufatti in calcestruzzo armato, regoli e cordoli, ombrelloni e moduli di copertura, scale, gradini, marciapiedi e parcheggi, elementi da ambiente marino e agenti chimici. Disponibili in classe di consistenza S1/2 (UNI EN 12620) in base alle esigenze progettuali e mantenimento della lavorabilità, tutti secondo condizioni climatiche di utilizzo. Disponibili in versione per clima temperato ed arido.

Confezionamento
Il conglomerato i.pro STRUCTURA ECO CAM è disponibile in contenitori secchi del 5% di riciclo di materia prima secondo gli standard di provenienza regionali rispetto alla Norma UNI EN 12620.

Benefici di prodotto
• Il conglomerato i.pro STRUCTURA ECO TM consente il riciclo per specifiche tecniche del CAM (Criteri Ambientali Minimi), attraverso l'impiego di materiali riciclati (aggregati industriali) e specifici Regolamenti Deltati.

Conti d'impiego
Il conglomerato i.pro STRUCTURA ECO TM contribuisce a prestazioni garantite, durabilità ed impieghi che richiedono classificazione minima di resistenza C16/20.

Risultano adatti alla realizzazione di manufatti in calcestruzzo armato, regoli e cordoli, ombrelloni e moduli di copertura, scale, gradini, marciapiedi e parcheggi, elementi da ambiente marino e agenti chimici. Disponibili in classe di consistenza S1/2 (UNI EN 12620) in base alle esigenze progettuali e mantenimento della lavorabilità, tutti secondo condizioni climatiche di utilizzo. Disponibili in versione per clima temperato ed arido.

Confezionamento
Il conglomerato i.pro STRUCTURA ECO TM è disponibile in contenitori secchi del 5% di riciclo di materia prima secondo gli standard di provenienza regionali rispetto alla Norma UNI EN 12620.

Benefici di prodotto	Classi di resistenza a compressione	Consistenza	Classi di esposizione	Contenuto minimo di materie prime seconde e/o riciclate di provenienza regionale
	C 25/30	C 28/35	C 30/37	
	S1/2	S1/2	S1/2	
				5% (*)
				5% (*)
				5% (*)



i.tech STRUCTURA ECO

Descrizione
Calcestruzzi a prestazione garantita per impieghi strutturali durevoli secondo la UNI EN 206, con utilizzo di materiali di riciclo.

Campi d'impiego
I calcestruzzi i.tech STRUCTURA ECO, disponibili in classe minima di resistenza C25/40, sono ideati per la realizzazione di strutture interne ed esterne con elevate esigenze di durabilità.

- soffi
- muri
- impalcati
- pilastri

Specifiche dei prodotti
• I.tech STRUCTURA ECO CAM: contenuto minimo di riciclato 5%, per soddisfare i requisiti minimi previsti dai CAM (Criteri Ambientali Minimi).



I.pro STRUCTURA ECO		
Classe di resistenza a compressione	Rck 40	Rck 45
Consistenza	S3-S5	S3-S5
	XC4	XC4
	XS1	XS2-XS3
Classe esposizione	XA2	XA3
	XF1	XD3
	XF3-XF4	XF3-XF4
D max aggregati (mm)	31,5	31,5
I.tech STRUCTURA ECO CAM Contenuto minimo di materie prime seconde e/o riciclate di provenienza regionale	5% (*)	5% (*)
I.tech STRUCTURA ECO TM Contenuto minimo di materie prime seconde e/o riciclate di provenienza regionale	A richiesta (*) (**)	A richiesta (*) (**)

(*) Previa verifica disponibilità in loco di materie prime seconde
(**) Nel rispetto dei limiti di utilizzo imposti dalle Norme Tecniche per le costruzioni

Prodotti da costruzione con scarti della filiera di produzione del riso _RiceHouse (IT) | Dal 2016

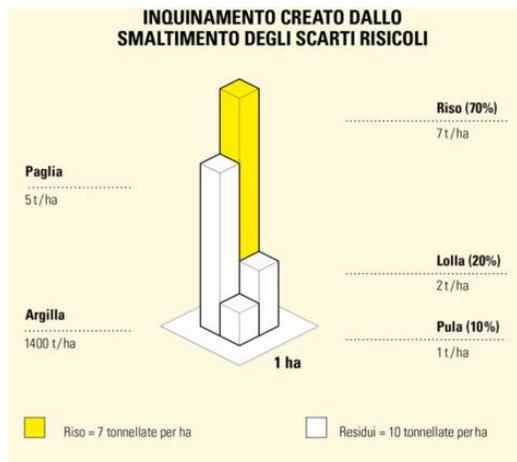
L'azienda ha messo a punto un'innovazione di prodotto basata sulla valorizzazione degli scarti di produzione della filiera del riso.

I residui della produzione agricola primaria sono consistenti e per la maggior parte vengono **smaltiti come rifiuti**, anche se in alcuni casi il materiale ha un **valore di mercato intrinseco potenzialmente superiore** ai costi associati alla gestione e al trattamento come rifiuto.

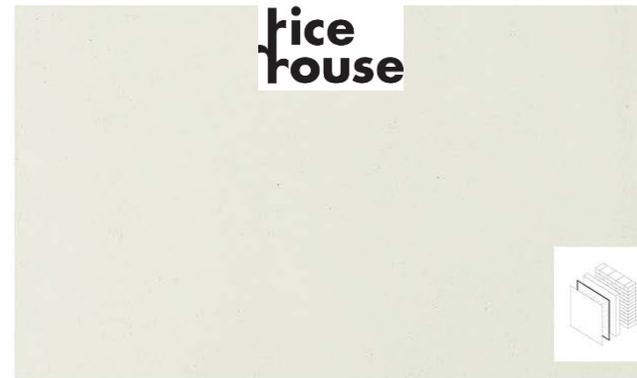
Ricehouse valorizza i **sottoprodotti della coltivazione del riso - lolla e pula** - in una serie di prodotti innovativi per le costruzioni, tra cui **isolanti termo-acustici, malte e intonaci a base di calce, telai in legno e paglia precompressi** per case prefabbricate ad altissime prestazioni energetiche e conformi agli standard passivi.

Gli intonaci **valorizzano**, anche **esteticamente**, la presenza delle fibre di scarto nel mix.

Una delle miscele più innovative viene impiegata con tecnologia 3D Crane WASP per **stampare in 3D costruzioni di grandi dimensioni**.



Intonachino
RH120

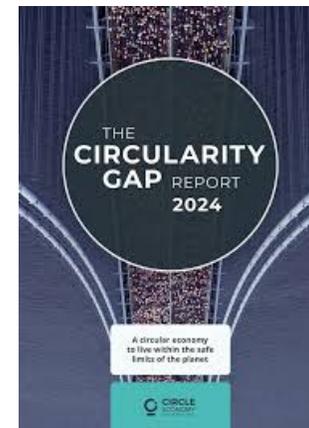


Intonachino naturale per regolarizzazione
RH200



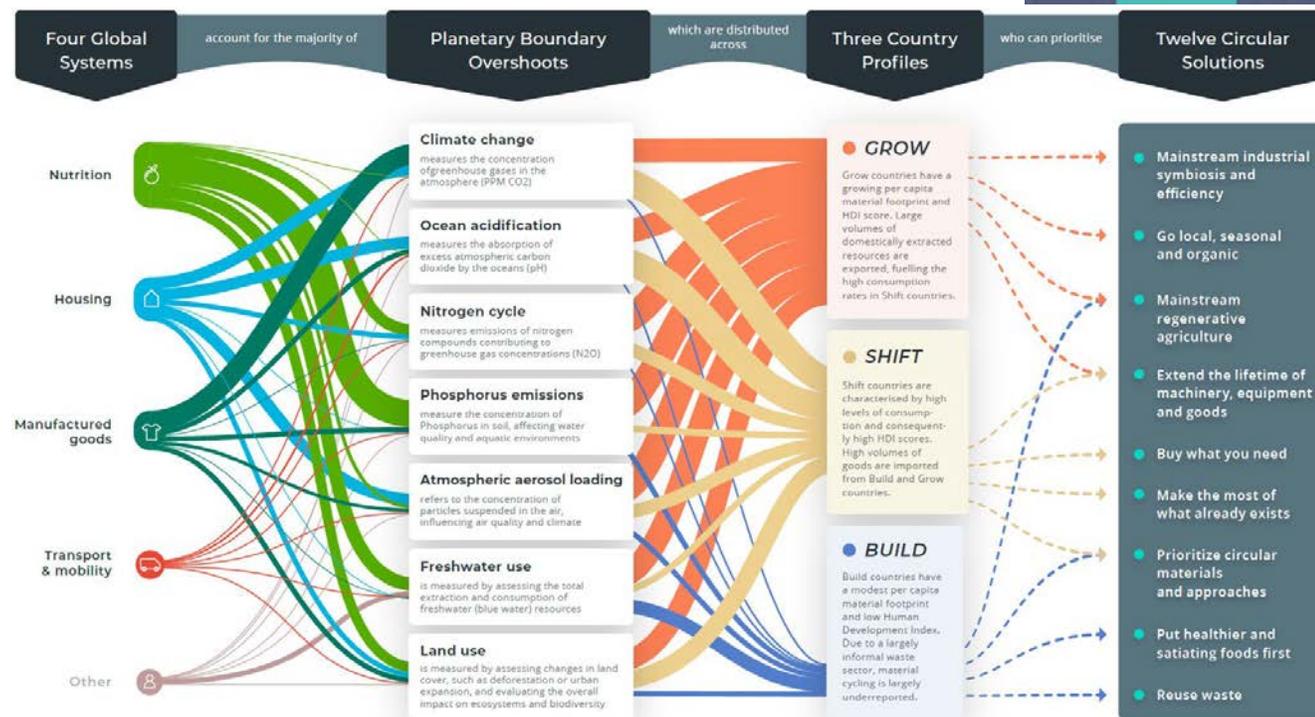
Il problema: a che punto siamo e come agire da qui in poi?

Il *Circularity Gap Report* del 2024 evidenzia, però, un abbassamento dei livelli di circolarità negli ultimi 6 anni, che determinano un necessario cambio di orientamento e indica per le diverse economie mondiali, in base alla *material footprint*, alcune priorità operative:



- _ **rigenerazione dell'esistenze** a Zero consumo di Suolo incentivando fiscalmente l'**edilizia circolare**;
- _ sviluppo di **certificazioni** per le **materie prime seconde**, tassando l'estrazione di materiali;
- _ definizione di **standard condivisi** per l'**efficienza dei materiali e la durabilità dei prodotti**, rafforzando il diritto alla riparazione e la responsabilità estesa del produttore;
- _ promozione di **stili di vita circolari**
- _ formazione di **professionalità** specifiche

20 soluzioni di circolarità



The circular economy is more popular than ever, but global circularity is falling steadily. How can we reverse this downward trend?

Grazie

Serena Baiani

Sapienza Università di Roma

serena.baiani@uniroma1.it



www.icesp.it