

POLITECNICO DI TORINO

Facoltà di Architettura

Corso di Laurea Magistrale in ARCHITETTURA PER IL PROGETTO SOSTENIBILE

Tesi di Laurea Magistrale

PER UN'ARCHITETTURA CIRCOLARE: SFIDE E STRATEGIE PROGETTUALI IN AMBITO INTERNAZIONALE. UN CONTRIBUTO PER L'ECOSISTEMA TERRITORIALE ECO 3R DEL POLITECNICO DI TORINO

RELATORE Prof. Guido CALLEGARI CANDIDATA Federica NEIROTTI

Anno Accademico 2019/2020



POLITECNICO DI TORINO

Facoltà di Architettura

Corso di Laurea Magistrale in ARCHITETTURA PER IL PROGETTO SOSTENIBILE

Tesi di Laurea Magistrale

PER UN'ARCHITETTURA CIRCOLARE: SFIDE E STRATEGIE PROGETTUALI IN AMBITO INTERNAZIONALE. UN CONTRIBUTO PER L'ECOSISTEMA TERRITORIALE ECO 3R DEL POLITECNICO DI TORINO

RELATORE Prof. Guido CALLEGARI CANDIDATA Federica NEIROTTI

Anno Accademico 2019/2020

INDICE

Le strade già intraprese e quelle che è necessario considerare per rispondere al Green Deal Europeo

01	RICERCA: Le strategie edilizie per il minor impatto ambientale	04
	1.1 Le strategie già applicate1.2 Progettare Circolare: L'economia circolare in architettura	04 06
	 1.2.1 I principi dell'Economia Circolare 1.2.2 I vantaggi dell'Economia Circolare applicata alla progettazione architettonica 1.2.3 Metodi di progettazione circolare 	07 10 12
	 a. Progettare in Layers (Shearing Layers) b. Progettare per il disassemblaggio (Design for Disassembly - DfD) c. Progettare per l'adattabilità (Design for Adaptability) d. Progettare senza rifiuti (Designing out waste - DoW) e. Progettare "banche materiali" 	
02	CONTESTO NORMATIVO	21
	 2.1 Green Deal Europeo: Il quadro strategico di circolarità per l'edilizia 2.2 Gestione dei rifiuti 2.3 Vantaggi e prospettive 	22 24 25
03	APPLICAZIONI: Scenari d'applicazione dell'edilizia circolare	27
	3.1 Casi studio	27
	a. Estensione del ciclo di vitab. Scelta dei materiali consapevolec. Uso di nuove tecnologied. Recupero dell'esistente	
	3.2 Analisi	73
04	APPLICAZIONE SUL TERRITORIO	78
	4.1 Il contesto 4.2 Il Consorzio Chierese per i Servizi 4.3 CargoShed	79 81 81
	PROSPETTIVE	83
	RIFERIMENTI	85
	ALLEGATI	90

INTRODUZIONE

Le strade già intraprese e quelle che è necessario considerare per rispondere al Green Deal Europeo

"La scala di ciò che stiamo progettando si è spostata dai prodotti, alle aziende, ai sistemi economici. Per chi stiamo progettando si è esteso da un utente solitario a una rete di persone intimamente connesse, in tutto il mondo." Così spiega il cambiamento che stiamo vivendo Tim Brown, CEO di IDEO, in *The Circular Design Guide*.¹

Il vero cambiamento, dunque, parte dalla prima fase: la progettazione del prodotto, la quale è diventata un **processo che coinvolge diversi attori e soggetti** portatori di innovazione. Questa collaborazione è fondamentale per raggiungere l'obiettivo di trasformazione di interi settori, compreso quello delle costruzioni.

Per rispondere a questi cambiamenti le tecnologie dirompenti sfidano modelli di business consolidati, l'economia globale sta balbettando e i nuovi strumenti, come l'intelligenza artificiale, l'internet delle cose e la biomimetica, fanno sì che le nostre ambizioni progettuali siano limitate solo dalla nostra immaginazione.

Nel contesto architettonico, a partire dagli anni '70, è stato introdotto un **nuovo approccio alla progettazione** con l'obiettivo di **ridurre al minimo l'impatto ambientale**, sviluppando una consapevolezza di sostenibilità.

L'applicazione di queste metodologie, però, ha **tralasciato alcuni aspetti che garantirebbero la riduzione degli impatti inquinanti** sul pianeta, come l'uso di materiali fortemente impattanti, soprattutto nella produzione dello strato isolante, focalizzandosi principalmente sull'aspetto della passività dell'abitazione.

Karl Ernst Lotz, pioniere dell'architettura sostenibile, nel 1975, definì l'abitazione la "terza pelle"; l'edificio deve avvolgerci, proteggerci ed essere capace di "respirare", cioè avere continui interscambi con l'ambiente esterno.²

Così venne introdotto il concetto di Casa Passiva (passive house), edifici capaci di limitare al minimo o eliminare del tutto il consumo di energia con l'utilizzo di impianti tecnologici e con lo studio dell'orientamento dell'edificio. Però impiegano materiali artificiali, capaci di isolare mantenendo la traspirabilità dell'involucro, ma incrementano l'impatto inquinante sull'ambiente.

Quindi, negli ultimi anni, sono in corso studi, da parte della Commissione europea, per giungere ad una neutralità climatica. Le scadenze ravvicinate stabilite indicano l'urgenza di intervenire sulle nostre abitudini a partire dagli ambiti che hanno il maggiore impatto sull'ambiente; uno di questi è proprio l'edilizia. Per questo ci si sta interrogando su quali siano le strade migliori da intraprendere per raggiungere il grande obiettivo comune.

A partire dal 2015 è stato istituito il *Green Deal europeo*, sempre soggetto a modifiche e revisioni, un piano d'azione che ha proprio lo scopo di **identificare le strategie utili alla realizzazione di una nuova economia**, agendo nei diversi campi. Pone diversi obiettivi come: favorire la creazione di imprese e l'imprenditorialità delle PMI per rafforzare la base industriale europea, incentivare la produzione e distribuzione di prodotti di elevata qualità pensati per durare più a lungo e prediligere modelli di "prodotto-servizio" piuttosto che il possesso del bene con vita limitata.

Dunque **allungare il ciclo di vita** e favorire l'immissione mediante **una visione circolare**, sono le strategie principali dettate dalla Commissione Europea.

Nell'ambito dell'edilizia la circolarità è promossa attraverso l'esplicitazione di punti, la cui osservanza è garantita dall'introduzione di regolamenti e strumenti volti a facilitare l'implemento di alte prestazioni di sostenibilità, la digitalizzazione volta alla mappatura di materiali e componenti riutilizzabili e la valutazione del ciclo di vita.

.

¹ ELLEN MACARTHUR FOUNDATION e IDEO, *Circular Design Guide*, (2016), https://www.circulardesignguide.com/ (consultato: Luglio 2020)

² LOTZ, Carl Ernst, *La casa bioecologica*, (1991), cap. I

Gli scenari d'applicazione dell'economia circolare oggi

Questa tesi vuole analizzare le nuove strategie di progettazione e produzione con l'obiettivo di ridurre drasticamente l'impatto sull'ambiente.

Per rendere sostenibile il campo dell'edilizia è necessario percorrere diverse strade contemporaneamente come, l'impiego di tecnologie che garantiscono lo sfruttamento delle risorse rinnovabili per la fornitura di energia elettrica, acqua, riscaldamento ecc..., l'utilizzo di materie prime locali per annullare l'inquinamento dovuto al trasporto, il rispetto delle tradizioni locali e, l'utilizzo di materiali naturali, lavorati o allo stato grezzo, e di scarto.

Per l'impiego di questi materiali è necessario rianalizzare le metodologie tradizionali del secolo scorso, progettarne un'eventuale nuova fruizione grazie alle tecnologie a disposizione e prevederne lo smaltimento, o meglio, il riutilizzo.

Proprio l'impiego delle nuove tecnologie permetterà la **transizione ecologica** che l'Europa sta cercando di intraprendere, digitalizzando e connettendo le fonti rinnovabili dislocate sul territorio; fonti che devono sostituire il gas per la produzione di energia elettrica, nella maggior parte dei casi.

Per perseguire queste nuove sfide è necessario mettere in discussione l'economia lineare e svilupparne una adatta alla connessione dei vari ambiti e alla sostenibilità ambientale.

Quindi, vengono analizzati dei **casi studio**, con lo scopo di individuare le metodologie già in atto per il conseguimento dell'**economia circolare in edilizia** e l'individuazione delle strategie più adatte a seconda del caso e del contesto, in modo da comporre una **raccolta di esempi** che fungano da **precursori** per le architetture a venire, poi suddivisi a seconda dello scenario in cui rientrano le azioni, della progettazione, costruzione e fruizione dell'edificio, volte al raggiungimento della circolarità.

L'applicazione sul territorio

L'economia circolare, per poter essere attuata all'architettura, necessita della creazione di una filiera nella quale collaborino tutti i soggetti coinvolti, dai progettisti alla committenza passando per i fornitori.

Sul territorio piemontese, nel 2021, si creerà un ecosistema di sperimentazione per il riuso ed il riciclo dei materiali di scarto; questo grazie al progetto ECO 3R. Avviato dal Politecnico di Torino coinvolgerà tutti i comuni che fanno parte del Consorzio Chierese per i Servizi; in ognuno di questi nascerà un progetto che avvicini i cittadini, le scuole e le imprese al tema della sostenibilità ambientale tramite laboratori e mostre del riuso.

Il CCS è una filiera già molto attiva sul tema, negli ultimi anni ha raggiunto l'82% di raccolta differenziata ed inoltre incentiva il compostaggio domestico grazie ad uno sconto applicato sulla TARI.

Proprio all'interno di questo consorzio è pensato l' "edificio manifesto" che racchiude i principi studiati durante la ricerca per tendere alla circolarità e si inserisce nell'ecosistema territoriale descritto dall'iniziativa ECO 3R.

Il progetto è uno spazio per organizzare laboratori, mostre ed incontri per trattare il tema del **riciclo dei materiali** e la ridistribuzione a seguito della loro lavorazione e, soprattutto, uno spazio dove stoccare tutti quei prodotti che, per poter essere reimmessi nel mercato, devono prendere una strada diversa da quelli che diventeranno rifiuti.

Dunque è stato pensato un edificio dato dal recupero di un prefabbricato già presente nell'area, un container navale recuperato, oltre a tanti altri materiali di scarto impiegati per l'isolamento, i rivestimenti, la struttura esterna, la pavimentazione di patii e viale d'accesso e il frangivista che corre lungo quest'ultimo.

Le modifiche apportate ai container sono reversibili in modo da poter mantenerne la trasportabilità, una caratteristica che ne permette l'inserimento nel sistema territoriale consentendo al progetto di essere applicato in diversi comuni.

01 RICERCA: Le strategie edilizie per il minor impatto ambientale

La filosofia che sta dietro l'architettura sostenibile muove i primi passi negli anni settanta, insieme alla crescita delle idee ecologiste. Fra i principi cardine di questo tipo di concezione dell'edilizia, abbiamo il concetto di sostenibilità.

Questo concetto porta a riconoscere il pianeta come un sistema finito, e guindi con risorse limitate. Inoltre, seguendo i concetti della termodinamica, vuole rendere consapevoli i cittadini che le trasformazioni energetiche debbono essere limitate e non va fatto un uso smodato dell'energia³.

L'utilizzo delle risorse energetiche cosiddette rinnovabili non può andare oltre la loro capacità di rigenerarsi, e non può essere immessa nell'ambiente una quantità di sostanze inquinanti maggiore di quanto l'ambiente stesso possa metabolizzare attraverso processi come quello di fotosintesi.

La conseguenza di tutto questo è arrivare alla consapevolezza che è necessario diminuire l'utilizzo delle vecchie risorse non rinnovabili, fino ad arrivare ad un punto nella storia in cui tali risorse siano sostituite completamente dalle nuove fonti energetiche.

I cittadini sono sempre più attratti dall'idea di abitare strutture che non danneggino l'ambiente, soprattutto per non avere sulla coscienza l'impatto ambientale della loro abitazione ma anche perché è sempre più evidente come una casa in bioedilizia garantisca un futuro più sano agli abitanti, in quanto vengono utilizzati materiali "green", non nocivi alla salute.

Se inizialmente risulta più costoso lavorare con questo tipo di "filosofia" edilizia, i futuri costi di gestione vengono drasticamente ridotti, così che a lungo termine, l'investimento risulta fruttuoso anche dal punto di vista economico, oltre che ambientale e biologico.

Sono molti i fattori che consentono di definire sostenibile un edificio⁴:

- efficienza energetica
- materiali naturali, riciclati e riciclabili
- impatto della struttura sull'ambiente
- riutilizzo dell'acqua.

Le strategie già applicate 1.1.

Approccio bioclimatico

L'idea alla base della bioedilizia è quella di un ritorno alle origini, senza però abbandonare la tecnologia e le tecniche di costruzione che permettono un miglior tenore di vita e di realizzazione degli edifici.

Il primo fattore da considerare è l'approccio bioclimatico: dove orientare la casa, in modo che possa fruire del calore diretto del sole, e di determinate zone di ombra, nonché considerare il tipo di ventilazione della zona in cui si costruisce.

Successivamente, per ridurre il fabbisogno energetico delle abitazioni e dunque abbattere i consumi di riscaldamento o raffreddamento dei locali, è opportuno considerare il tipo di coibentazione edilizia.

Tecnologie e impianti

Dopo queste prime considerazioni relative alla struttura dell'edificio e al suo posizionamento, la bioedilizia⁵ mette in campo gli **impianti per la produzione energetica**, ovviamente ricorrendo a fonti rinnovabili come:

³ Ibidem

⁴ Ibidem

Bioedilizia s. f. – Insieme di processi e metodi di costruzione caratterizzati dall'uso di materiali a basso impatto ambientale e non dannosi per l'uomo. Un progetto che rispetti i criteri della b. si caratterizza, quindi, non solo per la sostenibilità ambientale, l'attenzione all'efficienza energetica dell'edificio e all'impiego di fonti energetiche rinnovabili, ma anche per il ricorso a materiali privi di sostanze nocive, tossiche o radioattive, in grado di realizzare una buona

- fotovoltaico
- energia solare termica
- energia eolica
- energia geotermica
- biomasse

L'approccio prosegue con la considerazione delle **risorse idriche** per approvvigionare il fabbisogno degli abitanti: ampio spazio alle tecnologie che riescano a sfruttare il riutilizzo di acqua piovana.

L'obiettivo finale di chi realizza case in bioedilizia, dunque, è quello di fare attenzione massima al futuro prossimo dei cittadini, garantendo il massimo rispetto per la qualità della vita, dell'ambiente, dell'aria e dunque dell'uomo stesso.

Negli ultimi anni l'architettura ecologica ha spostato la sua attenzione in un'unica direzione: il risparmio energetico; obiettivo certamente necessario che però, pur di raggiungerlo, ha richiesto l'impiego di materiali sintetici ad alte prestazione prodotti dall'industria, spesso in modo poco sostenibile, e difficili da smaltire.

«Per un certo modo di progettare, l'abitante è quasi un fastidio. Si costruiscono case che sembrano perfette... se non fosse che poi ci deve andare ad abitare qualcuno» ironizza Maurizio Corrado, architetto e saggista, che si dedica ormai da diversi anni all'architettura bioecologica, convinto della necessità di adottare un modello di sostenibilità diverso, orientato al dinamismo della natura e al comfort abitativo.

«Purtroppo il termine bioarchitettura viene usato sempre un po' a sproposito, per studiare soluzioni che puntano a soddisfare dei numeri, ma non danno una risposta adeguata a livello di benessere. È un architettura calata dall'alto, su misura per le amministrazioni».

Porre particolare attenzione agli aspetti ambientali richiedere, quindi, anche una particolare attenzione **alla scelta delle materie prime** da impiegare, per non demandare completamente alla tecnologia la responsabilità di ottenere ambienti con un alto livello di comfort a basso, o nullo, impatto ambientale.

La risposta più coerente secondo Corrado viene dai **materiali vegetali**: bambù, paglia, canapa, canna palustre, salice vivente, terra cruda, possono aiutarci a **costruire in modo davvero sostenibile**, con beneficio di tutti. Non si tratta di un vezzo per architetti in cerca di visibilità, ma di una modalità costruttiva che ha radici storiche e culturali ben precise, che oggi oltre a regalare bellezza e vitalità agli ambienti risponde anche alle esigenze tecniche delle varie normative. «Il bambù è un materiale molto usato in Sudamerica e in Asia. Viene chiamato acciaio naturale per la sua versatilità e robustezza» spiega Corrado. «La paglia, se trattata con **intonaci naturali**, è in grado di fornire **case altamente isolanti**, sane e antisismiche. La canna palustre, con **ottime capacità termoisolanti**, è una pianta che cresce ovunque in Italia.⁷

Veniva impiegata comunemente fino agli anni '50 per realizzare controsoffitti o intonaci con i cannicci legati; oggi può essere riutilizzata negli intonaci in terra cruda. E poi c'è il salice, un materiale vivo ed elastico, ideale per le coperture leggere e per costruzioni che non hanno la necessità di chiusura.⁸

qualità della vita per gli abitanti e i fruitori dell'edificio ed evitare quei fenomeni di inquinamento degli ambienti interni definiti dall'OMS (*Organizzazione mondiale della sanità*) come *sick building syndrome* (sindrome da edificio malsano).

⁶ BINDI, Gabriele, *Architettura vegetale: una questione di benessere,* Terranuova, 25 Giugno 2019, https://www.terranuova.it/ll-Mensile/Architettura-vegetale-una-questione-di-benessere (consultato: Luglio 2020)

⁷ Ibidem

⁸ DE ANGELIS, Giulia, *Case bioedilizia: l'alternativa vincente,* Progedil 90, 18 Giugno 2018, https://www.progedil90.it/blog/case-bioedilizia/ (consultato: Luglio 2020)

Life cycle design

Il life cycle design (LCD) è ad oggi una delle metodologie migliori per progettare in modo consapevole nei confronti dell'ambiente; consiste nel basare la progettazione sullo studio delle fasi dell' "analisi del ciclo di vita" (life cycle assesment, LCA).

Quest'analisi è il monitoraggio dell'impatto ambientale di ogni fase di progettazione e produzione di un prodotto: nasce (estrazione dei materiali), si trasforma (lavorazione degli stessi), viaggia (trasporto), vive (fase di utilizzo) e muore (dismissione).

Grazie a questa oggi è possibile calcolare l'impatto ambientale della progettazione tramite software specialistici che indicano, attraverso dati numerici, il danno, quantificandolo sotto forma di CO2, acqua ed energia impiegate, eutrofizzazione, ecc...⁹

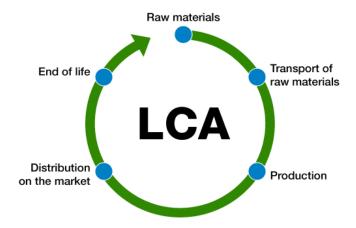


Figura 1. Illustrazione del ciclo di vita. FONTE: Rete Clima

1.2. Progettare "Circolare": L'economia circolare in architettura

Economia circolare

Dato che l'industria delle costruzioni è responsabile di circa un terzo dei rifiuti totali generati nell'UE, è urgente ripensare l'intero settore.

Negli ultimi anni il campo dell'edilizia si sta muovendo nella direzione dell'economia circolare. Non basta più progettare per il minor impatto ambientale solo dal punto di vista dello sfruttamento delle risorse energetiche, rischiando spesso di non badare all'impatto dovuto agli scarti di cantiere, ai materiali utilizzati e ai rifiuti prodotti; bisogna ridisegnare l'economia mondiale partendo proprio dall'architettura e dall'urbanistica. Si sta lavorando per annullare i rifiuti dell'edilizia e impiegare quelli di altri ambiti nelle costruzioni.

APPROFONDIMENTI

Dati e strategie governative

L'edilizia deve muoversi in maniera più incisiva nella direzione della sostenibilità; questo è evidente dai dati di spreco di risorse: negli USA, all'interno del settore delle costruzioni, si ha una stima annuale del 39% di emissioni di CO₂ e 534 milioni di tonnellate di rifiuti.

Per far fronte a questa grave problematica, nel settembre 2015, i 193 stati dell'Assemblea Generale dell'ONU hanno adottato l'Agenda 2030 intitolata: **"Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development"**. All'interno di questa agenda sono elencati i **17 Sustainable Development Goals** (SDG), sono "il piano per raggiungere un migliore e più sostenibile futuro per tutti"; disegnano un approccio sistemico volto a dare risposte alle sfide globali

⁹ POLLINI, Barbara, *Cos'è il life cycle design?*, By Cycle Design, 2010, http://bycycledesign.blogspot.com/2010/10/cose-il-life-cycle-design.html (consultato: Luglio 2020)

¹⁰ MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE, *L'Agenda 2030,* 06 Ottobre 2017, https://www.minambiente.it/pagina/lagenda-2030 (consultato: Luglio 2020)

che l'umanità e il nostro pianeta stanno affrontando: dalla scarsità delle risorse naturali al danno ecologico e all'emergenza climatica, alla povertà e all'ineguaglianza sociale, fino all'incremento demografico e all'invecchiamento della popolazione.

L'utilizzo da parte delle Nazioni Unite dei due termini "sostenibile" e "sviluppo" rivela chiaramente che esse riconoscono ancora come fondamentale la necessità di promuovere e incentivare l'avanzamento economico e tecnologico, assieme a quello culturale e sociale, per assicurare migliori condizioni di vita a persone e comunità. Ma tutto questo non può essere realizzato senza mettere in atto alcune fondamentali azioni di sostenibilità: disaccoppiare la crescita dal consumo di risorse naturali, investire nella rigenerazione del pianeta, realizzare una transizione verso una economia zero carbon.

Siamo entrati in una nuova era nella quale il sapere scientifico, umanistico, economico e digitale sono parti di un tutto e devono essere capaci di dialogare insieme con linguaggio e obiettivi comuni.¹¹

Mutui green per la bioedilizia

Per favorire l'acquisto delle abitazioni ecosostenibili, esistono particolari mutui agevolati, denominati "mutui green": questo tipo di finanziamenti sono indirizzati verso chi vuole acquistare o costruire un immobile con caratteristiche in linea con i principi della bioedilizia.

Altri mutui di questo tipo permettono di effettuare lavori importanti per riqualificare, dal punto di vista energetico, un edificio o un particolare tipo di immobile. Come primo requisito per accedere a tali finanziamenti, il tipo di abitazione deve appartenere almeno alla classe energetica A.¹²

1.2.1. I principi dell'Economia Circolare

L'edilizia è il campo in cui si ha più urgenza di cambiamento.

Per ottenere edifici ecosostenibili al 100% è necessario uscire dall'approccio lineare: Takemake-waste, a cui sono profondamente radicate le aziende e adottare i principi dell'economia circolare anche nel campo delle costruzioni.

Trasformiamo le risorse in un numero straordinario di prodotti.

Dalla rivoluzione industriale, il rapido ritmo del progresso tecnologico è continuato. Le innovazioni che ne derivano fanno sì che molti abbiano ora accesso a prodotti provenienti da tutto il mondo a prezzi convenienti. Questi prodotti hanno portato a molti di noi livelli di comfort materiale inimmaginabili per le generazioni precedenti; ma il nostro modo di fare le cose sta raggiungendo i suoi limiti.

Prendiamo risorse dalla terra per realizzare prodotti che utilizziamo e, quando non li vogliamo più, li buttiamo via. **Take-make-waste**. Questa è un'economia lineare.

Ogni anno il settore edile utilizza 4,3 giga tonnellate di materiali e produce il 25-30% di tutti i rifiuti generati nell'Unione europea. Per trasformare il comparto occorrono strategie e nuovi modelli di business.

Dobbiamo cambiare il modo in cui gestiamo le risorse, produciamo e utilizziamo i prodotti e cosa facciamo con i materiali in seguito. Solo così potremo creare un'economia fiorente che possa avvantaggiare tutti entro i limiti del nostro pianeta.

L'economia circolare

Guardando oltre l'attuale modello industriale estrattivo del take-make-waste, un'economia circolare mira a ridefinire la crescita, concentrandosi su benefici positivi a livello dell'intera società. Implica gradualmente il disaccoppiamento dell'attività economica dal consumo di risorse limitate e la progettazione di rifiuti fuori dal sistema, sostenuto da una transizione verso fonti di energia rinnovabile.

¹¹ CRESCI, Paolo, *Sviluppo sostenibile: quale contributo da architettura e design?*, Domus Web, 23 Settembre 2019, https://www.domusweb.it/it/notizie/2019/09/23/sviluppo-sostenibile-quale-contributo-da-architettura-e-design.html (consultato: Luglio 2020)

¹² https://www.progedil90.it/blog/case-bioedilizia/, Op. cit.

Il concetto di economia circolare non è del tutto nuovo, infatti, nonostante non abbia un'origine riconducibile ad una singola data e ad un singolo autore, le sue applicazioni pratiche si sono sviluppate dalla fine degli anni '70. Il principio, inizialmente generico, è stato poi sviluppato da diverse scuola di pensiero. Proprio da una di queste nasce il modello **Cradle to cradle** e il relativo processo di certificazione legato alla progettazione architettonica, questo pensiero nasce dal chimico e visionario tedesco *Michael Braungart*, insieme all'architetto americano *Bill McDonough*. Questa filosofia di progettazione considera tutti i materiali coinvolti nei processi industriali e commerciali come nutrienti, di cui esistono due categorie principali: **tecnica e biologica**. Considera i processi sicuri e produttivi del "metabolismo biologico" della natura come un modello per l'industria.

Definizione

La definizione di Economia Circolare è espressa da *MacArthur Foundation*. "È un'**economia pensata per potersi rigenerare da sola**. In un'economia circolare i flussi di materiali sono di due tipi: biologici, in grado di essere reintegrati nella biosfera, e quelli tecnici, destinati a essere rivalorizzati senza entrare nella biosfera". ¹³

Il modello

Il modello di economia circolare sintetizza diverse importanti **scuole di pensiero**. Includono l'economia dei servizi funzionali (economia delle prestazioni) di *Walter Stahel*; la filosofia di design Cradle to Cradle di *William McDonough* e *Michael Braungart*; biomimetica articolata da *Janine Benyus*; l'ecologia industriale di *Reid Lifset* e *Thomas Graedel*; capitalismo naturale di *Amory* e *Hunter Lovins* e *Paul Hawken*; e l'approccio dei sistemi dell'economia blu descritto da *Gunter Pauli*.

Un'economia circolare cerca di ricostruire il capitale, sia esso finanziario, manifatturiero, umano, sociale o naturale. Ciò garantisce flussi ottimizzati di beni e servizi.

Il nuovo sistema si basa su tre principi:

• Progettare rifiuti e inquinamento

I rifiuti e l'inquinamento sono le conseguenze delle decisioni prese in fase di progettazione; qui vengono determinati circa l'80% degli impatti ambientali. Tenendo in considerazione anche gli scarti in fase di progettazione e prevedendo ciò che avviene dopo la dismissione dell'edificio, si possono ridurre i rifiuti e l'inquinamento prodotto.

• Mantenere in uso prodotti e materiali

Non possiamo continuare a sprecare risorse. Prodotti e materiali devono essere mantenuti nell'economia; questo è possibile progettando prodotti e componenti in modo che si possano riutilizzare, riparare e rigenerare o recuperare i materiali di cui sono composti.

Considerando i rifiuti come risorse possiamo sfruttare appieno i beni a disposizione e diminuire l'inquinamento prodotto.

Rigenerare i sistemi naturali

Come in natura non esiste il concetto di rifiuto, così dovremmo eliminarlo nell'edilizia. Invece di provare semplicemente a fare meno danni possibili, dovremmo mirare ad **incrementare i nutrienti** al suolo e ad altri ecosistemi, restituendo gli scarti naturali come risorse per l'ambiente.

Il modello distingue tra **cicli tecnici** e **cicli biologici** . Il consumo avviene solo nei cicli biologici, in cui alimenti e materiali a base biologica (come cotone o legno) sono progettati per alimentare il sistema attraverso processi come il compostaggio e la digestione anaerobica. Questi cicli rigenerano i sistemi viventi, come il suolo, che forniscono risorse rinnovabili per l'economia. I cicli

¹³ MEZZI, Pietro, *Economia circolare in edilizia: quali strategie per costruzioni sostenibili,* Infobuildenergia, 18 Dicembre 2018, https://www.infobuildenergia.it/approfondimenti/economia-circolare-edilizia-407.html# (consultato: Luglio 2020)

tecnici recuperano e ripristinano prodotti, componenti e materiali attraverso strategie come riutilizzo, riparazione, rigenerazione o (in ultima istanza) riciclaggio.

Il diagramma di sistema illustra il flusso continuo di materiali tecnici e biologici attraverso il "cerchio dei valori".

Alla Ellen MacArthur Foundation si è cercato di catturare l'essenza dell'economia circolare nel diagramma, che è in qualche modo comprensibilmente soprannominato il "diagramma a farfalla". Il diagramma cerca di catturare il flusso di materiali, nutrienti, componenti e prodotti, aggiungendo un elemento di valore finanziario. Si basa su diverse scuole di pensiero, ma è forse più riconoscibilmente influenzato dai due cicli materiali di Cradle to Cradle. 14

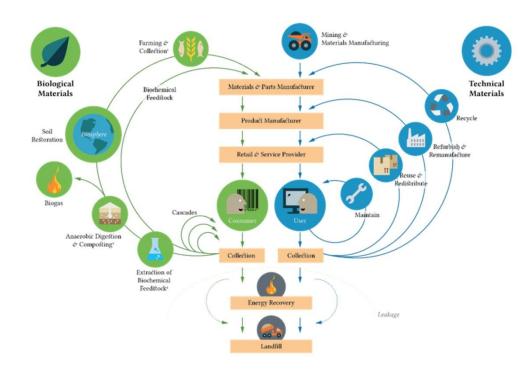


Figura 2.Diagramma a farfalla. FONTE: Ellen MacArthur Foundation

Con l'applicazione dell'economia circolare si passa dall'ecoefficienza all'ecoefficacia.

La prima prevede un flusso lineare nel quale le materie prime vengono estratte per poi essere trasformate in prodotti ed infine smaltite. In questo sistema le tecniche ecoefficienti cercano solo di minimizzare il volume, la velocità e la tossicità del flusso di smaltimento, riciclando anche alcuni materiali ma causandone un processo di downcycling perché i materiali impiegati non sono progettati per essere riciclati. ¹⁵

Prevedendo il riutilizzo di prodotti e materiali già dalla progettazione si può, non solo ridurre i processi lineari dalla culla alla tomba, ma generare dei "metabolismi ciclici" cioè processi dalla culla alla culla, garantendo ai materiali di mantenere il loro status di risorse e accumulare intelligenza nel tempo; si crea un processo di upcycling e una relazione tra economia ed ecologia.

.

¹⁴ ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, *The circular economy*, https://www.ellenmacarthurfoundation.org/ (consultato: Luglio 2020)

¹⁵ Ibidem

«L'abitare del futuro non può prescindere dal tema della gestione e dello smaltimento dei rifiuti. Una necessità che va ripensata e integrata nella realtà domestica come un passo essenziale nell'ottica di un approccio olistico alla sostenibilità» commenta l'architetto Stefano Boeri. 16

Accesso vs proprietà

Il diagramma distingue anche gli utilizzatori delle risorse in due categorie: **i consumatori** e **gli utenti.** I primi consumano i materiali biologici, i secondi utilizzano quelli tecnici; non si può dire che gli oggetti industriali, come la lavatrice, le macchine, ecc, vengano consumati. Questa è una distinzione sottile ma importante per l'economia circolare, perché solleva interrogativi sulla necessità di possedere i prodotti nel modo in cui facciamo tradizionalmente. È l'accesso ad un servizio che è importante, non il prodotto stesso.¹⁷

1.2.2. I vantaggi dell'economia circolare applicata alla progettazione architettonica

Le città rappresentano **l'85% della generazione globale del PIL** e sono anche grandi collezionisti di materiali e sostanze nutritive, che rappresentano il 75% del consumo di risorse naturali. Le città producono anche il 50% dei rifiuti globali e il 60-80% delle emissioni di gas serra. Questi sono sintomi dell'economia lineare "prendere, fare, sprecare". ¹⁸

Gli spazi urbani saranno sempre più un campo di sperimentazione per progetti che favoriscano il recupero di materiali e l'applicazione dell'economia circolare; questa sfida non interessa solo filiere produttive ma sopratutto le città, gli stili di vita e le abitudini dei singoli cittadini. Arredi, ambienti domestici, edifici e interi quartieri hanno bisogno di essere realizzati o adattati, nel caso di un intervento nell'esistente, a questa nuova economia.

In Italia stiamo già lavorando in questa direzione; un esempio è la raccolta differenziata e il riciclo di carta e cartone: più di 3,3 milioni di tonnellate di materiale raccolto dai Comuni italiani nel 2017 e ben 10 tonnellate di macero riciclate al minuto. Un metodo efficace a contrastare i mutamenti climatici e un'opportunità per un'economia del futuro.

L'implementazione dell'economia circolare nelle città può portare enormi vantaggi economici, sociali e ambientali.

L'attuazione di una visione dell'economia circolare potrebbe favorire l'emergere di:

- Città fiorenti in cui la produttività economica aumenta attraverso la riduzione della congestione, l'eliminazione degli sprechi e la riduzione dei costi. Nuove opportunità di crescita e di business supportano lo sviluppo delle competenze e l'occupazione.
- **Città vivibili** con migliore qualità dell'aria, riduzione dell'inquinamento e interazioni sociali migliorate.
- **Città resilienti**, riducendo la dipendenza dalle materie prime mantenendo i prodotti in uso e bilanciando la produzione locale con le catene di approvvigionamento globali.

Questi vantaggi possono essere ottenuti cambiando il modo in cui i sistemi urbani vengono pianificati, progettati e finanziati e il modo in cui vengono realizzati, utilizzati e riutilizzati. Questa visione si allinea con gli **obiettivi di sviluppo sostenibile del 2030**, compresa la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra e l'adattamento agli effetti dei cambiamenti climatici.

L'economia circolare è un concetto che imita i sistemi viventi, come il corpo umano, le città devono comporsi da sistemi interdipendenti e dinamici che funzionino e si adattino costantemente al cambiamento.

¹⁶ ATLAS, *Architettura e design, settori chiave dell'economia circolare,* Il Sole 24 ore, Symbola, 27 Novembre 2018, https://www.symbola.net/approfondimento/architettura-e-design-settori-chiave-delleconomia-circolare/ (consultato: Luglio 2020)

¹⁷ ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, The circular economy in detail, https://www.ellenmacarthurfoundation.org/explore/the-circular-economy-in-detail (consultato: Luglio 2020) ¹⁸ Ibidem

Gli edifici, un sistema all'interno del macrosistema città, rappresentano oltre il 30% delle emissioni globali di gas serra, a questo si aggiunge l'uso inefficace di materiali e spazio, causando significative perdite economiche oltre ad un importante impatto ambientale.

Se vogliamo costruire città fiorenti, vivibili e resilienti, dobbiamo chiaramente iniziare a pensare e ad agire in modo diverso quando si tratta di edifici.

Quindi, applicando l'economia circolare alle città, progettando rifiuti e inquinamento, mantenendo in uso prodotti e materiali e rigenerando anziché degradare i sistemi naturali, si ha un potente contributo al raggiungimento degli obiettivi climatici globali e notevoli benefici economici e ambientali.

Alla *Ellen MacArthur Foundation* è stata redatta una lista esplicativa dei vantaggi dell'economia circolare, suddivisi in economici e ambientali: ¹⁹

I vantaggi economici

Crescita economica

La crescita economica, come definita dal PIL, verrebbe raggiunta principalmente attraverso una combinazione di maggiori entrate derivanti dalle attività circolari emergenti e di minori costi di produzione attraverso l'utilizzo più produttivo degli input. Questi cambiamenti nell'input e output delle attività di produzione economica influenzano l'offerta, la domanda e i prezzi in tutta l'economia. I suoi effetti si propagano in tutti i settori dell'economia, aumentando la crescita economica complessiva.

Risparmio sui costi dei materiali

Sulla base di modelli dettagliati a livello di prodotto, si stima che, nei settori di prodotti di media durata complessi (come telefoni cellulari e lavatrici) nell'UE, le opportunità annuali di risparmio sui costi dei materiali netti ammontino a 630 miliardi di euro. Per i beni di consumo in rapido movimento (come i prodotti per la pulizia della casa), esiste un potenziale di risparmio sui costi fino a 700 miliardi di euro a livello globale.

Potenziale di creazione di posti di lavoro

Il più grande studio comparativo fino ad oggi sugli impatti occupazionali di una transazione di un'economia circolare indica "effetti positivi sull'occupazione che si verificano nel caso in cui l'economia circolare sia attuata". Questo impatto sull'occupazione è in gran parte dovuto all'aumento della spesa alimentato da prezzi più bassi; attività di riciclaggio di alta qualità e ad alta intensità di manodopera; e lavori più qualificati nella rigenerazione. Nuovi posti di lavoro saranno creati in tutti i settori industriali, attraverso una maggiore innovazione e imprenditorialità e una nuova economia basata sui servizi.

Innovazione

L'aspirazione a sostituire prodotti e sistemi lineari con sistemi circolari è un'enorme opportunità creativa. I vantaggi di un'economia più innovativa includono tassi più elevati di sviluppo tecnologico, materiali migliorati, manodopera, efficienza energetica e maggiori opportunità di profitto per le aziende.

Vantaggi ambientali

Emissioni di carbonio

Per l'Europa, un percorso di sviluppo dell'economia circolare potrebbe dimezzare le emissioni di anidride carbonica entro il 2030, rispetto ai livelli odierni in termini di mobilità, sistemi alimentari e ambiente costruito. Inoltre, l'analisi settoriale specifica indica che il Regno Unito potrebbe ridurre le emissioni di gas a effetto serra di 7,4 milioni di tonnellate all'anno mantenendo i rifiuti organici fuori dalle discariche.

_

¹⁹ Ibidem

²⁰ Ibidem

• Consumo di materiale primario

L'economia circolare potrebbe tradursi in una riduzione del consumo di materia prime (ad es. auto e materiali da costruzione, terreni immobiliari, fertilizzanti sintetici, pesticidi, uso di acqua agricola, combustibili ed elettricità non rinnovabile) del 32% entro il 2030.

• Produttività della terra e salute del suolo

Il degrado del suolo costa circa 40 miliardi di dollari all'anno in tutto il mondo, senza tener conto dei costi nascosti dell'aumento dell'uso di fertilizzanti, della perdita di biodiversità e di paesaggi unici. Una maggiore produttività del suolo, meno sprechi nella catena del valore alimentare e il ritorno dei nutrienti nel suolo come attività ridurrà la necessità di rifornimento con ulteriori nutrienti. Il recupero globale di azoto, fosforo e potassio dai flussi di rifiuti alimentati, animale e umani a livello globale potrebbe contribuire quali 2,7 volte i nutrienti contenuti nei volumi di fertilizzanti chimici attualmente utilizzati. Questo è il principio dell'economia circolare della rigenerazione in natura.²¹



Figura 3. I benefici dell'economia circolare. Fonte Eea, 2015

1.2.3. Metodi di Progettazione Circolare in edilizia

Le dimensioni delle costruzioni in Europa

Il settore delle costruzioni in Europa è costituito da **3,4 milioni di imprese**, che generano circa il 9% del prodotto interno lordo della UE e offrono 18 milioni di posti di lavoro diretti. Allo stesso tempo, il **settore produce rifiuti da costruzione e demolizione che rappresentano il 25-30% di tutti i rifiuti generati nell'Unione**, vale a dire tra i flussi di rifiuti più rilevanti. Il patrimonio edificato in Europa, sia residenziale che terziario, è stimato in circa 30 miliardi di metri quadrati di superficie e aumenta di circa l'1% l'anno. Ogni anno, 4,3 giga tonnellate di materiali vengono utilizzati nel settore, dei quali più della metà per manutenzioni e ristrutturazioni. Circa il 12% dei materiali utilizzati proviene da una fonte secondaria.

Oggi, in campo edile, sono sempre di più i prodotti realizzati da materiale di scarto, provenienti anche da altre filiere industriali. Tra le materie riciclate più utilizzate si possono citare la gomma, la plastica, gli inerti e il legno, la lana di roccia, utilizzati per realizzare nuovi prodotti, come isolanti o gli stessi prodotti ma da riciclo. Sempre più attenzione viene riservata

٠

²¹ Ibidem

anche alla seconda vita dei **detriti e delle macerie da cantiere**, inerti utilizzati per la produzione di nuovi prodotti.

Regenerate

Lo strumento lanciato da *David Cheshire*, direttore sostenibilità della società AECOM, insieme all'Università di Sheffield, spiega le diverse regole per una **progettazione circolare** classificate in una serie ci Criteri di Circolarità, a loro volta suddivisi in categorie, che possiamo identificare nei cinque principi dell'economia circolare:

- Progettare in layers
- Progettare per il disassemblaggio
- Progettare per l'adattabilità
- Progettare senza rifiuti
- Progettare "banche materiali"

Impiegando questo strumento decisionale in fase iniziale di progettazione, si ha l'obiettivo di mantenere gli edifici in termini di risorse il più a lungo possibile.²²

Le linee di tendenza della circolarità

The Circularity City Project, un'organizzazione di enti e imprese della regione dello Jutland in Danimarca, ha definito le **linee** verso cui il settore delle costruzioni deve tendere.

- 1. **Digitalizzazione**: i sistemi di **Building information modelling** servono ad aumentare la trasparenza e consentono la cooperazione tra gli attori nell'adozione di modelli di business incentrati sulla costruzione, gestione delle operazioni e riuso circolare
- 2. **Fabbricazione e la costruzione modulare**: la costruzione di moduli *off-site* aumenta il livello di circolarità di un edificio, in quanto gli edifici modulari consentono una maggiore adattabilità nel tempo a fronte di nuove esigenze; l'approccio modulare abilita la possibilità di riutilizzare parti di edificio in nuove strutture
- 3. **Nuovi modelli di collaborazione**: tra i diversi attori lungo le diverse fasi della filiera progettazione, procurement, costruzione la collaborazione può abilitare l'adozione di soluzioni circolari, favorendo una progettazione orientata al disassemblaggio e al riciclo dei materiali

Uso della tecnologia

Applicare questi nuovi metodi di progettazione sostenibile non deve sbilanciare di nuovo l'asse in un'unica direzione, bisogna guardare all'economia circolare mantenendo e integrando la tecnologia già presente.

Si stima che le soluzioni per l'adeguamento degli edifici esistenti, migliorando l'isolamento e integrando i contatori intelligenti, riducano il consumo di energia in Europa del 20-30%. Inoltre le tecnologie per il risparmio energetico più consolidate stanno diminuendo di prezzo e stanno aumentando gli incentivi statali per l'applicazione di questi.

Anche le nuove piattaforme di **progettazione open source**, come WikiHouse, danno un'importante contributo al raggiungimento di un'edilizia totalmente sostenibile, supportando e facilitando la progettazione modulare e l'adattamento alle esigenze locali e alla fornitura di materiale.

Harvest map

Sulla scia dell'iniziativa Oogstkaart olandese, ideata dall'architetto Cesar Peeren di Superuse Studios, in Italia è nata una piattaforma che permette di mappare e quindi rintracciare i materiali di scarto: l'**Harvest map**. Dall'iniziativa dell'associazione Giacimenti Urbani e di Cure, con il sostegno dell'Ambasciata Olandese, della Fondazione Aem e il patrocinio dell'ordine degli Architetti di

²² BOMPAN, Emanuele, *Regenerate una rivoluzione per l'edilizia circolare. Intervista a David Cheshire*, Renewable Matter, 16 Giugno 2020, https://www.renewablematter.eu/articoli/article/con-regenerate-una-rivoluzione-per-ledilizia-circolare (consultato: Luglio 2020)

Milano, si mette in campo una mappa che avvicina l'architettura all'economia circolare, permettendole di sfruttare i materiali che diventerebbero rifiuti reimpiegandoli nella costruzione edile.

L'utilizzo di questo strumento è facilitato dai filtri di ricerca che riducono il campo in base alla localizzazione del prodotto, la selezione del tipo di materiale, le dimensioni e le qualità, dunque garantisce una scelta veloce e mirata mettendo in comunicazione designer, progettisti e artigiani con le aziende che forniscono prodotti giunti a fine vita, giacenze, stock invenduti, componenti recuperati da dismissioni di edifici e residui della produzione industriale.²³

The Circular Design Guide

La guida alla progettazione circolare, nata dalla collaborazione tra la *Ellen MacArthur Foundation* e *IDEO*, si propone come uno strumento per le aziende per l'applicazione dell'economia circolare al proprio design. I metodi sono riassunti in uno schema che classifica le azioni necessarie in quattro attività: Comprendere, Definire, Fare e Rilasciare.



Figura 4. Schema delle 4 attività. FONTE: The Circular Design Guide

UNDERSTAND

Impara dalla natura

Chiediti: "come può la natura risolvere questo problema?". Scopri come i sistemi biologici possono aiutarti a ispirare nuove soluzioni per il tuo prodotto o servizio che sono intrinsecamente più circolari e olistiche.

In breve, la **biomimetica** è la progettazione di prodotti e sistemi che sono ispirati e modellati su processi biologici esistenti, su cui è integrato il feedback. Guardare fuori dal proprio settore è un ottimo modo per ispirare lo sviluppo delle proprie idee e guardare alla natura è un modo per farlo. Come ha affermato Janine Benyus, "i sistemi viventi hanno avuto 3,8 miliardi di anni di ricerca e sviluppo".

DEFINE

Modello di business circolare

Sviluppa o ridefinisci il tuo modello di business da una prospettiva di progettazione circolare.

²³ MEZZI Pietro, *Open Source per il riciclo*, Abitare, Il corriere della sera, 14 Luglio 2018, https://www.abitare.it/it/architettura/materiali-tecnologia/2018/07/14/harvest-map-piattaforma-per-il-riciclo/ (consultato: Novembre 2020)

Dai forma al tuo modello di business : acquisisci valore per i tuoi clienti, partnership chiave, risorse e modelli di distribuzione. Espandi la tua prospettiva al sistema più ampio e prepara la tua azienda al successo in un mondo interconnesso.

MAKE

Scelte dei materiali intelligenti

Impara a fare scelte materiali intelligenti ponendo le domande giuste. Questi passaggi ti aiuteranno a fare scelte migliori su quali materiali entreranno nei tuoi prodotti e sul loro impatto sul sistema più ampio.

I materiali svolgono un ruolo essenziale in un'economia circolare, quindi abbiamo bisogno che siano fatti di ingredienti sicuri che possono essere continuamente riciclati. Progettando prodotti con materiali che provengono e fluiscono in modo sicuro nei rispettivi cicli nutrizionali, puoi far parte della creazione di un'economia dei materiali ottimizzata che elimina il concetto di rifiuto. Quindi diventiamo esperti di materiali.

RELEASE

Mappatura del percorso del prodotto

Pensa ai cicli di utilizzo del tuo prodotto o servizio e delle sue parti. Chiediti cosa accadrà nel tempo. Come potrebbe rompersi il tuo prodotto? Cosa succede allora?

Circolarità significa ripensare un ciclo di utilizzo lineare del tuo prodotto o servizio con un inizio, una metà e una fine. Se un prodotto o un servizio è veramente circolare, non avrà mai fine alla sua vita, ma assumerà continuamente una nuova forma. La mappatura di questo viaggio assicurerà che il tuo prodotto rimanga in uno stato utile il più a lungo possibile e aggiunga valore in ogni fase.

ADVANCED

Mappatura del viaggio dei materiali

Scopri come le scelte dei materiali possono influenzare un design per adattarsi a un'economia circolare.

Quando si scelgono materiali sicuri, è essenziale esplorare le implicazioni delle scelte dei materiali in ogni fase del suo ciclo di vita: durante la produzione, la fase di utilizzo, la fase di post-utilizzo e quando si riportano nuovamente i materiali nel sistema. Per progettare efficacemente un prodotto per i cicli in corso, è importante considerare l'impatto delle scelte materiali su ciascuna di queste fasi del ciclo di vita.

Le sostanze chimiche e i materiali utilizzati durante il ciclo di vita del prodotto sono importanti perché possono comportare rischi per l'uomo e l'ambiente. Sviluppare una consapevolezza di questi rischi è il primo passo verso la progettazione in modo diverso. Esistono diversi approcci che possono essere adottati per garantire scelte materiali più sicure.²⁴

a. Progettare in Layers (Shearing Layers)

È importante riconoscere l'edificio come un **corpo composto da diversi sistemi che interagiscono** ma hanno durata di vita diversi. Progettando a strati ogni elemento può essere sostituito, riparato o rimosso senza intaccare il sistema adiacente. La facile manutenzione, la flessibilità e l'adattabilità ottenute rendono la vita dell'edificio infinita.

L'architetto britannico *Frank Duffy* (1998) ha proposto uno **schema a quattro livelli** per la progettazione in layers, ognuno dei quali ha una durata di vita diversa: involucro, servizi, allestimento interno e arredo.

Frank Duffy of DEGW disse:

"Our basic argument is that there isn't such a thing as a building. A building properly conceived is several layers of built components".²⁵

²⁴ ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, *The circular design guide. Methods,* https://www.circulardesignguide.com/methods (consultato: Luglio 2020)

²⁵ Sharing Layers, Why the name, https://shearinglayers.com/why-the-name/ (consultato: Luglio 2020)

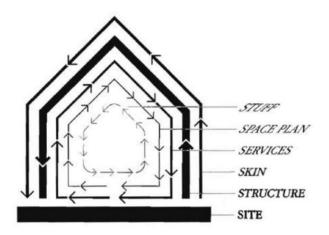


Figura 5. Schema di Frank Duffy "Shearing Layers". FONTE: Brand, 1995.

SITO

Eterno

Ciò che viene fatto ai primi due strati, sito e struttura, è meno facilmente modificabile dopo la costruzione ed ha l'impatto (positivo o negativo) più lungo.

STRUTTURA

30-100 anni

La struttura è lo strato con la vita pari a quella dell'edificio, per questo è importante mantenerla nel tempo. Rappresenta, però, un fattore limitante per l'adattabilità, per questo deve essere indipendente dagli altri elementi che possono essere modificati o sostituiti nel tempo.

INVOLUCRO/PELLE

20-50anni

L'involucro è composto dalle superfici esterne: tetto, rivestimenti verticali opachi e trasparenti, tamponamenti; inoltre contiene lo strato isolante e assolve al compito di proteggere la struttura e gli elementi interni, quindi ha l'impatto maggiore sul comfort dell'abitante

Questo strato deve poter essere sostituibile in caso di danneggiamento o di cambio di funzione perché non tutti gli elementi di deteriorano alla stessa velocità o si adattano a tutte le utenze.

SERVIZI

7-15 anni

Questo layers comprende tutti i servizi: idraulico, di riscaldamento, di ventilazione ed elettrico. Normalemente queste utenze sono inglobate nell'involucro o addirittura agganciate alla struttura, rendendone la sostituzione o la manutenzione impossibile; quindi l'utilizzo di pannelli potrebbe risolvere questa problematica.

SPAZIO INTERNO

5-30 anni

Con "spazio interno" si intende l'insieme di elementi interni non strutturali che determinano la distribuzione degli ambienti, le finiture, i rivestimenti e gli arredi incorporati. La ristrutturazione di questi elementi produce un gran numero di rifiuti, quindi devono essere progettati perché siano facilmente disasseblabili.

ARREDO E ATTREZZATURE

Temporaneo

Questo layer comprende tutti gli elementi d'arredo, elementi già indipendenti e facilmente sostituibili, ma molte aziende si spingono oltre fornendo la possibilità di affitto di questi elementi in modo da mantenere un costante ricambio e una costante manutenzione degli oggetti.

b. Progettare per il disassemblaggio

Se gli edifici fossero progettati come lego, facilmente assemblabili e disassemblabili, i loro diversi componenti e materiali potrebbero essere recuperati e riutilizzati anziché essere dismessi.

Poter estrarre elementi e materiali intatti dal sistema è fondamentale per l'applicazione dell'economia circolare al'edilizia; questi devono essere prelevati in modo da **poterli rigenerare**, **riutilizzare o riciclare**.

L'ideale sarebbe un edificio che al termine della vita possa essere completamente decostruito mantenendo le varie parti integre in modo da poterle riutilizzare secondo la loro funzione iniziale o con un nuovo impiego. Per poter fare ciò è importante avere informazioni approfondite **a partire dalla fase di progettazione**, durante la quale va già previsto il disassemblaggio ed un eventuale riassemblaggio futuro, anche questi progettati fin dall'inizio.

Per raggiungere questo obiettivo è fondamentale studiare i metodi di assemblaggio dei vari componenti prediligendo quelli **a secco**, che mantengono i componenti integri e riutilizzabili.

STRUMENTO DI VALUTAZIONE: RAIA / BDP Environment Design Guide²⁶

Come ampiamente spiegato, il "ciclo di vita" di un edificio, nella società industrializzata di oggi, non è affatto ciclico, ma piuttosto lineare, inizia con l'estrazione delle materie prime e termina con lo smaltimento a seguito della demolizione.

Decostruendo l'edificio è possibile individuare una serie di possibili **scenari di riciclaggio** in scala diversa:

- Riutilizzo dell'intero edificio
- Produzione di un nuovo edificio
- Produzione di nuovi componenti edili
- Produzione di nuovi materiali edili

I quali si riferiscono a quattro scenari di fine vita:

- Riutilizzo o trasferimento dell'edificio
- Riutilizzo dei componenti o ricollocazione in un nuovo edificio
- Riutilizzo dei materiali nella produzione dei nuovi componenti edili
- Riciclaggio dei materiali (Downcycling) in nuovi materiali edili

Quindi, con la progettazione dello smontaggio, questo sostituirebbe la demolizione dell'edificio, dando la possibilità di recuperare componenti e materiali se non l'edificio per intero.

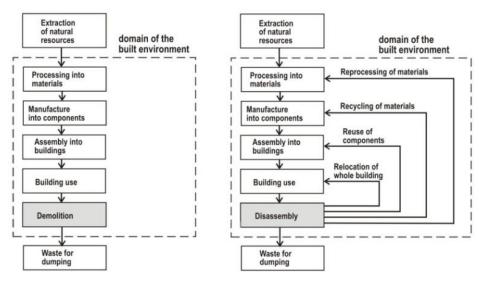


Figura 6. Schema da Design for disassembly – themes and principles, Philip Crowther

-

²⁶ CROWTHER, Philipe, *Environment Design Guide, Themes and Principles,* RAIA/BDP, August 2005

Crowther sviluppa una lista di principi di progettazione per lo smontaggio, da considerare come linee guida per l'architettura, che in un secondo momento ha approfondito dando ad ognuno una valutazione (1 – Non rilevante; 2 – Rilevante; 3 – Molto rilevante) nei vari scenari di fine vita in cui possono essere applicati (Riciclo dei materiali, rigenerazione dei componenti, riutilizzo dei componenti, ricollocazione dell'edificio), avendo guesti rilevanza differente.

c. Progettare per l'adattabilità

La grande mobilità e variabilità del lavoro, l'ibridazione della convivenza, l'accrescere della multi etnicità e delle culture hanno sempre più rilievo nella società e richiedono l'adattabilità degli spazi abitativi e di lavoro nel tempo ad usi e funzioni differenti.

Ciò è possibile se progettando **si considerano le modifiche future all'edificio**, questo non significa prevederne la futura funzione, ma rendere l'edificio facilmente modificabile riducendo al minimo i vincoli e gli elementi costanti e caratterizzanti.

Per esempio, la tecnologia cambia e si evolve molto velocemente, per questo un edificio più longevo è quello che sa accogliere i nuovi elementi tecnologici e non pone vincoli all'innovazione degli impianti.

Le strategie utili per rendere un edificio adattabile sono:

- **Investire maggiormente sulla struttura** e sull'involucro piuttosto che sugli strati più velocemente modificabili come le finiture.
- Pianificare lo scenario futuro ipotizzando diverse funzioni dell'edificio per evitare che questo diventi obsoleto.
- **Disegnare planimetrie semplici**, quindi facili da cambiare, estendere o adattare (la configurazione dello spazio che più si è dimostrata efficace è quella rettangolare).
- Lavorare per layers, dove la sostituzione degli elementi è pensata che non pregiudichi i sistemi adiacenti e mantenga indipendenza tra la struttura principale (lunga durata) da quella secondaria (media durata) e gli elementi aggiuntivi (breve durata).

La capacità adattiva può essere suddivisa in tre diversi aspetti (*The CE meter; an instrument to assess the circular economy capacity of buildings*, DA *Adaptive Capacity of Buildings*, Geraedts, Union of Architects Word Congeess UIA 2014, Durban SA 2014):

- Flessibilità organizzativa: La capacità di un'organizzazione o di un utente di rispondere adeguatamente al cambiamento delle esigenze dell'ambiente costruito;
- Process flexibility: Capacità di reagire al cambiamento delle circostanze, desideri o necessità durante le fasi iniziali, di progettazione e di costruzione;
- **Product flexibility:** Capacità di un edificio (o prodotto) di rispondere al cambiamento delle circostanze, desideri o necessità durante la fase di utilizzo.

STRUMENTO DI VALUTAZIONE: FLEX 2.0 light²⁷

Nel 2014, all' Internetional Union of Architects Word Congress UIA2014 a Durban SA, è stato presentato un rapporto dal titolo *Adaptive Capacity of Buildings* (Geraedts 2014), nel quale è sviluppato e spiegato un metodo per **determinare la capacità di adattamento degli edifici**. Si è ottenuta una lista di **143 indicatori** con relativa valutazione, ma per agevolarne l'utilizzo e la praticità è stato poi sviluppato uno strumento semplificato: **Flex 2.0 Light**.

In questo nuovo strumento l'autore si è servito della distinzione in diversi strati dell'edificio forniti da Duffy, per raggruppare il gran numero di indicatori, fino ad arrivare ad un totale di **17 indicatori**, passando per una prima cernita di 83 indicatori; per ognuno di questi vi è specificato un punteggio (da 1 a 3) in base all'importanza che ha nel processo di circolarità, che va poi moltiplicato al punteggio da assegnare all'edificio in esame: 1-bad, 2-normal, 3-better, 4-best.

²⁷ GERAEDTS, Rob – MATTHIJS, Prins, *Il misuratore CE; Uno strumento per valutare la capacità di economia circolare degli edifici,* Novembre 2015, CIB International Conference Going North for Sustainability; London South Bank University, Regno Unito, Novembre 2015

Infine, sommando i valori ottenuti per ogni voce, si ottiene un punteggio di adattabilità, da ricavare nella tabella *Adaptivity Class*.

L'ultimo capitolo del documento è dedicato alle raccomandazioni, qui l'autore specifica che il metodo deve essere valutato nella pratica nelle fasi successive con la collaborazione di proprietari, utenti e imprese di costruzione.

d. Progettare senza rifiuti

Gli edifici produrranno invece che consumare: "edifici che producano più di quello che prendono, creando un impatto positivo sui sistemi umani e naturali che interagiscono con essi", definizione dall'*International Living Future Institute*.

Abbiamo bisogni di **edifici snelli in termini di risorse utilizzate**, dato che non possiamo continuare a saccheggiare materie prime. Quindi bisogna dare priorità al rifacimento e al recupero e nel caso in cui questo non sia possibile bisogna progettare edifici smontabili in modo da poter recuperare gli elementi e i materiali dismessi perché tornino ad essere risorse. Approcciarsi all'economia circolare non significa rendere l'edilizia un ciclo chiuso, bensì può interagire con altri ambiti fornendo risorse o attingendo a sua volta le materie utili alla costruzione.

STRUMENTO DI VALUTAZIONE: Designing out Waste – a design team guide for buildings $(DoWT - B)^{28}$

WRAP ha condotto una ricerca con lo scopo di identificare i metodi per la **riduzione degli sprechi** e quindi **dei rifiuti** da parte dei progettisti architettonici, grazie alla quale ha identificato i **cinque principi** che i progettisti posso utilizzare fin dalla prima fase:

- Design for Reuse and Recovery
- Design for Off Site Construction
- Design for Materials Optimisation
- Design for Waste Efficient Procurement
- Design for Deconstruction and Flexibility

Ogni principio è poi descritto è ulteriormente suddiviso in voci più dettagliate.

e. Progettare "banche materiali"

L'ultimo principio è quello di pensare l'edificio come una "banca materiali" cioè un **archivio di materiali e componenti** riutilizzabili in futuro. Questi vengono mantenuti in uso e quindi conservati attraverso la manutenzione, in modo da conservare le caratteristiche utili al riutilizzo futuro.

Perché i materiali siano riutilizzabili è necessario progettare il sistema dell'edificio prediligendo connessioni a secco e programmandone lo smontaggio. Per la selezione dei materiali più adatti va preservarne la durabilità e l'impiego.

I materiali vengono classificati in **biologici** e **tecnici** (come riassunto nel diagramma "a farfalla" redatto dalla *Ellen MacArthur Foundation*); i primi possono essere reimessi nella biosfera perché biodegradabili, comportando un apporto positivo all'ambiente. I secondi sono quelli non biodegradabili, cioè i materiali che vanno mantenuti nel ciclo industriale e quindi devono essere riutilizzati gli interi componenti o riciclati i materiali a seguito di un trattamento. Tra i materiali tecnici vi sono e materie plastiche che non sempre possono essere riciclate, per esempio quelle termoindurenti non possono essere fuse e riportate allo stato di lavorazione.

Per mantenere questi materiali in circolazione **bisogna allontanarsi dall'idea di possesso dell'oggetto**, ma entrare nell'ottica che i consumatori sono utenti che acquistano un servizio. Questo perché quando le persone acquistano un prodotto diventano responsabili della sua

-

²⁸ LANGDON, D. (2019), Designing out Waste: A design team guide for buildings, WRAP, Banbury

manutenzione, riparazione e smaltimento; lasciandone gestione al produttore, il prodotto avrà un ciclo di vita sicuramente più lungo, avendo questo più interesse nel mantenerlo funzionante.

Quindi i produttori sono incentivati a progettare oggetti che possano essere facilmente riparati, aggiornati e smontati a fine vita; quindi i materiali di cui sono composti rimarrebbero in attività più a lungo, riducendo lo spreco di materia prima.

02 CONTESTO NORMATIVO

Contesto normativo attuale ed in divenire

Esiste un solo pianeta Terra, eppure da qui al 2050 il mondo consumerà risorse pari a tre pianeti.²⁹

Il consumo e la produzione mondiale si basano sull'uso dell'ambiente naturale e delle risorse in modo distruttivo sul pianeta; se la popolazione mondiale dovesse raggiungere i 9,6 miliardi entro il 2050, per fornire le risorse necessarie a sostenere gli stili di vita attuali, occorrerebbe l'equivalente di tre pianeti.

A partire dalla rivoluzione industriale, secondo un modello fondato sul presupposto che le risorse fossero abbondanti, disponibili, accessibili ed eliminabili a basso costo, lo sviluppo delle nostre economie è avvenuto all'insegna del "prendi, produci, usa e getta"; come descritto nell'elaborato.

Nonostante la legislazione europea abbia già fissato obiettivi per stimolare l'innovazione nei settori del riciclaggio e del riutilizzo, per limitare la quantità di rifiuti smaltiti in discarica e per ridurre la perdita di risorse, è necessaria una modernizzazione della politica in materia perché, nell' Unione Europea, i rifiuti prodotti da ogni cittadino in un anno sfiorano ancora circa cinque tonnellate, di cui poco più di un terzo è correttamente riciclato. Tra gli Stati Membri, solo in sei è già stata abolita la messa in discarica dei rifiuti urbani, raggiungendo così un tasso di riciclaggio dell' 85%, ma in altri paesi oltre il 90% dei rifiuti è ancora collocato in discarica e meno del 5% riciclato.

In particolare, per quanto riguarda l'edilizia, l'ambiente costruito ha un impatto significativo su molti settori dell'economia e sulla qualità della vita; richiede grandi quantità di risorse, rappresentando circa il 50% di tutto il materiale estratto, il 35% della produzione totale di rifiuti dell'UE e le emissioni di gas serra, derivanti dall'estrazione di materiali, fabbricazione di prodotti da costruzione e dall'edificazione stessa di edifici, sono stimate pari al 5 – 12%.

Come illustrato nel primo capitolo, negli ultimi anni diverse associazioni, studi d'architettura o inerenti ad altri campi e la Commissione europea, si stanno muovendo per definire le **linee guida da seguire e le scadenze da rispettare per ottenere un' Europa completamente sostenibile**. Alla base di questi cambiamenti vi è sempre il principio di **economia circolare**, la quale tiene in considerazione diversi campi e diversi ambiti. Per quanto riguarda l'edilizia, è necessario rivedere norme e leggi circa l'approvvigionamento e l'utilizzo di materie prime, la vita utile dell'edificio così come dei prodotti impiegati, il consumo di energia e le emissioni nocive, il riutilizzo dei materiali prima che diventino rifiuti e lo sviluppo di servizi per i consumatori.

Le fasi principali dell'economia circolare, illustrate nel diagramma sottostante, offrono opportunità in termini di taglio dei costi, minore dipendenza dalle risorse naturali, impulso a crescita e occupazione, nonché contenimento dei rifiuti e delle emissioni dannose per l'ambiente. Queste sono interdipendenti e danno la possibilità alle imprese di scambiarsi i prodotti, i quali sono reimmessi nel sistema per un nuovo ciclo. Per garantire il funzionamento ottimale del sistema occorre evitare per quanto possibile che le risorse escano dal circolo.

21

²⁹UNITED NATIONS, Sustainable Development Goals, *Goal 12: Ensure sustainable consumption and production patterns* https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-consumption-production/ (consultato: Settembre 2020)



Figura 7. Schema Economia Circolare. FONTE: www.europal.europa.eu

2.1. Green Deal Europeo: Il quadro strategico di circolarità per l'edilizia

Uno degli obiettivi principali fissati dalla Commissione Europea è quello di rendere l'Europa completamente neutra dal punto di vista climatico entro il 2050; per conseguire questo e altri obiettivi di sostenibilità ambientale, è stato istituito il *Green Deal europeo*³⁰, il quale ha varato una strategia concreta che prevede l'estensione dell'economia circolare dai precursori agli operatori economici tradizionali e la dissociazione della crescita economica dall'uso delle risorse.

IL NUOVO PIANO D'AZIONE

Con la Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni di novembre 2020 31, si è definito un nuovo piano d'azione per l'economia circolare che mira ad accelerare il profondo cambiamento richiesto dal Green Deal europeo sin dal 2015³².

Gli obiettivi indicati sono:

- Favorire la creazione di imprese e l'imprenditorialità delle PMI, con lo scopo di rafforzare la base industriale dell'UE, facendo leva sulle nuove tecnologie digitali e sul mercato unico.
- Fornire prodotti di elevata qualità, funzionali, sicuri, efficienti ed economicamente accessibili ai cittadini, grazie all'applicazione dell'economia circolare, perché concepiti per durare più a lungo, per essere riparati, o riciclati con un upcycling. Creare un'intera gamma di nuovi servizi sostenibili, spingendo il cittadino a prediligere modelli di "prodotto-servizio" piuttosto che acquisto del bene.

³⁰ Comunicazione della Commissione al Parlamento, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni, Il Green Deal europeo, Bruxelles, 11 Dicembre 2019, COM (2019) 640 final

³¹ Comunicazione della Commissione al Parlamento, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni. Un nuovo piano d'azione per l'economia circolare. Per un'Europa più pulita e più competitiva. Bruxelles, 11 Marzo 2020, COM(2020) 98 final

³² Comunicazione della Commissione al Parlamento, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni, L'anello mancante – Piano d'azione dell'Unione europea per l'economia circolare, Bruxelles, 2 Dicembre 2015, COM(2015) 614 final

Ma per ora **non esiste un insieme esaustivo di prescrizioni** per garantire che tutti i prodotti immessi sul mercato europeo diventino via via più sostenibili e soddisfino i criteri dell'economia circolare; per questo la Commissione proporrà, come indicato nel COM(2020) 98 final, un'iniziativa legislativa relativa ad una **strategia in materia di prodotti sostenibili**, con l'obiettivo di:

- Migliorare la durabilità, la riutilizzabilità, la possibilità di upgrading e la riparabilità dei prodotti, affrontando la questione della presenza di sostanze chimiche pericolose in essi.
- Aumentare il contenuto riciclato nei prodotti, garantendone al tempo stesso le prestazioni e la sicurezza.
- Garantire la possibilità di rifabbricazione e riciclaggio di alta qualità.
- La limitazione dei prodotti monouso.
- L'introduzione del divieto di distruggere i beni durevoli non venduti.
- La promozione del **modello "prodotto-servizio"**, o altri, in cui i produttori mantengono la proprietà del prodotto o la responsabilità delle sue prestazioni per l'intero ciclo di vita.
- L'introduzione della digitalizzazione delle informazioni relative ai prodotti: passaporti, etichettature e filigrane digitali.
- Introduzione di **un sistema di ricompense** destinate ai prodotti in base alle loro diverse prestazioni in termini di sostenibilità.

Per il raggiungimento di questi obiettivi la Commissione ha indicato nella comunicazione del 2020 n. 67, che instituirà uno spazio europeo per la raccolta dei dati e delle informazioni dei prodotti, per le applicazioni circolari intelligenti e intensificherà gli sforzi volti a garantire il rispetto dei requisiti di sostenibilità applicabili ai prodotti immessi sul mercato europeo, con ispezioni concertate e azioni di vigilanza del mercato.

Nel documento redatto per illustrare "*il nuovo piano d'azione per l'economia circolare*"³³, in sinergia con gli obiettivi delineati nella strategia per l'industria³⁴ sono indicati **metodi che favoriscano** l'incremento della circolarità nell'industria.

IN EDILIZIA

In dettaglio sono state elencate le principali catene di valore dei prodotti e le strategie da adottare per **promuovere la circolarità nello specifico campo**; per quanto riguarda **l'edilizia**, responsabile di oltre il 35% della produzione totale dei rifiuti dell'UE, i principi di circolarità saranno promossi, lungo l'intero ciclo di vita, rispettando i seguenti punti³⁵:

- affrontare le prestazioni di sostenibilità dei prodotti da costruzione nel contesto della revisione del regolamento sui prodotti da costruzione ³⁶, compresa la possibile introduzione di requisiti di contenuto riciclato per determinati prodotti da costruzione, tenendo conto della loro sicurezza e funzionalità;
- promuovere misure per migliorare la durabilità e l'adattabilità dei beni costruiti in linea con i
 principi dell'economia circolare per la progettazione degli edifici³⁷ e lo sviluppo di registri
 digitali per gli edifici;
- utilizzare Level (s)³⁸ per integrare la valutazione del ciclo di vita negli appalti pubblici e nel quadro finanziario sostenibile dell'UE ed esplorare l'opportunità di fissare obiettivi di riduzione del carbonio e il potenziale dello stoccaggio del carbonio;

_

³³ COM(2020) 98 final

³⁴ Comunicazione della Commissione al Parlamento, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni, *Una nuova strategia industriale per l'Europa,* Bruxelles, 10 Marzo 2020, COM(2020) 102 final ³⁵ COM(2020) 98 final

³⁶ Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 9 marzo 2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio (GU L 88 del 4.4.2011, pag.5)

³⁷ Circular Economy, Principles for buildings design, GROW.DDG1.C.4, 21 Febbraio 2020.

³⁸ COMMISSIONE EUROPEA, *Level (s) – The European framework for sustainable buildings,* European Commission official website, 5 novembre 2020, https://ec.europa.eu/environment/eussd/buildings.htm

- prendere in considerazione una revisione degli obiettivi di recupero dei materiali stabiliti nella legislazione dell'UE per i rifiuti da costruzione e demolizione e le loro frazioni specifiche per materiale;
- promuovere iniziative per ridurre l'impermeabilizzazione del suolo, riabilitare aree dismesse abbandonate o contaminate e aumentare l'uso sicuro, sostenibile e circolare dei suoli scavati.

Efficienza energetica degli edifici esistenti

Da maggio 2020, la Commissione europea sta lavorando per definire le direttive utili ad ottenere un parco immobiliare ristrutturato e migliorato per un sistema energetico decarbonizzato e pulito.

L'iniziativa "*Renovation Wave*"³⁹, annunciata dal Green Deal europeo, pone l'obbligo a tutti i paesi dell'UE a definire una **strategia di ristrutturazione a lungo termine** (LTRS) e gli aspetti relativi all'edilizia dei piani nazionali per l'energia e il clima (NECP) di ciascuno.

Il prossimo passaggio, nell'ottobre 2020, sarà quello di adottare e pubblicare una comunicazione strategica e un **piano d'azione sull'iniziativa** per gli anni a venire; questa sarà composta da misure legislative e non legislative concrete e strumenti abilitanti, tenendo conto dei diversi livelli di azione dell'UE, nazionale e locale o regionale, perché la ristrutturazione sia più approfondita e veloce.

La Commissione presterà particolare attenzione ai **materiali isolanti** perché generano un flusso crescente di rifiuti.

2.2. Gestione dei rifiuti: I rifiuti come risorsa

MODERNIZZARE LA POLITICA E I SUOI OBIETTIVI

Nella logica dell'economia circolare, il cerchio si chiude con la trasformazione dei rifiuti in risorse. La legislazione europea ha fissato **obiettivi generali e specifici con lo scopo di migliorare la gestione dei rifiuti**: stimolando l'innovazione nei settori del riciclaggio, limitando la quantità di rifiuti smaltiti in discarica, riducendo la perdita di risorse e incitando a mutare i comportamenti. Il fine ultimo, dichiarato dall'Unione Europea, è una politica dei rifiuti ambiziosa grazie alla quale si

recupererà energia solo dai materiali non riciclabili, quelli riciclati fungano da fonte principale di materie prime e si elimini quasi completamente il collocamento in discarica.

Nel marzo 2020 la Commissione europea ha aggiornato la lista di proposte redatta nel 2015 che riguardava una **migliore gestione dei rifiuti urbani**:

- aumentare la percentuale di rifiuti urbani riutilizzati e riciclati portandola almeno a 70% entro il 2030;
- aumentare la percentuale di rifiuti di imballaggio riciclati portandola a 80% entro il 2030, con obiettivi intermedi;
- vietare il collocamento in discarica dei rifiuti riciclabili di plastica, metallo, vetro, carta e
 cartone e dei rifiuti biodegradabili entro il 2025, e chiedere agli Stati membri di impegnarsi
 per abolire quasi completamente il collocamento in discarica entro il 2030⁴⁰;
- promuovere ulteriormente lo sviluppo di mercati delle materie prime secondarie di qualità, anche valutando l'opportunità di introdurre criteri di fine vita per determinati materiali;

³⁹ Un parco immobiliare ristrutturato e migliorato nell'UE contribuirà a spianare la strada a un sistema energetico decarbonizzato e pulito, poiché il settore edile è uno dei maggiori consumatori di energia in Europa, responsabile di oltre un terzo delle emissioni dell'UE.

La ristrutturazione di edifici sia pubblici che privati è una misura essenziale in questo contesto ed è stata individuata nel Green Deal europeo come un'iniziativa chiave per promuovere l'efficienza energetica nel settore e raggiungere gli obiettivi.

https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/renovation-wave en

⁴⁰ Una percentuale di rifiuti "residui" non è recuperabile e può quindi essere collocata in discarica, perché al momento non esistono soluzioni alternative. Tale percentuale non deve superare il 5%.

• precisare il **metodo di calcolo** da applicare ai materiali riciclati per garantire un riciclaggio di qualità.

Sono state aggiunte indicazioni in materia di **sostanze chimiche**⁴¹:

- sostenere lo sviluppo di soluzioni per una cernita di elevata qualità e la rimozione dei contaminanti dai rifiuti;
- elaborare metodologie per ridurre al minimo la presenza di sostanze problematiche per la salute o l'ambiente nei materiali riciclati e nei prodotti da essi ottenuti;
- cooperare con l'industria per mettere a punto progressivamente sistemi armonizzai di tracciamento e gestione delle informazioni sulle sostanze identificate come estremamente preoccupanti e su altre sostanze rilevanti;
- modificare gli allegati del regolamento sugli inquinanti organici persistenti;
- migliorare la classificazione e la gestione dei rifiuti pericolosi.

IN EDILIZIA

Per quanto riguarda lo specifico dei campi, si prospetta l'adozione di misure volte a stimolare i mercati dei **materiali riciclati ricavati dai rifiuti di costruzione e demolizione**, introducendo un quadro comune di valutazione delle prestazioni ambientali.

2.3. Vantaggi e prospettive

CIRCOLARITÀ

Le iniziative sopra elencate, riguardanti l'intero ciclo di vita dei prodotti e degli edifici, mirano al cambiamento ecologico europeo intervenendo già a partire dalla **progettazione**, promuovendo **processi di economia circolare**, incoraggiando il **consumo sostenibile** e mantenendo **le risorse utilizzate nell'economia** il più a lungo possibile.

Gli obiettivi preposti riguardano i prodotti sostenibili, i quali diventeranno la norma nell' UE, i consumatori e gli acquirenti pubblici, che assumeranno più potere e i rifiuti che verranno drasticamente ridotti. In particolare in Europa non ci saranno più emissioni nette di gas serra, entro il 2050, la crescita economia sarà disaccoppiata dall'uso delle risorse e nessuno verrà lasciato indietro grazie ai fondi stanziati⁴².

GESTIONE DEI RIFIUTI

Di pari passo agli obiettivi delle politiche volte alla riduzione delle emissioni di carbonio, all'uso più efficiente dell'energia, alla reindustrializzazione sostenibile dell'economia europea e alla sicurezza dell'accesso alle materia prime, si attuano gli sforzi tesi ad aumentare la produttività delle risorse, con lo scopo condiviso di alleggerire gli impatti ambientali e ridurre le emissioni di gas serra.

Quindi, per allentare la pressione sulle risorse data dalla crescente insicurezza degli approvvigionamenti, dunque potenziare resilienza e competitività, occorre ridestinare a fini produttivi le materie utilizzare e ancora utilizzabili, ridurre i rifiuti e limitare la dipendenza dalle fonti incerte.

In base alla **crescita della produttività delle risorse** nell'UE registrata nel primo decennio del 2000, si prospetta un ulteriore aumento del 30% entro il 2030 con il conseguente incremento del PIL di quasi 1%. Si stima che un uso più efficiente delle risorse lungo l'intera catena di valore

_

⁴¹ COM(2020) 98 final

⁴² COMISSIONE EUROPEA, *Green Deal Europeo, puntare ad essere il primo continente ad impatto climatico zero,* European Commission official website, https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal-it

potrebbe ridurre il fabbisogno di fattori produttivi materiali del 17%-24% entro il 2030⁴³, con risparmi per l'industria europea dell'ordine di 630 miliardi di euro l'anno⁴⁴.

Infine, in **ambito economico**, si calcola che la prevenzione dei rifiuti, la progettazione ecocompatibile, il riutilizzo e misure analoghe potrebbero far risparmiare 600 miliardi di euro netti alle imprese dell'UE, ossia l'8% del loro fatturato annuale, riducendo nel contempo le emissioni totali annue di gas serra del 2-4% ⁴⁵.

PROSPETTIVE

Nel 2015 la Commissione europea ha lanciato un **primo piano d'azione per l'economia circolare**, composto da 54 azioni, la maggior parte di queste sono state attuate e le restanti sono in corso d'attuazione.

Nonostante questo, le infrastrutture, la tecnologia e i modelli aziendali attuali, insieme a comportamenti radicati, tengono le nostre economie "legate" al modello lineare; inoltre gli **investimenti** per il miglioramento dell'efficienza e per i modelli aziendali innovativi sono percepiti come rischiosi a causa del sistema finanziario in cui non è facile reperire i mezzi per la scarsità di informazioni e di fiducia.

La **sensibilizzazione dell'opinione pubblica** sul tema porterebbe i consumatori a prediligere i materiali e i prodotti di recupero; garantendone così lo sviluppo di un mercato che porti al coinvolgimento di tutti gli attori, sia dal lato della produzione che del consumo.

Per innescare importanti cambiamenti occorrono **segnali politici forti** che garantiscano prevedibilità a lungo termine con il fine di attrarre investimenti, affinché si attuino le azioni utili volte all'applicazione dell'economia circolare e al reinserimento dei materiali riciclabili nell'economia, come materie prime seconde. Per garantire affidabilità è necessaria la definizione di obiettivi precisi di riciclaggio entro il 2030, l'applicazione di metodi di calcolo precisi delle percentuali di riciclaggio e la distinzione tra ciò che deve essere considerato "sottoprodotto", "End of waste" e "rifiuto".

Le suddette misure garantiranno lo sviluppo di un mercato di materie prime seconde di pari qualità a quelle primarie ed a prezzi concorrenziali, creando più di 180 000 posti di lavoro nell'UE entro il 2030 e riducendo del 40% i gas ad effetto serra, che equivarrebbe all'abbattimento di 62 Mt di $\rm CO_2$ eq l'anno⁴⁶.

I documenti europei raccolti sono stati analizzati dal punto di vista dell'architettura e dell'edilizia, tralasciando i dati e le indicazioni della Commissione riguardanti il lato economico e sociale del cambiamento in corso.

_

⁴³ MEYER, B .et al., *Macroeconomic modelling of sustainable development and the links between the economy and the environment,* Studio realizzato per conto della Commissione europea (DG Ambiente), European Commission official website, 2011, https://ec.europa.eu/environment/enveco/studies_modelling/pdf/report_macroeconomic.pdf

⁴⁴ GREENOVATE EUROPE (2012), Guide to resource efficiency in manufacturing: experiences from improving resource efficiency in manufacturing companies, Europe INNOVA, Bruxelles

⁴⁵ AMEC et al., The opportunities to business of improving resource efficiency, 2013.

⁴⁶ Comunicazione della Commissione al Parlamento, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni, *Verso un'economia circolare: programma per un'Europa a zero rifiuti,* Bruxelles, 2 Luglio 2014, COM(2014) 398 final

03 | APPLICAZIONI: Scenari d'applicazione dell'edilizia circolare

3.1 Casi studio

Dopo aver studiato dal punto di vista teorico le azioni utili al raggiungimento dell'economia circolare in edilizia, sono stati esaminati e descritti vari casi studio che dichiarano l'intento di perseguire la circolarità e la sostenibilità fin dalla fase progettuale.

Mentre si sta lavorando alla definizione delle "buone norme" secondo le quali agire per l'ottenimento di un'edilizia ad impatto zero, anche da parte della Commissione europea, si tiene conto principalmente dei modi migliori per il riciclaggio dei materiali e il riutilizzo dei componenti. Si richiede ai progettisti di pensare prodotti con vita infinita, attraverso la decostruzione e la flessibilità, ma non vengono specificate le strategie di progettazione che garantiscano il raggiungimento degli obiettivi dettati.

Da tempo sono nel mirino dell'edilizia sostenibile le tecnologie che garantiscono l'impiego di fonti rinnovabili e il riciclo delle acque grigie, tanto che ormai sono all'ordine del giorno in molti edifici nelle principali città europee, infatti, nei casi studio in analisi, non vengono lasciate indietro queste tecnologie, bensì vengono impiegate a sistema con le nuove metodologie di sostenibilità. (Grafico 2)

Al contrario non esistono ancora sufficienti casi di recupero edilizio con l'esplicito intento di rispettare i principi dell'economia circolare; probabilmente perché gli edifici tradizionali sono stati progettati con l'obiettivo di durare il più possibile nella forma e locazione prevista, per questo la decostruzione porta, spesso, alla perdita delle risorse impiegate ed al conseguente smaltimento. Dal punto di vista economico è più conveniente demolire piuttosto che recuperare materiale con tecniche nuove e poco certificate. (Diagramma 4)

Lo scopo di quest'analisi è quello di organizzare le architetture secondo **scenari d'applicazione** dell'economia circolare, in modo da definire quali sono le strade già intraprese ed i metodi applicati, con l'obiettivo di **definire una strategia unica per l'edilizia**, partendo dalle modalità già attuate. (*Grafico 1*)

a. Estensione del ciclo di vita

Il primo scenario individuato riguarda l'utilizzo e le destinazioni d'uso possibili.

Perché un edificio sia sostenibile deve poter durare il più a lungo possibile, in modo da non richiedere l'impiego di risorse, manodopera e non causi emissioni nocive a fine vita. Quindi deve poter essere impiegato secondo tutte le esigenze e deve saper rispondere ai cambi di destinazione d'uso, di clima, ecc..

In questo modo, non solo il **ciclo è chiuso**, quindi le risorse rimangono all'interno del sistema, ma è anche **dilatato nel tempo**.

Dall'analisi dei casi studio, si evincono metodi diversi attraverso i quali si intraprende questa strada:

- Prefabbricazione
- Versatilità e modularità



Inserimento nel processo dell'Economia Circolare della strategia "Estensione del ciclo di vita". (Grafico elaborato da Federica Neirotti)

• PREFABBRICAZIONE – Casi studio

MOXY HOTEL

LOCALITÀ: Malpensa, Linate, Torino, Chelsea e altre città negli USA

ANNO: 2014

ARCHITETTO: Marriot, Ikea, WB Factory e altri

AREA TOTALE: varie

DESTINAZIONE D'USO: Hotel



Per rispondere alle esigenze della nuova generazione, i millenials, Marriot ha pensato ad un nuovo modo di fare hôtellerie, il Moxy Hotel.⁴⁷

Già conosciuto negli USA, nel 2014 fa il suo ingresso europeo nella fascia low cost grazie ad un accordo con Ikea; i primi hotels sono stati edificati a Malpensa, Linate e sono in programma a Verona e Torino. A seconda della città in cui sorgono i collaboratori e gestori variano ma il gruppo Ikea rimane una costante nella fornitura del "know-how" sulle nuove tecniche di costruzione per ridurre le spese.

Figura 8. Vista di un'area comune del Moxy Hotel di Linate, Italia. FOTO: Laura Verdi

⁴⁷ SALERNO, Rita, *Camere di design a prezzi democratici e ristorante italiano: l'hotel dei millennials a NY*, EllenDecor, 16 Maggio 2019, https://www.elledecor.com/it/viaggi/a27479895/new-york-hotel-moxy-chelsea/ (consultato: Agosto 2020)

WB Factory è lo studio progettista delle camere ideate secondo un **sistema industrializzato** e la loro futura messa in opera e connessione; Giovanni Spatti, presidente dello studio, specifica l'utilizzo del termine "industrializzato" e non "prefabbricato" per sottolineare la fornitura di moduli finiti con impianti idraulici, elettrici, di ventilazione, connessioni plug&play e finiture predisposte di cui sono dotati i moduli.

La Wood Beton ha progettato **8 prototipi di camera** e ne ha realizzate milleduecento che per ora sono stoccate nell'azienda, pronte per essere messe in opera. In particolare, per il Moxy di Malpensa, ne sono state utilizzate 200, realizzate e montate in solo 8 mesi.

Le rapide tempistiche di montaggio sono una delle caratteristiche fondamentali richieste per avere un grande risparmio di denaro e tempo e poter mantenere i prezzi bassi. Come spiega il presidente di WB Factory, considerando che in cantiere vengono rispettate tutte le leggi per quanto riguarda le assunzioni e la sicurezza, la costruzione tradizionale e un sistema industrializzato come questo possono equivalersi dal punto di vista del costo primo dell'edificio, ma con questo sistema abbiamo dei valori aggiunti in più che sono la certezza della qualità e delle prestazioni ripetute, la sicurezza degli operatori in cantiere e ovviamente un grande risparmio di tempo che si riduce di un terzo rispetto a quello di un cantiere tradizionale, arrivando così ad un risparmio complessivo del 15-20%.

Le caratteristiche principali di tutti i Moxy Hotel nel mondo, sono proprio la tecnologizzazione delle camere e la maggiore importanza alle esperienze da fare negli spazi comuni piuttosto che al servizio in camera, per questo gli spazi privati sono di circa 20 m² e garantiscono il "massimo indispensabile", come recita il claim.

Le camere funzionali, comprendono televisori a schermo piatto, porte USB in tutte le prese; mentre nelle aree comuni sono previsti spazi meeting Plug and Meet, writing wall, schermi per le proiezioni e connessione wi-fi gratuita.

La struttura del Moxy di Linate⁴⁸, così come quello di Malpensa, è costituita dall'insieme dei **moduli tridimensionali**, formati da un "sistema scatolare", in legno lamellare X –Lam montati in cantiere completamente a secco, poi affiancati dagli elementi bidimensionali come solai e pareti; i componenti di connessione, come pilastri, travi, vani scala e vani ascensore, sono prefabbricati in c.a. ad opera di *Camuna Prefabbricati Srl*.

Uno dei requisiti fondamentali dei moduli è la possibilità di trasporto anche per lunghe distanze, in modo che si possano montare in qualsiasi parte d'Europa, garantendo le prestazioni



Figura 9. Assemblaggio dei moduli, Linate. FOTO: WB Factory



Figura 10. Struttura in cls, Linate. FOTO: WB Factory

30

⁴⁸ WOOD BETON, *Moxy Hotel in X-Lam con finiture e impianti già integrati e costruiti direttamente in stabilimento,* NiiProgetti, 19 Gennaio 2018, https://www.niiprogetti.it/moxy-hotel-in-x-lam-con-finiture-e-impianti-gia-integrati-e-costruiti-direttamente-in-stabilimento/?doing wp cron=1599826676.4330749511718750000000 (consultato: Agosto 2020)

termiche, acustiche, antisismiche e antincendio; ogni camera è di fatto un compartimento indipendente. Oltre a questo il sistema è smontabile all' 80% in modo che l'investitore possa spostare facilmente la struttura a costo pari a circa il 40% rispetto ad una nuova costruzione.

Considerazioni

Il Moxy Hotel è un ottimo esempio di architettura che rispetta i criteri dell'economia circolare in tutti i campi, progettazione, edificazione e gestione/utilizzo; le numerose camere sono progettate secondo uno schema razionale che ne permette il **montaggio rapido** e l'eventuale **disassemblaggio**, questo garantisce, oltre al risparmio economico e di tempo durante la costruzione, anche il riutilizzo degli elementi e dei materiali in fase successiva; quest'ottima gestione è garantita dalla **progettazione BIM**, indispensabile per l'applicazione dei criteri di circolarità in architettura.

In Italia in particolare, è fondamentale progettare edifici estremamente flessibili in modo tale che si adattino alle diverse circostanze e, soprattutto, al recupero degli edifici esistenti, vista la grande disponibilità di architetture dismesse e lo scarso spazio a disposizione. Il sistema presentato è ideale al nostro contesto anche grazie alle idee salva-spazio e agli impianti che tendono a ridurre l'impatto ambientale del 35%, per quanto riguarda le emissioni di CO2 indirette, il 100% per le emissioni dirette e fino all'50% dei consumi di energia elettrica.

Grazie alla modularità e all'assemblaggio a secco, quest'architettura potrebbe fornire una "banca materiali", i componenti potranno essere riutilizzati e reimmessi nel sistema, ma quest'ultimo è già saturo di elementi da smaltire utilizzabili, l'ideale, quindi, sarebbe pensare un sistema analogo che preveda però il riutilizzo di materiali e oggetti.

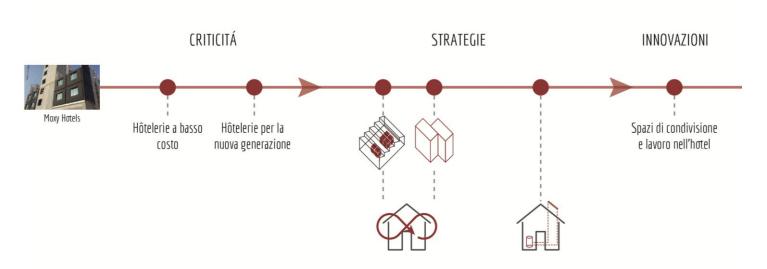


Grafico elaborato da Federica Neirotti

MY MICRO NY / CARMEL PLACE

LOCALITÀ: New York

ANNO: 2012

ARCHITETTO: NArchitects

AREA TOTALE: 3250 m², 55 appartamenti

DESTINAZIONE D'USO: Residenziale



Trovare un appartamento a prezzi abbordabili nelle metropoli più ampie del pianeta è quasi impossibile, non fa differenza New York, per questo *NArchitects* ha progettato un' architettura che rivoluziona le norme di zonizzazione e densità della città che limitano gli appartamenti ad un minimo di 400 piedi quadrati, l'equivalente di 37 m². Leggi antiquate che hanno portato alla convivenza forzata di famiglie composte da pochi membri, stipati in spazi ristretti, recuperati erigendo muri fuori norma, rendendo l'abitazione pericolosa secondo le norme antincendio. Come dichiarato dall'azienda produttrice dei mini appartamenti: "I codici abitativi della città non hanno tenuto il passo con il cambiamento della popolazione [della città] e attualmente non consentono appartamenti più piccoli di 400 piedi quadrati, né un intero edificio di micro-unità", 49 per questo le norme sono state derogate per la realizzazione del My Micro NY, ribattezzato poi Carmel Place.

Figura 11. Vista dell'interno di un appartamento del Carmel Place, New York. FOTO: Pablo Enriquez

⁴⁹ BRAKE, Alan G, *New York's firs micro-apartment tower by nArchitects,* DeZeen, 1 Febbrai 2016, https://www.dezeen.com/2016/02/01/carmell-place-micro-apartment-tower-new-york-city-narchitects-photos/ (consultato: Agosto 2020)

Nel 2012 l'ex sindaco Michael Bloomerg ha bandito un concorso, l'adAPT NYC, che invitava i progettisti a proporre mirco abitazioni che potessero fungere da nuovo modello di alloggi a prezzi accessibili, in particolare per le famiglie di una o due persone; nasce così il progetto pilota My Micro NY, con l'obiettivo di creare un nuovo paradigma sistemico per l'edilizia abitativa di New York, che testi soluzioni abitative compatte ed efficienti, "vivibili, sicure e salubri", come richiesto dal bando.

I **55 micro appartamenti** in moduli progettati e prefabbricati da Capsys Corporation e dal team di sviluppo composto da Monadnock Development LLC, Actors Fund Housing Development Corporation e NArchitects, sono stati assemblati al Brooklyn Navy Yard.

Ciascuna unità abitativa misura dai 25 ai 35 m² e comprende una micro-cucina, un bagno con armadio e la zona giorno che, grazie all'arredo progettato ad hoc, si trasforma in camera da letto. I soffitti alti tre metri permettono la creazione di un'intercapedine adibita a ripostiglio raggiungibile con una scala. Per ovviare alla possibile sensazione di claustrofobia, le finestre sono altre quanto l'intero interpiano e affacciano su terrazzi o balconi, inoltre l'arredo interno, progettato da Resource Furniture, è pensato per ottimizzare gli spazi, creando così un senso di spaziosità, comfort e flessibilità.

Come anticipato, i mini-appartamenti sono pensati per famiglie poco numerose o single, studenti o trasferisti, abitanti che passano la maggior parte del tempo fuori casa, per questo, in linea con la richiesta di mercato, sono state pensate numerose aree comuni per incoraggiare l'interazione tra i residenti, queste comprendono una palestra, una sala comune e una terrazza sulla copertura, oltre ad un deposito di biciclette e armadietti di stoccaggio.

Posizionati l'uno sull'altro grazie ad una gru, l'edificio è **assemblato come un Lego**, raggiungendo i 9 piani d'altezza ed una superficie totale di 3250 m², a seguito dei lavori svolti con metodi tradizionali come le fondazioni, i servizi e il piano terra, i moduli sono arrivati in cantiere già completi di infissi e finiture; per ultime sono state costruite le facciate in mattoni grigi a comporre i quattro volumi sottili a gradini.

Per garantire l'accessibilità alla fascia di popolazione a cui è rivolto, la municipalità ha indetto dei bandi: i vari appartamenti di diverse metrature sono destinati alle famiglie e ad i single in base alla fascia di reddito a cui appartengono.⁵⁰



Figura 12. Vista dell'interno di un appartamento. NArchitects



Figura 13. Moduli stipati in magazzino. NArchitects

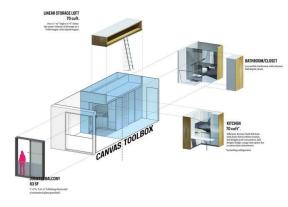


Figura 14. Esploso di un'unità abitativa. NArchitects

33

⁵⁰ CONSOLI, Marco, *Vivere micro a New York,* Abitare, 7 Dicembre 2015 https://www.abitare.it/it/architettura/progetti/2015/12/07/my-micro-ny-2015/

Considerazioni

"La costruzione modulare... è più veloce, meno costosa, consente alti livelli di controllo della qualità e riduce significativamente i rifiuti e il traffico dei camion. È anche più sicuro per i lavoratori poiché la costruzione viene eseguita all'interno in ambienti controllati ", così racconta i vantaggi di un'architettura modulare l'ex sindaco *Bloomberg*.⁵¹

Questo edificio sperimentale funge da progetto pilota per l'applicazione dell'economia circolare all'edilizia anche delle grandi città, dove il cambiamento del mercato è repentino e lo spreco di risorse che ne consegue è un importante problema. Applicando i principi di My Micro NY ai progetti futuri nel mondo, non solo si risponde alle esigenze della maggior parte dei nuovi acquirenti, ma si avranno edifici flessibili, edificabili nella maggior parte delle città al mondo con grande risparmio economico е ambientale; prefabbricazione permette il controllo di tutte le fasi garantendo la smontabilità e quindi il conseguente riutilizzo dei componenti, o addirittura il riutilizzo dell'intera unita immobiliare così com'è. Inoltre, questo nuovo modello abitativo, ha portato alla modifica delle normative che, modernizzate, sapranno accogliere meglio i nuovi dettami pretesi della sostenibilità ambientale.

Un ulteriore passo possibile, per far sì che il progetto segua il progresso in corso, è quello di pensarlo in modo da potergli creare un passaporto e poterlo inserire in una delle piattaforme nate negli ultimi anni, utili per intercettare i materiali e i componenti prima che diventino rifiuti in modo che si minimizzino gli sprechi.

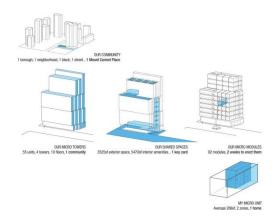


Figura 15. Installazione dei moduli abitativi. NArchitects



Figura 16. Pina del primo piano. NArchitects

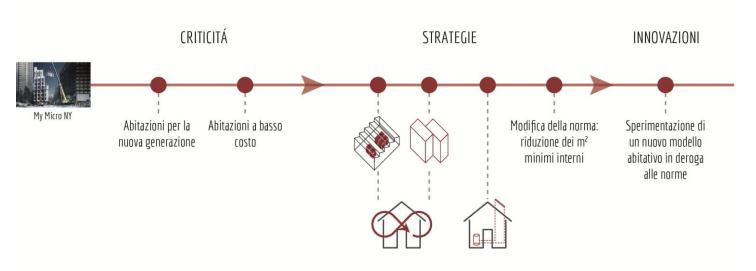


Grafico elaborato da Federica Neirotti

34

⁵¹ SHUTLER, Natalie, *Home Shrunken Home*, The New York Times, 20 Febbraio 2015, https://www.nytimes.com/2015/02/22/realestate/micro-apartments-tiny-homes-prefabricated-in-brooklyn.html? r=3&smid=tw-nytimes&utm medium=website&utm source=archdaily.com

• VERSATILITÀ E MODULARITÀ – Casi studio

BUILDING D(EMOUNTABLE)

LOCALITÀ: Delft, Paesi Bassi

ANNO: 2019

ARCHITETTO: Architectenbureau Cepezed

AREA TOTALE: 968 m²

DESTINAZIONE D'USO: Uffici e laboratori



L'edificio Building D (emountable) è una struttura moderna che

sorge nel centro storico della città olandese Delft sul sito di un complesso di edifici storici e monumentali. È di proprietà dello studio *Cepedez*, il cui direttore Menno Rubbens è membro del comitato del programma nazionale per raggiungere gli obiettivi di circolarità, uno dei quali è rendere tutte le attività di costruzione completamente circolari entro il 2050. ⁵²

Questo progetto, pensato **estremamente versatile** per poter ospitare uffici dello studio e aziende del settore creativo, è il pioniere della circolarità in architettura per il Paese; per questo è pensato per racchiudere in sé tutti i principi di circolarità e per

Figura 17. Vista prospettica del Building D (emountable), Paesi Bassi. FOTO: Lucas van der Wee

⁵² TAUTONICO, Tommaso, *Edificio D (emountable): un progetto esemplare di economia circolare,* InfoBuild, 08 Aprile 2020. https://www.infobuild.it/2020/04/building-demountable-progetto-economia-circolare/# (consultato: Agosto 2020)

rispondere a diverse esigenze e all'evoluzione tecnologica. Realizzato in pochissimo tempo – poco più di sei mesi – è completamente smontabile in modo da fungere da banca materiali e componenti o addirittura, poter essere riutilizzato altrove nella sua interezza. Ciò è stato possibile, tra l'altro, grazie a un processo integrato con una preparazione premurosa e una cooperazione stretta e integrata tra le varie discipline. 53

"Sono rimasto colpito dalla velocità di assemblaggio", afferma il fondatore e architetto di cepezed Jan Pesman.

"L'intera struttura è stata messa insieme in sole tre settimane. Abbiamo in programma di realizzare questo tipo di edificio più spesso e siamo anche molto soddisfatti dei risultati". 54

STRUTTURA

La struttura moderna, sostenibile e completamente smontabile è estremamente leggera, con materiali ridotti al minimo e riciclati, tanto da essere pensato come un unico compartimento antincendio, solo la tromba delle scale ha una progettazione tradizionale resistente al fuoco; ciò nonostante la sua linearità, assieme alla semplicità costruttiva, lo integra perfettamente nel centro cittadino.

La semplicità è stato il principio cardine dell'intero progetto; la pianta misura 11 x 21,5 m, la dimensione originale dell'ex laboratorio, si sviluppa su quattro piani di circa 200 m² di superficie abitabile l'uno. Inoltre è completamente flessibile nella sua disposizione avendo una struttura di travi e pilastri che lasciano la pianta libera.

La parte smontabile consiste in un kit di costruzione ottimizzato su una struttura portante in acciaio, prefabbricata ed estremamente snella di cui solo il piano terra è in calcestruzzo armato, mentre tutto il resto dei componenti dell'edificio sono **modulari e montati a secco**; acciaio, legno e vetro sono combinati insieme a comporre quest'architettura ibrida.

Le grandi vetrate isolanti a doppio strato senza infissi, sono montate direttamente sulla struttura in acciaio, la quale è dotata di profili a vite saldati progettati appositamente. Questa caratteristica ha reso gran parte dell'edificio trasparente, per creare una relazione forte tra il mondo interno ed esterno; le strisce verticali delle lamelle possono essere aperte per una ventilazione naturale.

Gli elementi strutturali di solai e copertura sono realizzati con componenti **prefabbricati** in legno leggero laminato impiallacciato (LVL) Kerto, veloci, leggeri e "green" erano facili da installare nel mezzo di una città frenetica. Il massetto a base



Figura 18. Vista dell'interno. FOTO: Lucas van der Wee

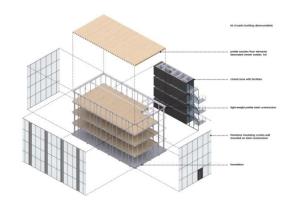


Figura 19. Esploso Buildina D. Cepdez

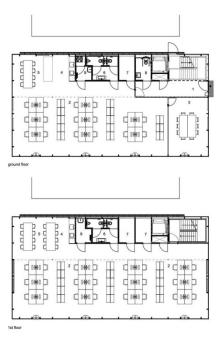


Figura 20. Pianta Piano Terra e Piano Primo

⁵⁴ VAN DER WEE, Lucas, Building *D (emountable)*, Metsawood, 08 Aprile 2020, https://www.metsawood.com/global/news-media/references/Pages/building-d-emountable.aspx#:~:text=The%20Building%20D(emountable)%20is,are%20used%20for%20the%20floors (consultato: Agosto 2020)

biologica è composto da granuli simili a ghiaia in una struttura a nido d'ape in cartone su cui sono posati pannelli in fibra di gesso. La copertura invece, è realizzata in PVC parzialmente riciclata.

Tutti i diversi componenti della costruzione sono stati messi insieme con il **minimo di connessioni**. I collegamenti sono stati progettati per rimanere **reversibili**, il che significa che l'edificio può essere facilmente smantellato. L'utilizzo di piccoli elementi in legno che si assemblano rapidamente significa anche che l'intero processo può essere invertito, se necessario.

"Uno degli obiettivi era rendere l'edificio il più leggero possibile", afferma l'ingegnere strutturale Elise van Westenbrugge-Bilardie. "Cepezed ci ha dato l'idea di utilizzare elementi in legno di design. Volevamo anche utilizzare gli elementi più piccoli possibile, in modo che le parti fossero facili da trasportare in cantiere e combinarle lì". 55

Considerazioni

Pensato per ospitare aziende e laboratori, l'edificio deve necessariamente risultare estremamente flessibile, a pianta aperta e con piccoli ingombri strutturali. Queste caratteristiche, combinate con la possibilità di smontaggio, renderanno l'architettura quasi **immortale** perché, oltre a poter riutilizzare gli elementi che la compongono o riassemblarla in un luogo diverso, può essere ripensata la sua destinazione d'uso. La disposizione in pianta permetterebbe l'adattamento a quasi ogni utilizzo possibile, come residenziale, industriale, terziario ecc..

Il Building D (emountable) racchiude in se la maggior parte dei dettami dell'economia circolare, per questo va considerato come la rappresentazione **dell'architettura per il futuro**, ottimo da imitare per avvicinarsi sempre di più agli obiettivi dettati dalla Commissione europea che punta a rendere il continente completamente sostenibile.

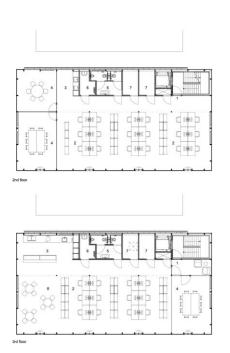
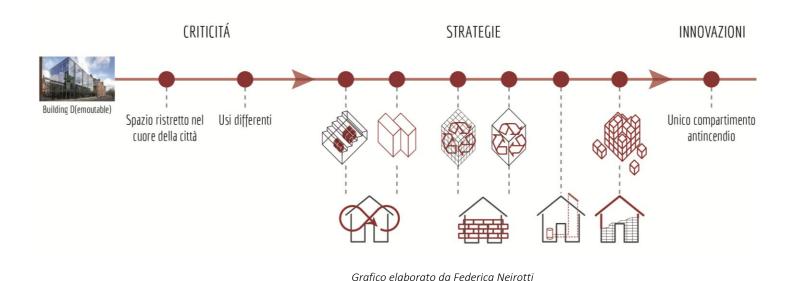


Figura 22. Pianta Piano Secondo e Piano Terzo



55 Ibidem

.

RIGOT COLLECTIVE DWELLING CENTRE

LOCALITÀ: Genève, Svizzera

ANNO: 2019

ARCHITETTO: ACAU Architecture

AREA TOTALE: 7070 m²

DESTINAZIONE D'USO: Residenza momentanea



Nel parco di Rigot a Ginevra, lungo l'Avenue de France, sono stati edificati due edifici simmetrici, **temporanei**, per accogliere 370 migranti. Sono composti da cinque piani, costituiti da 230 moduli prefabbricati in legno, attraversabili grazie ad un ballatoio esterno aperto su un cortile pubblico, questo collega il sito alla fermata del tram ed al parco Rigot.

Fin dalla fase progettuale è previsto lo smantellamento del complesso entro dieci anni, per questo è progettato modulare, completamente smontabile e soprattutto, poco impattante per il sito ed il terreno.

Le fondazioni sono completamente in legno, composte da pali e basamenti, assemblati a secco, pensati perché non compromettano il terreno, non contaminino la rete idrica ed il sito possa ritornare al suo stato originale in futuro, senza l'onere del riciclaggio del calcestruzzo.

Come le fondazioni, anche il resto dell'edificio è in legno locale ed assemblato a secco, in modo che, a seguito dello smontaggio, questo possa essere trasferito o se ne possano recuperare e reimpiegare materiali e componenti.

L'impiego di **materiale locale** certificato richiede poca energia per il trasporto e garantisce l'adattabilità al contesto architettonico di cui entra a far parte.

Figura 23. Vista prospettica del cortile e delle facciate con i ballatoi del Rigot Collective Dwelling Centre. FOTO: Paula Pintos



Figura 24. Montaggio dei moduli. FOTO: Paula Pintos

Il complesso residenziale è destinato ad una popolazione specifica che non rispecchia il tipico profilo familiare di una coppia etero parentale con due figli. Per questo è pensato per soddisfare la vasta diversità di bisogni e caratteristiche e l'importante ricambio previsto.

La grande **flessibilità** delle abitazioni è data dalla modularità di cui sono costituiti gli appartamenti in evoluzione, questi posso variare da 2 a 8 vani, trasformando gli spazi della cucina in camera da letto, grazie al movimento di pannelli e porte.⁵⁶

Considerazioni

La caratteristica principale dell'edificio, la **flessibilità individuale di ogni appartamento**, rende il progetto adattabile a diversi ambiti e risponde alla grande esigenza d'oggi: l'accoglienza del grande numero di migranti in entrata in Europa.

Questo progetto rappresenta un'ottima soluzione in risoluzione non solo delle problematiche **ambientali** ed economiche, ma anche di quelle **sociali** come l'accoglienza, l'aggregazione e l'inserimento alla vita della città dei migranti.



Figura 25. Vista interna di un'abitazione. FOTO: Paula Pintos

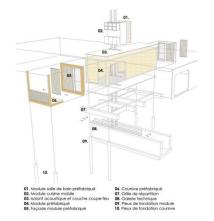


Figura 27. Esploso di un modulo. ACAU Architecture

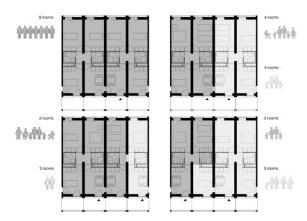


Figura 26. Pianta dell'edificio. ACAU Architecture

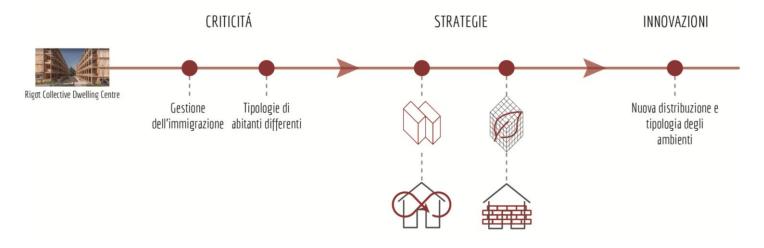


Grafico elaborato da Federica Neirotti

⁵⁶ PINTOS, Paula, *Rigot Collective Dwelling Centre*, Archdaily, 20 Agosto 2020, https://www.archdaily.com/946026/rigot-collective-dwelling-centre-acau-architecture (consultato: Ottobre 2020)

b. Scelta dei materiali consapevole

Come anticipato, il **riciclo dei materiali** è una tematica al centro dei dibattiti sulla sostenibilità ormai da diversi anni, ma non sono ancora state stabilite strategie utili perché questi materiali e componenti, raccolti separatamente, vengano reimpiegati in un nuovo ciclo, nel modo più sostenibile possibile, cioè senza ulteriori lavorazioni. Una soluzione è quella di utilizzarli nell'edilizia, stravolgendone la funzione.

I materiali di recupero possono essere ricercati in qualsiasi ambito, per esempio è possibile pensare il rivestimento di un edificio composto da barattoli in plastica, un pannello isolante ricavato dal PET delle bottiglie, oppure i tappi in sughero per una pavimentazione. Grazie alle nuove piattaforme in fase di sviluppo, è possibile accedere alla grande quantità di prodotti inutilizzati e reimpiegarli prima che diventino rifiuti.

Nel diagramma a farfalla descritto dalla *Ellen MacArthur Foudation* le risorse vengono suddivise in due cicli: quello **biologico** e quello **tecnico**. Se per il secondo la materia, una volta lavorata, non può più rientrare nella biosfera e quindi necessita di una nuova applicazione, le materie biologiche chiudono il loro ciclo tornando in natura.

Secondo questo principio, in molti casi l'edilizia punta all'utilizzo di **materiale** naturale mantenendolo tale evitando qualsiasi tipo di lavorazione, in modo che l'intero edificio sia completamente biodegradabile.

Così cambia completamente il modo di pensare la materia, da risorsa da impiegare in modo definitivo ad **applicazione momentanea prima di ritornare nel sistema**.

- Materiali riciclati
- Materiali biologici
- Componenti riciclati



Inserimento nel processo dell'Economia Circolare della strategia "Scelta dei materiali". (Grafico elaborato da Federica Neirotti)

• MATERIALI RICICLATI – Casi studio

MÊME HOUSE

LOCALITÀ: Memu, Hokkaido, Giappone

ANNO: 2011

ARCHITETTO: Kengo Kuma & Associates

AREA TOTALE: 79,50 m²

DESTINAZIONE D'USO: Residenziale



Nel 2011 Kengo Kuma si è posto l'obiettivo di combattere i climi Figura 28. Vista prospettica, notturna della casa rigidi della regione di Hokkaido, in Giappone, con un' architettura sperimentale che unisse i progressi tecnologici contemporanei alle pratiche costruttive tradizionali. Nasce così Même House, una casa sperimentale costruita completamente a secco e smontabile.

Même è anche il nome del distretto dove sorge ed nella lingua locale significa "luogo dove le primavere prorompono"; un ulteriore legame alla tradizione è l'interpretazione delle abitazioni locali, le Chise degli Ainu, gli indigeni della regione. Questo tipo di abitazione è chiamata "casa in erba" o "casa di terra" perché interamente avvolta da uno spesso strato d'erba secca che funge da isolamento termico ed è il pavimento è costituito da semplici stuoie a contatto diretto con il terre; all'interno del quale, al centro dell'abitazione, è ricavato il camino, principale fonte di calore.

sperimentale Même House, Giappone. FOTO: Kengo Kuma & Associates

Grazie alle nuove tecnologie ed ai nuovi materiali, l'erba è sostituita da **poliestere** realizzato riciclando le bottiglie di plastica, sia per costituire lo spesso strato isolante, sia come membrana di rivestimento esterno; la parte interne, invece, è costituita da una membrana di **fibra di vetro**. Ognuna di queste membrane, così come la struttura portante in legno di larice giapponese locale, è rimovibile e smontabile.

Il benessere termo-igrometrico è garantito, oltre che dallo spessore dell'isolamento, anche dai **moti convettivi** dell'aria che si innescano tra le membrane e all'interno degli ambienti suddivisi da un minimo di pareti e pannelli divisori, garantendo fluidità spaziale. I riscaldamento dell'abitazione è assicurato dalla combinazione di diversi sistemi: il pavimento radiante, i termosifoni e il camino al centro.⁵⁷

L'utilizzo sapiente dei materiali ha permesso la creazione di un forte legame tra ambiente interno ed esterno, le **pareti sono completamente permeabili alla luce** e non vi sono impianti di illuminazione elettrica, che potrebbero creare ombre, se non una serie di tubi al neon inseriti nella membrana lungo il perimetro per creare l'effetto di "galleggiamento" della casa.

La vita all'interno verrà monitorata grazie all'istallazione di una serie di sensori che misurano la temperatura interna e l'umidità dell'aria, per completare l'abitazione con diversi tipi di materiali e finiture, le quali sono appunto completamente smontabili, al fine di mettere a punto quelli che garantiscono le prestazioni migliori. ⁵⁸

Considerazioni

L'abitazione vuole essere un prototipo e apripista per una mentalità che è già in atto, un futuro che si sta già scrivendo in diversi campi, non solo quello architettonico, che si è posto l'obiettivo di riprendere i metodi tradizionali per riadattarli alla contemporaneità.

Gli esperti parlano chiaro ormai da anni: per smettere di sfruttare le risorse del pianeta, bisogna tornare a costruire come si faceva quando queste scarseggiavano, il tutto cercando di smaltire nel migliore dei modi le risorse che abbiamo creato, prima che diventino rifiuti. In questo Même è maestro e, con altre architetture che **sfruttano sapientemente il riciclo**, le nuove tecnologie, unendole alla tradizione, disegna la strada da percorrere per raggiungere gli obiettivi mondiali di circolarità. Inoltre, l'uso sapiente della fisica ambientale permette di creare ambienti confortevoli senza impattare sull'ambiente e garantendo grandi risparmi economici.



Figura 29. Costruzione dell'abitazione. FOTO: Kuma & Associates



Figura 30. Vista dell'interno dell'abitazione. FOTO: Kuma & Associates

⁵⁷ BALBOA, Rafael A. – PAKLONE, Ilze, *Casa sperimentale di Meme Meadows*, Okkaido, Domus, 07 Febbraio 2013, https://www.domusweb.it/it/architettura/2013/02/07/casa-sperimentale-di-meme-meadows.html (consultato: Agosto 2020)

NICORA, Chiara, *Kengo Kuma e il progetto sperimentale per una casa smontabile*, ArchitetturaEcosostenibile, 14 Gennai 2013, https://www.architetturaecosostenibile.it/architettura/progetti/kengo-kuma-progetto-sperimentalecasa-smontabile-136 (consultato: Agosto 2020)

Quindi, sapendolo adattare alla **tradizione locale**, questo progetto non è ideale solo per il Giappone ma è applicabile in tutto il mondo, risolverebbe problematiche presenti in ogni paese e regione.

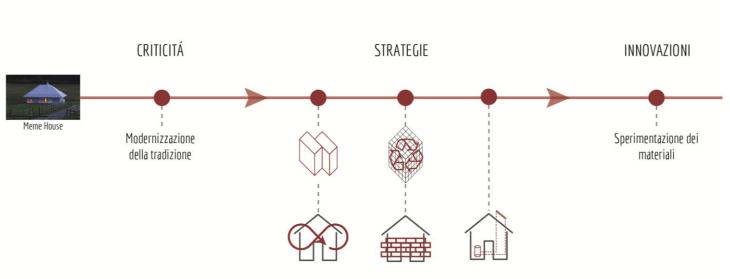


Grafico elaborato da Federica Neirotti

UPCYCLE HOUSE

LOCALITÀ: Nyborg, Danimarca

ANNO: 2013

ARCHITETTO: Lendager Architect

AREA TOTALE: 129 m²

DESTINAZIONE D'USO: Residenziale



Con l'obiettivo di dimostrare come recuperare i materiali secondo un processo di Upcycling, lo studio danese *Lendager Architect* supportato dalla *Realdania Byg*, una fondazione danese promotrice di buone pratiche e innovazione ecosostenibile nel settore edile, ha progettato e realizzato a Nyborg (Danimarca) l'**Upcycle House**.

Un'abitazione pensata per **reimpiegare i materiali di scarto** e per **fornire a sua volta materiale** da utilizzare a fine vita; infatti la struttura portante è fatta da due container navali dismessi, ricoperti poi da uno strato isolante ricavato dal riciclo di carta di giornale trasformata in lana di carta, i pavimenti sono rivestiti da avanzi di tappo di sughero, i rivestimenti della copertura e della facciata sono composti da lastre trapezoidali provenienti dal riutilizzo di lattine di birra e le piastrelle sono realizzate con vetro riciclato.⁵⁹

Figura 31. Vista prospettica della Upcycle House, Danimarca. FOTO: Polfoto

⁵⁹ BOZZOLA, Elena, *Upcycle House, la casa tutta riciclata*, ArchitetturaEcosostenibile, 5 Maggio 2015, https://www.architetturaecosostenibile.it/materiali/smaltimento-e-riciclo/upcycle-house-casa-riciclata-341 (consultato: Agosto 2020)

La disposizione interna è suggerita dall'applicazione dei **due container** i quali sono posti agli estremi dell'abitazione a fare solo da contorno per formare un grande spazio centrale suddiviso in: soggiorno, sala da pranzo e camera da letto principale. Completano l'abitazione altre tre piccole camere da letto, un bagno, un ripostiglio, una serra adiacente alla cucina e un ampio terrazzo.

Come si evince dall'ubicazione della serra, **Upcycle House** è anche stata progettata rispettando il più possibile **standard passivi**, studiando l'orientamento, le disposizioni delle superfici vetrate, la ventilazione naturale e gli ombreggiamenti, con l'aggiunta di un impianto per il riciclo delle acque piovane e di un sistema per la produzione di energia solare contribuendo ulteriormente a migliorarne l'efficienza.

I traguardi raggiunti dalla Upcycle House sono notevoli, portando le emissioni di CO2 dai 5kg/mq/anno tradizionali a soli 0,7 kg/mq/anno.⁶⁰

"Inizialmente abbiamo pensato che una riduzione del 65% di CO2 non fosse realistica – ha sottolineato *Anders Lendager* – ma una volta effettuato l'*LCA* (Life Cycle Assesment) su tutti i materiali del progetto, abbiamo scoperto una riduzione delle emissioni di CO2 pari all'86%. Con queste premesse perché nei codici di costruzione non è già stata prevista per legge una percentuale di materiali riciclati?".

Considerazioni

Lo scopo del progetto è stato quello di dimostrare che si può costruire un'abitazione ad alta efficienza anche con risorse limitate, replicandola in qualsiasi contesto.

Progettando un'abitazione con tecniche da applicare in casi diversi, si può auspicare a rivoluzionare interi quartieri o addirittura città, rendendoli sostenibili al 100%. Per questo però è necessario **saper contestualizzare** sapientemente l'architettura, in base alla localizzazione e al clima, per non stravolgere l'identità dei luoghi e mantenere il comfort interno agli edifici.

L'edilizia è uno dei campi in cui c'è maggiore spreco di risorse e allo stesso tempo maggiore possibilità di reimpiego di componenti e materiali; per questo lo studio architettonico risulta essere alla base del grande cambiamento mondiale per la salvaguardia del pianeta.



Figura 32. Foto del cantiere. FOTO: Jesper Ray



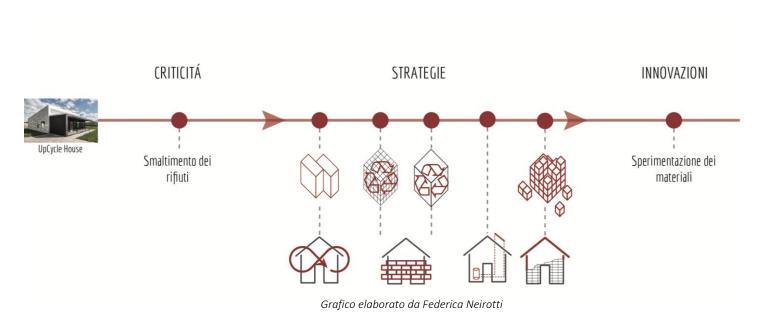
Figura 33. Vista dell'interno. FOTO: Jesper Ray

⁶⁰ RAY, Jasper, Polfoto, *Upcycle House / Lendager Arkitekter,* Archdaily, 16 Dicembre 2013, https://www.archdaily.com/458245/upcycle-house-lendager-arkitekter (consultato: Agosto 2020)



PLAN 1:100

Figura 34. Pianta dell'edificio. Lendager Architect



• MATERIALI BIOLOGICI – Casi studio

WIKKLE HOUSE

LOCALITÀ: Amsterdam, Olanda

ANNO: 2016

ARCHITETTO: Fiction Factory AREA TOTALE: minimo 5m²

DESTINAZIONE D'USO: Residenziale



Una micro casa, trasportabile, prefabbricata, modulare, ma soprattutto generata dal riciclo di **materiale di scarto**.

La struttura di quest'abitazione è, infatti, composta da 24 strati di cartone uniti tra loro da una colla ecologica, per questo è anche completamente biodegradabile.

Nonostante il materiale impiegato, sagomato su uno stampo girevole, l'edificio è estremamente resistente e perfettamente isolato, grazie all'inserimento di uno strato isolante nella struttura sandwich e di un foglio impermeabile e traspirante al tempo stesso, per garantirne la tenuta agli agenti atmosferici e all'umidità. 61

La **modularità** dei segmenti da assemblare ne garantiscono la flessibilità, si può scegliere la dimensione del'abitazione semplicemente aggiungendo dei moduli o rimuovendoli; inoltre, la leggerezza ne permette la trasportabilità e quindi il posizionamento in diverse parti d'Europa.

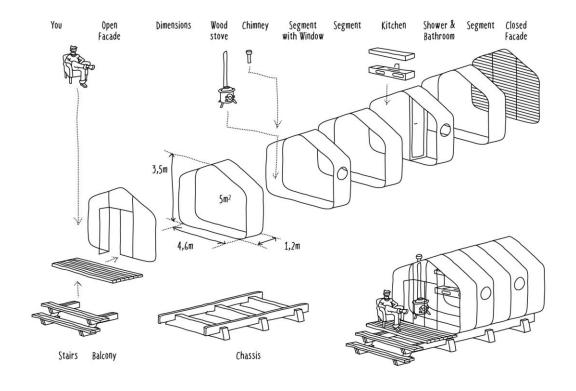
Figura 35. Vista prospettica di una Wikkle House, Amsterdam. FOTO: Yvonne Witte tramite Designboom

⁶¹ FICTION FACTORY, Wikklehouse, 2020, https://wikkelhouse.com/#design (consultato: Agosto 2020)

Considerazioni

Questo progetto, oltre a rispettare i nuovi dettami voluti dalla Commissione europea in termini di sostenibilità ambientale, risponde anche alla **nuova domanda** del mercato immobiliare. Le diverse esigenze delle famiglie e l'elevata domanda di abitazioni a basso costo, stanno portando il mercato immobiliare ad arricchirsi principalmente di micro appartamenti. Non volendo rinunciare però, all'indipendenza della propria abitazione, è stato importata la nuova tendenza americana per le micro **case indipendenti e trasportabili.**

Figura 36. Schema compositivo



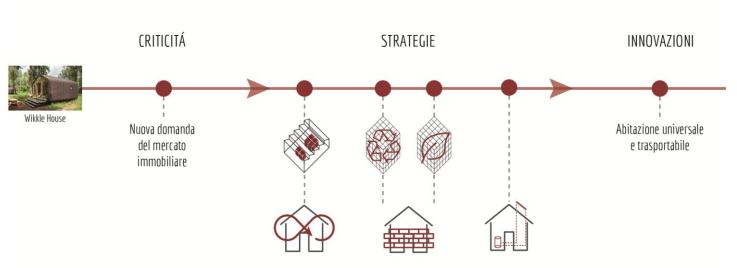


Grafico elaborato da Federica Neirotti

CASA QUATTRO

LOCALITÀ: Milano, Italia

ANNO: 2016

ARCHITETTO: LCA architetti

AREA TOTALE: 200m2

DESTINAZIONE D'USO: Residenziale



Casa quattro è un'abitazione unifamiliare, progettata dallo studio *LCA* di Varese e realizzata da Novellocase, pensata per rispondere ai nuovi dettami di sostenibilità ambientale.

Interamente realizzata con **materiale biodegradabile**; la struttura è composta da un telaio in legno e paglia con finiture esterne in sughero tostato lasciato a vista. Pannelli pantografati 3D che decorano e arricchiscono la superficie ottenuta dall'impiego di materiale considerato povero.

"Abbiamo enfatizzato la sincerità della materia che invecchia con il sole e con la pioggia." spiega il progettista Luca Compri. I materiali impiegati sono tutti biodegradabili e sono reperibili in ogni parte d'Italia perché scarti di lavorazioni e coltivazioni, ad esempio del riso. Persino gli arredi e le finiture interne sono composte quasi interamente da materiali naturale come la pietra ed il legno di rovere.

Il disegno architettonico è semplice e lineare, la copertura a doppia falda senza sporti di gronda è caratteristico delle **case rurali del territorio** lombardo. ⁶²

Figura 37. Vista prospettica Casa Quattro, Milano. FOTO: LCA architetti

⁶² LCA ARCHITETTI, *Casa Quattro*, LCA, 2020, http://www.lcarchitetti.com/proj/residential/casa-quattro-bioarchitettura-architetto-varese-milano-ticino-prefabbricata-in-legno-bioedilizia (consultato: Ottobre 2020)

Organizzata su due livelli, gli spazi interni si susseguono in modo ordinato. L'atrio centrale ed il soggiorno passante a doppia altezza fanno intuire l'attenzione riservata alle richieste personali del committente.

Considerazioni

Quest'architettura, come Même House, applica i principi dell'economia circolare per l'edilizia, con l'obiettivo di eliminare l'impatto ambientale, senza sacrificare l'aspetto sociale e di contesto in cui si inserisce, infatti ricalca le caratteristiche estetiche delle abitazioni locali.

I nuovi dettami per la sostenibilità ambientale dati dallo studio dell'edilizia circolare vogliono spingere la progettazione architettonica verso nuovi metodi innovativi senza però tralasciare quelli tradizionali e già consolidati. Un'architettura si può definire tale quando riesce a far incontrare la modernità con la tradizione.

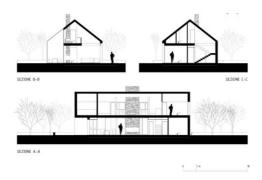


Figura 38. Sezioni. LCA architetti



Figura 39. Pianta Piano Terra. LCA architetti

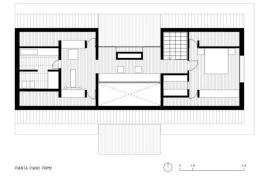


Figura 40. Pianta Piano Primo. LCA architetti

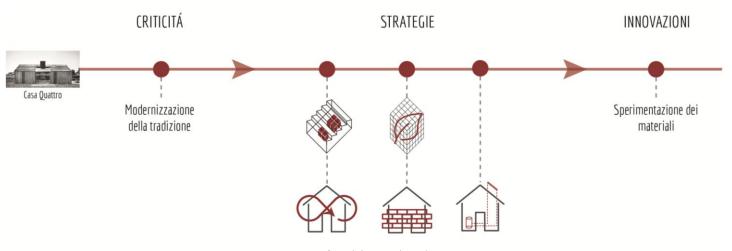


Grafico elaborato da Federica Neirotti

COMPONENTI RICICLATI - Casi studio

OFFICE BUILDING

LOCALITÀ: Brno-Vinohrady, Repubblica Ceca

ANNO: 2016

ARCHITETTO: CHYBIK + KRISTOF

AREA TOTALE: 550m²

DESTINAZIONE D'USO: Ufficio



Vinohrady è uno dei complessi residenziali più antichi di Brno, costruito nella prima metà degli anni '80. Qui si trova l'ex showroom di automobili ristrutturato del giovane studio d'architettura CHYBIK + KRISTOF Architects & Urban Designers.

L'intervento ha previsto la trasformazione dell'edificio, di scarsa qualità estetica, sia internamente, con una semplice ristrutturazione che ha visto la creazione di un nuovo showroom flessibile, rappresentazione dei singoli segmenti della produzione che avviene nell'azienda, sia esternamente con il reimpiego di 900 sedili in plastica nera.

La nuova facciata è l'emblema del **riutilizzo ad impatto zero**, i sedili vengono reimpiegati, applicandoli alla facciata dell'edificio esistente, senza un'ulteriore lavorazione; funge così anche da banner pubblicitario per l'azienda stessa.

Figura 41. Vista propesttica Office Building, Brno. FOTO: Lukas Pelech



Figura 42. Vista dell'interno del salone. FOTO: Lukas Pelech

L'azienda in questione, la MY DVA, è una dei principali fornitori di materiale e mobilio per ufficio e scuola, dunque, grazie all'estetica, si ha un immediato collegamento tra design e utilizzo.

Le sedie sono fissate ad una struttura in profilati in acciaio assicurata alla facciata tramite collegamenti completamente **a secco**, così, in caso di danneggiamento, è possibile sostituire ogni pezzo e la pulizia è facilitata.

L'idea nasce dall'esigenza di progettare un intervento estremamente veloce ed economico, "Fallo a buon mercato, idealmente gratuitamente", ricordano gli architetti Ondrej Chybik e Michal Kristof. Questo perché l'azienda occupava i locali solo temporaneamente affittandoli.⁶³

L'intero spazio interno funzione secondo i principi di una galleria, ma grazie all'estrema **flessibilità**, può facilmente trasformarsi in spazio per ufficio o ritrovo con i clienti.

Tre spazi sono definiti da tende in tessuto a formare dei cilindri, questi rappresentano i tre diversi segmenti della produzione: mobili per ufficio, per la scuola e pezzi di design.

I tramezzi che definiscono gli uffici, invece, sono formati da pannelli in policarbonato, completamente rimovibili per garantirne la **reversibilità**.

Gli spazi adibiti ad uffici, delineati da pannelli in policarbonato, completamente rimovibili, per garantirne la reversibilità, sono posizionati lungo il perimetro della struttura in modo che siano illuminati dalla luce naturale del giorno, per enfatizzarla le pareti sono completamente bianche ed il rivestimento del pavimento è un tappeto grigio chiaro.

Gli impianti rimangono completamente a vista in modo che la manutenzione e la sostituzione siano estremamente facilitate.

Considerazioni

Quindi, l'importante messaggio che possiamo evincere da queste architetture è che abbiamo già costruito e prodotto abbastanza, non ci resta che guardarci attorno e reperire ciò di cui necessitiamo, probabilmente esistono oggetti nati per un utilizzo diverso da quello che immaginiamo, ma che hanno le caratteristiche ideali per il **nuovo impiego**; sta poi all'architetto farne uso sapiente per non sacrificarne l'estetica.

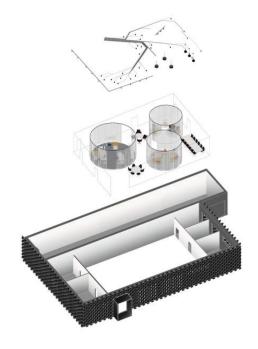


Figura 43. Esploso della struttura, partizioni interne e impianti.

⁶³ ARCHDAILY, *Gallery of Furniture / CHYBIK + KRISTOF*, Archdaily, 25 Aprile 2017, https://www.archdaily.com/869729/gallery-of-furniture-chybik-plus-kristof (consultato: Novembre 2020)

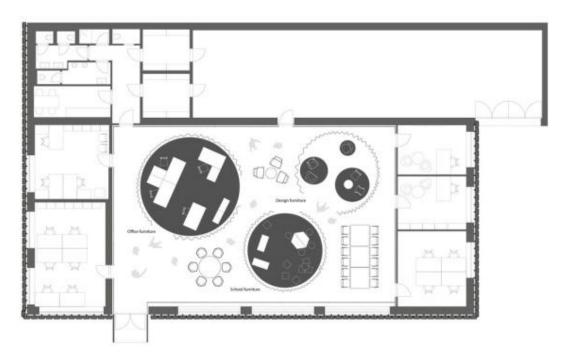
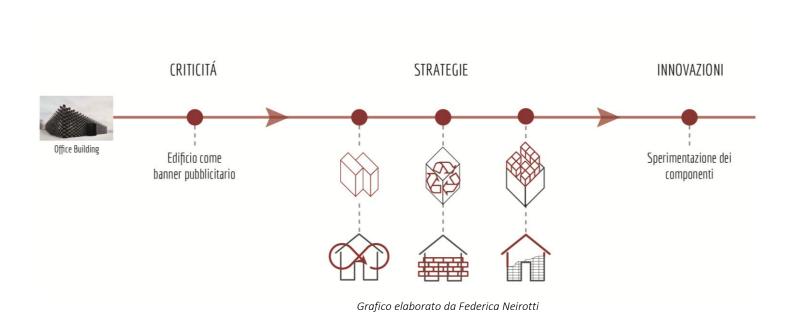


Figura 44. Pianta dell'edificio



TAMAN BIMA MICROLIBRARY

LOCALITÀ: Taman Bima, Bandung, Indonesia

ANNO: 2016

ARCHITETTO: SHAU Bandung

AREA TOTALE: 160 m²

DESTINAZIONE D'USO: Istruzione



La Taman Bima Microlibrary è il primo prototipo realizzato di una serie di piccole biblioteche previste dallo studio progettista SHAU, in diverse città dell'Indonesia. Lo scopo principale è quello di dare a queste zone dei luoghi di cultura, anche per persone meno agiate, rendendoli attivamente partecipi, per ridurre il tasso di analfabetismo e abbandono scolastico in crescita in queste aree del mondo. Infatti questa biblioteca sorge in un quartiere caratterizzato da abitazioni della classe media, ma molto vicina ad un villaggio dove vivono persone meno abbienti.⁶⁴

Per conseguire lo scopo preposto, si è scelto di edificarla su un palco preesistente in una piccola piazza, già utilizzato come **luogo di incontro**, per attività sportive e per organizzare raduni di quartiere.

La struttura in acciaio sorregge e sopraeleva la soletta in calcestruzzo, così l'intero edificio funge da copertura al palco ricostruito anch'esso in cls. L'elemento più attrattivo è il rivestimento delle facciate fatto interamente con **vaschette di**

Figura 45. Vista prospettica della Taman Bima Microlibrary FOTO: Sanrok Studio

⁶⁴ GRIFFITHS, Alyn, *Recycled ice cream tubs cover walls of elevated Microlibrary by Shau*, DeZeen, 16 Luglio 2016, https://www.dezeen.com/2016/07/16/microlibrary-shau-facade-recycle-ice-cream-tubs-bandung-indonesia-architecture/ (consultato: Settembre 2020)

plastica di gelato, talvolta forate per garantire la ventilazione naturale e talvolta addirittura chiuse. Quest'alternanza, oltre a creare movimento in facciata, porta un messaggio dell'ex sindaco Ridwan Kamil con un sistema binario 0 - 1: "i libri sono la finestra sul mondo".

Le 2000 vaschette di gelato sono posizionate leggermente **inclinate** verso l'esterno in modo da riparare lo spazio interno dall'acqua delle forti piogge che caratterizzano l'area e fungono da **lampadine passive** diffondendo la luce diretta del sole. Per garantire ulteriore sicurezza e protezione all'ambiente interno dalle piogge, sono stati montati dei pannelli traslucidi scorrevoli appena dietro la facciata di vaschette di gelato.

All'esterno, quindi, si è reso utilizzabile il **palco preesistente** in qualsiasi stagione perché il grande parallelepipedo costruito funziona da protezione dalla pioggia e da ombreggiatura per questo spazio condiviso. Si accede all'edificio attraverso **un'ampia scala** che funge anche da seduta per rendere ulteriormente attrattiva la piazza. ⁶⁵

Considerazioni

Come per gli altri edifici sopra descritti, quest'architettura nasce dal bisogno di risolvere delle problematiche che caratterizzano l'area su cui sorge, ma anche per questa, è necessario farlo in maniera meno invasiva possibile e con una spesa minima.

È chiaro da questo progetto come si possa ovviare a delle problematiche **sfruttando ciò che l'ambiente che abbiamo costruito ci fornisce**; quello che normalmente reputiamo rifiuto, potrebbe essere riconsiderato come risorsa utile e ideale per il nuovo utilizzo, garantendo, tra l'altro, un grande risparmio economico e ambientale.

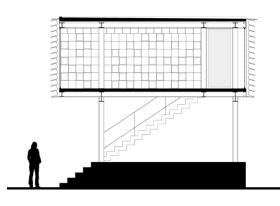


Figura 46. Sezione dell'edificio

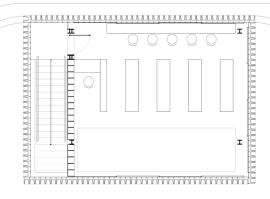


Figura 47. Pianta dell'edificio

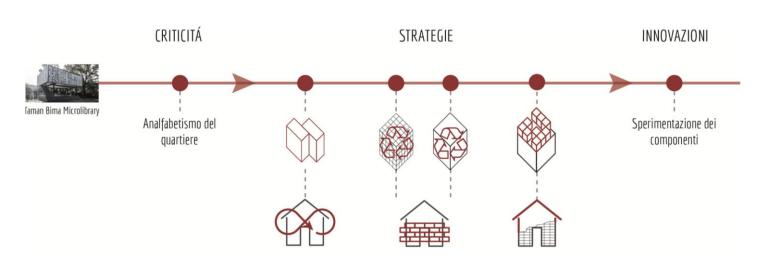


Grafico elaborato da Federica Neirotti

⁶⁵ ARCHDAILY, *Bima Microlibrary / SHAU Bandung,* ArchDaily, 05 Luglio 2016, https://www.archdaily.com/790591/bima-microlibrary-shau-bandung (consultato: Settembre 2020)

c. Uso di nuove tecnologie

L'impiego della tecnologia per rendere l'architettura sostenibile e quindi ridurre i consumi e le emissioni, è ormai all'ordine del giorno.

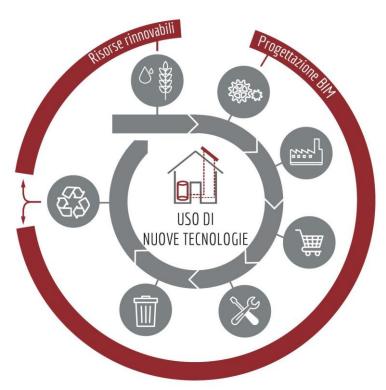
Fin dagli anni '70 si applicano impianti che sfruttino l'energia rinnovabile o per la raccolta dell'acqua piovana, tanto da arrivare oggi a progettare edifici al limite del comfort, abitazioni nelle quali l'utente viene in secondo piano o addirittura, non è preso in considerazione.

Dunque, l'applicazione delle nuove tecnologie, deve sempre essere affiancata da obiettivi di **comfort abitativo**, convivialità e condivisione, impiego di materiali naturali e **principi di passività** come l'orientamento e l'uso di serre e spazzi buffer.

L'innovazione tecnologica richiesta dalla nuova architettura, che consegue gli obiettivi di circolarità, necessita, però, anche di un monitoraggio dettagliato fin dalla fase progettuale; per questo il **BIM** (Buinding Information Modeling) è al centro della crescita tecnologica.

Questo strumento, oltre a fornire informazioni puntuali di tutte le fasi, dei materiali e delle tecniche adottate, ne facilita la verifica qualitativa, richiesta ormai da anni per classificare i nuovi progetti e ne garantisce il futuro riutilizzo o smantellamento selettivo per il recupero di componenti e materiali.

Dunque, come in tutti gli altri ambiti, anche per quanto riguarda l'uso delle tecnologie, non ci si può limitare a sfruttare quelle già consolidate, bensì è fondamentale che l'edilizia segua il **progresso tecnologico**.



Inserimento nel processo dell'Economia Circolare della strategia "Uso di nuove tecnologie". (Grafico elaborato da Federica Neirotti)

Casi studio

PARK 20|20

LOCALITÀ: Amsterdam, Paesi Bassi

ANNO: 2017

ARCHITETTO: William McDonough + Partners

AREA TOTALE: 8mila m²

DESTINAZIONE D'USO: Residenziale, terziario e ludico



Il quartiere Park 20|20 è pensato per essere completamente "circolare", è progettato in base alla filosofia "Cradle to Cradle".

Gli spazi aperti sono pensati per garantire uno sfruttamento delle risorse naturali consapevole, gli orti urbani producono le materie prime per gli abitanti ed i locali e il corso d'acqua fornisce energia elettrica. 66

Secondo questo approccio l'intervento si adatta alla natura di cui entra a far parte e non viceversa, l'architettura preserva e valorizza gli ecosistemi e i cicli biologici mantenendo caratteristiche di durabilità e resistenza.

Gli **impianti tecnologici**, come pannelli fotovoltaici e lo sfruttamento degli apporti passivi, hanno permesso la certificazione degli edifici, come di tutti i materiali impiegati. Gli immobili sono stati progettati fin dall'inizio per essere smantellati, quindi assemblati senza l'utilizzo di additivi o componenti chimici dannosi e con l'impiego di un **modello BIM**,

Figura 48. Vista aerea di una piazza del Park 20|20. FOTO: Delta Development group

⁶⁶ DELTA DEVELOPMENT GROUP, *Park 20/20,* 2017, https://www.deltadevelopment.eu/en/project-development/park-2020/ (consultato: Settembre 2020)

il quale fornisce tutte le informazioni per un futuro reimpiego o riassemblaggio.⁶⁷

Considerazioni

La tecnologia che ci viene richiesto di impiegare oggi, non è più solo quella, ormai all'ordine del giorno, data da pannelli fotovoltaici, accumulo dell'acqua e spazzi buffer, bensì è l'uso di **sistemi innovativi di progettazione** che facilitino l'adattabilità e la trasportabilità degli edifici e dei componenti e, quando queste non sono possibili, a seguito di una schedatura, il riciclo di materiale.

Quindi, in parallelo a questi nuovi sistemi, è fondamentale introdurre, in fase di progettazione, la compilazione di **passaporti degli edifici**, in modo da poter conoscerne tutte le caratteristiche e tracciare i materiali impiegati, i quali saranno risorse per altri progetti.⁶⁸

Figura 49. Render del quartiere



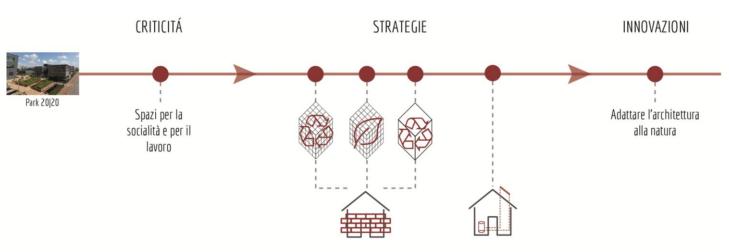


Grafico elaborato da Federica Neirotti

⁶⁷ RINNOVABILI, *Il primo quartiere costruito "dalla Culla alla Culla"*, 5 Settembre 2013, https://www.rinnovabili.it/bozze/park20-20-dalla-culla-alla-culla-543/ (consultato: Settembre 2020)

⁶⁸ *Madaster*, Thomas Rau: piattaforma in cui schedare i materiali in modo da renderli disponibili ed evitare che diventino rifiuti. https://www.madaster.com/en/our-offer-2/Madaster-Platform

F87 EFFICIENCY HOUSE PLUS

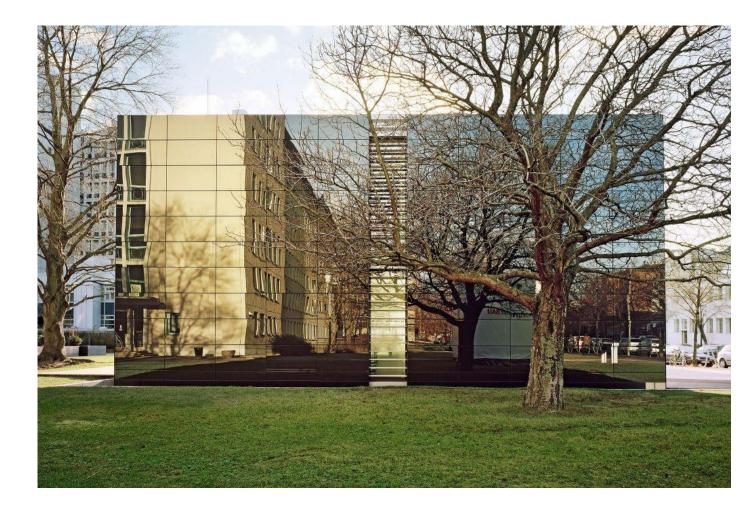
LOCALITÀ: Berlino, Germania

ANNO: 2011

ARCHITETTO: Werner Sobek

AREA TOTALE: 245 m²

DESTINAZIONE D'USO: Residenziale



Il professore Werner Sobek, dell'Università di Stoccarda ha vinto il Primo Premio nella competizione di progettazione architettonica con la "Efficiency House Plus with electromobility", istituito dal German Federal Ministry of Transport, Building and Urban Development, con il progetto di un'abitazione unifamiliare. Questa dimostra il vantaggio dell'accoppiamento attivo dei flussi di energia tra i nuovi veicoli elettrici e l'ambiente costruito.

La casa genera la propria energia e la mette a disposizione dei residenti e reimmette quella in eccesso nella rete pubblica o la si può immagazzinare in una batteria domestica.

La buffer battery ha una capacità di accumulo di 40 KWh ed è composta da celle di batterie di seconda mano recuperate da quelle dismesse delle automobili elettriche.

Lo spazio antistante è pensato proprio per le automobili, qui è situata l'infrastruttura di ricarica dei veicoli elettrici. All'interno il

Figura 50. Vista laterale della casa unifamiliare F87. FOTO: Matthias Koslik



Figura 51. Vista prospettica dell'abitazione. FOTO: Matthias Koslik

"nucleo energetico" comprende le tecnologie dei servizi degli spazi della zona giorno, della cucina e dei bagni. Queste sono integrate nell'architettura: la copertura e la facciata sono comporti da pannelli fotovoltaici con un'efficienza di circa il 15% producendo circa 16 MWh/a; la casa utilizza circa 10MWh/a ed i veicoli 6 MWh/a.

Sono stati impiegati impianti per il **risparmio energetico**, il riscaldamento avviene con pompa di calore e il sistema di mandata alle stanze è a pavimento, mentre la ventilazione è meccanica, bilanciata con recupero di calore dell'80%. Le prestazioni sono misurate e tutti i dati sono leggibili da un sistema open source che ne consente una gestione consapevole perché gli utenti possono monitorarlo attraverso gli smartphone ed un touch pad.

Fraunhofer IBP misura i saldi mensili dell'uso finale, delle fonti e dei consumatori d'energia, nonché la produzione di elettricità dall'impianto fotovoltaico.

Dopo 12 mesi le misurazioni mostrano che, nonostante le condizioni climatiche sfavorevoli del luogo, la produzione di energia è stata superiore al consumo energetico del sistema di servizio dell'edificio e della famiglia ospitata. Circa il 25% del fabbisogno delle automobili è coperto dalla produzione in eccesso, ma in condizioni favorevoli l'abitazione avrebbe potuto coprire il totale immettendo l'eccesso nella rete pubblica.

Considerazioni

Le nuove disposizioni europee, con l'obiettivo di portare la progettazione architettonica alla circolarità, stanno incentivando nuove sperimentazioni e la nascita di componenti e nuovi materiali con alte prestazioni.

L'edificio sperimentale è pensato come dimostrazione delle grandi prestazioni energetiche che si ottengono con l'impiego della tecnologia ad oggi conosciuta, incentivandola sfruttando gli apporti passivi.



Figura 52. Vista frontale dell'abitazione. FOTO: Matthias Koslik

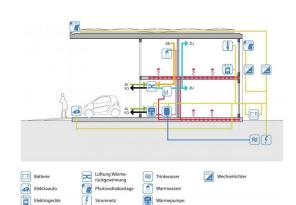
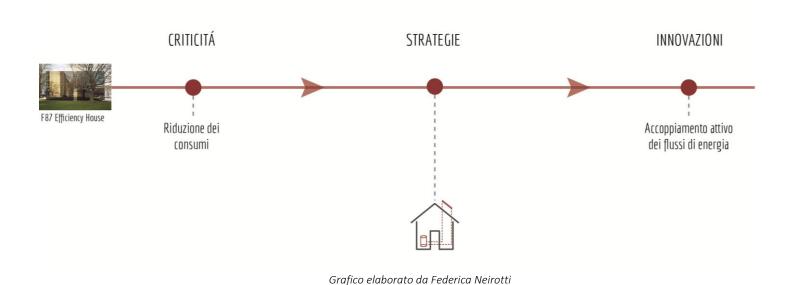


Figura 53. Schema degli impianti

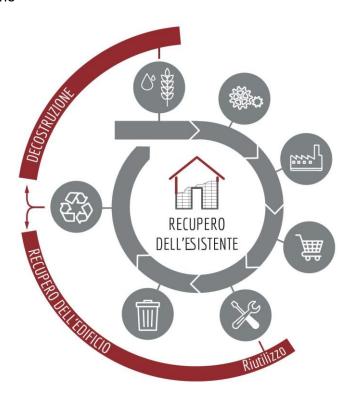


d. Recupero dell'esistente

L'ambito del recupero dell'edilizia esistente è quello meno toccato dalle linee guida fino ad ora definite dalle varie associazioni (es. Ellen MacArthur Foundation), per il raggiungimento di un economia circolare; infatti sono **rari casi in cui si recupera un'architettura**.

Dallo studio dei vari metodi di circolarità si è riscontrata una strategia utile al reimpiego, se non dell'edificio così com'è, almeno a parte di esso o dei materiali che lo compongono: la decostruzione a sostituzione della demolizione.

- Recupero dell'edificio
- Decostruzione



Inserimento nel processo dell'Economia Circolare della strategia "Recupero dell'esistente". (Grafico elaborato da Federica Neirotti)

RECUPERO DELL'EDIFICIO - Casi studio

ASILO IBARAKI

LOCALITÀ: Ibaraki, Giappone

ANNO: 2016

ARCHITETTO: Hibinosekkei + Youji No Shiro

AREA TOTALE: 1011 m²

DESTINAZIONE D'USO: Asilo



L'edificio preesistente non rispettava più le norme per l'utilizzo a cui era destinato, ma soprattutto non era antisismico, caratteristica fondamentale in Giappone.

Per questo lo studio d'architettura *Hibinosekkei* + *Youji No Shiro*, è intervenuto sull'esistente, **conservando la struttura originale**, l'ha integrata con spazi creati da container navali.

La prefabbricazione e la trasportabilità dei moduli aggiunti ha garantito velocità di progettazione e messa in opera (appena tre mesi) e la sostenibilità ambientale, proprio perché l'impatto ambientale è molto basso e i componenti sono completamente riciclabili e smontabili. Tutti i materiali rispettano gli standard ambientali internazionali F4 Star del Giappone. 69

Considerazioni

Da questo intervento si evince come tecniche generiche di recupero e riciclo di materiali e componenti, possono rispondere a **diverse esigenze** nelle varie parti del mondo. L'applicazione dell'economia circolare in architettura può avere dettami

Figura 54. Vista dall'ingresso dell'asilo ad Ibaraki, Giappone. FOTO: Elijah Whaley

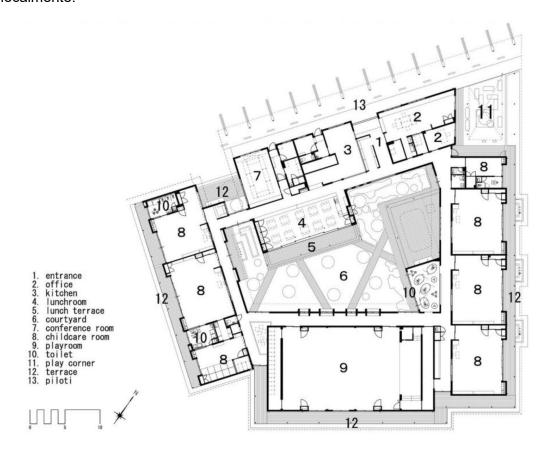


Figura 55. Container lavorati pronti per l'assemblaggio. FOTO: Elijah Whaley

⁶⁹ WHALEY, Elijah, *A beautiful example of a shipping container construction restoration changing not just a building but young people's lives.* 2016, http://www.prefabmarket.com/kindergarten-shipping-container-construction-restoration/ (consultato: Settembre 2020)

universali con ricadute più specifiche per le varie aree da definire localmente.

Figura 56. Pianta dell'edificio



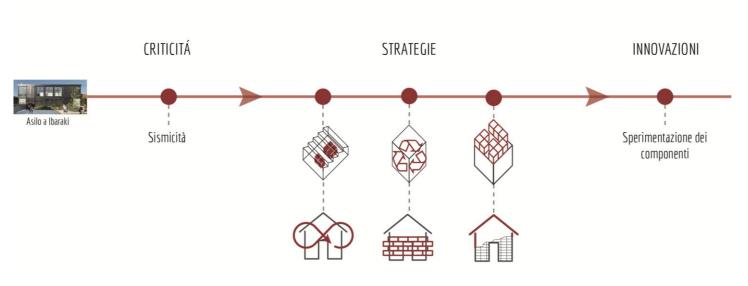


Grafico elaborato da Federica Neirotti

REUSE FLAT

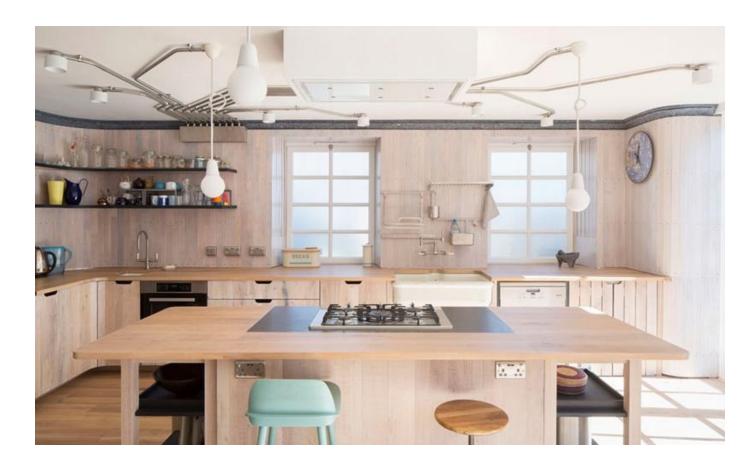
LOCALITÀ: Londra, Regno Unito

ANNO: 2019

ARCHITETTO: Arboreal Architecture

AREA TOTALE: 126 m²

DESTINAZIONE D'USO: Residenziale



Il progetta prevedeva il restauro di un appartamento a Londra. Per quest'operazione gli architetti hanno **smantellato** l'abitazione **in modo selettivo**, classificando i componenti e i materiali rimossi per poterli reimpiegare, con funzioni diverse, o riciclare.

"20m³ di "rifiuti" sono nati dalla fase di decostruzione ma attraverso un design innovativo siamo riusciti a trovare un nuovo utilizzo per il 43% direttamente in loco." spiega l'architetto.⁷⁰

I pannelli in legno che fungevano da pavimentazione adesso sono il rivestimento delle pareti, le quali sono state migliorate dal punto di vista termico ed acustico grazie all'inserimento di uno strato isolante in cotone, ricavato dai jeans depositati nelle banche vestiti, ed una membrana per aumentare la tenuta all'aria.

Figura 57. Vista interna di Reuse Flat. FOTO: Arboreal Architecture



Figura 58. VIsta interna di Reuse Flat. FOTO: : Arboreal Architecture

⁷⁰ ARBOREAL ARCHITECTURE, *Reuse Flat*, 2019, https://arborealarchitecture.com/projects/reuse-flat (consultato: Settembre 2020)

Oltre a migliorare le prestazioni tecniche, migliora il comfort e l'esperienza sensoriale che si percepisce vivendo gli spazi. La tenuta all'aria è stata ridotta agli standard di nuova costruzione di 5 m³/h e l'isolamento è stato migliorato da 1,1 W/m²K a 0,2 W/m²K, il 30% in più rispetto ai regolamenti edilizi attuali.⁷¹

I materiali inerti, raccolti dalla demolizione, sono stati riutilizzati per la costruzione di un muro in gabbioni nel giardino e i vecchi infissi hanno assunto funzione di tramezzo interno per l'ufficio. I materiali rimanenti, non utilizzati per il nuovo progetto, sono stati schedati e riciclati da un appaltatore locale di rifiuti.

Ci sono **tre flussi chiave di materiali**: quelli derivanti dalla decostruzione, i nuovi materiali portati in loco e i materiali che potrebbero essere potenzialmente rimossi dall'edificio in futuro.

Per garantire quest'ultima azione tutti i componenti interni sono stati **montati completamente a secco**, anche l'impianto di illuminazione è fissato al soffitto e alle pareti esternamente, in modo che se ne faciliti la manutenzione e il futuro smontaggio per il riutilizzo, senza compromettere la struttura ed il rivestimento.

Considerazioni

L'appartamento è il frutto del **recupero** di un'abitazione esistente e il **reimpiego** della maggior parte dei materiali ricavati dalla demolizione, uniti ai principi teorici di circolarità: Progettare il layers, Progettare per il disassemblaggio e Progettare banche materiali. Infatti, oltre ad assumere la sua funzione principale, l'abitazione, è anche una banca di materiali e componenti, messi in opera, da cui attingere in futuro a seguito della dismissione.

Dunque, questo progetto rappresenta come l'applicazione dei principi teorici con **strategie più puntuali** per i casi studio, garantisce grande sostenibilità ambientale ed un processo completamente circolare a tutte le scale.



Figura 59. Recinzione con materiali di recupero. FOTO: Arboreal Architecture

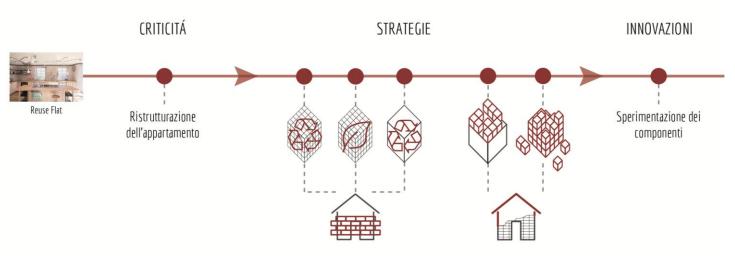


Grafico elaborato da Federica Neirotti

_

⁷¹ Ibidem

BRUMMEN TOWN HALL

LOCALITÀ: Brummen, Paesi Bassi

ANNO: 2011 - 2013 ARCHITETTO: RAU AREA TOTALE: 3000 m²

DESTINAZIONE D'USO: Comune di Brummen



Brummen Town Hall, la sede del comune di Brummen, è un progetto nato dal **recupero di un edificio storico** risalente al 1890. Considerati i frequenti spostamenti dei confini del comune, questo ha commissionato un edificio temporaneo, con una durata di 20 anni.

La **partnetship** tra il comune stesso, BAM, Rau Thomas e Turntoo, ha permesso la realizzazione del primo deposito di materiali da costruzione; durante il processo di progettazione è stato preso in considerazione, fin dall'inizio l'idea che sarebbe stato smontato dopo il periodo di utilizzo.

Le materie prime ed i vari componenti che compongono l'edificio saranno ripresi dai fornitori e produttori per poterli reimpiegare in un nuovo progetto.

Alla fine, oltre il 90% del design è completamente **smontabile**. 72

Figura 60. Vista esterna Brummen Town Hall. FONTE: RAU.eu

⁻

⁷² CE100, Circularity in the built environment: case studies, A compilation of case studies from the CE100, Aprile 2016

Il progettista ha voluto, però, salvaguardare l'esistente, riportando la villa monumentale al suo antico splendore e collocandole attorno un'estensione contemporanea di due piani. Questo nuovo edificio sostituisce quello già esistente, con funzione di ampliamento, degli anni '80.

Il forte contrasto tra il design originale e quello contemporaneo, fanno risaltare fortemente i due stili architettonici e nessuno dei due sovrasta l'altro.

Anche il sito circostante è stato ripensato, un parco di alta qualità che rappresenta l'importanza e la storicità del luogo.

L'interazione e il collegamento tra vecchio e nuovo, a livello di connessioni interne, è garantito grazie a flussi e brevi linee di camminata che promuovono la collaborazione dei dipendenti che lo occupano.⁷³

L'edificio, inoltre, ha ricevuto il **passaporto delle materie prime**, documento che garantisce la tracciabilità di tutti i materiali e quindi, il loro futuro reimpiego. Passaggi fondamentale per l'applicazione dell'economia circolare.

Considerazioni

Costruire **banche materiali** è uno dei principi dell'economia circolare descritti da Cheshire; una strategia che, se attuata fin dalla fase di progettazione, garantisce l'eliminazione di rifiuti grazie al totale reimpiego di materiali e componenti.

In questo caso, questa strategia, è stata sfruttata per recupera un edificio esistete e, grazie alla smontabilità dei componenti impiegati, ne garantirà la salvaguardia e la reversibilità dell'intervento.

Dunque si può guardare all'esistente anche applicando le strategie già studiate, nonostante siano pensate per il progetto al nuovo

Inoltre, in questo caso studio, è emblematica la creazione di una **filiera di soggetti coinvolti**, committente, progettista, fruitore e fornitori di materiali e componenti, condizione necessaria per la creazione di una nuova economia volta alla totale sostenibilità ambientale dell'edilizia, che sia questa progettata al nuovo o per il recupero di un edificio esistente.



Figura 61. Vista laterale dell'edifcio aggiunto. FONTE: RAU.eu

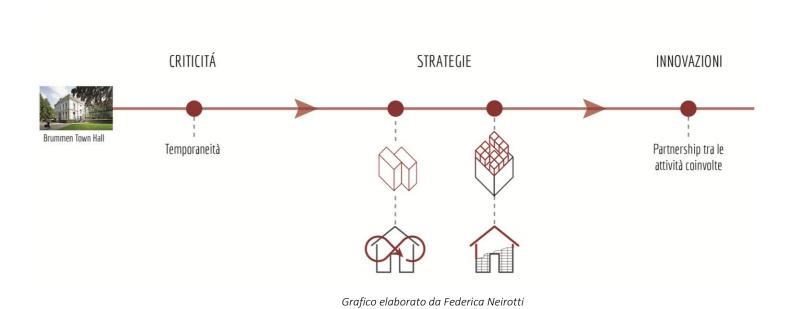


Figura 62. Dettagio costruttivo. FONTE: RAU.eu

⁷³ RAU, *Gemeentehuis Brummen*, RAU Portfolio, 2020, https://www.rau.eu/portfolio/gemeentehuis-brummen/ (consultato: Novembre 2020)



Figura 63. Pianta Piano Terra



68

DECOSTRUZIONE – Casi studio

TOP DOWN WAY, Despe

LOCALITÀ: Bergamo, Italia

ANNO: 2019

ARCHITETTO: Despe

DESTINAZIONE D'USO: Struttura per demolizione



Top Down Way è una soluzione di demolizione innovativa, sicura, veloce ed ecologica ideata da Despe; garantisce lo **smantellamento controllato e graduale** anche dei più alti grattacieli contemporanei.

La struttura si adatta perfettamente a ogni tipo di morfologie, è composta da diverse parti assemblate al suolo, erette da gru e poi montate in posizione; l'intero sistema copre tre piani, quindi ne permette la lavorazione contemporanea e tutti i materiali prodotti dalla demolizione (vetri, detriti, polveri, acqua ecc...) rimangono **contenuti al suo interno**.

Si può considerare altamente sostenibile anche grazie al bassissimo impatto acustico e ambientale perché le polveri non vengono rilasciate nello spazio circostante, inoltre tutti gli edifici adiacenti e le strade rimangono in completa sicurezza e posso continuare ad essere utilizzate.

Man mano che i lavori procedono la piattaforma scende in modo controllato fino a quando raggiunge il piano terra dell'edificio, qui, a seguito della demolizione definitiva, la struttura viene smontata.

I vantaggi sono molteplici, oltre alla riduzione del rumore e delle polveri, si ha un'elevata **velocità** di lavorazione: il sistema si monta in 20 giorni e la demolizione completa di un palazzo di 25 piani avviene in soli 3 mesi. Una tradizionale demolizione

Figura 64. Vista prospettica di un grattacielo in fase di demolizione con l'applicazione di Top Down Way. FOTO: Despe

con ponteggi richiederebbe 3 mesi per il montaggio di quest'ultimo e 6 mesi per la decostruzione dell'edificio.

L'estetica del quartiere in cui avviene la demolizione non è compromessa, anzi i lavori sono completamente coperti dalla struttura sulla quale è possibile affiggere cartelloni pubblicitari, visibili sia di giorno che di notte grazie al'utilizzo di sistemi di illuminazione LED.⁷⁴

Considerazioni

La circolarità in edilizia non è da ricercare solo nella progettazione e nella costruzione degli edifici, bensì è fondamentale innovare anche la **demolizione** di questi.

Viviamo in un mondo, ormai, completamente edificato, il numero di fabbricati dismessi aumenta ogni giorno a causa dell'inadattabilità di questi, ma spesso non sono recuperabili o non conviene dal punto di vista economico. Dunque la strada migliore da intraprendere è la demolizione, ma anche quest'azione deve seguire il progresso che ci sta portando alla sostenibilità ambientale.

Figura 65. Fasi di decostruzione



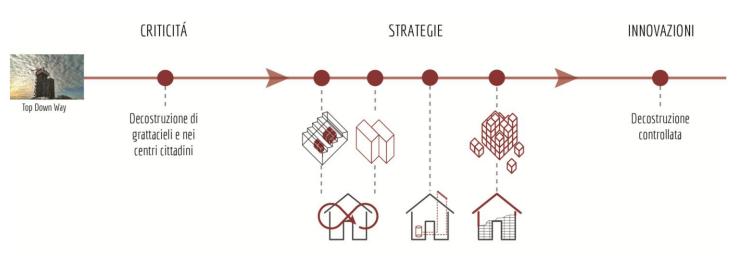
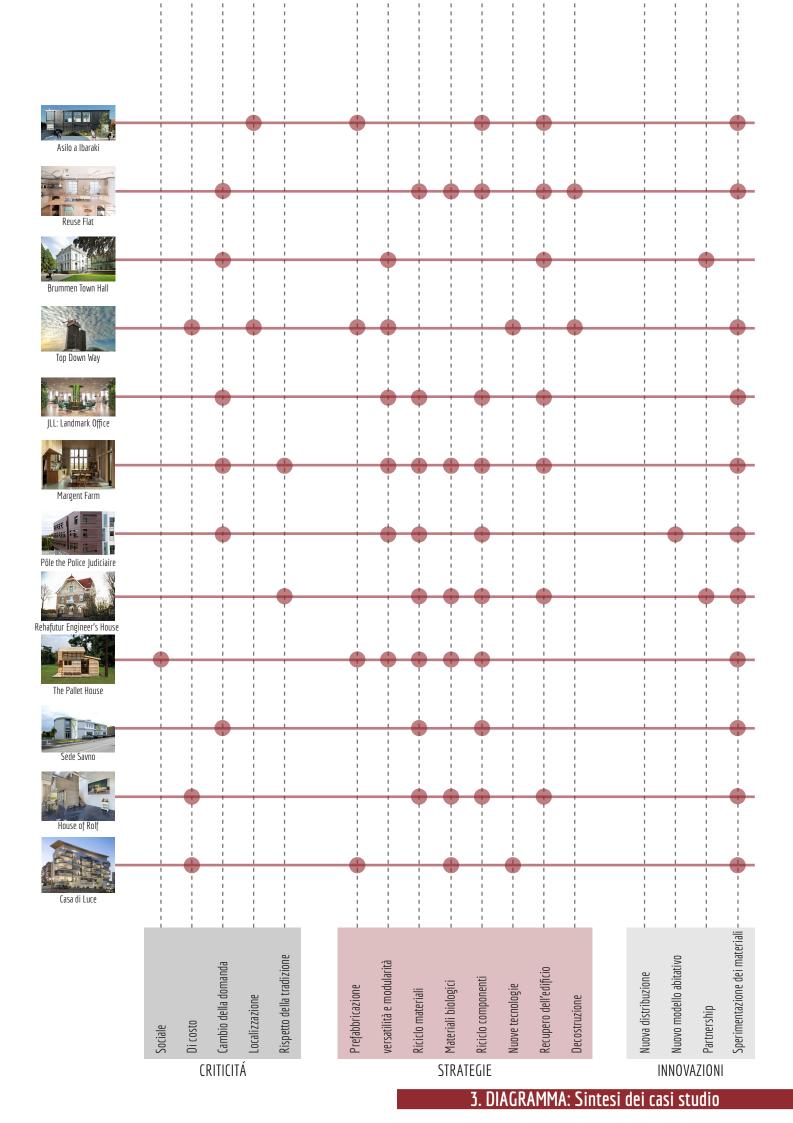


Grafico elaborato da Federica Neirotti

70

⁷⁴ DESPE, *Top Down Way* [®], 2019, <u>http://www.despe.com/topdownway</u> (consultato: Settembre 2020)

	CRITICITÁ						STRATEGIE									INNOVAZIONI				
	- Sociale	- Di costo	 Cambio della domanda 	– Localizzazione	 Rispetto della tradizione 	المرامين المرامين	– Prejabbricazione	– Versatilita e modularita	 Riciclo materiali 	– Materiali biologici	- Riciclo componenti	 Nuove tecnologie 	– Recupero dell'edificio	– Decostruzione		– Nuova distribuzione	 Nuovo modello abitativo 	– Partnership	– Sperimentazione dei materiali	
Moxy Hotels			•								1	•								
My Mico NY									1 1 1 1 1 1 1		1						1			
Building D(emoutable)											-	-		-			1			
Rigot Collective Dwelling Centre				1					1		1	1		-						
Meme House				1							1	-					1	1		
UpCycle House				1	 						1	-		1		1	1	1	1	
Wikkle House																				
Casa Quattro				1						+		-					1		-	
Office Building				: : :					: : :		-								+	
Taman Bima Microlibrary		1	1	1 1 1 1 1 1 1	 					 	1 1 1 1 1 1 1 1	1		1 1 1 1 1 1 1 1		1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1		
Park 20 20									-	-	-	-		-			1	1		
F87 Efficiency House		-	 	1 1 1 1 1 1 1 1 1	 			 	1		1	-		1			 		1	
				 					1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1				1	 	1	 	
		1	1	 	 		 		 		3. D	IAGR ¦	AMM.	4: Si	ntesi (lei ca	si stu	dio		



3.2 Analisi

Raccolta casi studio

Con l'obiettivo di indagare le strategie di approccio dell'economia circolare in architettura, sono stati raccolti ed esaminati dei casi studio. La caratteristica principale richiesta era proprio, che ricercassero dichiaratamente la circolarità nel progetto o nell'impiego di materiali, componenti o tecnologie; perché questa fosse sempre rispettata e per creare un campione il più eterogeneo possibile, sono state scelte architetture in diverse parti del mondo e con obiettivi differenti.

Sono stati poi selezionati solo alcuni di questi, i più emblematici, quelli che rappresentano gli insiemi definiti dalle strategie applicate e gli scenari in cui è attuata l'economia circolare.

Il Moxy Hotel e My Micro NY, a New York, rispondono all'esigenza di nuove tipologie di abitazioni e stanze d'hotel micro rivolte alla nuova generazione, dunque ad un cambio di domanda del mercato; in entrambi i casi lo fanno progettando moduli prefabbricati assemblabili in loco velocemente. Building D, a Delft, come Office Building in Repubblica Ceca, sono nuovi edifici per uffici o attività commerciali pensati per riqualificare spazi esistenti, a pianta aperta e quindi estremamente versatili, il progetto di quest'ultimo prevede l'uso di sedie in plastica come rivestimento. Le abitazioni private Même House, in Giappone, Upcycle House, in Danimarca, Wikkle House ad Amsterdam, Casa Quattro a Milano e F87 a Berlino, sono pensate come prototipi di abitazione indipendente applicabili ovunque, ma rispondenti sempre ai dettami di economia circolare. Taman Bima Microlibrary, in Indonesia, invece, per combattere l'analfabetismo della zona in cui è situata, crea un polo attrattivo a bassissimo costo grazie al reimpiego di materiale di scarto. Anche l'asilo a Ibaraki, Giappone e l'appartamento a Londra sono progettati per reimpiegare materiale di scarto, ma in questi due casi si tratta del recupero di un edificio esistente e non di un'architettura al nuovo. Infine viene analizzata una macchina ingegneristica, progettata dall'azienda Despe della provincia di Bergamo, che ha lo scopo di decostruire gli edifici in modo altamente sostenibile e producendo così materie prime seconde.

Classificazione casi studio

Ognuno dei casi studio analizzati approccia l'economia circolare con strategie differenti, ma nessuno, ad oggi, la soddisfa completamente. Raccogliendo questi vari esempi e raggruppandoli in insiemi a seconda delle modalità impiegate, si possono **definire linee guida e buone pratiche univoche** da applicare all'architettura futura, leggendo questi casi studio come **precursori** da cui prendere esempio.

Dall'analisi delle architetture e, in particolare, delle strategie con le quali ricercano la sostenibilità e la circolarità, si possono evincere **quattro diversi ambiti** entro i quali gli architetti, oggi, stanno progettando con l'obiettivo di raggiungere la totale circolarità dell'edilizia:

- Estensione del ciclo di vita
- Scelta di materiali consapevole
- Uso di nuove tecnologie
- Recupero dell'esistente

Alcuni di questi sono pensati per avere vita infinita attraverso la versatilità e la modularità che ne garantiscono il cambio di destinazione d'uso o la prefabbricazione che permette lo smontaggio e una nuova ubicazione; nella maggior parte dei casi la nuova architettura è pensata con l'uso di materiali biologici, quindi completamente biodegradabili o di riciclo. In

alcuni esempi si vede l'impiego di componendi non edili che vengono ripensati con una nuova funzione, totalmente differente da quella per la quale sono stati costruiti.

In rari casi l'architettura tende alla circolarità attraverso il recupero dell'edificio esistente o dei materiali da cui è composto, questo perché lo smontaggio di architetture costruite prima degli anni 2000 è molto complesso a causa delle malte e colle impiegate tra i componenti.

Dunque, nella descrizione dei vari scenari, sono stati individuati dei **sottoinsiemi più dettagliati**, descritti dai casi studio in analisi.

- Estensione del ciclo di vita
 - Prefabbricazione
 - Versatilità e modularità
- Scelta dei materiali consapevole
 - Materiali riciclati
 - Materiali biologici
 - o Componenti riciclati
- Uso di nuove tecnologie
- Recupero dell'esistete
 - o Recupero dell'edificio
 - Decostruzione

Ulteriori suddivisioni vengono fatte, a seguito di un'analisi puntuale dei casi studio, secondo le **finalità dell'azione progettuale** e le **innovazioni** messe in campo. Queste sono riassunte per ogni caso in un grafico specifico nel quale si indicano la problematica, le strategie adottate ed il cambiamento innovativo che ha portato l'architettura, sono poi raggruppati e riassunti in un unico diagramma per poterli confrontare facilmente. (*Diagramma 3*)

Le questioni iniziali e le innovazioni sono così suddivise:

1. CRITICITÀ

- a) Sociale
- b) Di costo
- c) Cambio della domanda
- d) Localizzazione
- e) Rispetto della tradizione

a) Sociale

Rigot Collective Centre nasce dalla necessità di rispondere ad una delle esigenze più importanti degli ultimi anni: l'accoglienza dei migranti. Questi nuovi flussi generano sempre una questione sociale a cui l'architettura deve far fronte garantendo abitazioni pensate per una domanda di mercato particolare ed inconsueta, ma soprattutto temporanea. Dunque l'architettura in analisi è progettata per essere smontata e trasportata in un altro luogo, con l'uso di materiali completamente naturali in modo da non compromettere il sito a seguito dello smantellamento.

Allo stesso modo la **Taman Bima Microlibrary** vuole far fronte ad una questione sociale del luogo i cui sorge: **l'analfabetismo del quartiere.** Per questo è eretta in una piazza molto utilizzata, con lo scopo di mantenere il polo attrattivo già esistente ma trasformarlo in un luogo di cultura dove i giovani possono ritrovarsi. In questo caso, come per l' **Office Building**, la costruzione diventa un **Landmark** che ne descrive la destinazione d'uso; per quanto riguarda la biblioteca, il rivestimento in facciata è composto da scatole di gelato che a seconda se aperte o chiuse formano un messaggio: "I libri sono la finestra sul mondo", per lo showroom di Brno sono state utilizzate sedute in plastica nera dismesse essendo questo la sede di un'azienda di prodotti per la scuola e l'ufficio.

b) Di costo

La maggior parte delle architetture in analisi hanno l'obiettivo di ridurre i costi mettendo in pratica strategie di circolarità, in particolare il **Moxy Hotel** e **My micro NY** tendono a ridurre le spese per poter garantire un **servizio a basso** costo rivolto ai più giovani.

Wikkle House nasce come micro abitazione sull'onda nella nuova tendenza americana che modifica la domanda del mercato immobiliare. I più giovani cercano l'indipendenza abitativa, ma non hanno grandi disponibilità economiche, per questo, sempre più spesso, si rivolgono a questo nuovo modo di abitare. L'abitazione accoglie le nuove esigenze ma mette in campo strategie di sostenibilità ambientale: l'uso di materiale di scarto e biodegradabile e la progettazione tramite tecnologie e piattaforme open source che ne garantiscano la riproducibilità.

Per le famiglie con possibilità economiche più elevate, a Berlino, è nato il prototipo di abitazione indipendente dal punto di vista della produzione di energia elettrica. **F87** ha lo scopo di dimostrare come vivere in un'abitazione indipendente che produce tutto il fabbisogno di elettricità della famiglia e delle automobili, per questo accoppia i flussi dell'abitazione con le batterie di ricarica delle automobili.

c) Cambio della domanda

Come anticipato il nuovo modo di fare hôtelerie del Moxy Hotel e le nuove abitazioni di My Micro NY rispondono alla domanda di mercato in evoluzione della nuova generazione; così come il Rigot Dwelling Centre risponde alle esigenze dei migranti. Building D (emoutable), invece, è pensato per una nuova destinazione d'uso e per i futuri cambi di utilizzo, per questo è composto da elementi completamente montati a secco che disegnano una pianta aperta e flessibile.

Il quartiere **Park 20|20** ad Amsterdam è pensato per diverse destinazioni d'uso, abitazioni, uffici, bar e ristoranti, ma tutti progettati secondo l'economia circolare, dunque secondo le nuove esigenze di convivialità e sostenibilità degli spazi aperti e degli edifici.

Infine la nuova sede del comune di Brummen è situata all'interno del nuovo edificio **Brummen Town Hall**, un'edilizia pensata per conservare l'edificio storico affiancandolo a due strutture contemporanee, queste, vista **la temporaneità** della destinazione d'uso, sono completamente smontabili e tutti i componenti possono essere riutilizzati.

d) Localizzazione

Il **Building D(emoutable)** è composto da elementi prefabbricati, di piccola dimensione e completamente montati a secco, non solo per garantirne la flessibilità d'uso ma soprattutto perché è situato nel centro cittadino in un **lotto molto ristretto**, dunque le manovre di costruzione sono state pensate già in fase di progettazione. L'**Asilo a Ibaraki**, invece, non poteva più essere utilizzato perché non era conforme alle **norme di antisismicità** del Paese, dunque è stato ristrutturato integrando la struttura esistente con dei container navali recuperati.

Per la demolizione è stata inventata da Despe una macchina ingegneristica pensata per smontare gli edifici anche di grandi dimensioni e nei centri cittadini. La Top Down Way è pensata per non limitare l'attività della città in cui avviene la decostruzione e per la sicurezza dei lavoratori e degli edifici limitrofi.

e) Rispetto della tradizione

Même House e **Casa Quattro** mettono in campo importanti strategie di sostenibilità ambientale come l'uso di materiale di riciclo o biodegradabile, ma entrambe non compromettono il **disegno tradizionale del contesto** in cui si trovano. Sono progettate seguendo il linguaggio formale delle abitazioni tradizionali della regione in cui sono situate ma sostituendo i materiali impiegati.

2. INNOVAZIONI

- a) Nuova distribuzione
- b) Nuovo modello abitativo
- c) Partnership
- d) Sperimentazione dei materiali

a) Nuova distribuzione

Le architetture che rispondo alle esigenze delle nuove domande di mercato, lo fanno progettando nuove tipologie di abitazioni e di distribuzione degli spazi interni (Moxy Hotel, Building D, Rigot Collective Centre)

b) Nuovo modello abitativo

Per la realizzazione del **My Micro NY** si è pensato ad appartamenti di metratura limitata per ridurre al massimo i costi in modo che fossero acquistabili dai più giovani. Per questo è stata **modificata la normativa newyorkese di zonizzazione e densità**, riguardante la metratura minima interna, la quale è passata da 400 piedi a 300 piedi, il corrispettivo di 25 m²; modifica che risponde attivamente alle nuove generazioni e alla nuova domanda del mercato immobiliare.

c) Partnership

Una caratteristica principale della progettazione per il raggiungimento della circolarità in ogni campo è la **collaborazione tra le attività coinvolte**. Già a partire dalla progettazione del **Brummen Town Hall**, sono intervenuti tutti gli attori coinvolti, i progettisti, la committenza, i fornitori ecc...

Grazie a questa filiera di lavoratori è stato possibile restaurare l'edificio esistente e progettarne uno contemporaneo che sia completamente smontabile e funga da "banca materiali", questo perché tutti i componenti impiegati possano essere recuperati e riutilizzati.

d) Sperimentazione dei materiali

Tutti i casi studio restanti mettono in campo innovazioni dal punto di vista della sperimentazione di materiali riciclati o biodegradabili e componenti talvolta ripensati per un uso diverso da quello per il quale sono stato progettati.

(Même House, Upcycle House, Casa Quattro, Office building, Taman Bima Microlibrary, Park 20|20, F87 Efficiancy House, l'asilo a Ibaraki, Reuse Flat e Town Down Way)

Lettura dei risultati

La lettura degli schemi e dei digrammi prodotti riassume le linee guida che si vengono a definire con la descrizione dei casi studio. Mettendo insieme le varie strategie si ottiene una lista di metodi ed espedienti da applicare all'architettura, leggibili secondo diversi punti di vita: la temporaneità dell'edificio, la velocità di assemblaggio, problematiche sociali e di inclusione, il recupero dell'esistente ecc...

Proprio quest'ultimo ambito è quello su cui si necessita maggiore attenzione perché il meno indagato dagli architetti che si concentrano principalmente sull'applicazione dei dettami della circolarità sulla progettazione al nuovo. Lo si può facilmente evincere dal diagramma i cui gli assi sono rappresentati dalla lista dei casi studio e dalla lista degli scenari individuati, la colonna riguardante il **recupero dell'edificio** è quasi sempre non segnata. (*Diagramma 4*)

La strategia della **decostruzione**, invece, in questo studio, è considerata solo per quanto riguarda la demolizione di edifici esistenti dai quali si ricava materiale da reimpiegare; l'edilizia progettata per essere decostruita e smontata è racchiusa nella strategia "modularità". Dunque questa colonna risulta completamente vuota, ad esclusione della macchina ingegneristica *Top Down Way* che è progettata proprio per questo scopo.

Da quando si iniziò a parlare di sostenibilità si misero in campo nuove metodologie per ridurre l'impatto ambientale. L'uso di tecnologie che sfruttino risorse rinnovabili e il riciclo di materiali, per esempio, continuano ad essere impiegate, infatti nella maggior parte dei casi studio sono attuate, ma vanno incrementate con nuove strategie e con l'applicazione di nuove tecnologie.

L'applicazione delle strategie volte alla circolarità edilizia, come si evince da alcuni casi studio in analisi, talvolta porta alla **modifica delle normative** e quindi alla modernizzazione anche dal punto di vista giuridico. Inoltre, a seguito dello studio, possiamo dire che non si può attuare completamente un'economia circolare senza la **creazione di una filiera di collaborazione** nella realizzazione di un progetto, che sia questo architettonico, di impresa o di produzione.

Per quanto riguarda le architetture pensate per la risoluzione di problematiche sociali, si legge come le strategie di sostenibilità ambientale, rispondano alle esigenze attuali riguardo l'accoglienza di migranti, le domande di mercato delle nuove generazioni e la temporaneità delle destinazioni d'uso. La modularità e la flessibilità permettono un uso sempre diverso dell'edificio o del singolo appartamento, come nel caso del Rigot Dwelling Centre; l'uso di materiali o componenti riciclati, così come il recupero dell'esistente, garantiscono costi inferiori rispetto ad un'architettura tradizionale, dunque confacenti alle necessità dei più giovani.

Mettendo a sistema queste nuove "buone pratiche" con i principi teorici definiti in precedenza per l'economia circolare, si ha un "manuale" consultabile dagli architetti in futuro, secondo la situazione sociale e di costo a cui vuole far fronte, l'uso, il contesto e la tradizione del luogo, per garantire che l'architettura in progetto sia completamente circolare e, quindi, la sostenibilità ambientale richiesta dalla Commissione Europea negli ultimi anni sia raggiunta. (Grafico 1)

04| APPLICAZIONE SUL TERRITORIO

Dalla ricerca precedentemente descritta si evince, quindi, che è necessario intraprendere una strada di riutilizzo, riciclo e smaltimento consapevole, volta alla riduzione drastica dei rifiuti e dei consumi.

L'architettura sostenibile obbliga a ripensare tutto il processo edilizio attivandosi per diminuire le emissioni nocive, il consumo energetico, i costi di gestione e mantenimento e l'ottimizzazione dell'utilizzo dei materiali impiegati.

Muta la società e cambiano i modelli, quindi è necessario liberarsi dai modelli architettonici legati ad un'eredità passata, che immagina l'architettura come un qualcosa di immutabile e permanente. I notevoli cambiamenti sociali aprono maggiormente ad un'idea di progettazione sostenibile e reversibile, che si modifichi a seconda delle esigenze future.

Questo nuovo metodo di progettazione si può applicare facilmente partendo dal riuso di elementi esistenti riducendo le estrazioni di materie prime, con l'obiettivo di limitare l'intervento dell'uomo sulla Terra.

Come largamente esposto dal guru dell'economia circolare Gunter Pauli, la strada ideale da intraprendere è quella di copiare la natura ed i processi che la compongono "che è capace di riutilizzare sempre tutto con estrema efficienza, senza perdere nulla per strada". Dunque spiega: "Si tratta d'innescare un circolo virtuoso dove gli scarti dell'uno diventino la materia prima per i prodotti dell'altro, gettando ponti per incentivare sinergie tra diversi operatori e creando così enormi risparmi sui costi e sulla bolletta energetica". ⁷⁵

In Italia oggi è difficile ottenere prodotti di scarto per la realizzazione di architetture, ma ci stiamo muovendo in quella direzione. Nonostante la normativa vincolante, che non permette l'utilizzo di scarti non conformi al decreto 264 del 2 marzo 2017, Giacimenti Urbani e Cure, già attivi con una mappa di attività virtuose volte al recupero e al riuso, hanno avviato un'iniziativa nominata **Harvest Map**. Una piattaforma che, come la Oogstkaart olandese ideata dall'architetto Cesar Peeren, permette di rintracciare i materiali edili di scarto delle industrie in modo da poterli reimpiegare prima che diventino rifiuti. ⁷⁶

Allargando la riflessione anche all'importanza del risvolto socio—culturale di ogni intervento architettonico e quindi all'importanza del ruolo di guida dell'architettura per il cittadino che la abita e vive, è utile ricordare la definizione di architettura data da William Morris, durante la Conferenza alla London Institution nel 1881: "L'architettura abbraccia la considerazione di tutto l'ambiente fisico che circonda la vita umana; non possiamo sottrarci ad essa, finché facciamo parte della civiltà, poiché l'architettura è l'insieme delle modifiche e alterazioni introdotte sulla superficie terrestre in vista delle necessità umane, eccettuato solo il puro deserto. Né possiamo confidare i nostri interessi nell'architettura a un piccolo gruppo di uomini istruiti, incaricarli di cercare, di scoprire, di foggiare l'ambiente dove poi dovremo star noi, e meravigliarci di come funziona, apprendendolo come una cosa bell'e fatta; questo spetta invece a noi stessi, a ciascuno di noi, che deve sorvegliare e custodire il giusto ordinamento del paesaggio terrestre, ciascuno con il suo spirito e le sue mani, nella porzione che gli spetta".⁷⁷

⁷⁷ SCHIARETTI Lenny, *Container in architettura. I motivi dell'utilizzo diffuso*, ARCHITETTURAECOSOSTENIBILE, 4 Agosto 2014, https://www.architetturaecosostenibile.it/architettura/criteri-progettuali/container-architettura-utilizzo-012

⁷⁵ COMELLI Elena, *Gunter Pauli: la Blue economy? Migliora la vita e ci fa crescere*, CORRIERE DELLA SERA, 30 Ottobre 2017, https://www.corriere.it/economia/leconomia/sharing-economy-green-economy-lavori-del-futuro/notizie/gunter-pauli-blue-economy-migliora-vita-ci-fa-crescere-e022401e-bd98-11e7-b457-66c72633d66c.shtml

⁷⁶ PAVAN Donatella, *Giacimenti urbani*, Associazione Giacimenti Urbani, https://www.giacimentiurbani.eu/

4.1. Il contesto

Come ampiamente descritto, l'economia circolare può essere attuata mediante lo **sviluppo di una filiera di collaborazione** tra i vari soggetti interessati, pubblici e privati, per garantire la riuscita delle azioni sperimentali messe in atto. Coinvolgendo, fin dalla fase di progettazione, anche i fornitori, la committenza, gli utenti, oltre agli ideatori ed i principali stakeholders, si possono mettere in pratica le strategie volte al raggiungimento della sostenibilità ambientale.

La tesi si inserisce in un progetto avviato dal Politecnico di Torino, che vede coinvolti enti diversi come Off Grid Italia ed il Consorzio Chierese per i Servizi. Proprio quest'ultimo rappresenta il sistema territoriale dei comuni coinvolti che formano un bacino di 125.000 abitanti.

In questo quadro nel 2021 mediante il progetto Eco 3R, si creerà un primo nucleo di sperimentazione per il riuso e il riciclo dei rifiuti prodotti proprio dal CCS, filiera già molto virtuosa poiché, negli ultimi anni, ha raggiunto l'82% di raccolta differenziata.

Eco 3R, dunque, è la rete di tutti i comuni piemontesi che ospiteranno il **progetto sperimentale** in forme diverse. Il comune di Cambiano, ad esempio, ha adibito uno spazio per la creazione di un parco, costruito con materiali di riuso, riciclati, rinnovabili, autosufficiente dal punto di vista idrico, energetico ed alimentare, che avrà la funzione di luogo di intrattenimento, incubatore di idee sull'Economia Circolare, per workshop e seminari sul tema della sostenibilità, quindi uno spazio per l'educazione al rispetto dell'ambiente da tutti i punti di vista.

Questo ecosistema avrà **ricadute importanti** in termini di salvaguardia dell'ambiente, risparmio economico e interazioni sociali, infatti incentiverà l'uso di prodotti a km zero, le emissioni causate da processi produttivi industriali si ridurranno perché non più necessarie per la lavorazione di materie prime, le risorse saranno soggette ad un uso circolare e quindi i rifiuti da smaltire diminuiranno. Questi cambiamenti porteranno alla riduzione dei costi di produzione e quindi di acquisto dei materiali, inoltre favorirà la collaborazione a livello territoriale anche tra gli utenti e fornirà architetture originali e virtuose.

PROMOTORI RICADUTE

CCS

Politecico di Torino DAD

........

TRASFORMATORI

Off Grid Italia

19 Comuni

Riduzione rifiuti da smaltire Riduzione uso materie prime Uso circolare delle risorse Riduzione emissioni causate da processi produttivi industriali Prodotti a km zero Tutela del territorio



AMBIENTAL

Meno costi di smaltimento Meno costi per acquisto nuovi materiali Meno costi di produzione Facilità di assemblaggio/disassemblaggio Riuso, rigenerazione e riciclo materiali Nuove attività (centri riuso, fablab, makerspace)





vernici

ceramica

legno

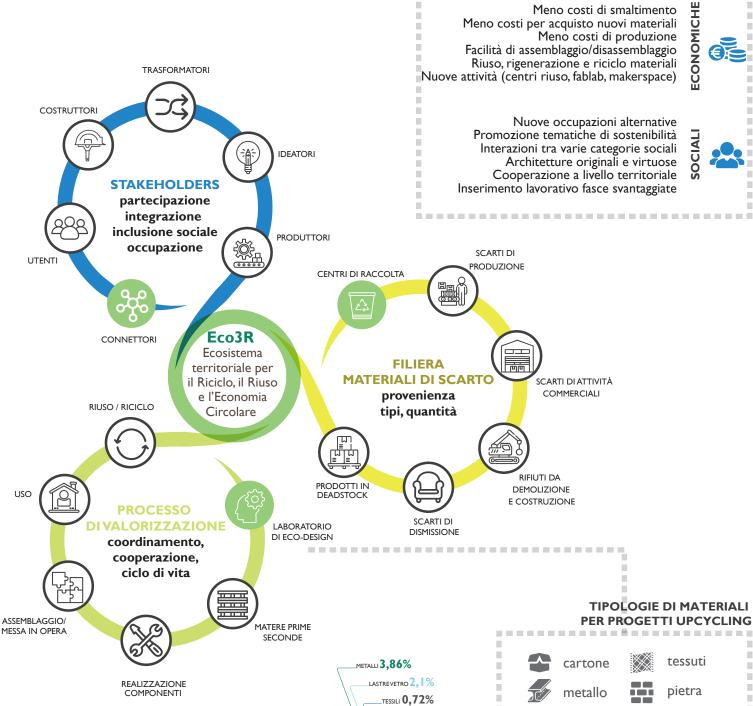
vetro

polimeri

terracotta

gomma

inerti



PNEUMATICI 1,07%

INGOMBRANTI 24%

LEGNO 33%

6%RAEE

13% INERTI

15% CARTONE

4.2. Il Consorzio Chierese per i Servizi

Il Consorzio Chierese per i Servizi è una filiera di raccolta dei rifiuti nata nel 1989 a Chieri, negli anni successivi sono state aperte diverse discariche poi chiuse, ma solo nel 2000 viene bandito l'appalto unico consortile per la raccolta dei rifiuti, riguardante inizialmente 14 dei 19 Comuni facenti parte del Consorzio, così dall'anno successivo ha inizio la gestione da parte del CCS.

A partire dal 2004 si ha un progressivo avvio del servizio di raccolta porta a porta, servizio attivo ancora oggi con una tariffa puntuale estesa al 92% della popolazione.

Questo servizio riguarda tutti i rifiuti prodotti normalmente nelle abitazioni come carta, plastica, alluminio, rifiuti non recuperabili, imballaggi in vetro e rifiuti biodegradabili, organizzato a zone secondo un calendario specifico.

Da sempre il consorzio si impegna all'incentivazione dell'applicazione di strategie per la sostenibilità ambientale incoraggiando il compostaggio domestico tramite l'adozione di sconti sulla TARI e potenziando e ristrutturando dei Centri di Raccolta, dunque oggi ha raggiunto i principali obiettivi posti per il 2030, ha ridotto sotto i 100 Kg/ab/a la produzione pro-capite di rifiuti urbani indifferenziati a termovalorizzazione e ha superato il 75% della percentuale di raccolta differenziata; rimane da ridurre a 400 Kg/ab/a la produzione pro-capite dei rifiuti urbani generici. ⁷⁸

4.3. Cargoshed

La tesi, invece, elabora le linee guida per la realizzazione di un laboratorio nella sede del Consorzio Chierese per i Servizi, pensato per lo stoccaggio, la lavorazione dei materiali raccolti e la successiva distribuzione e progettato secondo le strategie circolari e di sostenibilità precedentemente descritte. Per esplicitare ulteriormente l'applicazione delle tecniche volte allo sviluppo di un architettura sostenibile, si è voluto progettare un "edificio manifesto", un'architettura che essa stessa incorpori le caratteristiche della circolarità, obiettivo reso comune dall'ecosistema Eco 3R.

Vengono utilizzati materiali di recupero e sono inseriti nel progetto in modo tale che a loro volta possano essere riutilizzati o riciclati in futuro.

STRUTTURA

Per questo scopo è stato messo a disposizione un container ISO navale da 40 piedi, emblema del riutilizzo e della modularità, ed un prefabbricato già presente nell'area. Perché l'edificio rappresenti il suo impiego si è voluto mantenere ed esplicitare le caratteristiche dei container, quali la **modularità**, la **resistenza strutturale** e la **trasportabilità**.

Per quanto riguarda la prima caratteristica, il container viene lavorato in modo da poter ripetere il progetto su diversi container nel caso si necessiti di altri edifici simili sul territorio per incrementare l'ecosistema formato da Eco 3R; la resistenza strutturale è mantenuta perché i tagli avvengono solo in corrispondenza della lamiera e non dei montanti angolari ed in fine si garantisce la futura trasportabilità perché pensati per essere completamente richiudibili in modo che tornino al loro stato originale.

Le estrusioni laterali sono pensate per un futuro utilizzo come moduli residenziali; accostandoli l'uno all'altro le pareti aggiunte vetrate possono essere rimosse e creare un collegamento di ambienti interno diretto.

L'altezza minimia è garantita grazie all'inclinazione del pannello di copertura, ancorato alla struttura in travi e pilastri esterna che funge da copertura dei patii esterni. Su questa sono posizionati dei listelli in legno recuperato orientabili per garantire l'illuminazione naturale degli ambienti interni e il riparo dalla pioggia degli spazi esterni. Questa struttura è ripetuta sul lato ovest del prefabbricato esistente per fornire una copertura al grande ingresso del complesso.

Infine si garantisce la smontabilità degli elementi aggiunti, come travi, pannelli di copertura, pannelli isolanti ecc.., perché montati a secco, senza l'ausilio di colle o malte.

⁷⁸ Regione Piemonte – D.D. 31.10.2019 n.520 e Piano Regionale Rifiuti Urbani (DCR 19 aprile 2016) – Rapporto ISPRA 2019

DESTINAZIONI D'USO

Il progetto nasce dallo schema delle destinazioni d'uso degli ambienti e dal loro collegamento. Ipotizzando l'edificio come un **processo** nel quale si susseguono i passaggi di lavorazione dei materiali, il primo riguarda l'ingresso dei materiali del processo, i questo primo ambiente vengono **raccolti e stoccati** per poi passare al laboratorio, dove vengono **lavorati** per creare dei componenti e poi passare alla **registrazione**, oppure vengono direttamente registrati, senza essere lavorati, perché messi a disposizione direttamente come sono entrati. L'ultimo passaggio è appunto la **distribuzione**, quindi la vendita dei materiali e dei componenti a privati o aziende, questa è pensata nell'atrio retrostante aperto e parzialmente coperto, qui possono essere organizzate anche mostre o attività di vario tipo.

Inoltre l'edificio e lo spazio esterno adiacente possono essere utilizzati per workshop, laboratori volti all'**educazione**, quindi per le scuole, come FabLAb ad uso dei privati per l'autocostruzione, dunque per avvicinare i cittadini al nuovo approccio d'impiego dei materiali. Attraverso mostre e diverse attività, per giunta, può essere pensato come spazio improntato **all'inclusione sociale** ed all'aggregazione, includendo associazioni e imprese.

ACCESSO

L'accesso all'area d'interesse avviene attraversando un **viale** che collega gli edifici al parcheggio lungo la strada. Questo viale è pensato come uno spazio fruibile, soprattutto in prossimità del laboratorio.

Il **frangivista**, che corre sul lato sud del viale, **definisce le funzioni** di questo, infatti la disposizione delle sedute, ricavate da pneumatici dismessi, è maggiormente concentrata nei pressi dell'edificio e meno verso la strada, in questo modo non servono barriere ma si creano poli attrattivi spontanei.

Secondo il principio dell'intero intervento, anche il viale d'accesso è edificato completamente con l'utilizzo di **componenti di riciclo**, dei bancali come schermatura, degli pneumatici come vasi per piante e cespugli o sedute e listelli in legno per la pavimentazione.

Perché i container – Pro e Contro

Attualmente ci sono circa 11 milioni di container inutilizzati nel mondo, abbandonati nei porti commerciali, a causa di un processo commerciale alterato che fa sì che le società e le compagnie preferiscono far sostare i propri container nelle aree adibite in attesa del prossimo viaggio. Questo causa un enorme spreco di suolo e materiale, tanto da poter definire questi luoghi di stoccaggio "una città metallica parallela".

Proprio perché abbandonati, questi container possono essere acquistati a prezzi molto bassi, che variano dai 600 ai 2000 euro, rendendo così l'architettura, oltre che molto veloce da assemblare, anche poco costosa.

Inoltre il loro assemblaggio garantisce un cantiere a basso impatto acustico e ambientale non generando polveri e può avvenire in un magazzino, quindi non è soggetto a rallentamenti dovuti a condizioni meteo avverse.

Però il loro impiego in architettura ne richiede una particolare conoscenza perché, proprio per garantirne la stabilità strutturale e la durabilità, possono esser stati trattati con vernici speciali o solventi dannosi per la salute umana, ed essendo in acciaio la struttura principale è un ottimo conduttore di calore, allora i materiali di isolamento devono essere ideali.

Un'altra problematica da risolvere per poter abitare un container è l'altezza interpiano, sempre troppo basso e quindi fuori norma.

PROSPETTIVE

In conclusione, da questo lavoro di tesi, si evince come l'economia circolare in edilizia sia ancora agli albori e necessiti uno studio più accurato e calato nella realtà delle cose.

Riassumendo la tesi iniziale, le strategie di sostenibilità ambientale sono nate a partire dagli anni Settanta, quando si iniziò a parlare di ecologia ed eco-compatibilità, questo perché ci si rese conto della finitezza delle materie prime e della necessità di disassociare il progresso economico e tecnologico dal consumo di risorse.

Questi metodi, però, si svilupparono in una sola direzione, il risparmio economico e la riduzione del consumo di energia elettrica, dunque con ricadute sull'utilizzo di risorse naturali rinnovabili e sull'incremento delle prestazioni dei materiali impiegati per l'edilizia. L'attenzione era data principalmente alla dispersione termica ed all'apporto passivo dovuto all'orientamento dell'edificio. Per questo si perse di vista la visione globale della sostenibilità richiesta e si incrementò l'uso di materiali sintetici, importati ed altamente impattanti sull'ambiente.

Si cercò di ovviare al problema con l'introduzione di metodi di calcolo e stima matematica (LCA) degli impatti sull'ambiente e sulla salute umana; strumenti fondamentali per monitorare e quantificare l'inquinamento dell'ambiente, ma non sufficienti a limitare l'impronta inquinante dell'uomo sulla Terra.

Negli ultimi anni è stato stimato che l'impronta ecologica media degli abitanti della Terra è equivalente a 18,2 miliardi gha⁷⁹, 2,7 gha per persona, ciò significa che il nostro consumo corrente richiede l'equivalente di 1,5 pianeti Terra.⁸⁰

Dunque le Nazioni Unite stanno studiando metodi e strategie per la definizione di **linee guida nuove** che garantiscano un cambiamento delle abitudini repentino vista l'urgenza di salvaguardare il pianeta. Una di queste è l'AGENDA 2030⁸¹, adottata il 25 settembre 2015, risoluzione volta a garantire lo sviluppo sostenibile in tutti i campi e la trasformazione immediata necessaria del mondo.

Il GREEN NEW DEAL⁸², avviato a gennaio 2020, è un nuovo piano d'azione europeo per il raggiungimento, entro il 2050, di un continente a impatto climatico zero. Quindi, nello specifico, intende decarbonizzare il settore energetico trasformando tutto il sistema di produzione industriale ed innovare tutti gli ambiti maggiormente impattanti come: la mobilità, l'industria e l'edilizia.

Sulla scia della ricerca europea in corso, la tesi si inserisce con lo scopo di guardare allo stato dell'arte e definire una **strategia unica**, raggruppando i metodi consolidati con quelli studiati solo a livello teorico e definendo nuovi ambiti in cui si sta agendo, a seguito della raccolta e analisi di un campione di casi studio che si sono posti l'obiettivo esplicito di perseguire la circolarità.

I cinque principi di circolarità definiti dal progetto REGENERATE⁸³ guardano alla sostenibilità ambientale dell'edilizia solo a livello teorico. *Cheshire* ha definito una lista di strategie da attuare nella prima fase del ciclo di vita di un edificio: la progettazione, senza guardare a delle linee guida pratiche realmente calate nella realtà.

Molti architetti si stanno già muovendo in questa direzione, ma senza essere guidati da linee chiare, pertanto va indagato il loro modo di agire per **definire la direzione intrapresa** spontaneamente e svilupparla dove efficace e modificarla dove dannosa.

https://www.wwf.it/il pianeta/sostenibilita/il wwf per una cultura della sostenibilita/perche e importante2/gli ind icatori di sostenibilita / (consultato: Agosto 2020)

⁷⁹ ETTARO GLOBALE (gha): la capacità produttiva annua di un ettaro di terreno dotato di un livello medio di produttività biologica

⁸⁰ WWF, Gli indicatori di sostenibilità, 2012,

⁸¹ MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE, *L'Agenda 2030,* 06 Ottobre 2017, Op. cit.

⁸² Green Deal Europeo, puntare ad essere il primo continente ad impatto climatico zero, Op. cit.

⁸³ BOMPAN, Emanuele, *Regenerate una rivoluzione per l'edilizia circolare. Intervista a David Cheshire*, 16 Giugno 2020. Op. cit.

Per giunta la maggior parte dei territori europei sono ormai saturi di spazi edificati ed occupati, molti in disuso ed abbandonati, dunque non basta occuparsi della circolarità di edifici nuovi; è fondamentale **calare i dettami sul costruito**, vanno definite linee guida per il recupero dell'esistente con metodi conformi all'economia circolare e, quindi, alla sostenibilità ambientale.

Con questo scopo la tesi indaga le architetture esistenti e le classifica in ambiti d'azione; ognuno di questi si inserisce nel ciclo definito dall'economia circolare in modo differente, ma tutti raggiungono lo stesso obiettivo: ridurre o addirittura azzerare, l'impatto ambientale.

I cinque ambiti vengono poi suddivisi in sottoinsiemi per definire nuove strategie d'azione più puntuali e su misura per l'edilizia in corso ed infine fa emergere le mancanze delle linee guida stabilite. Infatti, attraverso un diagramma (*Diagramma 4*) le cui variabili sono la lista dei casi studio e la lista delle nuove strategie, ogni architettura presenta l'applicazione di più metodi ma quasi nessuna mira al recupero dell'esistente o allo studio della demolizione ad impatto zero.

Infine, in ogni progetto, vengono trattati **temi sociali**, ugualmente concorrenti al raggiungimento della circolarità, ma mai obiettivi primari, sempre conseguenze di altre strategie.

Dunque il lavoro richiesto è ancora molto, la ricerca rimane aperta proprio su questi ultimi punti, ma continuando ad indagare sulle strategie già delineate e su nuovi metodi d'applicazione potremo arrivare a disegnare un **quadro completo e dettagliato delle buone pratiche** ed a redigere documenti e manuali consultabili per la riuscita di progetti completamente circolari e che seguano la natura e non la modifichino a loro piacimento, obiettivo principale per il raggiungimento di una vita umana sulla terra definitivamente rispettosa del pianeta.

RIFERIMENTI

SITOGRAFIA

ARBOREAL ARCHITECTURE, *Reuse Flat*,(2019), https://arborealarchitecture.com/projects/reuse-flat (consultato: Settembre 2020)

ATLAS, *Architettura e design, settori chiave dell'economia circolare,* Il Sole 24 ore,Symbola, (27 Novembre 2018), https://www.symbola.net/approfondimento/architettura-e-design-settori-chiave-delleconomia-circolare/ (consultato: Luglio 2020)

BALBOA, Rafael A. & PAKLONE, Ilze, *Casa sperimentale di Meme Meadows*, Okkaido, Domus, (07 Febbraio 2013), https://www.domusweb.it/it/architettura/2013/02/07/casa-sperimentale-di-meme-meadows.html (consultato: Agosto 2020)

BINDI, Gabriele, *Architettura vegetale: una questione di benessere*, Terranuova, (25 Giugno 2019), https://www.terranuova.it/II-Mensile/Architettura-vegetale-una-questione-di-benessere (consultato: Luglio 2020)

BOMPAN, Emanuele, *Regenerate una rivoluzione per l'edilizia circolare. Intervista a David Cheshire*, Renewable Matter, (16 Giugno 2020), https://www.renewablematter.eu/articoli/article/con-regenerate-una-rivoluzione-per-ledilizia-

https://www.renewablematter.eu/articoli/article/con-regenerate-una-rivoluzione-per-ledilizia-circolare (consultato: Luglio 2020)

BOZZOLA, Elena, *Upcycle House*, *la casa tutta riciclata*, ArchitetturaEcosostenibile, (5 Maggio 2015), https://www.architetturaecosostenibile.it/materiali/smaltimento-e-riciclo/upcycle-house-casa-riciclata-341 (consultato: Agosto 2020)

BRAKE, Alan G, *New York's firs micro-apartment tower by nArchitects*, DeZeen, (1 Febbrai 2016), https://www.dezeen.com/2016/02/01/carmell-place-micro-apartment-tower-new-york-city-narchitects-photos/ (consultato: Agosto 2020)

CASTAGNA, Antonio, *Il valore circolare,* TEDxTorino, YouTube, (15 Marzo 2017), https://www.youtube.com/watch?v=Ap4VpmYkzz0&ab_channel=TEDxTalks

CHESHIRE, David, *Costruzioni, la rivoluzione circolare*, TedxReggioEmilia, YouTube, (31 Maggio 2017), https://www.youtube.com/watch?v=kEZMMRqL Xc&ab channel=TEDxTalks

COMELLI Elena, *Gunter Pauli: la Blue economy? Migliora la vita e ci fa crescere*, CORRIERE DELLA SERA, (30 Ottobre 2017), https://www.corriere.it/economia/leconomia/sharing-economy-green-economy-lavori-del-futuro/notizie/gunter-pauli-blue-economy-migliora-vita-ci-fa-crescere-e022401e-bd98-11e7-b457-66c72633d66c.shtml (consultato: Agosto 2020)

COMISSIONE EUROPEA, *Green Deal Europeo*, *puntare ad essere il primo continente ad impatto climatico zero*, European Commission official website, (2020), https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal it

COMMISSIONE EUROPEA, *Level* (s) – *The European framework for sustainable buildings*, European Commission official website, (5 novembre 2020), https://ec.europa.eu/environment/eussd/buildings.htm

CONSOLI, Marco, *Vivere micro a New York*, Abitare, (7 Dicembre 2015), https://www.abitare.it/it/architettura/progetti/2015/12/07/my-micro-ny-2015/ (consultato: Agosto 2020)

CRESCI, Paolo, *Sviluppo sostenibile: quale contributo da architettura e design?*, Domus Web, (23 Settembre 2019), https://www.domusweb.it/it/notizie/2019/09/23/sviluppo-sostenibile-quale-contributo-da-architettura-e-design.html (consultato: Luglio 2020)

DE ANGELIS, Giulia, *Case bioedilizia: l'alternativa vincente,* Progedil 90, (18 Giugno 2018), https://www.progedil90.it/blog/case-bioedilizia/ (consultato: Luglio 2020)

DELTA DEVELOPMENT GROUP, Park 20|20, (2017),

https://www.deltadevelopment.eu/en/project-development/projectdevelopment/park-2020/ (consultato: Settembre 2020)

DESPE, *Top Down Way* [®], (2019), http://www.despe.com/topdownway (consultato: Settembre 2020)

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION e IDEO, *Circular Design Guide*, (2016), https://www.circulardesignguide.com/ (consultato: Luglio 2020)

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, *The circular economy in detail,* (2016), https://www.ellenmacarthurfoundation.org/explore/the-circular-economy-in-detail (consultato: Luglio 2020)

FICTION FACTORY, *Wikklehouse*, (2020), https://wikkelhouse.com/#design (consultato: Agosto 2020)

LCA ARCHITETTI, *Casa Quattro*, LCA, (2020), http://www.lcarchitetti.com/proj/residential/casa-quattro-bioarchitettura-architetto-varese-milano-ticino-prefabbricata-in-legno-bioedilizia (consultato: Ottobre 2020)

MEYER, B .et al., *Macroeconomic modelling of sustainable development and the links between the economy and the environment,* Studio realizzato per conto della Commissione europea (DG Ambiente), European Commission official website, (2011), https://ec.europa.eu/environment/enveco/studies_modelling/pdf/report_macroeconomic.pdf

MEZZI Pietro, *Open Source per il riciclo*, Abitare, Il corriere della sera, (14 Luglio 2018), https://www.abitare.it/it/architettura/materiali-tecnologia/2018/07/14/harvest-map-piattaforma-per-il-riciclo/ (consultato: Novembre 2020)

MEZZI, Pietro, *Economia circolare in edilizia: quali strategie per costruzioni sostenibili,* Infobuildenergia, (18 Dicembre 2018), https://www.infobuildenergia.it/approfondimenti/economia-circolare-edilizia-407.html# (consultato: Luglio 2020)

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE, *L'Agenda 2030*, (06 Ottobre 2017), https://www.minambiente.it/pagina/lagenda-2030 (consultato: Luglio 2020)

NICORA, Chiara, *Kengo Kuma e il progetto sperimentale per una casa smontabile*, ArchitetturaEcosostenibile, (14 Gennaio 2013), https://www.architetturaecosostenibile.it/architettura/progetti/kengo-kuma-progetto-sperimentalecasa-smontabile-136 (consultato: Agosto 2020)

PAVAN Donatella, *Giacimenti urbani*, Associazione Giacimenti Urbani, (2014), https://www.giacimentiurbani.eu/

PINTOS, Paula, *Rigot Collective Dwelling Centre*, Archdaily, (20 Agosto 2020), https://www.archdaily.com/946026/rigot-collective-dwelling-centre-acau-architecture (consultato: Ottobre 2020)

POLLINI, Barbara, *Cos'è il life cycle design?*, By Cycle Design, (2010), http://bycycledesign.blogspot.com/2010/10/cose-il-life-cycle-design.html (consultato: Luglio 2020)

RAU, *Gemeentehuis Brummen*, RAU Portfolio, (2020), https://www.rau.eu/portfolio/gemeentehuis-brummen/ (consultato: Novembre 2020)

RAU, Thomas, *Madaster*, (2020) https://www.madaster.com/en/our-offer-2/Madaster-Platform (consultato: Settembre 2020)

RAY, Jasper, Polfoto, *Upcycle House / Lendager Arkitekter*, Archdaily, (16 Dicembre 2013), https://www.archdaily.com/458245/upcycle-house-lendager-arkitekter (consultato: Agosto 2020)

RINNOVABILI, *Il primo quartiere costruito "dalla Culla alla Culla"*, Rinnovabili (5 Settembre 2013), https://www.rinnovabili.it/bozze/park20-20-dalla-culla-alla-culla-543/ (consultato: Settembre 2020)

SALERNO, Rita, *Camere di design a prezzi democratici e ristorante italiano: l'hotel dei millennials a NY*, Elledecor, (16 Maggio 2019), https://www.elledecor.com/it/viaggi/a27479895/new-york-hotel-moxy-chelsea/ (consultato: Agosto 2020)

SCHIARETTI Lenny, *Container in architettura. I motivi dell'utilizzo diffuso*, Architetturaecosostenibile, (4 Agosto 2014),

https://www.architetturaecosostenibile.it/architettura/criteri-progettuali/container-architettura-utilizzo-012 (consultato: Agosto 2020)

SHARING LAYERS, Why the name, (2020), https://shearinglayers.com/why-the-name/ (consultato: Luglio 2020)

SHUTLER, Natalie, *Home Shrunken Home*, The New York Times, (20 Febbraio 2015), https://www.nytimes.com/2015/02/22/realestate/micro-apartments-tiny-homes-prefabricated-in-brooklyn.html? r=3&smid=tw-nytimes&utm medium=website&utm source=archdaily.com

TAUTONICO, Tommaso, *Edificio D (emountable): un progetto esemplare di economia circolare,* Infobuild, (08 Aprile 2020), https://www.infobuild.it/2020/04/building-demountable-progetto-economia-circolare/# (consultato: Agosto 2020)

UNITED NATIONS, Sustainable Development Goals, *Goal 12: Ensure sustainable consumption and production patterns*, United Nations, https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-consumption-production/ (consultato: Settembre 2020)

VAN DER WEE, Lucas, *Building D (emountable)*, Metsawood, (08 Aprile 2020), https://www.metsawood.com/global/news-media/references/Pages/building-d-emountable.aspx#:~:text=The%20Building%20D(emountable)%20is,are%20used%20for%20the%20floors (consultato: Agosto 2020)

WHALEY, Elijah, A beautiful example of a shipping container construction restoration changing not just a building but young people's lives, Prefabmarket, (2016),

http://www.prefabmarket.com/kindergarten-shipping-container-construction-restoration/ (consultato: Settembre 2020)

WOOD BETON, *Moxy Hotel in X-Lam con finiture e impianti già integrati e costruiti direttamente in stabilimento*, NiiProgetti, (19 Gennaio 2018), https://www.niiprogetti.it/moxy-hotel-in-x-lam-confiniture-e-impianti-gia-integrati-e-costruiti-direttamente-in-stabilimento/?doing_wp_cron=1599826676.4330749511718750000000 (consultato: Agosto 2020)

WWF, Gli indicatori di sostenibilità, (2012),

https://www.wwf.it/il pianeta/sostenibilita/il wwf per una cultura della sostenibilita/perche e im portante2/gli indicatori di sostenibilita / (consultato: Agosto 2020)

XIE, Jenny, *This prefab tiny house is built from 24 layers of cardboard*, Curbed, (2 Ottobre 2017), https://archive.curbed.com/2017/10/2/16403846/prefab-home-tiny-house-design-cardboard-wikkelhouse (consultato: Agosto 2020)

BIBLIOGRAFIA

AISEC, ALTIS e Bureau Veritas Italia (2017), Quaderno italiano di economia circolare, Milano

AMEC et al. (2013), The opportunities to business of improving resource efficiency, Commissione Europea, Bruxelles

ARUP (2016), The Circular Economy in the Built Environment, Arup, Londra

BRAND, S. (1994), How Buildings Learn: What Happens After They're Built, Viking, New York

BUSINESS IN THE COMMUNITY (2020), Advancing Circular Construction, Case studies from the building and infrastructure sectors, BITC, Londra

COMMISSIONE EUROPEA (2020), Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale europeo e al Comitati delle regioni. Un nuovo piano d'azione per l'economia circolare per un' Europa più pulita e più competitiva, COM (2020) 98 final, Commissione Europea, Bruxelles

COMMISSIONE EUROPEA (2014), Comunicazione della Commissione Europea al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale europeo e al Comitato delle Regioni. Verso un'economia circolare: programma per un' Europa a zero rifiuti, COM (2014) 398 final, Commissione Europea, Bruxelles

COMMISSIONE EUROPEA (2019), Comunicazione della Commissione al Parlamento, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni, Il Green Deal europeo, COM (2019) 640 final, Commissione Europea, Bruxelles

COMMISSIONE EUROPEA (2015), Comunicazione della Commissione al Parlamento, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni, L'anello mancante – Piano d'azione dell'Unione europea per l'economia circolare, COM (2015) 614 final, Commissione Europea, Bruxelles

CONFINDUSTRIA (2018), Il ruolo dell'industria italiana nell'economia circolare, Roma

CROWTHER, Philipe (2005), *Environment Design Guide, Themes and Principles, RAIA/BDP*, Brisbane

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2016), Circularity in the built environment: case studies, A compilation of case studies from the CE100, Chicago

EUROPE DIRECT (2020) *Materie prime: verso un approvvigionamento più sicuro e sostenibile*, COMUNICATO STAMPA, Bruxelles

GERAEDTS, Rob e MATTHIJS, Prins (2015), *The CE Meter; An instrument to assess the circular economy capacitu of buildings*, CIB International Conference Going North for Sustainability; London South Bank University, UK, Londra

GREENOVATE EUROPE (2012), Guide to resource efficiency in manufacturing: experiences from improving resource efficiency in manufacturing companies, Europe INNOVA, Bruxelles

ISPRA (2016), Rapporto Rifiuti urbani, (2016), Editore: ISPRA, Roma

LANGDON, D. (2019), Designing out Waste: A design team guide for buildings, WRAP, Banbury

PUSHKAR S., VERBITSKY O. e ARIEL *UNIVERSITY (2014), LCA of different building lifetime shearing layers*, Conference, Israel

ALLEGATI

1. GRAFICO RIASSUNTIVO: Edilizia circolare, le strategie

2. GRAFICO RIASSUNTIVO: Sostenibilità ambientale

3. DIAGRAMMA: Sintesi dei casi studio

4. DIAGRAMMA: Le strategie dei casi studio

5. TAVOLA PROGETTO: Definizione del contesto

6. TAVOLA PROGETTO 01: Inquadramento territoriale

7. TAVOLA PROGETTO 02: CargoShed

LEGENDA ICONE





