



**Politecnico  
di Torino**

## **Politecnico di Torino**

Laurea Magistrale in **Architettura per il progetto sostenibile**

A.A. 2021/2022

Sessione di Laurea Settembre 2022

# **Transizione verso l'economia circolare in ambito europeo: politiche, processi e buone pratiche.**

Elaborazione di uno scenario progettuale nel contesto territoriale  
dell'Ecosistema Eco3R in provincia di Torino

Relatore

**Guido Callegari**

Candidato

**Alessandro Barra**

Correlatore

**Guglielmo Ricciardi**



*Un grazie a coloro che mi hanno  
sostenuto durante tutto il percorso  
di tesi, la mia famiglia e i miei amici.*

**/ Indice**

<b>/ Abstract</b>	<b>8</b>
<b>/ Abstract</b>	<b>10</b>
<b>/ Introduzione</b>	<b>12</b>
<b>/ La responsabilità dell'uomo nei confronti dell'ambiente</b>	<b>19</b>

## **PARTE I / Inquadramento della trasformazione circolare nel panorama Europeo, Nazionale e Regionale** **25**

<b>1. L'onda di innovazione per un futuro sostenibile</b>	<b>26</b>
1.1 Il concetto di innovazione dalle origini fino al giorno d'oggi	26
1.2 L'evoluzione del concetto di economia circolare	31
1.3 Sviluppo di sistemi circolari nel settore dell'edilizia e ricadute sul progetto di architettura	37
<b>2. Analisi degli obiettivi e delle strategie legate all'EC a livello Europeo, nazionale e regionale</b>	<b>40</b>
2.1 Dal Green Deal Europeo fino al nuovo Piano per l'economia circolare	40
2.2 Iniziative, strumenti e normative europee a supporto della transizione	46
2.2.1 <i>Promozione dell'EC nelle imprese in ambito Europeo</i>	57
2.2.2 <i>Promozione dell'EC nel settore delle costruzioni in ambito Europeo</i>	60
2.3 New European Bauhaus	61
2.4 Italia in termini sostenibili e di EC	62

2.5 Iniziative e progetti italiani	73
2.6 Inquadramento in ambito regionale	73

## **PARTE II / Buone pratiche, sistemi e strategie per la trasformazione circolare nell'ambito del settore delle costruzioni** **79**

<b>3. Analisi degli impatti delle città e individuazione di buone pratiche per la trasformazione degli attuali processi in altri sostenibili e circolari</b>	<b>81</b>
3.1 Metabolismo urbano e impatti legati alla città e alle costruzioni	81
3.2 Analisi del processo costruttivo e delle filiere di produzione dei materiali per l'architettura	87
3.3 Buone pratiche e casi studio di successo in Europa e in Italia	90
3.4 Metodi e strategie per ottenere un processo circolare nell'ambito dell'architettura	140
3.4.1 <i>Metodi e strategie per ridurre gli impatti e rendere i flussi circolari a scala dell'edificio</i>	144
3.4.2 <i>Metodi e strategie per ridurre gli impatti e rendere i flussi circolari a scala urbana</i>	149
3.4.3 <i>Metodi e strategie per ridurre gli impatti e rendere i flussi circolari a scala regionale/territoriale</i>	152

## **PARTE III / Inserimento di un'ipotesi progettuale circolare nell'ambito dell'ecosistema territoriale ECO 3R** **155**

<b>4. Da un processo ideale a un sistema reale applicato a un territorio</b>	<b>157</b>
4.1 Scenario di inserimento del progetto	157
4.2 Analisi dell'area di progetto	159
4.3 Analisi delle aziende di riferimento e del loro contesto attraverso interviste e sopralluoghi	161
4.3.1 <i>Interviste con le aziende: gli attori e i professionisti locali del settore spiegano i processi, le criticità e le aspettative future</i>	162
4.3.2 <i>Sopralluoghi nelle aziende: due passi a conoscere i processi e l'area di progetto</i>	180
4.4 Progetto a scala di prodotto e azienda: studio del processo produttivo attuale di Terrecotte Sangrato e possibili strategie circolari	186
4.5 Progetto a scala locale e territoriale: sviluppo di un sistema locale e territoriale	191

<b>/ Conclusioni</b>	<b>203</b>
<b>/ Bibliografia</b>	<b>209</b>
/ Bibliografia e documenti web	211
/ Sitografia	216
/ Casi studio	222
/ Conferenze e corsi	227

# **/ Abstract**

*In un'epoca in cui il cambiamento climatico mostra la sua forza distruttiva, con temperature record e catastrofi ambientali, bisogna cercare un approccio alternativo a quello attuale che consenta di ottimizzare i processi piuttosto che i prodotti, facendo molta attenzione alla gestione dei flussi di materiali.*

*In questo caso è da considerare l'importanza del ciclo biologico (biosfera) a fianco del ciclo tecnologico (tecnosfera), pensando ad entrambi come flussi di materiali caratterizzati da processi rigenerativi che non devono entrare in contatto per evitare contaminazioni. Riguardo questo ambito, le iniziative istituzionali come quelle portate avanti dalla Commissione europea sono essenziali per costruire un futuro più sostenibile entro il 2030. Infatti, l'importanza sempre maggiore che l'Europa dà alla transizione verso un modello circolare implica la grande spinta che questo tipo di economia potrebbe fornire alla lotta contro la crisi climatica in atto.*

*In questo scenario, il settore delle costruzioni occupa una grossa fetta delle emissioni e dei rifiuti totali prodotti a livello europeo. Per questo motivo il ruolo che gioca il progetto di architettura diventa sempre più importante perché non basta più pensare al solo edificio come un oggetto a sé stante ma bisogna progettare un edificio pensando a tutto il suo ciclo di vita, guardando al territorio come un'eco-sistema. Il concetto di sistema economico si trasforma così in eco-sistema, caratterizzato da un metabolismo urbano che consente di vedere il territorio come un organismo con dei suoi bisogni. Considerando questo aspetto, si favorisce la creazione di una rete di collaborazione tra gli stakeholders presenti sul territorio, nel quale può avvenire uno scambio di risorse, valorizzando il riuso e riciclo dei rifiuti prodotti a livello territoriale.*

*Il lavoro di tesi analizzerà questa tematica a partire dalle azioni messe in atto in ambito europeo, nazionale e regionale che hanno portato alla necessità di una transizione ad un modello di economia diverso da quello attuale. L'approccio di ricerca adottato ha permesso di analizzare ed individuare diversi casi studio, localizzati sul territorio europeo, che stanno puntando allo sviluppo di processi circolari e all'integrazione del progetto di architettura con essi. In questo modo è stato possibile identificare delle possibili strategie da applicare ad un progetto territoriale nell'area della provincia di Torino per favorire la transizione ad un modello circolare. Attraverso l'utilizzo di interviste e sopralluoghi, si è instaurato un confronto diretto con esperti del settore consentendo lo sviluppo di un progetto sull'area di un'azienda locale a partire dalla trasformazione del processo produttivo fino ad arrivare alla creazione di un sistema territoriale di valorizzazione dei rifiuti.*

# **/ Abstract**

*At a time when climate change is showing its destructive force, with record temperatures and environmental catastrophes, we need to look for an alternative approach to the current one that allows us to optimize processes rather than products, paying close attention to the management of material flows.*

*In this case it is important to consider the importance of the biological cycle (biosphere) alongside the technological cycle (technosphere), thinking of both as flows of materials characterized by regenerative processes that must not come into contact to avoid contamination. In this context, institutional initiatives such as those carried out by the European Commission are essential to building a more sustainable future by 2030. Indeed, the increasing importance that Europe attaches to the transition to a circular model implies the great boost that this type of economy could provide to the fight against the current climate crisis.*

*In this scenario, the construction sector accounts for a large proportion of the total emissions and waste produced at European level. For this reason, the role played by the architectural project becomes increasingly important because it is no longer enough to think of the building as an object but to design a building thinking of its entire life cycle, looking at the territory as an eco-system. The concept of economic system is thus transformed into eco-system, characterized by an urban metabolism that allows you to see the territory as an organism with its needs. Considering this aspect, it favors the creation of a collaboration network between the stakeholders present in the territory, in which an exchange of resources can take place, enhancing the reuse and recycling of waste produced at a territorial level.*

*The thesis work will analyze this issue starting from the actions implemented in European, national and regional that have led to the need for a transaction to a different economic model from the current one. The research approach adopted has made it possible to analyze and identify several case studies, located on European territory, that are aiming at the development of circular processes and the integration of the architectural project with them. In this way it was possible to identify possible strategies to be applied to a territorial project in the province of Turin to facilitate the transition to a circular model. Using interviews and site visits, a direct confrontation with experts has been established allowing the development of a project on the area of a local company starting from the transformation of the production process up to the creation of a territorial system of waste management.*



**/ Introduzione**



---

**Tema**

Il tema analizzato nell'elaborato di tesi è quello dell'Economia circolare (EC) come motore di sviluppo di una nuova ondata di innovazione per il settore edilizio europeo. Venendo incontro agli obiettivi di sviluppo sostenibile proposti dall'Agenda 2030 e al Nuovo piano d'azione per l'economia circolare che puntano alla transizione di un sistema economico lineare attuale ad uno circolare.

---

**Contesto**

1. Un'eco-sistema territoriale nato nel 2020, basato su logiche di recupero, riuso e riciclo al quale partecipano 19 comuni della provincia di Torino.

L'ipotesi da cui si è partiti è stata quella di verificare se la prassi normalmente utilizzata nei Paesi del Nord Europa (Danimarca, Paesi Bassi, Svezia, Francia), si possa attuare anche in Italia su un bacino territoriale come quello di ECO 3R<sup>1</sup>. Partendo da una visione complessiva di quelle che sono le politiche comunitarie ad oggi presenti in Europa, si rappresenteranno i processi che regolano questa transizione fino ad arrivare ad un sistema territoriale nel quale abbiamo 19 comuni che partecipano, un'azienda che mette a disposizione un'area e qualche comune su cui sperimentare delle attività di recupero di materiali legati all'edilizia. In questo contesto risulta necessaria la nascita di reti territoriali in grado di promuovere la transizione e la sperimentazione della EC per un modo di progettare più sostenibile. Le imprese che devono riconvertire i loro processi assumono un ruolo fondamentale in questa rete perché sono alla base di un sistema più grande.

---

**Obiettivi**

La tesi si pone come obiettivo quello di indagare sul tema emergente dell'EC e della conseguente spinta europea verso la transizione delle filiere

da lineari a circolari, per cercare di elaborare un approccio metodologico, applicabile anche in altri contesti, che consenta la creazione di una rete territoriale di aziende con processi di recupero dei rifiuti e degli scarti provenienti dal settore edile.

Inoltre, si è cercato di capire se nel contesto di riferimento ci sia un modo di realizzare un progetto educativo, condividendo degli approcci metodologici e realizzando uno scenario progettuale, basato sulla possibilità di immaginare una transazione, sul territorio di ECO3R.

Per lo sviluppo di questa tesi è stato adottato un approccio di tipo esplorativo basato sull'analisi del contesto europeo (normative, progetti, azioni, ecc.) e sull'analisi di alcune buone pratiche individuate che hanno portato allo sviluppo di metodologie di recupero di materiali, riciclo e ottimizzazione dei processi.

Per consentire una corretta lettura critica, sono state fondamentali alcune interviste e sopralluoghi organizzati con figure esperte del settore: Giuseppe Dellepiane, proprietario dell'azienda Terrecotte Sangrato<sup>2</sup> (produttrice di laterizi e materiali in cotto) oggetto di progetto e Andrea Negro, legale rappresentante della Società Vico Srl<sup>3</sup>, esperto nel settore del recupero, gestione e trattamento dei rifiuti. Queste interviste, per l'aspetto metodologico, sono state uno strumento fondamentale per verificare l'ipotesi della tesi, raccogliere informazioni aggiuntive e identificare le principali criticità incontrate dalle diverse realtà aziendali.

Passando successivamente alla declinazione, a livello locale, di un processo virtuoso in un contesto che vede la presenza di un progetto promosso dal politecnico di Torino (ECO3R) in piena fase di attuazione.

Un altro aspetto molto importante della metodologia adottata è l'elaborazione dei grafici proposti all'interno della tesi. Questi sono stati costruiti e verificati attraverso un dialogo diretto con le aziende coinvolte. Per cui dopo un'attenta analisi del quadro delle politiche europee, nazionali e regionali è sorta la necessità di rappresentare i processi descritti attraverso degli schemi grafici. Rivolgendosi a degli esperti del settore per verificarli, è stato instaurato un confronto diretto e le verifiche hanno consentito di effettuare delle valutazioni accurate nell'ambito di un progetto locale declinando le politiche europee in un territorio circoscritto.

---

## Metodologia

2. Terrecotte Sangrato è un'azienda che si occupa della produzione di materiali da costruzione, nello specifico mattoni e tavole faccia a vista in cotto, con un'ampia scelta di texture superficiali e colori.

3. Vico srl è un'azienda leader nel settore del Decommissioning, delle demolizioni civili e industriali, delle bonifiche ambientali, della valorizzazione dei materiali ferrosi e metallici e della gestione dei rifiuti, con sede a Cairo Montenotte (SV).

---

## Struttura

La tesi si comporrà di tre parti principali. Nella prima parte verrà affrontato il tema dell'EC attraverso un inquadramento nell'ambito europeo, nazionale e regionale, definendone i concetti che ne stanno alla base, le definizioni attribuite nel tempo, le normative, le strategie e le azioni attuate fino ad oggi, per introdurre il lettore al tema e spiegarne il suo mutamento nel tempo.

Verranno esplorati i principali obiettivi e strategie legati all'EC, evidenziando le direttive e normative legate ad essa e come l'Europa punta a trasformare l'attuale sistema produttivo attraverso logiche circolari. Verranno analizzati gli aspetti relativi al Green Deal Europeo e al nuovo Piano per l'economia circolare, esaminando anche quelli che sono ad oggi le iniziative e i progetti europei relativi con particolare interesse al "New European Bauhaus". Arrivando a come l'Italia sta agendo nei confronti dell'EC per ottemperare agli obiettivi dell'Agenda 2030, le iniziative e progetti nazionali.

In una seconda parte verranno illustrate le buone pratiche e sistemi legati alla tematica affrontata. In particolar modo, verranno analizzati i principali modelli, metodi e strategie utilizzati per applicare al progetto di architettura e al mondo dei materiali per l'edilizia, i principi di EC, per una transizione graduale a questo tipo di economia. Attraverso l'analisi di casi studio, degli strumenti, delle piattaforme, delle metodologie e delle aziende che diffondono scelte sostenibili nel settore delle costruzioni consentendo un cambio di rotta globale, è stato possibile individuare delle strategie per ottenere dei processi circolari.

Infine, dopo un inquadramento in ambito europeo sono state effettuate delle interviste ad aziende locali<sup>4</sup>, a supporto di uno scenario progettuale, per verificare l'articolazione di alcuni processi e analizzare da un punto di vista procedurale, normativo e applicativo gli aspetti identificati durante la ricerca.

Si vedrà, quindi, l'applicazione delle nozioni acquisite ad uno scenario progettuale che prevede la rigenerazione di un'area corrispondente ad un'azienda, presente nel territorio piemontese, e la riconversione dei suoi processi produttivi (produzione di laterizi). In questo modo si potrà attuare un metodo replicabile per il recupero di materiali da costruzione e il loro riutilizzo come materia prima seconda.

Attraverso un'ampia revisione della letteratura scientifica, grey (manuali e report tecnici) e delle normative vigenti, in questa tesi, partendo dalle

4. Vico srl e Terrecotte Sangrato.

origini dell’Economia circolare (EC), vengono colte le principali caratteristiche e strategie applicate al settore dell’”Architecture, Engineering and Construction” (AEC) fino ad adesso, per identificare gli approcci metodologici che permettono di ottenere una transizione delle filiere verso un modello circolare concreto.

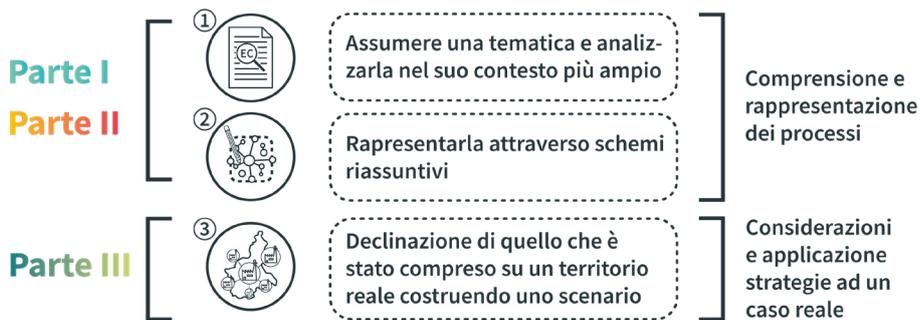
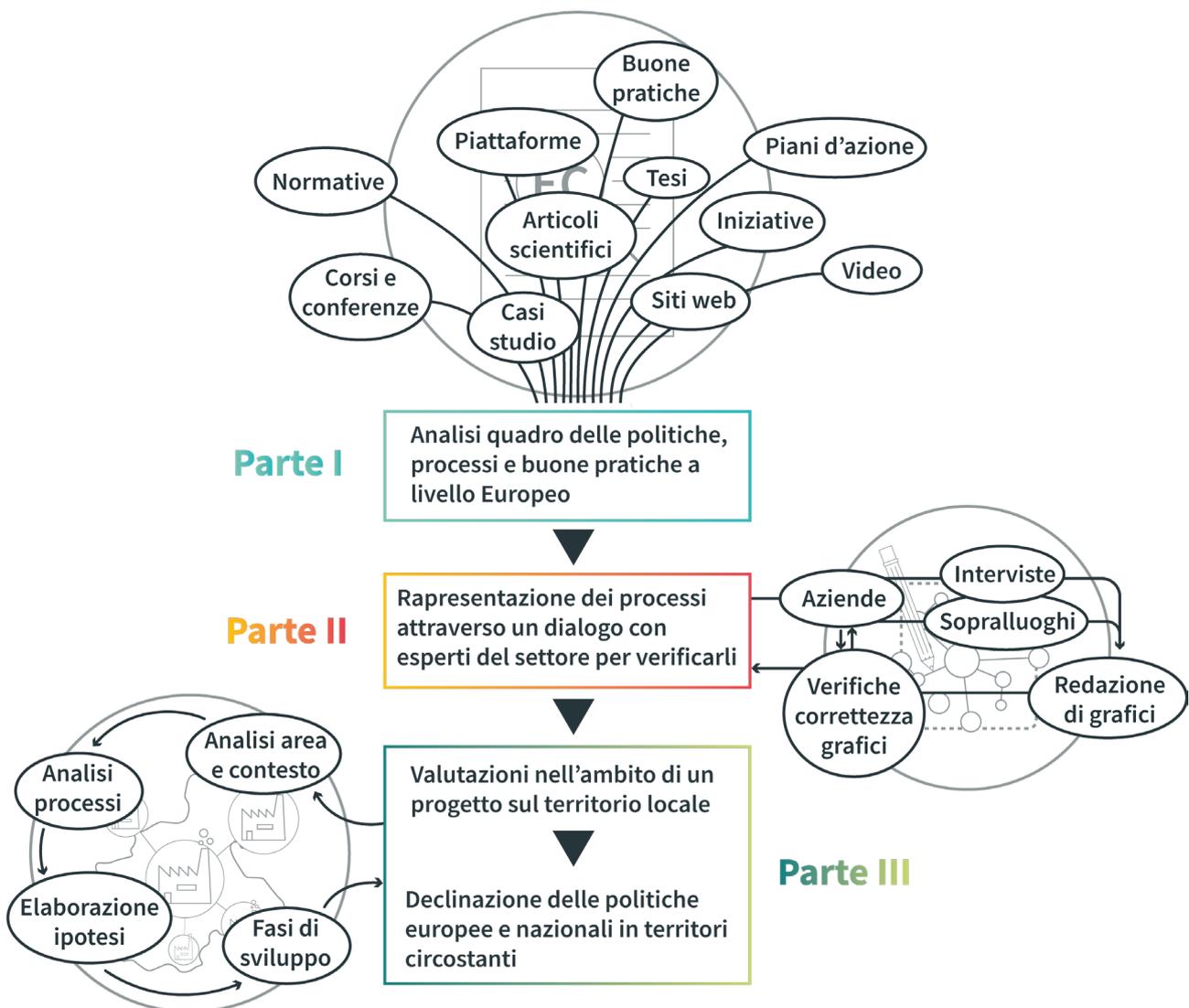


Figura 1. Schema di sviluppo della tesi (elaborazione a cura dell'autore)



**/ La responsabilità  
dell'uomo nei confronti  
dell'ambiente**



1. Premio Nobel per la Chimica, Paul Crutzen, in una conferenza a Cuernavaca, in Messico, nel 2000, si alzò e proclamò che viviamo nell' "Antropocene". Il termine ebbe subito un notevole successo e stimolò discussioni in molte discipline.

Agli inizi del secolo in corso Paul Crutzen ha identificato l'**Antropocene**<sup>1</sup> come la fase nella scala geologica in cui l'uomo è riuscito, attraverso le sue attività, a provocare modifiche ai sistemi territoriali e al sistema climatico in modo significativo incidendo sui processi geologici naturali della Terra e portando il pianeta oltre i suoi limiti naturali. Gli esseri umani non sono più solo dei partecipanti alla vita sul nostro pianeta, le nuove tecnologie combinate al sempre maggiore numero di individui hanno reso la specie umana una forza della natura (Gore, 2006) capace di aggredire la terra, una forma dominatrice che domina sugli animali, sul paesaggio e sugli oceani.

Ad oggi l'uomo domina sul 75% delle terre non coperte dai ghiacci, attraverso l'estrazione, l'agricoltura, la deforestazione, l'industrializzazione e l'urbanizzazione. Le possibilità di tornare indietro sono scarsissime, l'attuale specie umana vive in un mondo diverso, creato e plasmato dalle attività antropiche. Dovremo però ritornare ad un equilibrio tra i ritmi produttivi dell'uomo e i cicli riproduttivi della natura, ad un'economia auto-rigenerativa.

Un'economia che al giorno d'oggi estrae risorse ad un ritmo sempre più insistente, senza tenere in considerazione l'ambiente in cui opera, non può continuare a svilupparsi all'infinito.

Sotto questo profilo l'indicatore dell'**Earth Overshoot Day** (EOD), ottenuto dall'impronta ecologica della popolazione e dalla biocapacità del pianeta (capacità di rigenerare risorse naturali per ogni abitante), rivela il momento in cui si esaurisce la quantità di risorse che la Terra riesce a rigenerare in un anno e questo accade oramai sempre prima rispetto alla fine dell'anno solare dando sempre maggiore rilevanza alla necessità di interve-

nire in qualche modo per risolvere questa problematica.

La soluzione sicuramente non è ritornare ad uno stato natura come nel mito del “*buon selvaggio*” (Rousseau, 1762)<sup>2</sup>, in cui l’uomo, animale buono, libero e felice, è stato corrotto dalla società e dal progresso, rendendolo schiavo e malvagio e quindi infelice. La soluzione potrebbe risiedere nella consapevolezza che i cicli delle attività umane devono essere ri-progettati per evitare contaminazioni con i cicli biologici prendendo spunto dalla natura.

Per approfondire la responsabilità dell’uomo legata ai processi che lo eleggono protagonista dell’Antropocene, risulta particolarmente interessante l’articolo “*The economics of the coming spaceship Earth*”<sup>3</sup>, pubblicato nel 1966 a cura di Kenneth Boulding che getta le fondamenta dell’economia ambientale ed individua due tipologie di economie paragonandole a due figure: **il cowboy e l’astronauta**.

Il cowboy è paragonato all’uomo consumista e senza limiti che si sposta a cavallo nelle pianure incontaminate che lo circondano senza considerare quanto suolo calpesta, quanto mangia e quanti rifiuti produce perché tanto non tornerà più indietro. L’astronauta invece può disporre di una quantità limitata di risorse e deve avere una profonda consapevolezza dell’ambiente che lo ospita, dei suoi limiti e dei cicli che regolano il suo funzionamento. La navicella spaziale è considerata un “sistema chiuso” che deve rimanere in equilibrio affinché il viaggio possa continuare (Boulding, 1966). In questo modo Boulding individua nell’astronauta i principi della sostenibilità che devono essere considerati per chiudere il ciclo e per la prima volta identifica la Terra come un sistema chiuso definendola: la “*nostra grande astronave*” dove gli esseri umani possono trarre le risorse necessarie solo da essa e allo stesso modo possono immettere rifiuti solo sul nostro pianeta.

Da questa visione nasce l’esigenza di ripensare l’intero sistema ponendosi come obiettivo principale quello di chiudere i cicli produttivi garantendo un’**eco-efficacia**<sup>4</sup> dell’attuale sistema.

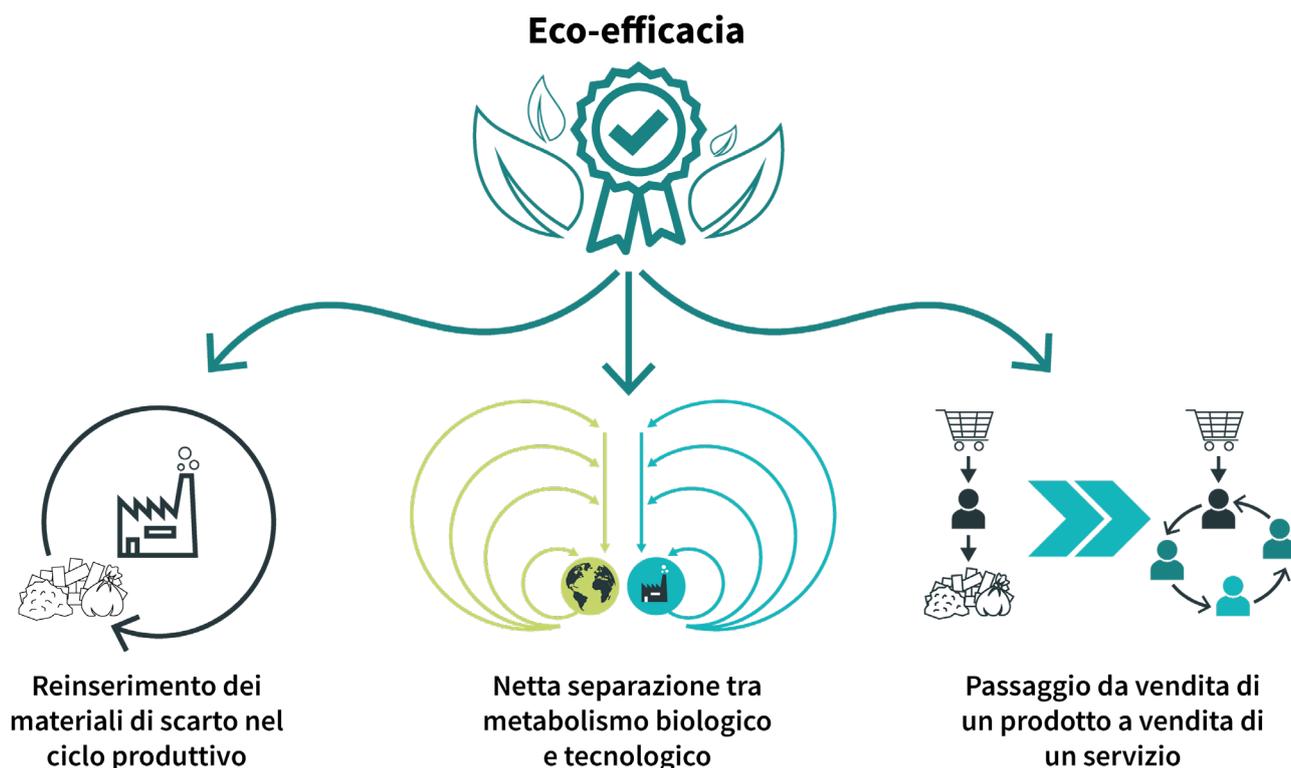
William McDonough e Michael Braungart, fondatori del termine eco-efficacia, hanno sviluppato l’approccio “**Cradle to Cradle**” (dalla culla alla culla) che si contrappone all’attuale sistema di produzione industriale, basato sul paradigma “Cradle to Grave” (dalla culla alla tomba), e prevede il reinserimento degli scarti di produzioni come materie prime per nuovi prodotti.

Questo approccio presenta dei benefici per evitare l’utilizzo di materie

2. Jean-Jacques Rousseau, (1762). Discorso sulle scienze e le arti, In Scritti politici, Bari, Laterza 1994.

3. K. Boulding, in “The economics of the coming Spaceship Earth”, pubblicato in “Environmental quality in a growing economy” dalla Johns Hopkins University Press, nel 1966, descrive attraverso questa sua parabola i due stili di vita delle figure individuate descrivendole in questo modo: “Sia pure in modo pittorresco chiamerò ‘economia del cowboy’ l’economia aperta; il cowboy è il simbolo delle pianure sterminate, del comportamento instancabile, romantico, violento e di rapina che è caratteristica delle società aperte. L’economia chiusa del futuro dovrà rassomigliare invece all’economia dell’astronauta; la Terra va considerata una navicella spaziale, nella quale la disponibilità di qualsiasi cosa ha un limite, per quanto riguarda sia la possibilità di uso, sia la capacità di accogliere i rifiuti, e nella quale perciò bisogna comportarsi come in un sistema ecologico chiuso capace di rigenerare continuamente i materiali, usando soltanto un apporto esterno di energia”.

4. Termine coniato nel 2002 dall’architetto americano William McDonough e il chimico tedesco Michael Braungart nel loro libro “Dalla culla alla culla, come conciliare tutela dell’ambiente, equità sociale e sviluppo.”, in cui descrivono come si possano identificare tre concetti alla base del termine: la progettazione di filiere di produzione che prevedano il reinserimento di materiali di recupero a monte e a fine del ciclo produttivo; la netta separazione tra «metabolismo biologico» e «metabolismo tecnologico»; il passaggio da vendita di un prodotto alla vendita di un servizio.



**Figura 1.** Concetto di eco-efficacia (elaborazione a cura dell'autore)

5. Dati ottenuti dal “3° Rapporto sull’economia circolare in Italia. Focus sull’economia circolare nella transizione alla neutralità climatica” del Circular Economy Network (2021).

6. Risoluzione del Parlamento europeo del 25 marzo 2021 sulla politica di coesione e le strategie ambientali regionali nella lotta contro i cambiamenti climatici (2020/2074(INI)), punto.39

7. European Commission, Circular Economy Action Plan, The European Green Deal, 2020.

prime e ridurre le emissioni inquinanti chiudendo il ciclo, perché si può ottenere fino al 61% di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> attraverso idonee forme di riuso e riciclo alla fine della vita del prodotto (Agenzia Europea per l’Ambiente)<sup>5</sup>.

La transizione a un’EC è una delle condizioni necessarie per raggiungere entro il 2050 la neutralità climatica (Risoluzione del Parlamento europeo del 25 marzo 2021)<sup>6</sup> secondo la Commissione Europea che nel nuovo Piano per l’economia circolare del 2021<sup>7</sup> inserisce e aggiorna il piano precedente con **nuovi criteri minimi** che includono durabilità e riparabilità.

Entrando nel merito della disciplina dell’architettura, il processo per la realizzazione di un edificio è un susseguirsi di scelte e azioni complesse. In tale processo bisogna sempre tenere conto che l’architettura e le città fanno parte di un ecosistema più grande preesistente e oggi ci si deve necessariamente confrontare con esso per mettere fine al suo sfruttamento, trovando un modo per entrare in simbiosi con gli ecosistemi naturali al fine di ridurre l’impatto che il costruito ha su di essi.

Oramai la funzione di un edificio va ben oltre quella di essere un riparo e il processo edilizio non è più riducibile alla contabilizzazione di input e

output ma è necessario valutare tutti quei fattori necessari per la sostenibilità di un edificio in tutto il suo ciclo di vita.

Esistono politiche in ambito europeo che puntano alla progettazione sostenibile, all'eco-design e alla ri-progettazione dei processi produttivi per migliorare le filiere produttive dei settori principali e la gestione dei rifiuti.

Un esempio di queste politiche sono gli obiettivi dell'Agenda 2030 che danno delle linee guida rispetto a 17 ambiti specifici.

In nazioni come i Paesi Bassi e la Danimarca sono state progettate e realizzate architetture che recepiscono questi obiettivi mediante una messa a sistema di informazioni e la loro condivisione attraverso piattaforme di "harvest map".

Per cercare di comprendere l'attuabilità di processi di recupero dei rifiuti e di mappatura dei materiali presenti sul territorio, già avviati in questi paesi, è necessario analizzare i casi studio europei per capire come sono stati attuati.

Intraprendere questa direzione apre la strada verso un mondo più responsabile e porta un valore molteplice alle aziende che decideranno di investire, consentendo lo sviluppo di nuove vie di investimento e nuove tipologie di processo. Una grossa opportunità per il settore dell'architettura per poter sviluppare un processo di valorizzazione dei rifiuti e creare una rete del valore con aziende del territorio.

# **PARTE I**

**/ Inquadramento della  
trasformazione circolare  
nel panorama Europeo,  
Nazionale e Regionale**

# L'onda di innovazione per un futuro sostenibile

1.

1.1

## Il concetto di innovazione dalle origini fino al giorno d'oggi

Il termine innovazione<sup>1</sup> (dal latino tardo *innovatio-onis*) ha origine fin dai tempi antichi, l'uomo è un continuo innovatore, e nasce dalla necessità di trovare sempre delle nuove idee per migliorare la sua vita e il rapporto che ha con il mondo circostante.

Non è facile, tuttavia, definire il concetto di innovazione perché a riguardo ci sono state numerose accezioni elaborate in letteratura nel corso del tempo.

A partire dalla rivoluzione industriale in Inghilterra nella seconda metà del '700 che trasformò l'organizzazione ed i metodi industriali dell'epoca comportando il passaggio dell'economia di scala a quelle di fabbrica, con le numerose innovazioni negli strumenti, macchine e processi industriali.

Il primo che però ha trattato in maniera ampia ed approfondita il tema dell'innovazione è Joseph A. Schumpeter, un'economista che ha fornito alla letteratura un grosso contributo, a partire dal quale si sono sviluppate le successive teorie riguardanti l'innovazione.

Nel 1912, Schumpeter nel testo *“Teoria dello sviluppo economico”*<sup>2</sup>, ha definito l'innovazione come: *“quella forza che distrugge il vecchio contesto competitivo per crearne uno completamente nuovo”* aggiungendo ancora che: *“una risposta creativa che si verifica ogniqualvolta l'economia, un settore o le aziende di un settore, offrono qualcosa di diverso, qualcosa che è al di fuori della pratica esistente (distruzione creatrice)”*. Inoltre, secondo la sua idea, l'innovazione può assumere diverse forme ed è caratterizzata *“dall'ideazione di un nuovo prodotto, un nuovo metodo di produzione, un nuovo mercato, una nuova fonte di approvvigionamento di materie prime [...]”* rendendolo un precursore dell'idea di innovazione che verrà sviluppata in seguito. Arrivando al **“Manuale di Oslo”** (2018) che definisce il termine di innovazio-

1. *«l'atto, l'opera di innovare, cioè di introdurre nuovi sistemi, nuovi ordinamenti, nuovi metodi di produzione»* (treccani.it/vocabolario/innovazione/)

2. J.A. Schumpeter, (2013). *“Teoria dello sviluppo economico”*, Rizzoli Etas, p.49-68

3. OECD, (2018), Oslo Manual 2018, Guidelines for collecting reporting and using data on innovation, European Union. Fonte: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264304604-en.pdf?expires=1648619563&id=id&accname=guest&checksum=89E85BE0158E3BA-D8FA74CC9CCDD96F3>

ne come “*un prodotto o processo nuovo o migliorato (o una combinazione di questi) che differisce significativamente dai precedenti prodotti o processi dell’unità e che è stato messo a disposizione dei potenziali utenti (prodotto) o messo in uso dall’unità.*”<sup>3</sup> differenziando e introducendo due tipologie fondamentali: **innovazione di prodotto e di processo**. L’innovazione di prodotto è caratterizzata dalla produzione di un nuovo bene o servizio che presenta delle caratteristiche differenti e migliora aspetti dei precedenti; parallelamente l’innovazione di processo consiste nel miglioramento di un processo aziendale già esistente o nella creazione di uno nuovo che vada a portare delle migliorie rispetto a quello precedente.

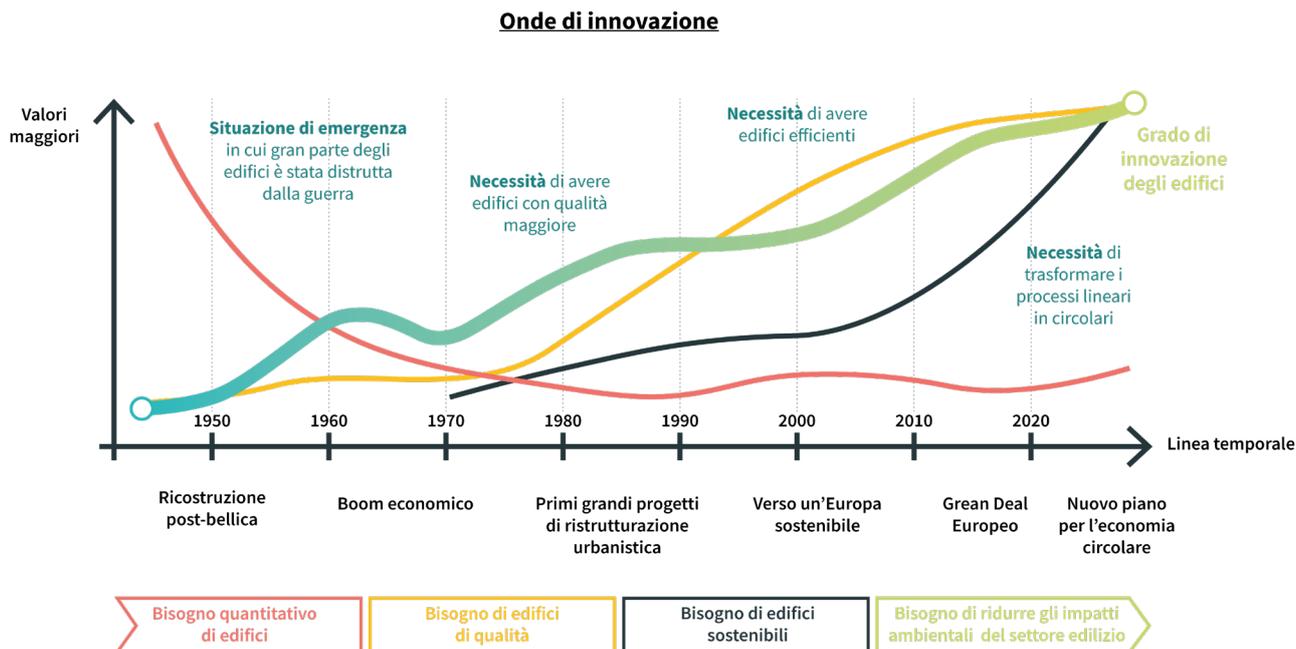
È fondamentale individuare e caratterizzare l’innovazione in funzione alle novità e all’impatto che produce, tenendo in considerazione che varia a seconda del contesto e del soggetto attuttore. In termini di novità, un’innovazione può essere nuova per l’azienda, per il mercato o per il mondo, ed è importante valutare questo aspetto a monte del processo di innovazione. Un’azienda è importante che valuti quanto può cambiare il mercato in cui opera e quanto vuole migliorare la propria competitività considerando la possibilità di creare nuovi mercati. Alla base di questo vengono definite diverse tipologie di innovazione (Oslo Manual, 2018, OECD): **l’innovazione radicale**, in grado di trasformare in modo significativo lo stato precedente portando un cambiamento incisivo; **l’innovazione dirompente**, basata sulla trasformazione di un mercato di nicchia per poi spostarsi gradualmente in un mercato più grande e portando con se anche i concorrenti; **l’innovazione incrementale**, capace di portare miglioramenti significativi senza stravolgere completamente il mercato attuale.

Mentre le prime due tipologie sono tuttora molto rare, la terza è un tipo di innovazione realisticamente più applicabile che potrebbe portare, con il tempo, a notevoli risultati.

Ma da cosa scaturisce la necessità di innovare?

L’umanità ha sempre voluto migliorare e sviluppare nuovi prodotti, strumenti o metodi per adempiere a delle esigenze che si sono presentate nel corso del tempo. In particolare, per quanto riguarda il settore delle costruzioni, durante le epoche storiche si sono presentate diverse onde dell’innovazione edilizia (Sinopoli & Tatano, 2002) tra cui, in tempi più recenti, si possono riconoscere: l’onda dell’emergenza abitativa della ricostruzione post-bellica, l’onda che riguarda la necessità di avere maggiore qualità degli immobili e l’onda riguardante la necessità di pensare a edifici sostenibili. Onde di innovazione create da necessità, situazioni di emergenza, calamità, in pratica tutto ciò che implica dei problemi improvvisi da risolvere; questi, ogni volta che si presentano, secondo il CRESME<sup>4</sup> arricchiscono il processo

4. Il Centro Ricerche Economiche e Sociali di Mercato per l’Edilizia e il Territorio è un centro di ricerche che opera nell’ambito delle costruzioni e dell’edilizia e sviluppa annualmente un Rapporto Congiunturale e Previsionale che monitora l’andamento dei diversi mercati delle costruzioni, offrendo dati per analizzare gli aspetti produttivi e di mercato, gli assetti e le trasformazioni.



**Figura 2.** Onde di innovazione del settore edilizio (elaborazione a cura dell'autore)

edilizio di nuove competenze e figure professionali, facendo evolvere sempre di più il modo di costruire e le relazioni che ci sono tra fabbrica, progettista e cantiere, disegno architettonico e realtà digitale virtuale, tecnici e architetti.

L'onda di innovazione per la quale oggi è necessario dare una risposta riguarda la trasformazione di un sistema produttivo che si basa attualmente su un processo lineare (Make-take-dispose) per trasformarlo in un processo circolare che richiama delle logiche simili ai cicli di un sistema organico (o naturale). Una circolarità del processo che punta sul creare un più stretto legame tra progettazione architettonica, produzione e ciclo edilizio, ponendo al centro dell'attenzione proprio il processo edilizio, con ricadute su tutti gli altri settori produttivi che hanno poco nulla a che fare con il settore delle costruzioni (Barucco, 2014).

Mumford riguardo alla tecnica diceva: “mentre il primitivo mondo meccanico poteva essere rappresentato dal gioco della dama, nel quale tutta una serie di movimenti simili è originata da pezzi identici, qualitativamente simili, il mondo nuovo dovrà essere raffigurato da quel gioco degli scacchi, nel quale ogni ordine di pezzi ha un grado differente, differente valore, una differente funzione; un gioco più lento e più esatto” (Mumford, 1980). Da questa proposizione si può intuire come un processo più lento, caratterizzato da un maggiore controllo delle scelte, sia anche migliore e più esatto. Allora anche un processo circolare ha un grado di attenzione alle scelte maggiore, quasi strategico, in tutto il suo ciclo che consente di arrivare alla sua chiusura e garantire un'auto rigenerazione.

Nel settore edilizio, l'innovazione tecnologica deve soddisfare le esigenze soprattutto qualitative, dell'utente e della committenza.

Quindi quali sono le motivazioni che portano a ricercare costantemente elementi di innovazione nel processo realizzativo di un edificio?

Generalmente l'obiettivo è ottenere prodotti e materiali sempre di maggiore qualità utilizzando al meglio le risorse disponibili, ma considerando gli obiettivi della sostenibilità ambientale dell'agenda europea per il 2030, la necessità a cui la società e la disciplina dell'architettura sono chiamati a rispondere ora riguarda la sempre meno disponibilità di risorse naturali, l'inquinamento ambientale, l'aumento degli effetti del cambiamento climatico e la sempre maggiore quantità di rifiuti prodotti dall'uomo.

L'attività di ricerca in questo ambito consente di ideare, concettualizzare, sviluppare e testare processi e prodotti innovativi in linea con gli obiettivi di sostenibilità ambientale e garantendo sempre maggiore competitività dell'Europa sul mercato globale.

Questi elementi di innovazione vanno considerati e ricercati in tutto il ciclo di vita di un edificio, dalla sua ideazione alla sua dismissione, e messi in atto in particolar modo nella fase di progettazione, il momento in cui si ha un confronto sulle esigenze da soddisfare e modalità, anche innovative, da esplorare e attuare successivamente, nelle fasi realizzative.

Sono molti gli esempi di possibili soluzioni innovative da adottare nell'ambito architettonico, dalla riduzione dei tempi di realizzazione, al contenimento dei costi, la scelta di materiali e componenti, fino allo studio della dismissione dell'edificio.

L'avvio di un'attività di innovazione nel campo edilizio può essere dettato da una nuova linea di ricerca alla quale si vuole dare un'applicazione produttiva (*technology push*), meno frequente, o più facilmente una nuova esigenza alla quale bisogna trovare una soluzione (*demand pull*); a questo si può aggiungere la condivisione di conoscenze per arrivare velocemente alla realizzazione di un prodotto innovativo (*open innovation*). Quest'ultimo consente la facilità di accesso alle informazioni e alle conoscenze tecniche tra aziende favorendo lo sviluppo di processi tecnologici sempre più legati alla sostenibilità e alle nuove esigenze emergenti.

Le innovazioni possono essere caratterizzate e differenziate a seconda del loro impatto sul contesto in innovazioni fondamentali, adattive e funzionali. Le innovazioni fondamentali provengono dalla soddisfazione di nuove esigenze cambiando in maniera radicale il settore produttivo e il modo di vivere della comunità, un esempio può essere la diffusione del calcestruzzo nel dopoguerra, dovuto alla necessità di ricostruire intere città, comportando un totale ripensamento delle strutture e della gerarchia degli elementi di un edificio, con la conseguente riorganizzazione delle aziende legate

al settore dell'edilizia e la formazione di nuove figure professionali con le competenze adeguate.

Le innovazioni adattive si basano sul trasferimento di know-how da un settore diverso a quello dell'edilizia per ottemperare a nuove esigenze. Ad esempio, la prefabbricazione degli elementi costruttivi, come avviene nel settore produttivo industriale, ha consentito di rispondere rapidamente ad esigenze abitative sempre maggiori, all'abbattimento di tempi e costi di cantiere e alla formazione di nuove competenze nelle maestranze e nelle aziende produttrici.

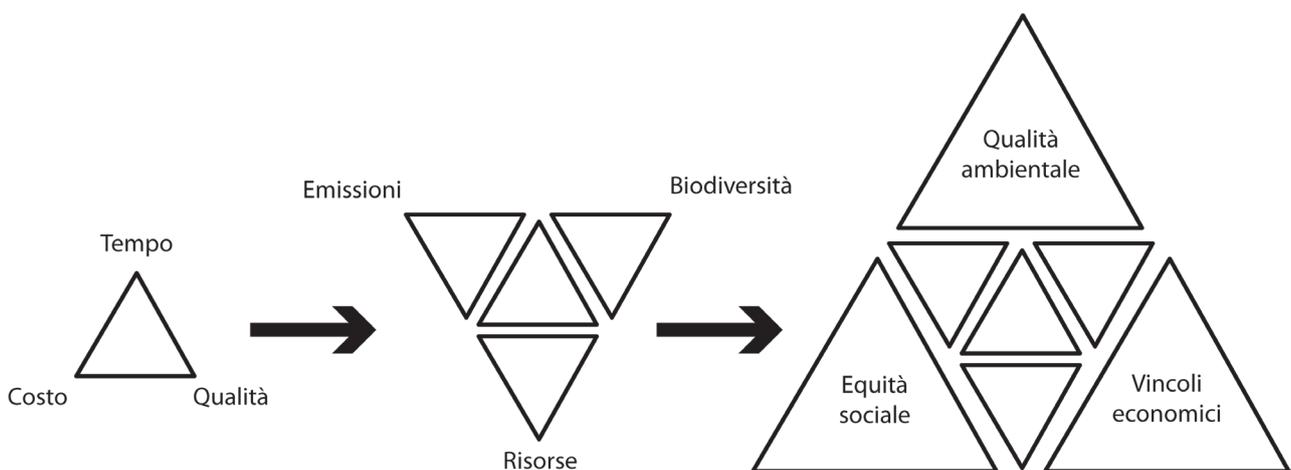
Le innovazioni funzionali riguardano lo sviluppo ulteriore di processi e prodotti esistenti migliorandone le prestazioni e la loro qualità, come ad esempio l'integrazione di un materiale isolante in un blocco strutturale.

Da questo si nota che l'innovazione nell'ambito dell'architettura non comporta necessariamente dare un taglio netto alle pratiche e alle tradizioni del settore edile ma al contrario si può dare più valore alla tradizione attraverso l'introduzione di processi efficienti e innovativi, portando il settore dell'edilizia a un grado più alto come il mondo dell'industria (edilizia 4.0).

L'Europa e il governo italiano si stanno muovendo in questa direzione attraverso nuovi piani, obiettivi, norme e incentivi che consentiranno una sempre maggiore sostenibilità e innovazione nell'ambito delle costruzioni.

L'evoluzione del processo costruttivo descritto da uno schema del CIB pubblicato nell'”**Agenda 21 on Sustainable Construction**”, fa notare come il triangolo tradizionale dei processi edilizi formato da “tempi-costi-qualità”, si è sviluppato mutando e inserendo la componente sostenibile, portando alla luce problemi legati alla valutazione delle risorse ambientali non rinnovabili, alla riduzione delle emissioni in atmosfera e la tutela della biodiversità. Per ampliarsi ancora di più inserendo fattori come l'equità sociale, i vincoli economici e la qualità ambientale, in modo da ottemperare al meglio al tema dello sviluppo sostenibile.

Figura 3. Schema evoluzione dei processi edilizi (CIB, Agenda 21)



## 1.2

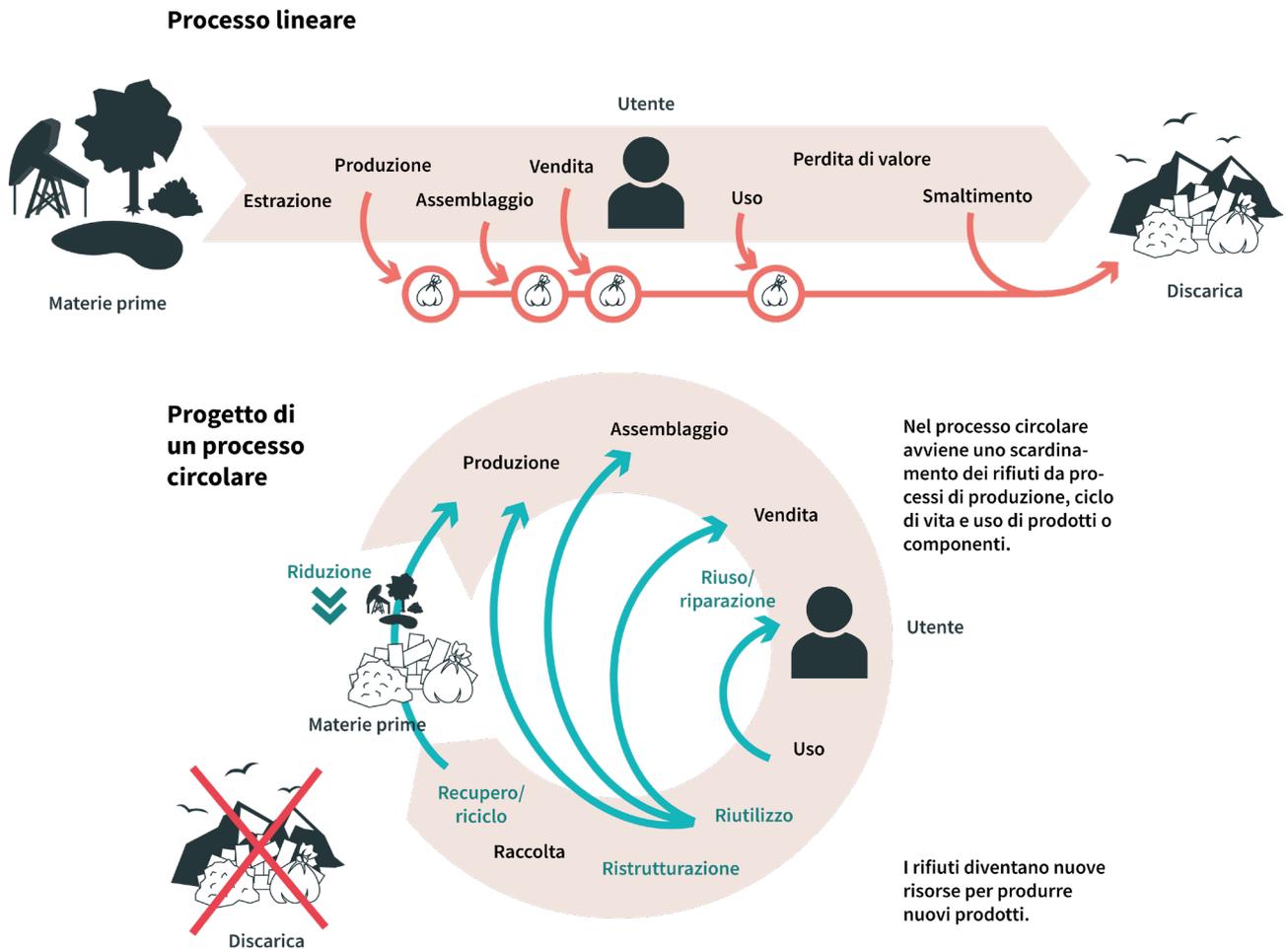
### L'evoluzione del concetto di economia circolare

Le origini della Economia Circolare (EC) sono da ricercare nell'economia ecologica, ambientale ed ecologia industriale (P. Ghisellini et al., 2016); ambiti strettamente legati all'ambiente naturale che riguardano una scienza economica più cosciente delle dipendenze e degli impatti ecologici e che ridefinisce il rapporto che c'è tra uomo e natura per consentire uno sviluppo sostenibile (Juan Martinez-alier, 1991)<sup>5</sup>.

5. Juan Martinez-alier. (1991). *Economia ecologica*. Garzanti, Torino.

Nel 1971, Barry Commoner, biologo statunitense, nel suo libro *“Il cerchio da chiudere”* scrisse: *“Il sistema vitale terrestre si basava su una risorsa non rinnovabile, sull'acqua e sull'accumulo geochimico di sostanza organica: la sopravvivenza divenne possibile solo grazie alla comparsa dei primi organismi che svilupparono la fotosintesi (...). Questi nuovi organismi utilizzarono la luce solare per trasformare l'anidride carbonica e le sostanze inorganiche in sostanza organica. Fu un evento cruciale, che permise di riconvertire il primo rifiuto di una forma di vita, l'anidride carbonica, in sostanza alimentare, cioè in composti organici. Il cerchio si chiudeva: un processo che era fatalmente lineare diventa circolare, con la possibilità di autoperpetuarsi”*. Come tutti i cicli naturali in miliardi di anni di evoluzione si sono sviluppati per consentire un'auto-rigenerazione, è tempo che i processi umani prendano spunto dalla natura per consentire una vita sostenibile sulla Terra.

Il concetto di linearità dell'economia che si è riscontrato finora, consiste in un flusso continuo di utilizzo e sfruttamento delle risorse naturali, dall'estrazione, alla lavorazione e il loro utilizzo fino allo smaltimento, senza considerare i limiti che la Terra ci impone. Di conseguenza un utilizzo di energia e risorse in maniera sconsiderata e non sostenibile nel tempo vede la necessità di un passaggio ad un'economia di tipo circolare, più simile ai cicli naturali, che prevede un recupero del materiale al suo fine vita evitando il suo smaltimento e risparmiando una considerevole quantità di energia e di risorse. Questo tipo di economia mira all'auto-rigenerazione delle risorse utilizzate reintegrandole nel ciclo produttivo attraverso il recupero e la valorizzazione degli scarti. Tuttavia, ad oggi si è ancora lontani da un modello puramente circolare e si sta iniziando solo negli ultimi anni a tradurre modelli lineari in circolari, anche se con molta fatica.



L'EC viene definita da diversi autori come *“un sistema rigenerativo in cui materie prime, rifiuti, emissioni e spreco di energia sono ridotte al minimo, rallentando, chiudendo e limitando gli sprechi di materiali ed energia”* (M. Geissdoerfer et al., 2017). In particolar modo risulta interessante la definizione data da Charonis (2012), in linea con Ellen Macarthur Foundation vision (2012)<sup>6</sup>, che la definiscono come un sistema progettato per essere ricostituente e rigenerativo. Lo stesso autore sostiene che deve essere considerata come un *“discorso di crescita alternativa”* e non un *“alternativa alla crescita”* (2012)<sup>7</sup>.

Principalmente si basa su tre principi: progettare per i rifiuti, riutilizzare i prodotti e i materiali, conservare gli ecosistemi naturali e la biodiversità attraverso questi processi.

Da queste definizioni risulta evidente come il termine sia ben definito come idea, ma materialmente come si può tradurre questo concetto in luoghi e spazi che promuovano e rispettino questa tematica?

Bisogna sicuramente partire dalla *“consapevolezza di far parte di un con-*

**Figura 4.** Da processo lineare a circolare (elaborazione a cura dell'autore)

6. Ellen Macarthur Foundation. (2012). *Towards the Circular Economy*. Chicago, Ellen Macarthur Foundation.

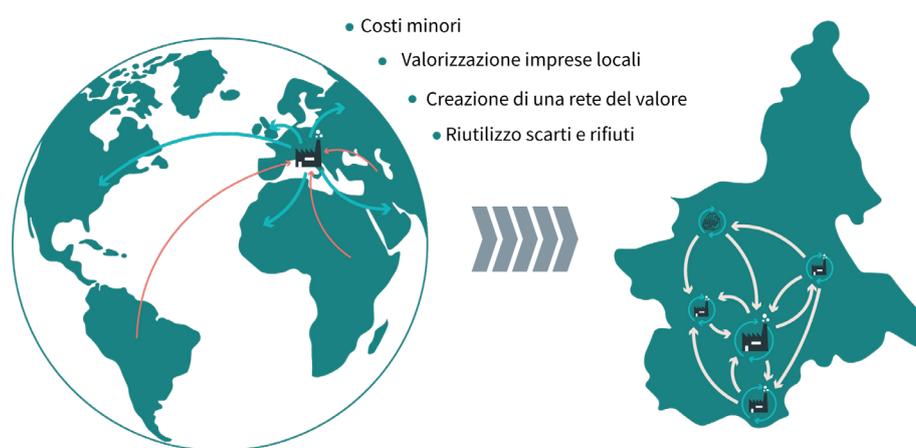
7. *The Basics of Circular Economy*. Ellen Macarthur Foundation. ([www.youtube.com/watch?v=PfkfMnRO14&t=106s](http://www.youtube.com/watch?v=PfkfMnRO14&t=106s))

testo ciclico-ambientale piuttosto che redditizio-incrementale” (E. Antonini, A. Monsù Scolaro, 2019) e orientare le aziende e le persone verso questa visione, creando “un processo capace di gestire i flussi dei rifiuti, per minimizzare la produzione, sostenere la riduzione e il riciclo” (M. Russo, 2018). Un aumento della responsabilità dei produttori e consumatori è sicuramente uno degli elementi importanti sottolineato anche nelle nuove direttive europee per il passaggio ad un’EC. Come si nota da esperienze di successo, questa transizione nasce dal coinvolgimento di tutti gli attori della società e dalle loro capacità di collegare e creare modelli di collaborazione e scambio per eliminare l’idea attuale di rifiuto trasformandola in risorsa.

Ovviamente a questo deve essere associata la necessità di un ritorno economico sull’investimento al fine di fornire adeguate motivazioni alle imprese e agli investitori (P. Ghisellini et al., 2016) per investire su questo nuovo sistema economico.

Il passaggio al “Localismo” è un ottimo punto di partenza e non comporta strettamente la fine della globalizzazione, ma una produzione e consumo locale in una dimensione regionale e circolare (Van den Berghe et al., 2019).

**Figura 5.** Passaggio ad un'economia locale circolare (elaborazione a cura dell'autore)



La promozione di modelli di produzione a ciclo chiuso, considerando un approccio circolare, nell’attuale sistema economico ha grandi potenzialità e mira ad aumentare l’efficienza nell’uso delle risorse, con particolare attenzione alle aree urbane e ai rifiuti industriali, per raggiungere un migliore equilibrio e armonia tra economia, ambiente e società (P. Ghisellini et al., 2016).

Il modello di sviluppo economico dominante, il cosiddetto “prendere, fare e disporre”, attualmente in uso sta minacciando la stabilità delle economie e l’integrità di ecosistemi naturali essenziali per la sopravvivenza dell’uma-

nità ed è per questo che c'è bisogno di un cambiamento radicale dell'attuale sistema.

Bisogna trovare sempre maggior accordo con il sistema naturale nel mondo delle costruzioni, al fine di ridurre l'impatto generato dal costruito sull'ambiente naturale guardando non solo alla fase d'uso dell'edificio ma a tutte le fasi del ciclo di vita utile che lo riguardano. La circolarità di tutto il processo edilizio e del progetto di architettura è distinta tra uso di risorse naturali e uso di prodotti provenienti dalla tecnica ed è fondamentale per la sostenibilità del settore nel mondo del futuro.

Esiste una possibile analogia tra il percorso di un fiume e il processo edilizio, come un fiume trasporta tutta l'acqua dalla fonte alla foce con i suoi diversi affluenti, anche il processo edilizio giunge dall'ideazione allo smaltimento dell'edificio attraverso l'afflusso di materiali, prodotti e lavorazioni durante il suo ciclo di vita, caratterizzati da input e output nel corso del tempo. Pensando alla foce del fiume nel mare come alla fine del ciclo dell'acqua, in realtà in natura il suo "ciclo di vita" non finisce lì ma l'acqua ritorna alla fonte attraverso evaporazione e pioggia. Se si pensa di poter paragonare lo stesso processo al mondo delle costruzioni, non è riscontrabile la stessa circolarità che si nota nei cicli naturali perché ad oggi si riutilizzano ben pochi dei materiali al momento della demolizione/smaltimento di un edificio. Non è un problema legato solo all'edilizia ma a tutti i settori produttivi. Si ha quindi la necessità di ripensare a tutto il sistema esistente per un passaggio da lineare a circolare, più simile ai processi biologici naturali, per una riduzione dei consumi e degli impatti che ha l'uomo sull'ecosistema naturale.

Nel progettare un processo circolare, bisogna porsi l'obiettivo di riutilizzare tutti quei componenti realizzati con materiali durevoli (acciaio, plastiche, alluminio, etc.) per la riqualificazione e il possibile adattamento a nuove possibili applicazioni, per il maggior numero di utilizzi futuri.

Ad oggi però, questo pensiero contrasta con la stragrande maggioranza delle produzioni industriali e necessita un cambiamento di mentalità per poterne applicare i principi. Si può notare, già solo nella terminologia delle filiere produttive (catena di valore - catena di approvvigionamento - utente finale - smaltimento), quanto il termine "usa e getta" sia radicato nell'attuale sistema, di tipo lineare. Questo necessita di una riprogettazione per cambiare l'idea di rifiuto che sia ha non solo nei processi di produzione (attraverso l'introduzione di una produzione snella o lean manufacturing<sup>8</sup>) di

8. La Lean Manufacturing è un termine coniato da John Krafcik nel suo articolo del 1988 "Triumph of the lean production system" basato sul sistema di produzione della Toyota e consiste nel creare il massimo valore utilizzando la minor quantità di risorse, tempo ed energia. Womack, James P., Jones, Daniel T., pref. di Paolo Cantarella, intro. di Giuseppe Volpato, (1997). *Lean thinking: come creare valore e bandire gli sprechi.*, Guerini, Milano.

un prodotto e dei suoi componenti ma anche al termine dell'utilizzo che si fa di esso.

9. Dirk S. Schmeller, Peter Bridgewater (2016) The Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES): progress and next steps., Springer Science + Business Media Dordrecht, Recuperato da <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10531-016-1095-9.pdf>

Ma che ruolo ha l'EC nell'affrontare questo problema?

I maggiori scienziati di tutto il mondo, come gli IPBES<sup>9</sup>, sostengono che per risolvere questo problema non basta preservare la natura così com'è, ma c'è bisogno di un cambiamento radicale e trasformativo del nostro sistema economico, politico, sociale e tecnologico. In particolar modo dobbiamo trasformare il nostro sistema di produzione e consumo, che ad oggi porta alla produzione incostante di rifiuti e non include la rigenerazione delle materie prime.

L'EC può essere parte della soluzione che renderà attuabile questa trasformazione ad un sistema rigenerativo. Per cui è il momento giusto per iniziare a pensare a soluzioni innovative incentrate sull'EC perché sono numerosi i vantaggi che ci può portare, tra cui: la riduzione delle emissioni di gas serra, il miglioramento della qualità dell'aria, la riduzione dei rifiuti, riducendo di conseguenza anche la contaminazione dell'acqua e del suolo, migliorando

**Figura 6.** Obiettivi dell'agenda 2030 che si possono soddisfare con l'EC (rielaborazione a cura dell'autore dell'immagine presa da Wikipedia)



la protezione della biodiversità e degli ecosistemi.

Riferendoci agli obiettivi di sviluppo sostenibile dell'agenda 2030 delle Nazioni Unite, l'EC, quindi, potrebbe essere utile per attuare almeno 12 dei 17 obiettivi proposti.

Puntare ad *“un'economia pensata per potersi rigenerare da sola [...] dove i flussi di materiali sono di due tipi: quelli biologici, in grado di essere reintegrati nella biosfera, e quelli tecnici, destinati a essere rivalorizzati senza entrare nella biosfera”*<sup>10</sup> è un ottimo punto di partenza proposto dalla Fondazione Ellen MacArthur. Definizione che si riferisce al principio “Cradle to Cradle”, basato su un ciclo biologico (biosfera) a fianco di un ciclo tecnologico (tecnosfera), e caratterizzato da flussi rigenerativi di materiali.

Interessante è capire per quale motivo questo approccio ha valutato queste due macro-tipologie di processi e materiali: quelli **biologici**, biodegradabili che una volta finito il loro ciclo di vita rientrano a far parte dell'ambiente naturale attraverso processi biologici, e quelli **tecnologici**, che una volta finito il loro ciclo di vita vengono riutilizzati rientrando a far parte di altri prodotti senza contaminazioni con la biosfera.

Si nota come per questo approccio è importante ottimizzare i processi piuttosto che i prodotti, facendo molta attenzione alla gestione dei flussi di materiali. Come avviene in natura, bisognerebbe valorizzare i processi biologici attraverso che attraverso cicli di compostaggio e digestione anaerobica consentono la rigenerazione degli ecosistemi naturali fornendo risorse rinnovabili, promuovendo, contemporaneamente, la rigenerazione dei processi tecnici attraverso il riutilizzo, la riparazione, la rigenerazione e in ultimo il riciclaggio, consentendo il recupero e il ripristino delle componenti e dei prodotti non biodegradabili.

Anche se con fatica stiamo muovendo i primi passi in questo ambito, valutando gli aspetti legati all'**eco-efficienza/eco-efficacia** delle nostre scelte, scegliendo materiali adeguati, pensando ai rifiuti come una risorsa e rivolgendoci alla natura come biblioteca di sapere sulla quale basarci per prendere spunto e ottimizzare i processi produttivi esistenti.

Tutto questo è possibile solo attraverso lo sviluppo di idee innovative basate sulla natura e i suoi cicli rigenerativi, in modo da attuare una rivoluzione graduale dell'attuale sistema economico.

Il cerchio di questo nuovo tipo di economia ci offre quindi un'enorme opportunità per sviluppare nuove forme di crescita che possono aiutarci a soddisfare le nostre ambizioni per un futuro più sostenibile.

10. Definizione di EC data della “Ellen MacArthur Foundation”.

### 1.3

#### Sviluppo di sistemi circolari nel settore dell'edilizia e ricadute sul progetto di architettura

Negli ultimi anni, nel settore dell'edilizia sono stati sviluppati diversi sistemi per concepire il ciclo di vita di un edificio circolare, anche se sono ancora molto pochi e rari.

Un processo tecnologico basato sulla circolarità della materia deve essere veicolato attraverso un attento e meticoloso progetto di architettura. Sostituendo il concetto di fine vita con quello di riuso, reinserendo i prodotti nella tecnosfera e biosfera ed eliminando i rifiuti con un attento progetto iniziale dei materiali, prodotti, sistemi e modelli economici.

Dovrebbe però esistere un'idea fondamentale alla base di questo cambiamento, ovvero il tentativo di progettare i rifiuti. I rifiuti non esistono in una mentalità che chiude il ciclo, i prodotti sono progettati e migliorati per prevedere il loro disassemblaggio e riuso. Il processo che include la scarica o prevede i consueti processi di riciclo sono, in realtà, processi di sub-ciclo che purtroppo perdono quantità consistenti di energia incorporata e lavoro.

Inoltre, si deve pensare alla differenza che deve esserci tra i componenti pensati per durare (smontabili e riutilizzabili) e quelli invece pensati per essere smaltiti (biodegradabili). A differenza di ciò che accade oggi, i componenti destinati ad essere smaltiti devono essere pensati in un processo circolare e composti, se non totalmente, in buona parte da materie prime di origine naturale, non tossici e, se possibile, con benefici per la biosfera nella quale verranno rilasciati a fine uso.

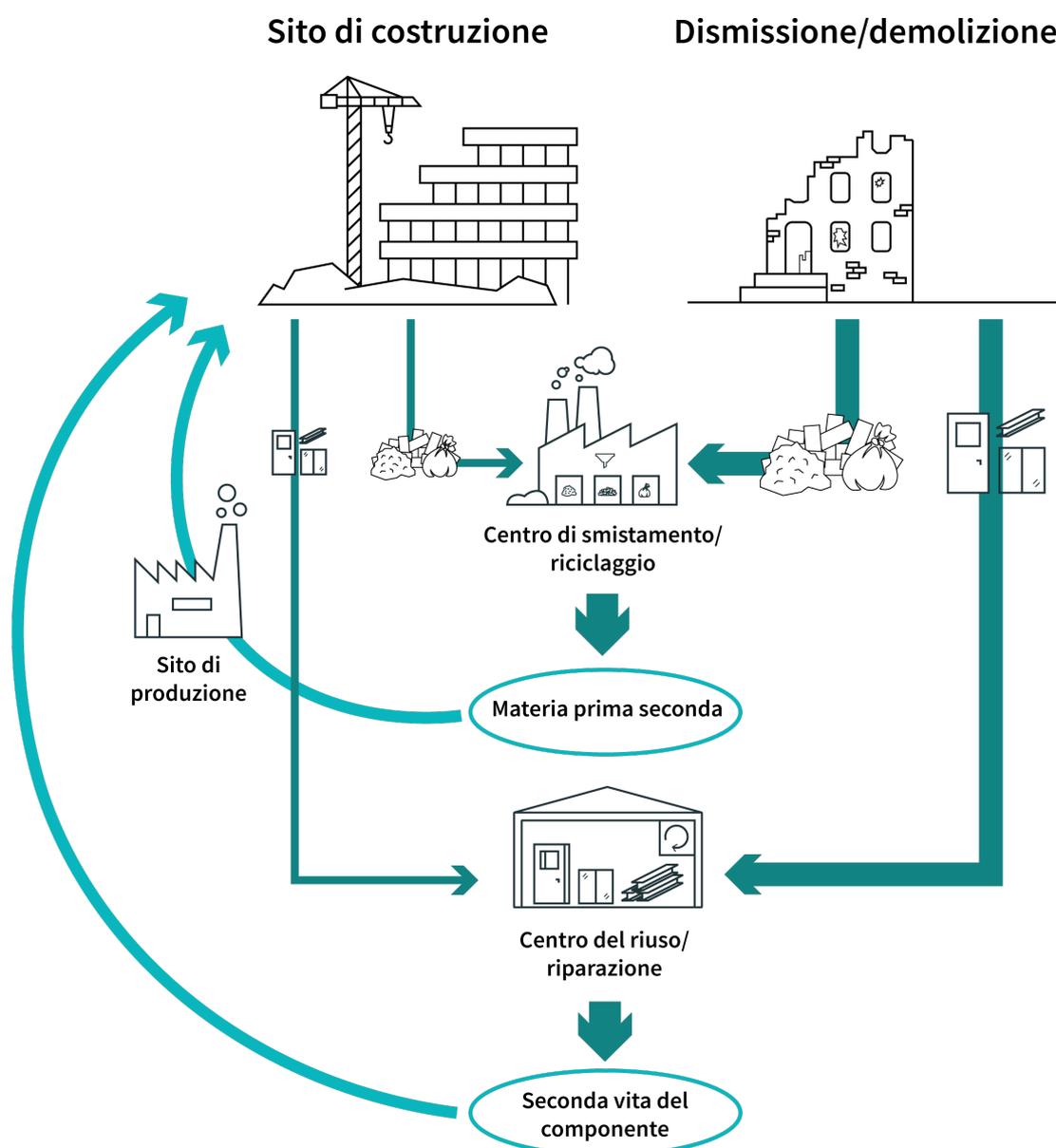
Il costruito deve essere considerato un capitale fisso, un deposito di materia ed energia.

Il riciclaggio dei materiali utilizzati fino ad oggi è limitato e necessita un ripensamento minimizzando gli sfridi prodotti dagli edifici nel loro ciclo di vita, puntando nelle costruzioni ex novo ad un completo smontaggio al loro fine vita e valutando la possibilità di riutilizzo dei materiali nelle costruzioni future.

Si nota quindi la posizione di rilievo occupata dal progetto di architettura in questa transizione, paragonabile ad un "libretto delle istruzioni" di tutto quello che bisogna fare nelle successive fasi di vita di un edificio per permettere la chiusura del ciclo.

In questo ambito, sarebbe interessante pensare ad una **gestione dei rifiuti di cantiere** o delle componenti smontate con un **centro di smistamento/riciclaggio** (Resource Management Center) in modo da sostituire l'idea di rifiuto con il termine di risorsa, poi reinserita in un processo produttivo per la produzione di nuovi materiali da costruzione. Questi processi produttivi è importante pensarli senza utilizzo di sostanze chimiche inquinanti per la trasformazione in materie prime seconde e sfruttando l'utilizzo nutrienti naturali o il riutilizzo di scarti di produzione, come ad esempio gusci delle uova, recuperando così idee dall'edilizia storica introducendo un'innovazione nel processo edilizio.

Figura 7. Gestione circolare dei rifiuti provenienti da C&D (elaborazione a cura dell'autore)



La periferia urbana potrebbe essere considerata un potenziale laboratorio di sviluppo dei principi dell'EC nell'ambito spaziale. Per fare un esempio, le aree produttive con fabbriche e quartieri operai della città "Fordista", ora con diversi spazi non utilizzati o degradati, sarebbero un interessante luogo per dei nuovi "quartieri circolari". Qui potranno essere presenti diversi servizi e attività per il recupero dei prodotti di scarto e la loro reintroduzione nell'economia, in modo da minimizzare il dislocamento delle risorse, riducendo le emissioni e mantenendo i flussi dei materiali esistenti e futuri all'interno delle regioni di consumo (Van den Berghe et al., 2019).

Tra i primi esempi di progettazione e costruzione all'insegna della circolarità del processo edilizio e del riciclo c'è la Paper Tube Structure di Shigeru Ban. Una struttura composta da tubi di cartone, utilizzata per la prima volta nel 1986 per l'allestimento di una mostra di mobili progettati da Alvar Aalto, e usata tre anni dopo per un'altra mostra, essendo stata pensata con la possibilità di essere smontata e rimontata in tempi brevissimi e con facilità. Questa idea è stata trasformata grazie alla collaborazione con l'Alto Commissariato delle Nazioni Unite per i Rifugiati (United Nations High Commissioner for Refugees, UNHCR) da insieme di componenti per allestimenti museali in un vero e proprio sistema costruttivo sostenibile dal punto di vista ambientale, sociale ed economico per ottenere delle strutture temporanee in casi di emergenza.

Un ulteriore esempio di architettura a impatto zero con ciclo di vita pari a quello del materiale con cui viene costruita, è il Japan Pavilion, realizzato per l'Expo di Hannover del 2000 e formato da un grande guscio a doppia curvatura realizzato con un intreccio di tubi in cartone rivestiti di carta e fondazioni in cassoni di legno riempiti di sabbia. Tale architettura si pone come obiettivo principale la riduzione di rifiuti e guardando all'intero ciclo di vita della struttura e alla sua temporaneità. In tal senso i suoi materiali sono originati da processi di riciclo e, quando il padiglione non verrà più utilizzato, potranno essere riciclati nuovamente per ottenere prodotti e strutture analoghe a quelle precedenti.

## 2. **Analisi degli obiettivi e delle strategie legate all'EC a livello Europeo, nazionale e regionale**

### 2.1 **Dal Green Deal Europeo fino al nuovo Piano per l'economia circolare**

L'Europa, già da molti anni, è attiva in diversi fronti della sostenibilità e con l'obiettivo di diventare il primo continente neutrale climaticamente entro il 2050, l'11 dicembre 2019 è stato presentato alla Commissione Europea **l'European Green Deal**<sup>11</sup>. Una strategia composta da una serie di iniziative politiche e finanziarie con lo scopo di migliorare il benessere delle generazioni future, facendo del bene alle persone, al pianeta e all'economia.

11. Documento recuperabile da: [ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_it](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it)

Quali sono le motivazioni che hanno spinto l'Europa a lanciare questo piano?

A disposizione abbiamo un solo pianeta Terra ma stiamo consumando risorse come se ne avessimo a disposizione molti di più, così tanto che si prevede che a questo ritmo, entro il 2050, consumeremo come se avessimo a disposizione tre pianeti<sup>12</sup> e si stima che il consumo di materie prime, combustibili fossili e biomasse sarà raddoppiato nei prossimi 40 anni. I sistemi produttivi attuali (in particolar modo le fasi di estrazione e lavorazione delle materie prime) sono responsabili di oltre il 90% della perdita di biodiversità, riduzione della disponibilità idrica e delle emissioni inquinanti disperse in ambiente<sup>13</sup>. Inoltre, senza una trasformazione dell'attuale sistema economico e con l'attuale andamento, si stima che i rifiuti prodotti aumenteranno del 70% entro il 2050<sup>14</sup>.

12. Fonte: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-consumption-production/>

13. OECD (2018), Global Material Resources Outlook to 2060.

14. World Bank (2018), What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050.

## Un solo pianeta, una sola opportunità

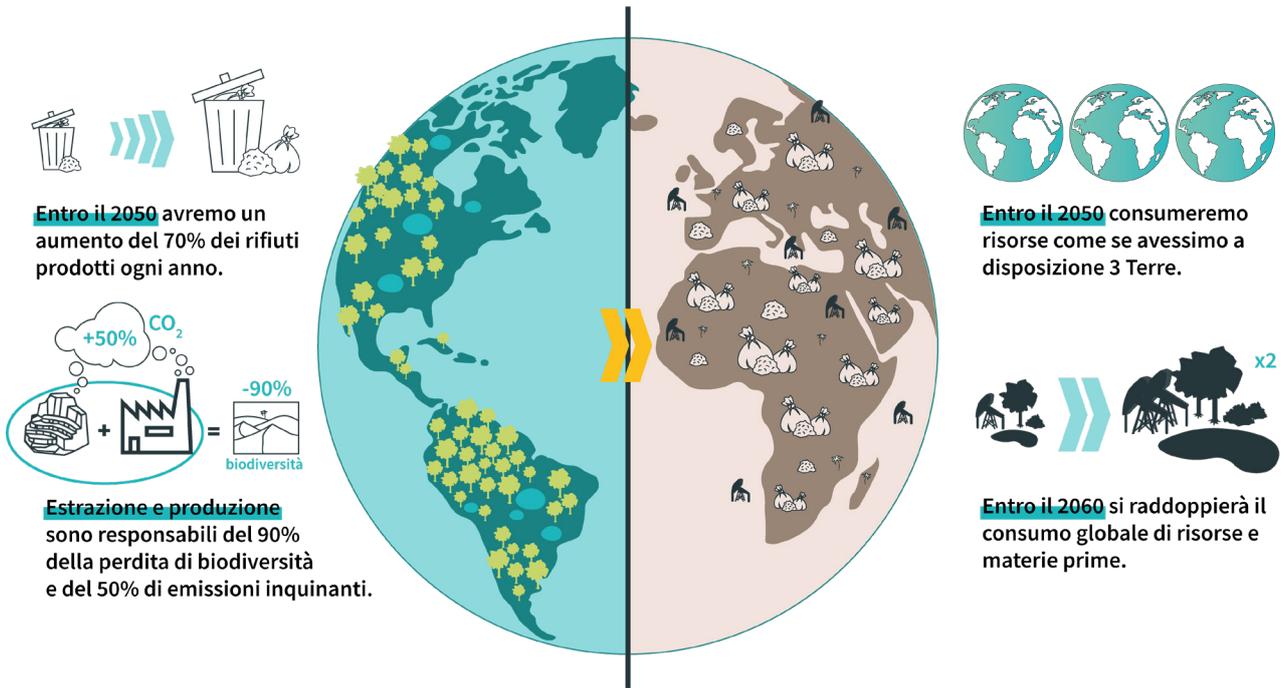


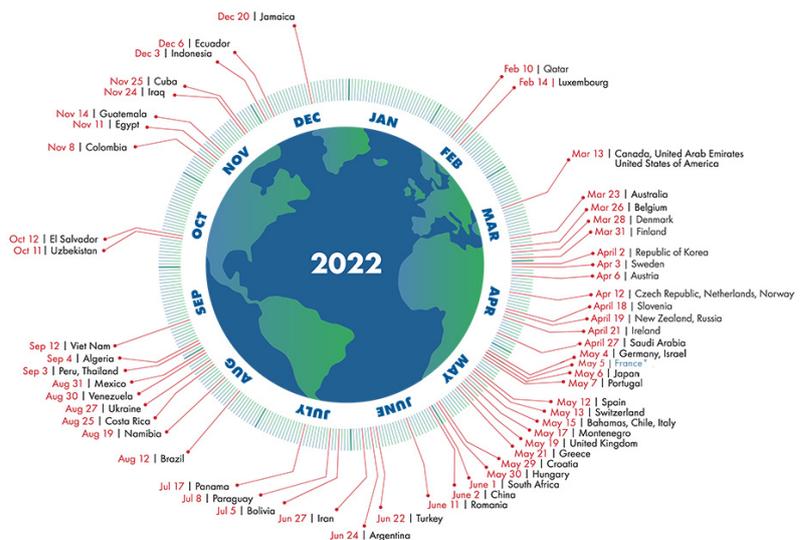
Figura 8. Prospettive future senza un cambio di prospettiva che hanno portato alla formulazione del Green Deal (elaborazione a cura dell'autore)

Per far seguito a questi impressionanti dati sull'andamento insostenibile della nostra economia, l'Europa, ha deciso di realizzare questo piano focalizzandosi su obiettivi specifici per attuare una trasformazione sostenibile. L'intento è limitare l'aumento del surriscaldamento globale, ad un massimo di 1,5 °C, e di conseguenza ridurre l'effetto serra di almeno il 55% entro il 2030.

Figura 9. Country Overshoot Day 2022 (National Footprint and Biocapacity Accounts, 2022)

## Country Overshoot Days 2022

When would Earth Overshoot Day land if the world's population lived like...



For a full list of countries, visit [overshootday.org/country-overshoot-days](https://overshootday.org/country-overshoot-days).  
 \*France Overshoot Day updated April 20, 2022 based on nowcasted data. See [overshootday.org/france](https://overshootday.org/france).  
 Source: National Footprint and Biocapacity Accounts, 2022 Edition  
[data.footprintnetwork.org](https://data.footprintnetwork.org)



Uno dei principali obiettivi è quindi la neutralità climatica, per cui ogni Paese è chiamato a rispondere e farsi carico dell'impatto delle proprie emissioni di CO<sub>2</sub> attraverso la loro misurazione, l'attuazione di strategie per la loro riduzione e la compensazione dei combustibili fossili con fonti rinnovabili. Allo stesso tempo bisognerebbe garantire la crescita economica e renderla meno dipendente dal consumo di risorse, per questo si sono predisposte una serie di azioni che riguardano diversi settori e ambiti, tra cui il clima, l'ambiente naturale e gli oceani, l'energia, i trasporti, l'agricoltura, l'industria e il mondo delle costruzioni, in modo da garantire questa graduale trasformazione.

Nello specifico, gli **obiettivi che l'Europa si è posta** sono:

- diventare neutrale climaticamente entro il 2050;
- proteggere la vita umana, animali e piante, salvaguardando la biodiversità;
- rendere il suolo, l'aria e l'acqua più pulite;
- rinnovare gli edifici esistenti e renderli più efficienti dal punto di vista energetico;
- garantire cibo sano e a prezzi accessibili per tutti;
- aiutare le aziende a diventare leader nel settore dei prodotti e tecnologie pulite e sostenibili;
- creazione di nuovi posti di lavoro per le esigenze future;
- fornire e generare energia da fonti rinnovabili e pulite;
- produrre prodotti più duraturi, che possono essere riparati, riutilizzati o riciclati;
- garantire una transizione giusta e inclusiva.

Il Green Deal europeo, come si è detto, sta procedendo per gradi. Il primo e più importante ambito che affronta riguarda il settore della produzione di energia, la cui sola energia elettrica è responsabile del 75% delle emissioni di gas serra all'interno dell'Unione Europea. Per ottemperare a questo problema, l'UE mira a **potenziare l'utilizzo delle energie rinnovabili** e, allo stesso tempo, **disincentivare l'uso di combustibili fossili**.

Un secondo punto affrontato è quello riguardante le **risorse disponibili** sul nostro pianeta, per cui l'azione principale a cui si mira è rendere quelle **attività umane** che consumano la maggior parte di risorse ed energia, **meno impattanti**.

Come, ad esempio, il settore edilizio e il settore dei trasporti, responsabili del maggiore consumo di risorse (38,8 Gt di risorse consumate dal solo set-

15. Dati riferiti al Circularity Gap Report 2021

16. Dati riferiti al Report “GlobalABC Roadmap for Buildings and Construction 2020-2050” sul sito della IEA (<https://www.iea.org/reports/globalabc-roadmap-for-buildings-and-construction-2020-2050>)

17. Comunicazione della commissione al parlamento europeo, al consiglio, al comitato economico e sociale europeo e al comitato delle regioni del dicembre 2015 con il titolo di “L'anello mancante - Piano d'azione dell'Unione europea per l'economia circolare”, recuperato da [www.mite.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/varianello\\_mancante\\_piano\\_azione\\_economia\\_circolare.pdf](http://www.mite.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/varianello_mancante_piano_azione_economia_circolare.pdf)

tore delle costruzioni) e produzione di emissioni inquinanti a livello europeo (rispettivamente 13,5 Gt e 17,1 Gt di emissioni di CO<sub>2</sub>)<sup>15</sup>. Il solo settore edilizio è responsabile del 39% della CO<sub>2</sub> emessa a livello globale<sup>16</sup>.

Un'attenzione particolare viene, inoltre, data anche alla **salvaguardia della biodiversità** e alla **diffusione dell'EC**.

Per tradurre parte di questi obiettivi posti dal Green Deal in azioni, nel 2015 è stato proposto il primo “**Piano d'azione per l'economia circolare**” dalla Commissione Europea (**COM (2015) 614**)<sup>17</sup> che prevede una prima relazione completa con linee guida e strategie per un passaggio dall'economia lineare a quella circolare. Una prima idea di **transizione** in cui il valore dei prodotti, dei materiali e delle risorse viene mantenuto quanto più a lungo possibile e la produzione di rifiuti è ridotta al minimo.

Questo tipo di approccio ha consentito all'Europa di iniziare a sviluppare un'economia sostenibile, che rilascia meno emissioni e utilizza le risorse in modo più efficiente rimanendo competitiva a livello globale. Creando, allo stesso tempo, nuove opportunità commerciali, modi di produzione e consumo innovativi e più efficienti e nuovi posti di lavoro a livello locale.

L'utilizzo delle risorse da parte dell'uomo è oramai insostenibile per questo c'è bisogno di passare ad un'economia completamente circolare entro il 2050. Riducendo così le emissioni di CO<sub>2</sub>, stimolando la crescita economica e creando nuovi posti di lavoro.

Negli anni successivi è stata rilevata la necessità di aggiornare, rafforzare e rivedere questo Piano improntando le azioni di quest'ultimo verso degli obiettivi specifici, infatti, nel 2020 la Commissione Europea ha deciso di varare un nuovo piano d'azione per l'economia circolare, per il periodo 2020-2024, volto a prevenire e gestire i rifiuti prodotti e a stimolare la crescita e la competitività dell'UE nel settore.

L'11 marzo 2020 è stato presentato il “**Nuovo piano d'azione per l'economia circolare**” (**COM (2020) 98**) che, in continuità con quello precedente, ha l'obiettivo di accelerare e proseguire la transizione verso un'EC promuovendo processi circolari, incoraggiando il consumo sostenibile e l'allungamento della vita utile delle risorse. Riconosce infatti l'EC come **l'elemento fondamentale** per la ripresa post-Covid, per una crescita inclusiva, come strumento utile per ottenere nuovi posti di lavoro e sostenere catene di approvvigionamento locali resilienti.

Il piano d'azione definisce **7 settori chiave** in cui applicare l'EC: plastica;

tessile; rifiuti elettronici; cibo, acqua e sostanze nutritive; imballaggi; batterie e veicoli; edifici e costruzioni.

Per quanto riguarda il **settore delle costruzioni**, vengono descritti i principali punti su cui si deve puntare: il prolungamento della durata della vita degli edifici, la diminuzione dell'impronta di carbonio dei materiali utilizzati e a stabilire dei requisiti minimi in materia di risorse rinnovabili ed efficienza energetica, in quanto responsabile di oltre il 35% dei rifiuti totali dell'UE.

Come per il settore dell'edilizia, anche per gli altri settori chiave individuati vengono identificate delle strategie ad hoc ma nello specifico le politiche adottate dal Parlamento Europeo e dal Consiglio Europeo si basano su tre punti chiave da potenziare:

- la progettazione sostenibile ed ecodesign;
- **la riprogettazione dei processi produttivi**;
- la responsabilizzazione dei consumatori.

Un esempio lo vediamo nell'**eco-design**, in cui sono stati inclusi dei criteri di EC per cercare di favorire il prolungamento della vita utile di un prodotto e la sua riparabilità.

Altro ambito descritto in questo nuovo piano è il nesso tra circolarità e digitalizzazione, che vede la creazione di un **passaporto digitale dei prodotti** come potente strumento per garantire il flusso di informazioni su materiali, rifiuti e componenti chimici.

**L'informazione dei consumatori** è un elemento fondamentale per prendere decisioni sostenibili, perché solo attraverso dati affidabili sui prodotti nei punti vendita è possibile sensibilizzare i cittadini e farli partecipare attivamente all'EC usufruendo dei benefici che essa comporta effettuando delle scelte sostenibili.

Un aspetto importante introdotto è il nuovo **“diritto alla riparazione”** per i consumatori. Elemento chiave per la promozione del riuso e volto a sensibilizzare le aziende a pensare a prodotti facilmente riparabili, per consentire la riparazione riducendo la quantità di rifiuti prodotti.

Vengono quindi sviluppati **nuovi indicatori** che tengono conto della circolarità, della neutralità climatica e della riduzione delle emissioni a zero. Sono in fase di sviluppo ulteriore quelli relativi all'uso delle risorse, per tenere conto dei consumi e dell'impronta ambientale dei materiali.

Tuttora, l'Europa lavora costantemente per applicare l'EC a tutte le strategie per il Green Deal, con un approccio globale che guarda all'intero ciclo di

18. Risoluzione del Parlamento europeo del 10 febbraio 2021 sul nuovo piano d'azione per l'economia circolare (2020/2077 (INI))

vita dei prodotti.

La recente risoluzione del Parlamento Europeo del 10 febbraio 2021 nei confronti dell'EC<sup>18</sup> invita la Commissione a proporre degli obiettivi per il 2030 con la finalità di ridurre l'impronta dei materiali e dei consumi e trovare sinergie tra EC e mitigazione dei cambiamenti climatici. A partire da richieste successive effettuate dal Parlamento Europeo per rendere più rigorose le norme sull'uso e il consumo dei materiali vergini (9 marzo 2021), la Commissione Europea ha proposto nuovi macro-indicatori riguardanti la determinazione dei consumi della produzione (materiali domestici e impronta materiali legati al PIL), la generazione di rifiuti da imballaggi e i livelli di riciclo delle filiere. L'introduzione di indicatori per marcare il livello di eco-innovazione raggiunto dalle filiere serve per evidenziare lo stretto legame tra EC e clima guardando alle risorse naturali, alla qualità dell'aria e alla disponibilità/qualità dell'acqua.

Nello specifico si sta mirando alla produzione di **prodotti più sostenibili**, a rendere **“circolari”** i settori principali, al **miglioramento delle filiere di produzione** e ad un **efficace gestione dei rifiuti**.

Una progettazione ecocompatibile è essenziale per pensare a dei materiali sostenibili, climaticamente neutri ed efficienti. Vengono quindi proposte iniziative per combattere l'obsolescenza prematura, per migliorare la durata e la riparabilità dei prodotti e per rafforzare il diritto alla riparazione dei consumatori.

Un altro aspetto importante è legato alla lotta al Greenwashing<sup>19</sup> (aziende che si presentano rispettose dell'ambiente rispetto all'effettiva realtà) attraverso indicazioni sull'impatto ambientale dei prodotti. Un'integrazione di sostenibilità e circolarità in tutte le fasi di produzione, dalla progettazione al prodotto finito per una corretta informazione del consumatore.

Gli aspetti normativi europei, riguardanti l'ambito della sostenibilità, sono in continua evoluzione e perfezionamento ma quello che si è notato in questi ultimi anni è la propensione a un passaggio repentino ad un'economia diversa. Un sistema economico che valorizzi i rifiuti come risorse prime seconde rimettendoli in circolo, in grado di dare una grande svolta alle questioni ambientali di oggi.

19. Nel vocabolario Treccani viene definito greenwashing come *“la strategia di comunicazione o di marketing perseguita da aziende, istituzioni, enti che presentano come eco-sostenibili le proprie attività, cercando di occultarne l'impatto ambientale negativo. [...]”*

## Iniziative, strumenti e normative europee a supporto della transizione

Esistono diverse iniziative, progetti europei, certificazioni e normative che promuovono e regolano il passaggio a questo tipo di economia sostenendo le imprese e qualsiasi tipo di soggetto intenzionato alla trasformazione della filiera lineare in una circolare.

L'Unione Europea si occupa già di regolamentare la sostenibilità dei prodotti e una prima distinzione si può fare tra legislazioni UE obbligatorie (Direttiva sulla progettazione ecosostenibile<sup>20</sup>) e quelle volontarie (Ecolabel UE<sup>21</sup> e Criteri per gli appalti pubblici verdi<sup>22</sup>). Mancavano però un insieme di prescrizioni che garantiscano una trasformazione dei prodotti in termini più sostenibili e permettendo di soddisfare i criteri dell'EC.

Il **Nuovo piano d'azione per l'economia circolare** consente la regolamentazione di alcuni parametri fondamentali per questo passaggio con l'obiettivo di:

- Migliorare la durabilità, riusabilità, riparabilità dei prodotti e garantire la possibilità di aggiornamento;
- Contrastare l'obsolescenza prematura;
- Eliminare le sostanze pericolose dai prodotti
- Aumentare l'efficienza sotto l'aspetto energetico e di risorse;
- Aumentare il contenuto riciclato all'interno dei nuovi prodotti senza comportare perdite di prestazioni o sicurezza;
- Permettere la rigenerazione e il ricondizionamento dei prodotti usati;
- Promuovere un riciclaggio di alta qualità;
- Ridurre l'impronta di carbonio e l'impronta ecologica;
- Limitare fino ad eliminare completamente l'utilizzo di prodotti usa e getta;
- Incentivare l'idea di prodotto come servizio;
- Promuovere la digitalizzazione e la condivisione di informazioni sui prodotti (passaporti, etichette, ecc...)
- Creare un sistema di incentivi in base al grado di sostenibilità raggiunto.

Sulla base di questi obiettivi vengono forniti degli strumenti a sostegno di questi principi per garantire una condivisione di informazioni e il rispetto dei requisiti fondamentali di sostenibilità. Ad iniziare dalla formazione

20. Direttiva 2009/125/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 21 ottobre 2009, relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti connessi all'energia (GUL 285 del 31.10.2009, pag. 10)

21. Regolamento (CE) n. 66/2010 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 25 novembre 2009, relativo al marchio di qualità ecologica dell'Unione europea (Ecolabel UE) (GUL 27 del 30.1.2010, pag. 1)

22. Fonte: [https://ec.europa.eu/environment/gpp/eu\\_gpp\\_criteri\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/gpp/eu_gpp_criteri_en.htm)

23. Approfondimento su: <https://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/footprint/PEF%20methodology%20final%20draft.pdf>

24. Approfondimento su: [https://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/footprint/OEF%20Guide\\_final\\_July%202012\\_clean%20version.pdf](https://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/footprint/OEF%20Guide_final_July%202012_clean%20version.pdf)

di un **Database europeo per le applicazioni circolari intelligenti**, dove sono contenuti dati sulle catene del valore e informazioni sui prodotti, fino all'implementazione delle informazioni tuttora presenti sui prodotti con l'aggiunta di dati riguardanti la vita utile del prodotto, alla possibilità di riparazione e alla disponibilità dei pezzi di ricambio.

Le **dichiarazioni ambientali** prodotte dalle aziende dovranno essere convalidate attraverso l'utilizzo del **PEF**<sup>23</sup> e del **OEF**<sup>24</sup>, ad implementazione del marchio Ecolabel UE.

Il Nuovo piano d'azione per l'economia circolare definisce questi **due metodi come "il PEF (Product Environmental Footprint), il metodo generale per misurare e comunicare il potenziale impatto ambientale del ciclo di vita del prodotto e l'OEF (Organisation Environmental Footprint), il metodo per misurare e comunicare l'impatto ambientale del ciclo di vita di un'organizzazione"**.

---

## Metodologie e indicatori

Qui di seguito verranno elencati alcune metodologie e indicatori creati per monitorare e misurare la sostenibilità e la circolarità delle azioni compiute in diversi ambiti.

- **Metodologia LCA**

LCA (Life Cycle Assessment) è un metodo riconosciuto a livello internazionale utilizzato per analizzare il ciclo di vita di un bene o servizio quantificando i potenziali impatti sull'ambiente e sulla salute umana associati ad esso, considerando il rispettivo consumo di risorse ed emissioni. Questo metodo considera l'intero ciclo di vita del prodotto o servizio oggetto di analisi.

- **Indicatori dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) - Centro Nazionale dei Rifiuti e dell'Economia Circolare**<sup>25</sup>

Indicatori proposti sul Rapporto Rifiuti Speciali (edizione 2021) utili per misurare e monitorare le quantità di rifiuti prodotte, riciclate, ecc.

- **Level(s)**<sup>26</sup>

Framework di valutazione e di monitoraggio per migliorare la sostenibilità

25. ISPRA, (Giugno 2021), Rapporto Rifiuti Speciali, edizione 2021. Roma, ISBN 978-88-448-1052-8

26. Fonti: [https://ec.europa.eu/environment/levels\\_en](https://ec.europa.eu/environment/levels_en)  
<https://op.europa.eu/it/publication-detail/-/publication/f5d52b58-2e95-11ec-bd8e-01aa-75ed71a1>

degli edifici che stabilisce degli indicatori per la valutazione della circolarità.

- **CIRCULTICS (Ellen MacArthur Foundation)**

Un insieme di indicatori proposti dalla fondazione Ellen MacArthur che permettono un'analisi quali-quantitativa del grado di circolarità raggiunto da un'azienda. Questi indicatori vengono raggruppati in due macrocategorie (Fattori abilitanti e Risultati) e coprono sei temi specifici (Prodotti e Materiali, Servizi, Acqua, Energia e Finanza). L'output finale fornito è un'attestazione del grado di circolarità dell'azienda.

- **CIRCULAR TRANSITION INDICATORS (World Business Council For Sustainable Development)**

Questi indicatori proposti dal WBCSD propongono una valutazione dal livello di prodotto fino a quello del business. L'approccio utilizzato è di tipo quantitativo ed è basato su tre categorie di indicatori: chiusura del ciclo, ottimizzazione del ciclo e valorizzazione del ciclo. In sintesi l'analisi si basa sulla misurazione dell'energia rinnovabile utilizzata, della circolarità dell'acqua all'interno dell'azienda e dei flussi di materiali utilizzati. Alla fine della valutazione viene rilasciato un report con la valutazione delle prestazioni di circolarità dell'azienda e i possibili miglioramenti da fare.

- **Material Circularity Indicator (Ellen MacArthur Foundation)<sup>27</sup>**

Uno strumento che consente alle aziende di identificare il valore circolare aggiunto dei loro materiali e prodotti misurando il livello di ripristino dei flussi di materiale di un prodotto in maniera circolare, i suoi impatti e rischi derivati da questa trasformazione.

27. Fonte: <https://ellenmacarthurfoundation.org/material-circularity-indicator>

- **PRODUCT CIRCULARITY DATA SHEET (PCDS) – Lussenburgo**

Metodo utilizzato per la raccolta di dati, utili a stabilire la circolarità di un prodotto in base al suo percorso di progettazione e fabbricazione. Il metodo usa un approccio quantitativo basato sulla composizione materica del prodotto analizzato e viene suddiviso in 5 fasi riguardanti la circolarità di un prodotto: informazioni generali, composizione, design per migliorarne l'uso, progettazione del disassemblaggio e strategie per un riuso futuro.

- **PROGETTO UNI1608856 “Misurazione della circolarità – Metodi e**

## **indicatori per la misurazione dei processi circolari nelle organizzazioni”**

Metodo di misurazione della circolarità a più livelli (da quello nazionale a quello aziendale) sviluppato dall'ente UNI/CT 057/GL 03 e che stabilisce uno standard sul quale basarsi.

Questo ente ha sviluppato un set di indicatori quantitativi e qualitativi per la misurazione della circolarità lungo tutta la catena del valore (progettazione, approvvigionamento, produzione, distribuzione e vendita, utilizzo, fine utilizzo, impiego trasversale) secondo alcuni parametri: risorse naturali utilizzate, rifiuti prodotti, risorse umane, prodotti/asset, servizi e progetti, sviluppo sostenibile, logistica e fattori abilitanti.

In questo modo viene definito un sistema di rating che fornisce un punteggio di circolarità dell'oggetto della valutazione.

---

### **Piattaforme europee, nazionali e locali per la transizione all'EC**

28. Fonte: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/>

29. Fonte: <https://www.icesp.it/>

30. Fonte: <https://pacecircular.org/>

- **European Circular Economy Stakeholder Platform (ECESP)<sup>28</sup>**

Piattaforma online europea degli stakeholder per l'economia circolare pensata per favorire la cooperazione intersettoriale delle aziende sulle tematiche di economia circolare. Supporta questo tipo di passaggio attraverso la condivisione di iniziative, idee, esperienze e propone delle linee guida per questo passaggio in linea con le azioni europee.

- **Italian Circular Economy Stakeholder Platform (ICESP)<sup>29</sup>**

Piattaforma online italiana pensata per favorire la cooperazione intersettoriale delle aziende sulle tematiche di economia circolare. Supporta questa transizione attraverso il confronto tra diversi attori che condividono le loro proposte, esperienze, iniziative e fornisce linee guide per il passaggio all'economia circolare.

- **Platform for Accelerating the Circular Economy (PACE)<sup>30</sup>**

Piattaforma online create con l'obiettivo di accelerare la transizione da un'economia lineare a un'economia circolare attraverso diverse azioni: fornendo soluzioni, identificando e promuovendo le best practices e conoscenze di EC, proponendo delle linee guida comuni, collegando e introducendo diversi attori e leader privati e pubblici in una rete più grande.

- **MATREC**<sup>31</sup>

Una piattaforma online che ha come obiettivo quello di organizzare, documentare, archiviare materiali, componenti e prodotti esistenti e creare un passaporto digitale in modo da consentirne la condivisione e il riutilizzo.

31. Fonte: <https://www.matrec.com/>

- **Madaster**<sup>32</sup>

Piattaforma online in cui vengono archiviati e documentati dei materiali, componenti e prodotti esistenti (creando un passaporto dei materiali) in modo da poter condivisi e riutilizzati in maniera circolare da chi consulta il sito web.

32. Fonte: <https://madaster.com/>

- **ISO/TC 323 (norme in fase di elaborazione)**

Per quanto riguarda il sistema di normazione ISO, la ISO TC 323 sta elaborando alcuni standard che riguardano l'EC:

- **ISO/WD 59004** - Framework and principles for implementation
- **ISO/WD 59010** - Guidelines on business models and value chains
- **ISO/WD 59020.2** - Measuring circularity framework
- **ISO/CD TR 59031** - Performance-based approach - Analysis of cases studies
- **ISO/DTR 59032.2** - Review of business model implementation
- **ISO/AWI 59040** - Product Circularity Data Sheet.

- **UNI/CT 057**

L'ente normativo UNI, nei confronti di questo tema, ha istituito una commissione apposita (Commissione UNI/CT 057 Economia circolare) per la normazione e lo sviluppo di requisiti, quadri di riferimento, linee guida e strumenti di supporto per implementare l'EC e all'interno dei progetti. La commissione **UNI CT 057** è stata creata dall'ente di normazione con lo scopo di sviluppare entro il 2023, quattro standard per l'EC e di conseguenza delle norme tecniche nazionali in merito. I quattro gruppi di lavoro creati sono:

- **UNI/CT 057/GL 01** “Principi, framework e sistemi di gestione”
- **UNI/CT 057/GL 02** “Guida per l'implementazione e applicazioni settoriali”
- **UNI/CT 057/GL 03** “Misurazione della circolarità”

---

**Standard e Norme  
ISO - UNI**

– **UNI/CT 057/GL 04** “Problemi specifici – buone pratiche”

La prima include 81 indicatori di circolarità, suddivisi in sei categorie per facilitarne la compilazione (risorse materiche e componenti; risorse energetiche e idriche; rifiuti ed emissioni; logistica; prodotti/servizi; risorse umane, asset, policy e sostenibilità). La maggior parte di questi indicatori sono di tipo quantitativo e si calcolano su una scala su base 100.

Questi indicatori sono rivolti a qualsiasi tipo di soggetto che fornisce prodotti o eroga servizi e si possono applicare a diverse scale micro meso e macro.

Questo documento è stato progettato non solo per la misurazione della circolarità ma anche per il monitoraggio dell’andamento della transizione.

Fino ad ora però sono state prodotte (febbraio 2022) due norme UNI:

– **Specifica tecnica UNI/TS 11820** – “Misurazione della circolarità, metodi ed indicatori per la misurazione dei processi circolari nelle organizzazioni” (progetto UNI1608856);

– **Rapporto tecnico UNI/TR 11821** – “Analisi di buone pratiche di economia circolare per la valutazione del loro funzionamento e delle prestazioni e per favorirne la replicabilità” (progetto UNI1608977).

---

**Certificazioni,  
auto-dichiarazioni e  
attestazioni**

• **Cradle-to-Cradle**

Certificazione che valuta le prestazioni ambientali e sociali di un prodotto. La valutazione avviene attraverso un approccio quali-quantitativo basato su tre principi: completo riciclo dei materiali a fine vita del prodotto, uso di energia rinnovabile e rispetto della biodiversità.

L’output che si ottiene sarà una serie di punteggi di cinque categorie specifiche: salubrità dei materiali, tasso di riciclo dei materiali, energia rinnovabile utilizzata, gestione delle risorse idriche e responsabilità sociale assunta. Da questa valutazione si otterrà una posizione del prodotto in uno dei cinque livelli, dal più basso al più alto: base, bronzo, argento, oro, platino.

• **Circle assessment**

Tipologia di auto-dichiarazione che attraverso la misurazione, a livello aziendale, della corrispondenza delle pratiche organizzative e operative aziendali rispetto agli obiettivi circolari, fornisce un report con le strategie circolari adottate dall’azienda, le possibili implementazioni e possibilità

future. Il metodo utilizzato si basa su otto elementi di valutazione: energia rinnovabile, recupero di risorse, riutilizzo/ riciclaggio, interazione tra prodotti e servizi, trasparenza lungo la catena di approvvigionamento, progettazione, tecnologia digitale utilizzata e consolidamento delle conoscenze apprese.

- **Ecolabel UE**<sup>33</sup>

È un marchio di qualità ecologica che indica e certifica (secondo Regolamento CE n. 66/2010) il basso impatto ambientale dei prodotti delle aziende. La certificazione può essere richiesta su base volontaria.

- **Green Public Procurement (GPP)**<sup>34</sup>

Criteri sviluppati per facilitare l'inserimento di pratiche sostenibili negli appalti pubblici dell'UE. Questi criteri minimi mirano a raggiungere un buon equilibrio tra prestazioni ambientali, costi, disponibilità del mercato e facilità di verifica dei requisiti minimi. Attraverso i GPP si garantisce una minima qualità ambientale e di sostenibilità degli edifici costruiti attraverso gli appalti pubblici.

- **INTERREG CE CIRCE2020**

Progetto europeo con l'obiettivo di agevolare la transizione verso un modello di EC nella regione di riferimento, in modo da sostenere l'attenzione sul tema e condividere con gli stakeholder linee guida e possibili azioni per l'attuazione di questa transizione.

- **Wool2Loop**<sup>35</sup>

Un progetto finanziato dalla commissione europea per lo smistamento e il riciclo della lana di roccia da rifiuto da costruzione alla reintroduzione nel ciclo di produzione come nuovo materiale utilizzabile nelle nuove costruzioni. Attraverso questo progetto di riciclo vengono creati dei nuovi geo-polimeri dai rifiuti di lana di roccia che diventano una risorsa preziosa per nuovi materiali ceramici o tipi di cementi.

- **Progetto Houseful**<sup>36</sup>

Il Progetto Houseful è un sistema di servizi innovativi progettati per una gestione circolare e uso efficiente di acqua, rifiuti, energia e materiali in tut-

33. Regolamento (CE) n. 66/2010 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 25 novembre 2009, relativo al marchio di qualità ecologica dell'Unione europea (Ecolabel UE) (GU L 27 del 30.1.2010), pag. 1

34. I GPP possono essere recuperati e consultati sul sito web: [https://ec.europa.eu/environment/gpp/eu\\_gpp\\_criteria\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/gpp/eu_gpp_criteria_en.htm)

---

## Progetti Europei

35. Fonte: <https://www.wool2loop.eu/en/>

36. Fonte: <https://houseful.eu/>

to il ciclo di vita di un edificio.

Secondo i dati recuperati da questo progetto, nel processo costruttivo in Europa, si creano circa il 10-15% di rifiuti solo nella fase di costruzione e il 54% nella fase di demolizione.

Per questo motivo il progetto punta alla riduzione dei rifiuti destinati alle discariche (dall'attuale 40% al 10% in 10 anni) oltre a diversi altri obiettivi.

37. Fonte: <https://cityloops.eu/>

- **CityLoop**<sup>37</sup>

Progetto finanziato dal programma europeo Horizon 2020 con l'obiettivo di promuovere la circolarità urbana e che raggruppa diversi attori sociali per sviluppare *“una serie di procedure innovative, approcci e strumenti open access e open source per incorporare la circolarità nei processi di pianificazione e decisione per i rifiuti da costruzione e demolizione e i rifiuti organici nelle città”* (cityloops.eu, 2020).

In questo programma ogni città che aderisce ha un suo focus:

- Siviglia – riduzioni consumi acqua e riciclo rifiuti
- Porto – migliorare la circolarità dei rifiuti organici e sprechi alimentari
- Apeldoorn – realizzazione di una strada circolare con utilizzo di materiali riciclati della zona
- Høje-Taastrup – incentivazione dello stoccaggio e riuso dei materiali

In queste città la circolarità assume la forma di “banche” o “mercati”, digitali o reali, per lo stoccaggio e il riuso di materiali per altri progetti nelle vicinanze.

Questi progetti hanno portato allo sviluppo di diversi *“strumenti, manuali e guide per l'uso di materiali riciclati e scansioni 3D delle zone utilizzate per mappare le risorse”* (cityloops.eu, 2020), utili per tutte quelle città che in futuro decideranno di applicare un approccio circolare, rendendo il processo, ottenuto da questi esempi di città, facile, accessibile e facilmente replicabile.

38. Fonte: <https://waste4think.eu/>

- **Waste4think**<sup>38</sup>

Progetto finanziato dal programma europeo Horizon 2020 per la gestione circolare dei rifiuti, il quale punta alla partecipazione pubblica coinvolgendo quattro città e attraverso diversi strumenti cerca soluzioni innovative promuovendo un cambiamento delle abitudini della popolazione locale.

- **Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo del 21/07/2007, Allegato II** – fornisce linee guida per stabilire se un prodotto è considerato rifiuto o sottoprodotto.
- **Waste Framework Directive 2008/98/CE** – legislazione sulla gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione a livello europeo e pone come obiettivo il 70% del tasso di recupero dei rifiuti entro il 2020.
- **Direttiva sull’Ecodesign 2009/125/CE** – elabora delle specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti connessi all’energia e viene considerata parte integrante del Piano d’azione per l’EC. Integra gli impatti ambientali lungo il ciclo di vita dei prodotti concentrandosi solo sulla fase d’uso. Questa Direttiva viene applicata con la Risoluzione del Parlamento europeo del 31 maggio 2018.
- **Elenco Europeo dei rifiuti** – elenco utile per l’identificazione della tipologia di rifiuto attraverso una distinzione in codici specifici EER.
- **Regolamento Europeo n° 333/2011** – identifica gli End of Waste dei rottami metallici.
- **Regolamento Europeo n° 1179/2012** – identifica gli End of Waste dei rottami vetrosi.
- **Protocollo UE per la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione (2016)**<sup>39</sup> - Questo protocollo fa parte del primo Pacchetto sull'economia circolare presentato dalla Commissione europea nel dicembre 2015<sup>40</sup> e ha l’obiettivo generale di “*umentare la fiducia nel processo di gestione dei rifiuti C&D e nella qualità dei materiali riciclati da tali rifiuti*” (2016) attraverso una migliore identificazione, separazione, raccolta, logistica, trattamento e gestione dei rifiuti.
- **Direttiva (UE) 2018/851** – Direttiva sui rifiuti che fornisce nuove linee guida a livello europeo per migliorare e trasformare la gestione dei rifiuti in una più sostenibile, migliorando l’efficienza nell’uso delle risorse e garantendo che i rifiuti siano considerati una risorsa, in modo

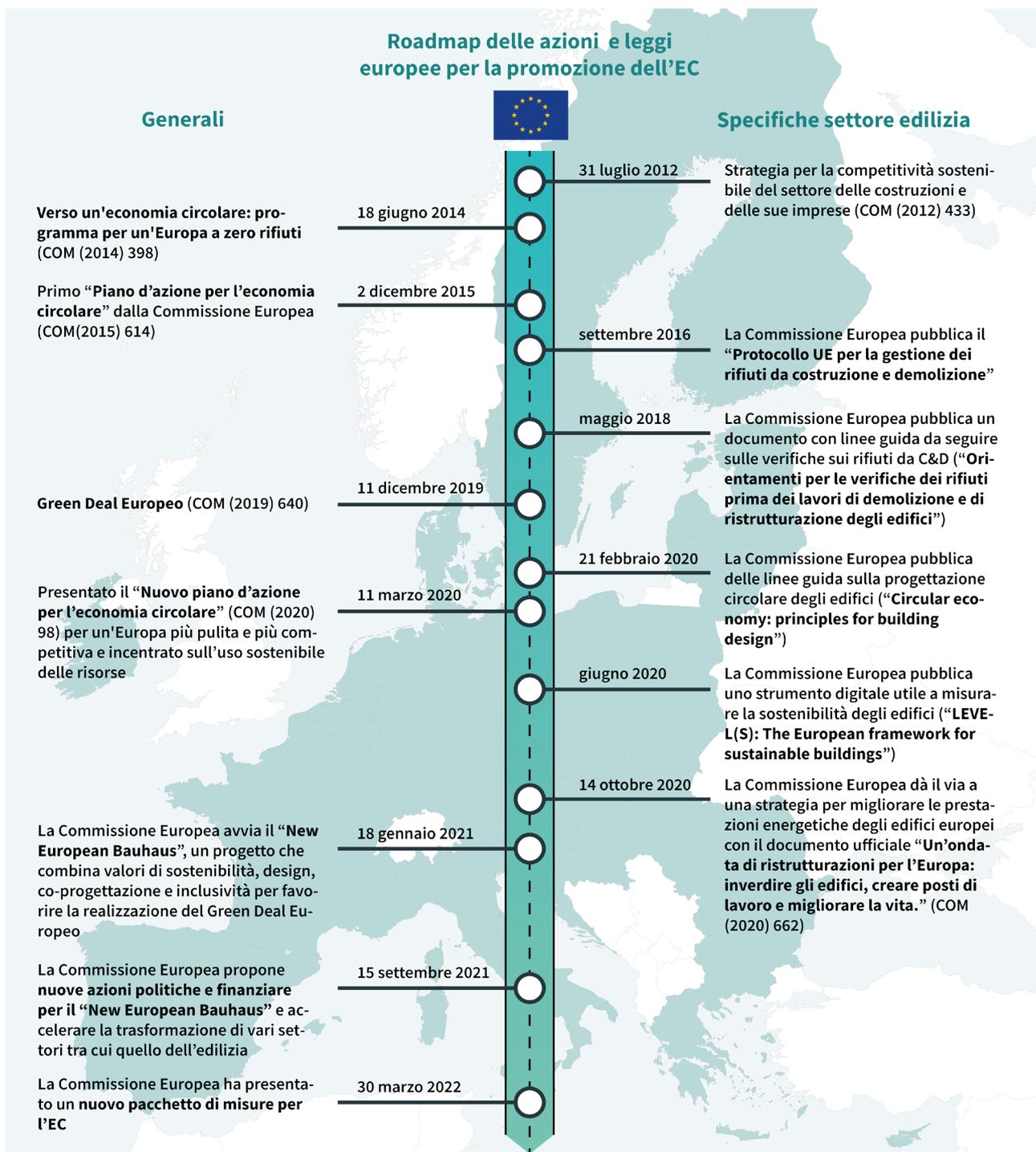
39. Recuperabile da: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/20509/attachments/1/translations/it/renditions/pdf>

40. Adottato il 2 dicembre 2015, [http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm)

da ridurre la dipendenza dell'Unione dalle importazioni.

41. Fonte: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/31521/attachments/1/translations/it/renditions/native>

- **Commissione Europea (2018a)**<sup>41</sup> - orientamenti per le verifiche dei rifiuti prima dei lavori di demolizione e di ristrutturazione degli edifici. Gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione nell'UE.
- **Regolamento sulla tassonomia (Regolamento 2020/852)** - crea un sistema per valutare le diverse attività economiche e orientarle verso investimenti per realizzare tecnologie e imprese più sostenibili e circolari.
- **Piano d'azione per le materie prime critiche (COM(2020) 474) del 3 settembre 2020** - Individua una serie di materie prime in fase di esaurimento e propone 10 azioni da attuare per la risoluzione di questa problematica. Istituisce la ERMA (European Raw Material Alliance) per il monitoraggio e l'attuazione delle azioni utili ad evitare l'esaurimento di queste risorse.



Qua sopra viene rappresentata la roadmap delle diverse azioni e normative, relative all'economia circolare, susseguite negli anni fino al giorno d'oggi in ambito europeo. In questa rappresentazione grafica si vedono parallelamente quelle generali sul tema e quelle riferite nello specifico al settore delle costruzioni.

Figura 10. Roadmap delle principali azioni e iniziative europee per la promozione dell'EC (elaborazione a cura dell'autore)

## 2.2.1

### Promozione dell'EC nelle imprese in ambito Europeo

42. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control), OJ L 334, 17.12.2010, p. 17

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/ALL/?uri=celex%3A32010L0075>

43. Best Available Techniques reference documents -BREFs: elenco dei documenti di riferimento elaborati nell'ambito dello scambio di informazioni effettuate nel quadro della direttiva sulle emissioni industriali (<https://www.epa.ie/our-services/licensing/industrial/industrial-emissions/licensing-ied/industrial-emissions/licensing-process-explained/bat-bref-cid/bat-bref-cid-reference-documents/>), (<https://op.europa.eu/it/publication-detail/-/publication/>)

44. Reperibile sul sito web <http://www.industrialsymbiosis.it/piattaforma>

È prevista la promozione dell'economia circolare nelle aziende attraverso la revisione della **Direttiva sulle emissioni industriali**<sup>42</sup>, dove sono presenti i valori limite di emissioni riferiti alle diverse lavorazioni effettuate e le regolamentazioni a riguardo, introducendo delle pratiche di EC nel “**Documento di Riferimento delle migliori tecniche disponibili**”<sup>43</sup>.

Un elemento importante sul quale si sta puntando è, inoltre, la **simbiosi industriale** cioè l'interazione tra diverse aziende raggruppate per distretti, con alla base la condivisione e la messa in rete di materie, conoscenze ed energia, con l'obiettivo finale di massimizzare il riutilizzo di risorse considerate scarti e ottimizzare la diffusione di conoscenze tra le stesse. Questo avviene attraverso la creazione di un sistema di segnalazione e certificazione in modo da incentivare questo tipo di ciclo virtuoso.

La **piattaforma Symbiosis**<sup>44</sup>, creata dalla divisione Enea che si occupa dell'uso efficiente delle risorse e della chiusura dei cicli e nello specifico il RISE (Laboratorio di valorizzazione delle Risorse nei Sistemi Produttivi e Territoriali), permette di fare proprio questo.

È uno strumento a supporto delle aziende per creare reti e meccanismi di simbiosi industriale in modo funzionale e semplice consentendo di entrare nel network. Questa piattaforma, dopo alcuni semplici passi, consente di registrare la propria azienda e collegarla con altre aziende presenti nel network valutando gli input e gli output che vengono prodotti e collegandoli tra loro. Lo strumento nel suo complesso si prefigura molto interessante e consente di mappare, da una parte, gli input e gli output dell'azienda, realizzando allo stesso tempo uno schema grafico del processo produttivo identificando i punti in cui entrano input e quelli in cui si generano output (scarti e rifiuti).

L'Europa, per quanto riguarda l'industria punta sulla promozione:

- del settore bio-based e circolare attraverso l'attuazione del Piano di azione della Bioeconomia;
- delle tecnologie digitali per tracciare, monitorare e mappare le risorse;
- delle tecnologie verdi attraverso la creazione di un apposito marchio di certificazione;
- di una “Nuova strategia per le PMI” ((COM2020)103) che consenta la collaborazione in chiave circolare negli ambiti di formazione, consu-

lenza (Enterprise Europe Network), collaborazione e trasferimento di conoscenza (Centro eccellenza Europeo per la gestione efficiente delle risorse).

I **vantaggi** per le imprese che attuano questo tipo di trasformazione della filiera sono diversi. In primo luogo, un risparmio economico in termini di costo delle materie prime attraverso la valorizzazione degli scarti, il riutilizzo di materiali di riciclo e l'inserimento di materie prime seconde all'interno del ciclo produttivo. Un'innovazione dei prodotti e dei processi dell'azienda in termini sostenibili creando nuove opportunità economiche, anche migliorando il ciclo di trattamento dei rifiuti. A questo, parallelamente, è necessario però prevedere strumenti e normative che incentivino il mercato delle imprese e dei prodotti "circolari" riducendo la differenza di costi e di prezzi rispetto alle produzioni "lineari", ora più convenienti in termini di costo rispetto alle prime.

In questo processo circolare si vede anche la creazione di una rete di partnership nelle filiere produttive che valorizzano materie e prodotti recuperati da scarti di altri processi produttivi, ottenendo l'ottimizzazione delle risorse nel ciclo.

Così non vengono solo generati vantaggi per le imprese ma sono anche numerosi quelli a favore dei cittadini che ottengono un prodotto di qualità, più duraturo, pensato per essere riciclato, riparato o riutilizzato. Nonché la creazione di una nuova gamma di prodotti pensati come servizi per agevolare i consumatori e migliorare la qualità della vita.

Questa tipologia di investimento è un fenomeno legato ancora alla spontanea iniziativa delle singole imprese e i principali ostacoli a questa transizione sono la scarsa disponibilità delle competenze necessarie, gli elevati investimenti per adeguare gli attuali processi, le complessità burocratiche e i pochi incentivi e agevolazioni.

Per individuare, monitorare e gestire i benefici e le opportunità prodotte da questo cambiamento sono necessari degli indicatori specifici che molto raramente le aziende utilizzano (solo l'11% delle aziende che ha avviato questa tipologia di processi circolari utilizza degli indicatori<sup>45</sup>). Un altro aspetto critico è dato dalla complessità della normativa che porta le aziende a trattare gli scarti di produzione come rifiuti piuttosto che valorizzarli

---

### **Criticità/problematiche e possibili soluzioni legate alla transizione delle imprese**

45. Fonte : <https://www.cna.it/leconomia-circolare-cre-sce-tra-le-pmi-ma-restano-ancora-ostacoli/>

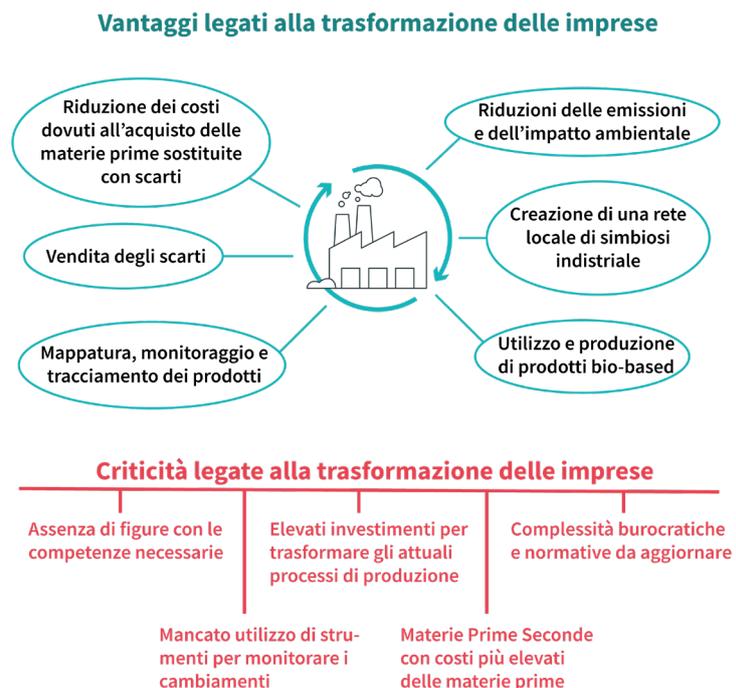
rintroducendoli in cicli di produzione, per evitare sanzioni legate al loro riutilizzo.

Ad oggi i materiali che escono da processi circolari non sono più economici di quelli che escono da processi lineari e questo non incentiva il mercato di questa tipologia di prodotti.

Le **possibili soluzioni** a queste criticità/problematiche potrebbero essere queste:

- maggiori incentivi economici e fiscali per sostenere questi investimenti circolari;
- definizione di un set di indicatori per misurare la circolarità;
- ridurre/semplificare la burocrazia ed eliminare le barriere normative che ostacolano la riconversione delle imprese in chiave circolare attraverso una revisione delle norme esistenti per renderle più semplici, spedite ed efficienti;
- creazione di un network di competenze a disposizione delle imprese e di partnership nelle filiere produttive per valorizzare materie e prodotti recuperati massimizzando la simbiosi industriale;
- incentivazione del mercato dei prodotti “circolari”, dei sottoprodotti/scarti e delle MPS riducendo i costi rispetto alle produzioni “lineari”;
- un'adeguata regolamentazione e nuovi standard sull'origine dei materiali o sulla tassazione delle materie prime;
- aumento della consapevolezza e partecipazione da parte dei cittadini attraverso l'informazione, comunicazione e educazione nazionale.

**Figura 11.** Vantaggi e criticità delle imprese alla trasformazione circolare (elaborazione a cura dell'autore)



### Promozione dell'EC nel settore delle costruzioni in ambito Europeo

Il settore dell'edilizia è uno dei settori con la **maggiore percentuale di produzione totale di rifiuti nell'UE**<sup>46</sup> (oltre il 35% dei rifiuti totali dell'UE), coprendo quindi un ruolo molto importante in questa transizione da un'economia lineare ad una circolare.

Per questo motivo, in ambito Europeo, il Parlamento europeo ha richiesto il prolungamento della durata del ciclo di vita degli edifici, nuovi obiettivi di riduzione dell'impronta di carbonio dei materiali e dei requisiti minimi riguardanti l'efficienza energetica e delle risorse.

Infatti, il Nuovo piano per l'economia circolare identifica degli interventi da effettuare sulla catena del valore, a partire dalle prime fasi del ciclo di vita dei prodotti e in particolar modo nella fase di progettazione che determina l'80% dell'impatto del prodotto nelle fasi successive.

I **principali temi** trattati per il settore edile riguardano:

- i materiali da costruzione, attraverso la revisione del “Regolamento sui prodotti da costruzione” integrando criteri di EC;
- le materie prime seconde, con l'introduzione di requisiti in materia di contenuto riciclato all'interno dei prodotti da costruzione;
- la durabilità dei prodotti e degli edifici, aumentando i criteri minimi di durabilità e valorizzando l'adattabilità degli edifici già edificati;
- i registri digitali, creando dei veri e propri registri digitali degli edifici per migliorarne il disassemblaggio, la sostituzione di componenti e la manutenzione ordinaria e straordinaria;
- il ciclo di vita, attraverso l'integrazione di una valutazione del ciclo di vita degli edifici negli appalti pubblici e di obiettivi per la riduzione del CO<sub>2</sub>;
- il recupero dei materiali edilizi, attraverso la revisione degli obiettivi di recupero dei materiali dettati dalla Normativa UE per i rifiuti da costruzione e demolizione e le frazioni di materiali;
- la valorizzazione del suolo e delle terre da scavo, riducendo l'impermeabilizzazione del suolo, riabilitando i siti dismessi e attraverso l'aumento dell'uso sostenibile e circolare delle terre e rocce da scavo.

In questo modo viene effettuata una revisione completa di molti parametri con una particolare attenzione ai materiali che verranno usati per l'efficientamento energetico degli edifici esistenti.

46. Fonte dei dati : [https://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/buildings-and-construction\\_it](https://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/buildings-and-construction_it)

Figura 12. Vantaggi e criticità legate al settore dell'edilizia per la trasformazione circolare (elaborazione a cura dell'autore)



### 2.3 New European Bauhaus

La **New European Bauhaus** è un'iniziativa interdisciplinare che mira a radunare imprese e aziende creative per accelerare il Green Deal Europeo. Raduna figure professionali di ogni tipo da tutta Europa dal settore del design a quello dell'architettura, inclusi scienziati, ingegneri, fino a ricercatori, studenti e cittadini con l'obiettivo di unire le menti e creare nuovi spazi abitativi sostenibili in modo da ridurre significativamente gli effetti dannosi che stiamo causando all'ambiente senza precludere l'estetica, la convenienza e la qualità dei nuovi prodotti o servizi. Questo per incoraggiare l'utilizzo di fonti di energia rinnovabile, lo sviluppo di prodotti sostenibili e processi circolari promuovendo la biodiversità, l'utilizzo di materiali biodegradabili, materie prime seconde e sottoprodotti.

Il movimento è simile al Bauhaus di Weimar e combina architettura e design per creare oggetti utili, all'avanguardia e belli con il solo scopo di migliorare la vita delle persone. Oggi questo concetto viene applicato ai principi di sostenibilità ormai imprescindibili nel mondo di oggi. Trarre ispirazione dalla natura, dai cicli naturali di vita e delle relazioni umane è un buon punto di partenza per iniziare a progettare in modo sostenibile.

Fondamentalmente questa iniziativa guarda sia all'anima che al corpo del

prodotto e lo fa attraverso dei principi alla base: **la sostenibilità, l'inclusività e l'estetica.**

Non tratta, quindi, solo di edifici ma anche di pianificazione urbana e riqualificazione, lavorando sull'inclusione e la creazione di spazi abitativi flessibili, accessibili e alla portata di tutti. Per questo motivo si pone diverse sfide riguardanti i temi che stanno alla sua base per ottenere un mondo futuro bello e sostenibile:

- Innovazione e prototipazione
- Praticità e accessibilità alla gente comune
- Forte legame con la natura
- Estetica e narrativa per raccontare alle persone il cambiamento
- Ricerca di una simbiosi tra urbanizzazione e biodiversità
- Legame con la tradizione locale attraverso materiali e metodi di lavoro
- Pensare ai rifiuti come una risorsa futura
- Digitalizzazione per ridurre costi, tempi e impatto ambientale

Questo approccio nell'ambito edilizio propone dei punti fermi molto interessanti su quello che può fare il settore per ridurre i suoi rifiuti e le sue emissioni, senza tralasciare l'aspetto sociale.

Il 15 settembre 2021 la Commissione Europea ha proposto nuove azioni politiche e finanziarie per il "New European Bauhaus" per accelerare la trasformazione di vari settori, tra cui quello dell'edilizia. Attraverso lo stanziamento di circa 85 milioni di euro per il periodo 2021-2022, si vuole puntare ad agevolare il passaggio ad un'Europa più verde con iniziative europee come **Horizon Europe**, il programma **LIFE** e il **Fondo Europeo di sviluppo regionale**.

## 2.4

### Italia in termini sostenibili e di EC

L'**Italia** è una superpotenza nell'EC e vanta **il più alto tasso di riciclaggio dei rifiuti in Europa** (79,4% sul totale dei rifiuti urbani e speciali, il doppio del media europea)<sup>47</sup>, inoltre è al primo posto per indice di circolarità nella classifica delle 5 più forti economie europee, come riportato sull'ultimo "*Rapporto sull'economia circolare in Italia*" redatto dal CEN in collaborazione con ENEA.

Il nostro Paese è tra le economie europee con maggiore produttività di

47. Fondazione Symbola-Unioncamere, GreenItaly 2021

risorse (valore economico generato dal consumo di materia), produttività energetica (euro di PIL generati per kg equivalente di petrolio) e utilizzo di energia rinnovabile rispetto al consumo totale di energia (17,8%). Anche se, le iniziative e le aziende più numerose ed interessanti che stanno agendo nell'ambito dell'EC sono prevalentemente tessili, esistono numerosi altri casi e ambiti che si stanno muovendo verso questo obiettivo. Un esempio lo vediamo nell'industria italiana del **legno per mobili**, la quale è al **1° posto in Europa per EC** (il **93%** dei pannelli truciolari prodotti in Italia è realizzato con legno riciclato).

Tuttavia, con il passare degli anni la velocità di questa sua transizione sta diminuendo, forse per la mancanza di investimenti sull'innovazione tecnologica e la diminuzione della registrazione di brevetti, come si nota dal suo ultimo posto in classifica<sup>48</sup>.

L'unico aspetto che penalizza il nostro Paese nella classifica europea è quello inerente al consumo interno di materiali e la valorizzazione dei rifiuti come materie prime seconde, difatti le importazioni sono nettamente superiori alle esportazioni e questo succede per questioni logistiche e di infrastrutture sul territorio, oltre che alla scarsità di risorse.

Questa propensione per l'EC in Italia probabilmente deriva proprio dalle scarse risorse naturali presenti nel Paese, in gran parte provenienti da importazioni, facendo scaturire una naturale necessità di resilienza nell'essere umano obbligandolo a adattarsi al mondo che lo circonda.

Il primo documento ufficiale in merito al tema dell'EC è stato pubblicato nel 2017, dopo un'ampia consultazione. Il documento "*Verso un modello di economia circolare per l'Italia. Documento di inquadramento e di posizionamento strategico*"<sup>49</sup> è stato pensato con l'obiettivo di fornire un inquadramento generale sull'economia circolare in Italia e definire il posizionamento strategico del Paese sul tema, in risposta all'Accordo di Parigi sui cambiamenti climatici e all'Agenda 2030 delle Nazioni Unite.

Tuttavia, con il passare degli anni il contesto di riferimento è mutato vedendo sempre più l'urgenza di un intervento per ridurre drasticamente le emissioni inquinanti, le risorse consumate e i rifiuti. Si è vista quindi la necessità di aggiornare le strategie individuate nel 2017 per renderle coerenti alle nuove sfide globali, attraverso la formulazione di una nuova strategia nazionale riguardante l'economia circolare.

La **Nuova strategia nazionale per l'EC**, ora in fase di consultazione pub-

48. Dati e indicazioni recuperate dal "3° Rapporto sull'economia circolare in Italia. Focus sull'economia circolare nella transizione alla neutralità climatica" del Circular Economy Network (2021), p.118-125.

49. Documento disponibile su: <https://www.mite.gov.it/notizie/disponibile-il-documento-finale-consultazione-pubblica-online-relativa-verso-un-modello-di>

blica, verrà adottata entro giugno 2022 e proporrà cinque principali aree di intervento: l'eco progettazione, l'innovazione di prodotto, la blue economy, la bioeconomia e le materie prime critiche.

L'obiettivo è quello di agevolare la transizione verde vedendola più che una necessità un'opportunità per migliorare l'attuale sistema produttivo italiano e rendere più competitive le aziende nell'ambito della sostenibilità ambientale attraverso:

- La definizione di nuovi strumenti amministrativi e fiscali per il potenziamento del mercato delle MPS (Materie Prime Seconde);
- L'estensione della responsabilità del produttore;
- La diffusione di pratiche di utilizzo di un prodotto come servizio e di condivisione delle risorse;
- La chiusura i cicli;
- La promozione dell'uso e gestione efficiente delle risorse e dei rifiuti;
- La definizione di una roadmap di azioni e obiettivi per il 2040.

Questa nuova strategia italiana punterà all'eco-progettazione e all'eco-efficacia e prevede di mettere in atto una serie di misure per promuovere l'EC:

- Creare un nuovo sistema digitale di tracciabilità dei rifiuti;
- Proporre degli incentivi fiscali per valorizzare l'utilizzo di materiali riciclati nei cicli di produzione;
- Rendere il riciclo più conveniente dello smaltimento attraverso un sistema di tassazione;
- Promuovere il diritto alla riparazione e al riuso;
- Riformare i sistemi di EPR (Extended Producer Responsibility) e i consorzi;
- Rafforzare il sistema normativo nei settori chiave dell'EC attraverso i CAM e gli EoW (End of Waste);
- Proporre degli strumenti normativi e finanziari a supporto della simbiosi industriale.

Per attuare una transizione circolare è necessario misurare e monitorare la circolarità dei processi (input e output di materiali, stock di materiali e l'efficienza economica) considerando anche gli impatti ambientali derivati, l'eventuale perdita di biodiversità e le sostanze tossiche presenti nei prodotti. Monitorare costantemente i progressi compiuti è fondamentale se-

condo la nuova strategia; a questo riguardo esiste già a livello Europeo un “*Quadro di monitoraggio per l’EC*” (istituito nel 2018) che si occupa proprio di questo. A livello italiano, invece, annualmente viene elaborato un Report sull’economia circolare in Italia (dal 2018) realizzato dalla collaborazione tra MITE, MISE ed ENEA che riporta i progressi italiani ed europei.

Un punto chiave della nuova strategia è la **simbiosi industriale** che fornisce un sistema integrato per la gestione delle risorse e condivisione delle competenze sul territorio, secondo il quale l’output di un’azienda può essere utilizzato come input per un’altra azienda nel processo di produzione di un prodotto (Lombardi e Laybourn, 2012). Una strategia che permette l’ottimizzazione delle risorse e del flusso dei materiali introdotti nel processo.

Questa consente una collaborazione tra aziende diverse, eliminando i costi di smaltimento e ottenendo dei ricavi dalla vendita di sottoprodotti, scarti o materiale in eccesso che normalmente creava dei costi. Nello stesso tempo il consumo di risorse prime viene ridotto mitigando l’impatto ambientale del processo di produzione.

Da questo si deduce che dalla simbiosi industriale possono derivare dei vantaggi economici, ambientali e sociali.

Riguardo al tema dei rifiuti e riciclaggio degli imballaggi, l’Italia, con il 73% di imballaggi avviati al riciclaggio ha superato gli obiettivi europei per il 2025. Nonostante questo dato notevole, c’è ancora molta strada da percorrere per trasformare l’attuale sistema in uno completamente circolare. Infatti, se si considera la produzione dei rifiuti urbani in Italia, pari a circa mezza tonnellata pro-capite<sup>50</sup>, l’Italia ha recentemente messo in atto (13 agosto 2021) un pacchetto di investimenti e riforme in linea con i programmi europei e in risposta della crisi pandemica (Next Generation EU - NGEU<sup>51</sup>), con un interesse specifico alla transizione verde e digitale, il **Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza**.

Il **PNRR (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza)** è composto da 6 missioni, che si suddividono in 16 componenti, articolate in 48 linee di intervento. Venendo nello specifico della missione 2 (**Agricoltura sostenibile ed Economia circolare - M2C1**) in cui è incluso l’aspetto dell’EC, in particolare vediamo i due componenti riferiti ai rifiuti e all’EC:

1. Miglioramento della capacità di gestione efficiente e sostenibile dei rifiuti e avanzamento del paradigma di economia circolare.
2. [...]

50. Dato presente sul “Rapporto Rifiuti Urbani Ispra edizione 2021”: [https://www.isprambiente.gov.it/files2021/area-stampa/comunicati-stampa/comunicato\\_stampa\\_rapporto\\_rifiuti\\_urbani\\_2021.pdf](https://www.isprambiente.gov.it/files2021/area-stampa/comunicati-stampa/comunicato_stampa_rapporto_rifiuti_urbani_2021.pdf)

51. Pacchetto di finanziamenti e sovvenzioni dell’Unione Europea da 750 miliardi di euro, in risposta alla crisi pandemica, per sostenere gli investimenti dei paesi europei riguardo la transizione verde, la digitalizzazione e la ripresa post-covid.

3. Sviluppo di progetti integrati (circularità, mobilità, rinnovabili) su isole e comunità.

Venendo alle misure e risorse messe a disposizione riguardo agli specifici componenti abbiamo **5,27 Mld** totali per la missione, di cui 2,10 Mld per il miglioramento della capacità di gestione efficiente e sostenibile dei rifiuti e avanzamento del paradigma di EC attraverso investimenti e risorse e 0,37 Mld per sviluppare progetti integrati.

Nel primo caso **1,50 Mld** per la realizzazione di nuovi impianti di gestione di rifiuti e ammodernamento di impianti esistenti e 0,6 Mld per progetti “faro” di EC. Inoltre, si sono previste alcune riforme quali la “**Strategia nazionale per l’economia circolare**”, il “**Programma nazionale per la gestione dei rifiuti**” e il “**Supporto tecnico alle autorità locali**”.

Nel secondo caso si sono previsti investimenti riguardanti le “Isole verdi” (0,2 Mld), le “Green communities” (0,14 Mld) e per diffondere la Cultura e la Consapevolezza su temi e sfide ambientali (0,03 Mld).

L’Italia ha recepito le direttive del pacchetto europeo per l’EC attraverso obiettivi di riciclo dei rifiuti urbani (almeno il 55% entro il 2025, il 60% entro il 2030, il 65% entro il 2035 e la limitazione dello smaltimento in discarica non superiore al 10% entro il 2035).

In sintesi, le proposte progettuali dell’Italia che riguardano l’EC, descritte sul PNRR, puntano al **miglioramento della gestione dei rifiuti** tramite l’ammodernamento e lo sviluppo di impianti di trattamento dei rifiuti cercando di colmare il divario tra le regioni del Nord e del Centro-Sud, **valorizzando** quelli che sono **i progetti “faro” innovativi**. Per garantire che questa transizione avvenga in modo equo ed inclusivo in tutto il territorio nazionale sono state attuate delle azioni integrate per lo sviluppo di piccole isole completamente autonome e “green” in modo da **massimizzare l’uso delle risorse locali, limitare la produzione di rifiuti e migliorare l’impatto** che hanno le emissioni nei settori dell’energia e della mobilità.

Nello specifico sul **primo tema** di investimento (*Miglioramento della capacità di gestione efficiente e sostenibile dei rifiuti e avanzamento del paradigma di economia circolare*) sono presenti ad oggi alcune problematiche/criticità legate ai sistemi attuali molto fragili e pieni di procedure di infrazione, nonché carenza di un’adeguata rete di impianti di raccolta e trattamento dei rifiuti. Questi investimenti puntano al miglioramento dei sistemi, degli impianti e della rete di raccolta dei rifiuti, ma in particolare si focalizzano

a colmare i divari tra le regioni del Nord e quelle del Centro-Sud (60% dei progetti saranno focalizzati in quest'ultima area).

Per quanto riguarda i **progetti “faro” di EC**, il Piano d'azione dell'UE, il mirino è centrato su settori specifici: RAEE, carta e cartone, plastica e tessile. L'Italia, nei confronti di questo contesto, è ancora lontana dal raggiungimento di questi obiettivi e intende potenziare la rete di raccolta differenziata e gli impianti di trattamento/riciclo attraverso il raggiungimento di specifici target:

- 55% di riciclo di rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE);
- 85% di riciclo nell'industria della carta e del cartone;
- 65% di riciclo dei rifiuti plastici (attraverso riciclaggio meccanico, chimico, “Plastic Hubs”);
- 100% recupero nel settore tessile tramite "Textile Hubs".

A supporto di questa misura è previsto lo sviluppo di tecnologia per il monitoraggio degli “scarichi illegali” attraverso l'impiego di satelliti, droni e tecnologie di IA.

Per favorire lo **sviluppo e la nascita di comunità locali o “Green Communities”** verranno sviluppati piani di sviluppo sostenibili dal punto di vista energetico, ambientale, economico e sociale.

Inoltre, il PNRR prevede degli investimenti riguardanti la **diffusione della cultura e consapevolezza su temi e sfide ambientali** attraverso obiettivi specifici e lo **sviluppo di contenuti, piattaforme per la diffusione di questa cultura sostenibile**.

Una problematica individuata era la mancanza di una rete integrata di raccolta e trattamento dei rifiuti dovuto soprattutto alla mancanza di impianti. Per questo motivo, con il **Programma nazionale per la gestione dei rifiuti**, si punterà sull'evitare procedure di infrazione sui rifiuti, consentendo di colmare le lacune impiantistiche e gestionali, con il conseguente aumento delle percentuali di rifiuti raccolti in differenziata, del loro riutilizzo, recupero o riciclo.

Una criticità riscontrata in questo passaggio è nella durata delle procedure di autorizzazione e nelle gare d'appalto, ma per il suo miglioramento, il MITE, ha già pensato ad un supporto tecnico agli enti locali e svilupperà un piano specifico per supportare le stazioni appaltanti per garantire l'applica-

zione dei CAM (Criteri Ambientali Minimi) previsti da legge.

Grazie al **Green Public Procurement** (GPP, D.Lgs. 50/2016) e ai **Criteri Ambientali Minimi**<sup>52</sup> (CAM, DM 6/11/2017 n.259) vengono imposti dei requisiti di sostenibilità nelle gare di appalto pubbliche.

I **CAM** sono stati introdotti per garantire delle misure minime ambientali negli appalti pubblici promuovendo lo sviluppo di soluzioni innovative riguardanti i materiali, la progettazione di prodotti con una maggior vita utile, il reinserimento nei cicli produttivi di sottoprodotti e materiali di scarto, la riduzione di sostanze pericolose nei prodotti utilizzati e la selezione di prodotti con una minima percentuale di materia riciclata.

Questi prevedono dei piani per il disassemblaggio e demolizione selettiva a fine vita, incentivano la prefabbricazione e la redazione del “pre-demolition audit”.

In Italia, per un’applicazione dell’EC nel settore delle costruzioni è agevolata dall’applicazione dei CAM nell’ambito delle gare di appalto pubbliche, limitando le scelte a materiali edili sostenibili, garantendo l’utilizzo di prodotti con etichette ambientali riconosciute, l’utilizzo di materiali locali e lo studio di sistemi di recupero del materiale edilizio alla sua fine vita.

52. Delineati dal Ministero della transizione ecologica come “i requisiti ambientali definiti per le varie fasi del processo di acquisto, volti a individuare la soluzione progettuale, il prodotto o il servizio migliore sotto il profilo ambientale lungo il ciclo di vita, tenuto conto della disponibilità di mercato.” Fonte: <https://www.mite.gov.it/pagina/i-criteri-ambientali-minimi#2>

- **D.P.R. 915/1982.** - Primo quadro normativo che disciplina organicamente lo smaltimento dei rifiuti in Italia.
- **Legge 549/95** - in materia di tributo per il conferimento dei rifiuti speciali in discarica.
- **D. Lgs. 22/1997. Decreto Ronchi** - Decreto che disciplina la gestione dei rifiuti pericolosi e non.
- **D. Lgs. 13 gennaio 2003, n. 36** - Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti (G. U. n. 59 del 12 marzo 2003 – S. O. n. 40).
- **D. Lgs. 152/2006** - Norma in materia ambientale. Parte IV - Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati.  
**Art. 183, comma 1, lett. a)** - Definizione di rifiuto.  
**Art. 183, comma 1, lett. f)**, modificato dalla Legge 125 del 6 agosto 2015 – Definizione di produttore di rifiuto.  
**Art. 183, comma 1, lett. qq)** - Normativa di un sottoprodotto.  
**Art. 184-bis, comma 1-2** - Condizioni e criteri per considerazione di sottoprodotto.

---

#### Normative nazionali di riferimento

**Art. 184-ter** - Definizione di cessazione di qualifica di rifiuto.

**Art. 185, comma 1** - Esclusioni dal campo di applicazione dei rifiuti.

**Art. 185, comma 4** - Terre e rocce da scavo.

**Art. 188 e seguenti** - Oneri del produttore di rifiuti.

**Art. 188-bis** - Sistema di tracciabilità dei rifiuti (End of Waste).

**Art. 190** - Registro cronologico di carico e scarico.

**Art. 193** - Formulario di trasporto rifiuti.

Questo Decreto legislativo, con le sue successive modifiche, forma un **Testo Unico Ambientale** sul quale basarsi per ottenere le autorizzazioni in tema di rifiuti, oltre ai Regolamenti europei.

- **D. M. 186/2006.** - Regolamento recante modifiche al decreto ministeriale del 1998 che definisce le modalità di recupero dei rifiuti inerti per il loro riutilizzo come MPS nella produzione di nuovi materiali per l'edilizia attraverso l'*“Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero, ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo n. 22 del 1997”*.
- **D. M. aprile 2008.** - Disciplina dei centri di raccolta dei rifiuti urbani, come previsto dall'articolo 183, comma 1, lettera cc) del D.lgs n. 152 del 2006, e successive modifiche.
- **D. Lgs. 205/2010 (modifica del D.Lgs. 152/2006)** - Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive (G.U. n. 288 del 10 dicembre 2010 - S.O. n. 269).
- **Legge 221/2015.** - Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali.
- **D. M. 264/2016** - Decreto con criteri indicativi per agevolare la qualifica dei sottoprodotti.
- **D. Lgs. 50/2016 Codice Appalti e D. Lgs. 56/2017** - Correttivo al Codice Appalti che porta il Green Public Procurement a diventare obbligatorio.
- **D. Lgs. 56/2017.** - Disposizioni integrative e correttive al decreto legislativo n.50 del 2016. Applica i CAM agli appalti pubblici e applica delle correzioni al codice appalti.
- **D.P.R. 120/2017** - Disciplina delle terre e rocce da scavo.
- **Legge di Bilancio 2019** - introduce delle misure per il riciclo degli imballaggi, in particolar modo quelli in plastica, e per la riduzione del

consumo di prodotti monouso.

- **Legge 128/2019 (modifica dell'art.184-ter del D. Lgs 152/2006).** - Rivolto agli End of waste e regola la cessazione della qualifica di rifiuto per i materiali che hanno determinate caratteristiche.
- **Fondo per la crescita sostenibile per i progetti di ricerca e sviluppo nell'ambito dell'economia circolare e DM 11 giugno 2020.**<sup>53</sup> - Propone delle linee di intervento per la riconversione produttiva delle attività economiche nell'ambito dell'EC, tra cui:
  - Favorire lo sviluppo di attività di ricerca industriale e sviluppo sperimentale finalizzati alla riconversione produttiva.
  - Innovazioni di prodotto e di processo in tema di utilizzo efficiente delle risorse e di trattamento e trasformazione dei rifiuti.
  - Progettazione e sperimentazione prototipale di modelli tecnologici integrati finalizzati al rafforzamento dei percorsi di simbiosi industriale.
  - Sistemi, strumenti e metodologie per lo sviluppo delle tecnologie per la fornitura, l'uso razionale e la sanificazione dell'acqua, [...]
- **Piano nazionale Impresa 4.0 (giugno 2020)** - dà via a dei finanziamenti per il sostegno alle imprese e alla transizione ad un'economia circolare.
- **D. Lgs 116/ 2020. (Modifica del D. Lgs 152/2006)** - nuovo decreto riferito alla gestione dei rifiuti che consente l'"Attuazione della direttiva (UE) 2018/851, modifica della direttiva 2008/98/CE relativa ai rifiuti, e l'attuazione della direttiva (UE) 2018/852, modifica la direttiva 1994/62/CE sugli imballaggi e i rifiuti di imballaggio", pubblicato nell'O.J. dell'11 settembre 2020. Le modifiche effettuate sono relative a:
  - Nuovo Art. 181, comma 4, lett. b)** - Pone l'obiettivo entro il 2020 del riutilizzo, riciclaggio e recupero dei rifiuti da C&D.
  - Nuovo Art. 183** - Introduzione di nuove definizioni: Rifiuti da costruzione e demolizione; riempimento; recupero di materia.
  - Nuovo Art. 185-bis** - Nuova disciplina sul deposito temporaneo prima della raccolta.
  - Nuovo Art. 193, comma 19** - Nuova disciplina sul trasporto dei rifiuti derivanti da piccoli interventi edili.
  - Nuovo Art. 198-bis** - in questo articolo viene innovata la pianificazione della gestione dei rifiuti attraverso l'introduzione di un nuovo strumento di programmazione a livello nazionale che "*fissa i macro-o-*

53. Consultabile su: <https://www.mise.gov.it/index.php/it/incentivi/impresa/r-s-economia-circolare>, <https://www.mise.gov.it/index.php/it/normativa/decreti-ministeriali/2041283-decreto-ministeriale-11-giugno-2020-progetti-di-ricerca-e-sviluppo-per-l-economia-circolare>

*biettivi, definisce i criteri e le linee guida strategiche che le Regioni e le Province Autonome seguono nella predisposizione dei piani regionali di gestione dei rifiuti di cui all'articolo 199”.*

**Nuovo Art. 205** - Promozione della demolizione selettiva.

- **D. Lgs. 121/2020. (Modifiche al D. Lgs 36/2003)** - rivolto alle discariche di rifiuti e pubblicato in data 12 settembre 2020, è riferito all'”*Attuazione della direttiva (UE) 2018/850 che modifica la direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti*”, pubblicato nell'O.J. del 14 settembre 2020.
- **Legge di Bilancio 2020.** - Prevede delle misure volte alla realizzazione di un piano di investimenti pubblici per l’incentivazione dello sviluppo di un Green new deal italiano.
- **Legge 22 aprile 2021, n. 55** - converte con modificazioni l’articolo 57 bis del Decreto Legislativo n. 152 del 2006 già modificato dal DL del 1° marzo 2021, n. 22

Per capire quando un rifiuto cessa di essere considerato rifiuto bisogna partire dalla definizione data dall’art. 184-ter del Dlgs. 152/2006, che identifica la cessazione della qualifica di rifiuto e definisce quattro punti necessari per questo passaggio, distinguendo quelli che possono essere considerati End of Waste e MPS. Inoltre, bisogna fare riferimento ai Regolamenti europei specifici per la tipologia di materiale (per esempio il Regolamento UE 333 per rottami metallici), i quali forniscono delle linee guida per il loro recupero.

Per quanto riguarda i **rifiuti da costruzione e demolizione** bisogna invece far riferimento al D. M. 05/02/98 che definisce criteri e linee guida per il recupero di questo tipo di rifiuti (successivamente modificato dal D. M. 186/2006), oltre alle norme UNI/EN che stabiliscono le modalità di recupero. Questa tipologia di rifiuti, per diventare MPS, deve superare un’analisi di caratterizzazione composta da due test: una prima analisi sul tal quale, in cui un campione del prodotto viene sottoposto a delle verifiche chimiche che stabiliscono la pericolosità o meno del materiale, e un secondo test di cessione per capire dove mandare il rifiuto (simulazione del comportamento al dilavamento all’aria aperta in cui si capisce se il materiale rilascia sostanze nocive per l’ambiente). Queste analisi possono essere effettuate in sito o nell’azienda di frantumazione.



Qua sopra viene rappresentata la roadmap delle diverse azioni e normative, relative all'economia circolare, susseguite negli anni fino al giorno d'oggi in ambito nazionale. In questa rappresentazione grafica si vedono parallelamente quelle generali sul tema e quelle riferite nello specifico al settore delle costruzioni.

Figura 13. Roadmap delle azioni e leggi italiane per la promozione dell'EC (elaborazione a cura dell'autore)

## 2.5

### Iniziative e progetti italiani

54. Sito web: <https://www.icesp.it/la-piattaforma>

- **Piattaforma Italiana degli Attori per l'Economia Circolare<sup>54</sup> (ICESP - Italian Circular Economy Stakeholder Platform)**

Dall'analisi effettuata delle iniziative nazionali effettuata dal GdL 3 (gruppo di lavoro coordinato da ENEA per trovare e sviluppare strumenti per la misurazione dell'EC) si nota che si ha una concentrazione solamente sulla misurazione di input e output senza considerare gli altri aspetti che portano ad una trasformazione circolare (prodotto come servizio, condivisione, estensione della vita utile, riutilizzo e riparazione).

- **Re-NetTA**

L'attivazione di processi di riuso, riciclo e re-manufacturing è molto importante e un esempio lo è la ricerca **Re-NetTA** del Politecnico di Milano portata avanti da un team di ricerca inter-dipartimentale (Dipartimenti ABC, DIG e Design del PoliMi e finanziata dalla Fondazione Cariplo) che ha *"l'obiettivo generale di definire nuovi modelli organizzativi e strumenti per la rigenerazione ed il riutilizzo di componenti di breve durata provenienti dal rinnovo dell'edilizia terziaria [...]"* e *"[...] l'attivazione di processi circolari rigenerativi basati su strategie di ri-produzione e riutilizzo e ridurre la produzione di rifiuti provenienti da interventi di rinnovamento, effettuati su cicli di breve durata."* (Re-NetTA, Politecnico di Milano, 2022)<sup>55</sup>.

55. Fonte: <https://www.remanufacturingforaec.polimi.it/>

## 2.6

### Inquadramento in ambito regionale

In ambito regionale, il **PNRR** agisce stanziando risorse per tutto il territorio nazionale che, solamente nell'ambito dei rifiuti, ammontano a **un miliardo e 500 milioni di euro**, per realizzare nuovi impianti di gestione dei rifiuti o per ammodernare quelli esistenti, e **600 milioni di euro** per progetti di EC in filiere strategiche.

Nel **primo caso** il bando si articola in tre proposte di finanziamento:

- **Linea A** - miglioramento e meccanizzazione della rete di raccolta differenziata dei rifiuti urbani;
- **Linea B** - ammodernamento (anche con ampliamento di impianti esi-

stenti) e realizzazione di nuovi impianti di trattamento/riciclo dei rifiuti urbani provenienti dalla raccolta differenziata;

- **Linea C** - ammodernamento (anche con ampliamento di impianti esistenti) e realizzazione di nuovi impianti innovativi di trattamento/riciclaggio per lo smaltimento di materiali assorbenti ad uso personale (PAD), i fanghi di acque reflue, i rifiuti di pelletteria e i rifiuti tessili.

Nel **secondo caso** sono previste quattro linee di intervento:

- per **ammodernamento o realizzazione di impianti** per migliorare raccolta, la logistica e riciclo dei **Raee** (incluse le pale di turbina eoliche e i pannelli fotovoltaici);
- per raccolta, logistica e riciclo dei rifiuti in **carta e cartone**;
- per il riciclo di **rifiuti plastici**;
- per le **frazioni tessili**.

La Regione, già prima di questo stanziamento di fondi nazionali, attraverso la misura **RIPARTI PIEMONTE**, aveva stanziato cinque milioni di euro a favore di Consorzi per l'attuazione di progetti finalizzati alla raccolta differenziata, alla riduzione di produzione di rifiuti indifferenziati e per il potenziamento del loro recupero in ottica di EC.

Negli **Obiettivi Specifici della politica di coesione 2021-2027** e nello specifico dell'**OP2 -Piemonte più verde: clima ed energia, risorse naturali ed economia circolare**<sup>56</sup>, il Piemonte, in linea con gli obiettivi europei, presenta la necessità di "Promuovere la transizione verso un'economia circolare ed efficiente sotto il profilo delle risorse".

Secondo i dati contenuti in questo documento, i **rifiuti avviati a smaltimento** sono in continua riduzione: la raccolta differenziata, infatti, negli ultimi anni ha registrato un ulteriore incremento, raggiungendo nel 2019 la quota del 63,4% del totale dei rifiuti urbani prodotti, avvicinandosi pertanto al raggiungimento dell'obiettivo nazionale (e del Piano Regionale) del 65%. Con il miglioramento delle tecniche di differenziazione e di riutilizzo è possibile ottenere una maggiore valorizzazione di questa risorsa ai fini dell'EC.

Una **criticità della transizione delle aziende verso l'EC** e la sostenibilità è rappresentata dal fatto che **singole imprese** di diversi settori produttivi si trovano spesso a dover **affrontare individualmente tematiche complesse, articolate ed onerose** e a **gestire da soli fasi di progettazione green e**

56. Obiettivi Specifici della politica di coesione 2021-2027 (pag.67), <https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2021-09/DSU%20STRADEF%209%20luglio%202021.pdf>

57. Obiettivi Specifici della politica di coesione 2021-2027 (pag.72), <https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2021-09/DSU%20STRADEF%209%20luglio%202021.pdf>

### **gestione sostenibile del post consumo comuni a intere filiere.**

La Regione ha un punto di forza relativo all'elevata percentuale di raccolta differenziata dei rifiuti (con il 63,4% raggiunto nel 2019 per i rifiuti urbani)<sup>57</sup> e sono numerose le opportunità legate a questa transizione. Partendo dall'effetto positivo che questa transizione produrrebbe in termini di innovazione e opportunità economiche al mercato locale, orientare le scelte delle aziende verso una maggiore attenzione alla sostenibilità e alla circolarità dei processi produttivi e a modelli ESG (Environment, Sustainability, Governance), consentirebbe una maggiore coesione tra le aziende locali (simbiosi industriale), diffondendo le esperienze e conoscenze di ciascuna per ottimizzare i processi di produzione del territorio. La Regione ha, inoltre, intenzione di dare supporto all'eco-innovazione e progetti innovativi attraverso l'incentivazione dello sviluppo di un mercato di prodotti locali "made green in Piemonte".

Il Piemonte prevede anche una **Strategia regionale per lo sviluppo sostenibile** (SRSvS) nella quale vengono individuate quattro macroaree strategiche (prosperità, pianeta, persone, pace). Andando nello specifico dell'area dedicata alla prosperità, sono interessanti i tre obiettivi proposti:

- Sostenere la qualificazione professionale e le nuove professionalità per la green economy e lo sviluppo sostenibile;
- Accompagnare la transizione del sistema produttivo piemontese verso un modello in grado di coniugare competitività e sostenibilità;
- Favorire la transizione energetica, l'adattamento e la mitigazione degli effetti del cambiamento climatico;

Su questo piano, le linee strategiche del Piemonte puntano su una forte attenzione trasversale all'**innovazione nel campo del digitale**, quale driver per la transizione industriale sull'EC e l'energia sostenibile, la tutela delle risorse naturali e la valorizzazione del patrimonio.

La Regione ha l'intento di intervenire sistematicamente per far convergere processi di riqualificazione e riconversione produttiva per consentire contemporaneamente lo sviluppo delle attività industriali e la tutela dell'ambiente. Inoltre, c'è l'intenzione di dotarsi di strumenti in grado di accompagnare la transizione produttiva regionale verso le nuove soluzioni green e verso un riorientamento delle lavorazioni e dei prodotti.

La **Camera di commercio di Torino** svolge un ambito attivo a supporto di

questa transizione promuovendo lo sviluppo della sostenibilità e l'adozione di modelli di EC<sup>58</sup>. Sul suo sito web fornisce informazioni utili su finanziamenti e bandi utili a questa transizione consentendone la diffusione nelle aziende. Inoltre, offre, insieme alla rete Enterprise Europe Network, un servizio di supporto gratuito alle aziende interessate a migliorare la propria sostenibilità. Questo strumento consiste in una **valutazione assessment** per definire il livello di sostenibilità raggiunto dall'azienda e fornisce suggerimenti pratici e servizi erogati dall'ente per il suo miglioramento<sup>59</sup>.

La rete **Enterprise Europe Network** è stata creata dall'Unione Europea per supportare l'attività imprenditoriale e la crescita delle imprese europee, in particolare delle PMI<sup>60</sup>. Il Consorzio **ALPS** è il punto di contatto della rete per il Nord-Ovest dell'Italia con partner del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta. Questo consorzio fornisce informazioni e assistenza, organizza seminari e workshop, eventi B2B e aiuta a trovare partner commerciali e tecnologici per progetti internazionali fornendo guide pratiche sul tema dell'EC<sup>61</sup>.

58. Fonte: <https://www.to.camcom.it/sostenibilita-ed-economia-circolare>

59. Fonte: <https://www.to.camcom.it/assessment-la-sostenibilita-aziendale>

60. Fonti: <https://www.een-italia.eu/> e <https://een.ec.europa.eu/>

61. Fonte: <https://www.to.camcom.it/alps>

- **DCR n.140-14161 del 2016. Piano regionale di gestione dei rifiuti urbani.** - Delibera del Consiglio Regionale che permette l'adeguamento normativo regionale e l'istituzione di un piano regionale per la gestione dei rifiuti.
- **Legge regionale 1/2018. Norme in materia di gestione rifiuti e servizio di gestione integrata dei rifiuti urbani e modifiche leggi 44/2000 e 7/2012** - Con questa legge la Regione Piemonte istituisce e regola degli strumenti per la pianificazione e l'organizzazione della gestione dei rifiuti, assumendo come proprio il principio dell'economia circolare per una gestione sostenibile dei rifiuti. Vengono infatti perseguiti e incentivate delle strategie per la riduzione della produzione dei rifiuti in modo da massimizzare la loro valorizzazione.
- **Legge regionale 16/2018. Misure per il riuso, la riqualificazione dell'edificato e la rigenerazione urbana.** - In questa legge vengono proposte delle misure per promuovere gli interventi di riqualificazione degli edifici esistenti e interventi di rigenerazione urbana dando

---

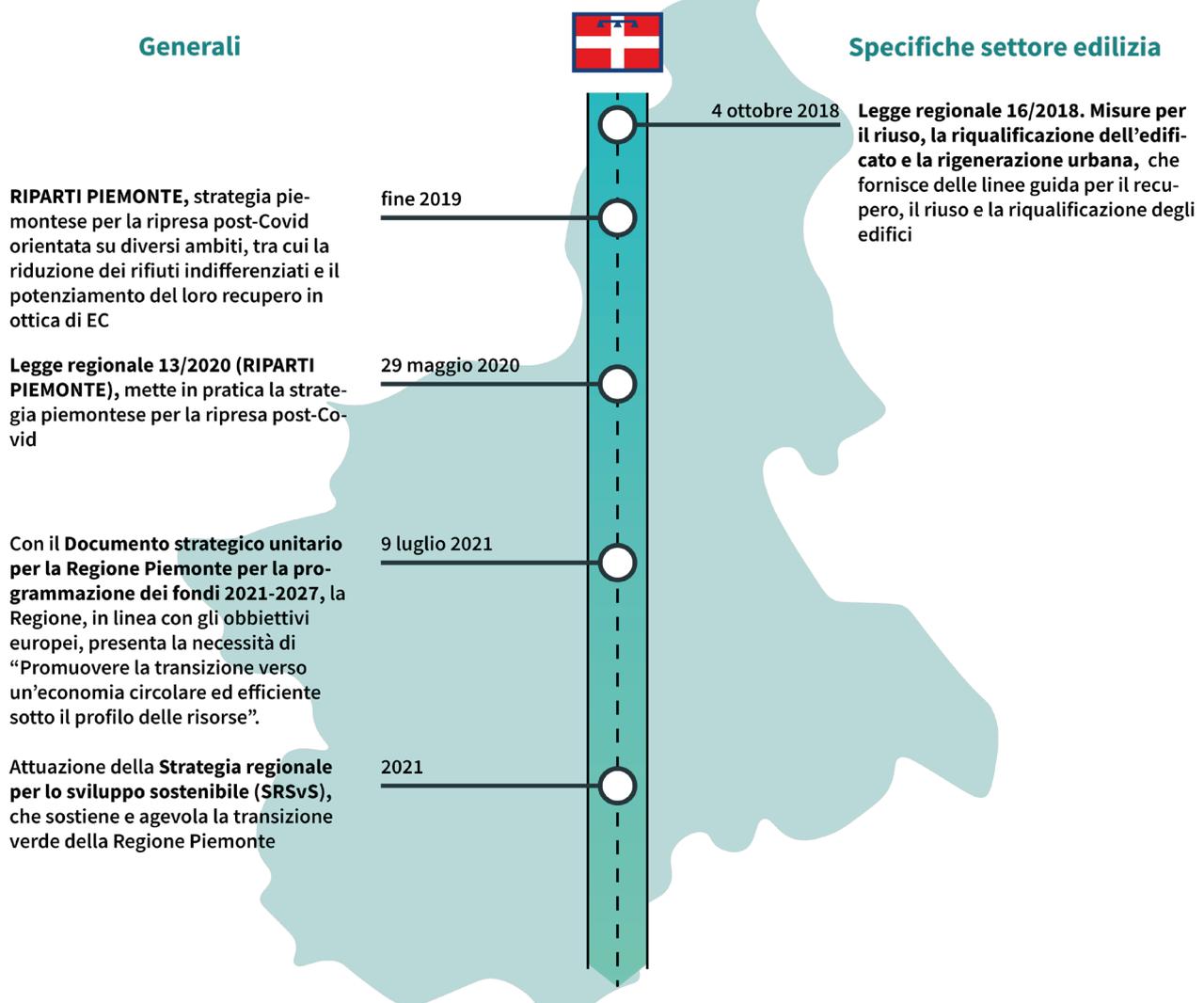
#### Normative regionali di riferimento

priorità e un'importanza maggiore al riuso.

- **Documento strategico unitario della Regione Piemonte per la programmazione dei fondi 2021 - 2027** - Documento per la programmazione di obiettivi e strategie da attuare negli anni successivi sulla base dei fondi forniti dall'UE, nello specifico della OP. 2 viene espressa la necessità di promuovere la transizione verso un'economia circolare come elemento fondamentale per un'economia più efficiente e sostenibile.
- **Strategia regionale per lo sviluppo sostenibile (SRSvS)** - Documento sul quale vengono identificate delle linee strategiche della regione in merito a quattro macro-aree: prosperità, pianeta, persone, pace.

Figura 14. Roadmap delle azioni e leggi della Regione Piemonte per la promozione dell'EC (elaborazione a cura dell'autore)

### Roadmap delle azioni e leggi della regione Piemonte per la promozione dell'EC





# **PARTE II**

**/ Buone pratiche,  
sistemi e strategie per la  
trasformazione circolare  
nell'ambito del settore  
delle costruzioni**



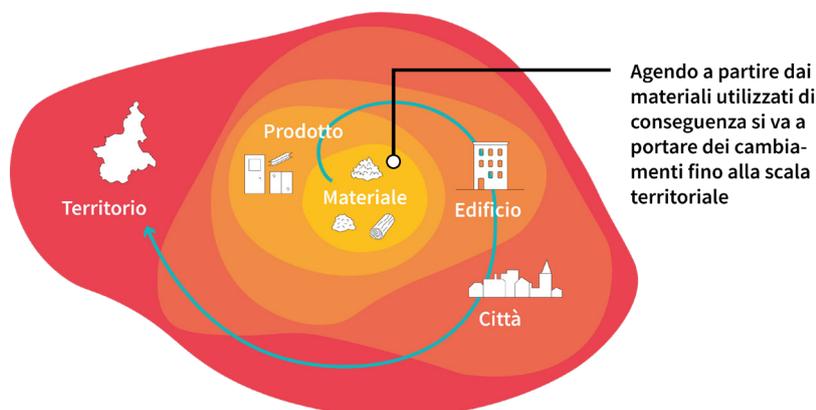
### 3. Analisi degli impatti delle città e individuazione di buone pratiche per la trasformazione degli attuali processi in altri sostenibili e circolari

#### 3.1 Metabolismo urbano e impatti legati alla città e alle costruzioni

Le città possono essere considerate dei sistemi complessi formati da infrastrutture, edifici di diversa funzione, paesaggi, risorse e culture diverse in cui diversi soggetti (aziende, pubblica amministrazione, istituzioni educative, cittadini e comunità) creano reti e interagiscono tra di loro. Questi elementi complessi (città) sono caratterizzati da flussi di vario genere, paragonabili a quelli di un organismo vivente avendo, quindi, bisogno di flussi di energia, risorse, informazioni, producendo di conseguenza i loro scarti. Sono la pura espressione dell'uomo contemporaneo, esprimendo i suoi bisogni e le sue necessità. In questa ottica possono essere considerati dei veri e propri laboratori in cui si può applicare il cambiamento e una transizione verso la sostenibilità e resilienza.

Per comprendere meglio i processi che caratterizzano un'area urbana è necessario agire attraverso un'analisi basata su diverse scale, partendo da una visione dei flussi che caratterizzano un territorio o una città, passando alla scala dell'edificio e dei prodotti che lo compongono, fino ad arrivare ai materiali utilizzati e la loro provenienza.

Figura 15. Diverse scale di analisi (elaborazione a cura dell'autore)



Per prima cosa è utile esplorare il peso che hanno le città sull'ambiente attraverso alcuni dati su di essa e sul settore delle costruzioni.

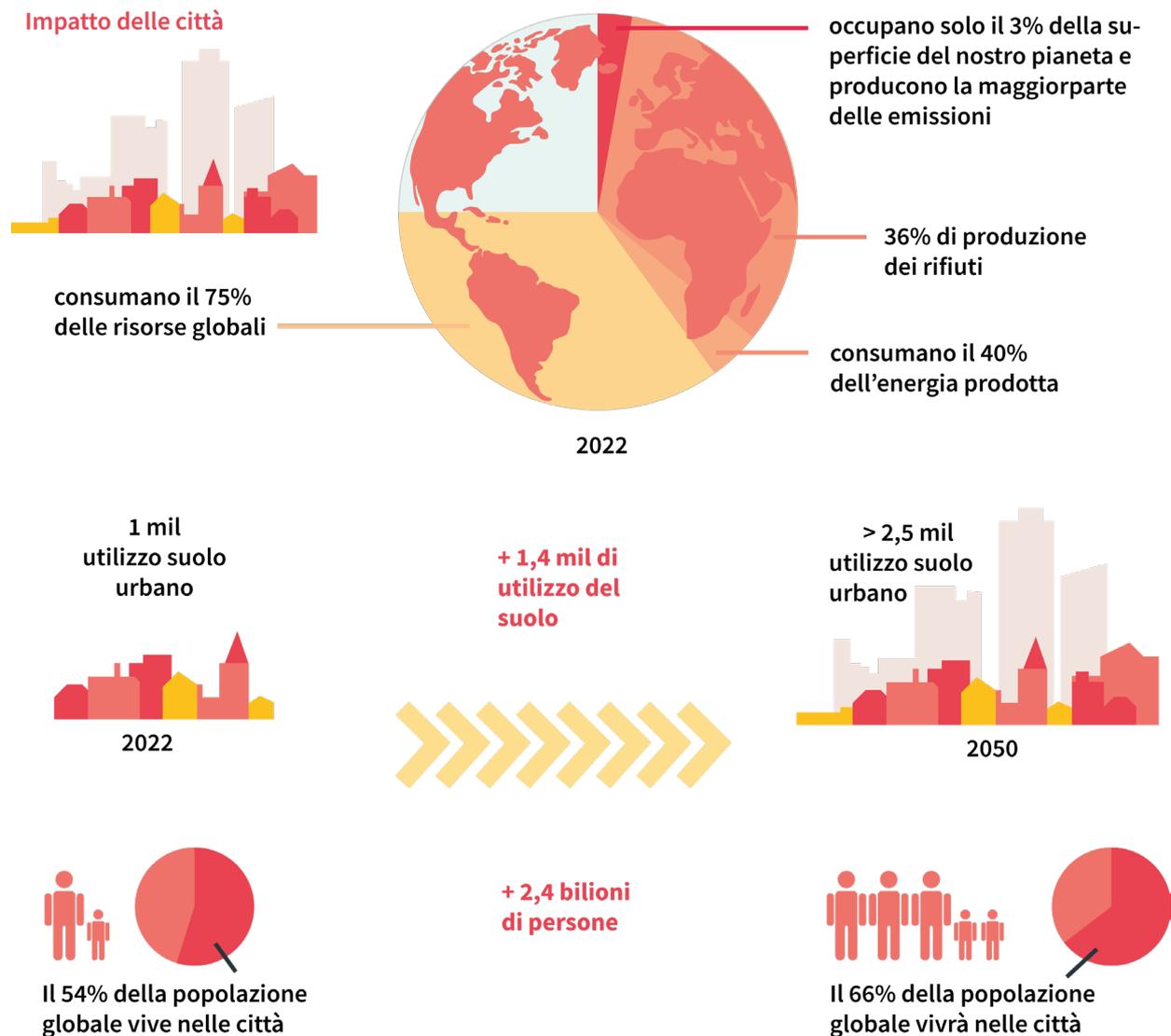
Secondo i dati Eurostat, le città consumano il 75% delle risorse globali, il 40% dell'energia prodotta (Eurostat, 2017) e generano la maggior parte delle emissioni globali di gas serra pur occupando solo il 3% della superficie del nostro pianeta. Questi dati sono in aumento dato l'incremento della popolazione umana sul pianeta stimata intorno ai 10 miliardi entro il 2050, con circa il 70% concentrato nelle città<sup>1</sup>.

Tenendo conto che solo in Europa ogni anno si producono 225,7 milioni di tonnellate di rifiuti urbani, 48 % dei quali viene riciclato (riciclato e compostato) secondo i dati del 2020<sup>2</sup>, in continua crescita ogni anno, a livello globale la quantità prodotta è insostenibile.

1. Secondo il report "The weight of cities", pubblicato da UN Environment

2. Eurostat, 2020

**Figura 16.** Impatto delle città oggi e nel 2050 (elaborazione a cura dell'autore, dati tratti da Eurostat e [www.resourcepanel.org](http://www.resourcepanel.org))



Il solo settore delle costruzioni usa il 26% dei materiali prodotti (Bio Intelligence Service, 2014) e produce il 36,4% dei rifiuti totali dell'UE (Eurostat, 2016).

Sono dati che dovrebbero indurre a far riflettere su quanto le nostre città siano impattanti a livello globale.

Vedendo nello specifico il consumo di materie prime, il solo settore edile è responsabile, a livello europeo, di più del 50% dell'estrazione delle materie prime (COM 98, 2020), un valore che grava particolarmente sul nostro pianeta terra e sul quale è fondamentale intervenire per sostituire l'uso di materie prime con MPS o altre tipologie di materiali provenienti da processi di recupero o riciclo.

Analizzando la quantità di rifiuti prodotti nei vari settori si nota come il settore edile, nello specifico quelli prodotti da costruzione e demolizione, costituisca una delle fonti principali di generazione di rifiuti speciali (a livello europeo circa il 44,9% del totale e a livello italiano il 45,5%), entrando a far parte dei settori con maggiore produzione in Europa (Rapporto Rifiuti Speciali, 2021).

I rifiuti da ristrutturazione costituiscono un'ampia fetta dei rifiuti speciali (42,5%) e dei rifiuti speciali non pericolosi prodotti in Italia (45%). Anche se gran parte di essi viene poi riutilizzata, solo il 7% è ridestinata ad usi edilizi, mentre la restante parte entra a far parte di un processo di downcycling<sup>3</sup> e viene impiegata per strade, ferrovie e piste ciclabili.

Le emissioni inquinanti prodotte sono elevate come descritto sul Rapporto europeo “Circularity Gap Report 2021” che assegna al settore delle costruzioni una fonte di emissioni di ben **13,5 GtCO<sub>2</sub>eq** in particolar modo provenienti dall'utilizzo di fonti non rinnovabili per impianti termici. L'80% delle emissioni, infatti, è dovuto alla fase di utilizzo degli edifici (consumi energetici per riscaldamento, raffrescamento, illuminazione, ecc.)<sup>4</sup>.

3. Termine usato per definire un processo di conversione di materiali in nuovi di minore qualità e con una funzionalità ridotta rispetto a quella precedente, diversamente dall'upcycling che indica un processo di conversione di materiali in nuovi di qualità più elevata e con una maggiore funzionalità. (ISPRA, 2018)

4. Fonte : <https://www.iisd.org/system/files/publications/emission-omissions-en.pdf>



L'EC è la soluzione migliore per ridurre l'impatto delle città sul pianeta Terra, per due aspetti principali:

- Abbiamo delle gigantesche scorte di materiali formate dagli edifici esistenti che al loro fine vita necessitano di essere rinnovati;
- Dobbiamo pensare a un nuovo tipo di concezione degli edifici del futuro attraverso l'eco-progettazione, la possibilità di aggiornamento e disassemblaggio per evitare la creazione di rifiuti.

Per far questo è necessario pensare al **metabolismo urbano**, paragonando le città a giganteschi organismi viventi complessi che divorano materiali, acqua ed energia e li restituiscono all'ambiente naturale sotto forma di rifiuti ed emissioni inquinanti<sup>5</sup>.

Il **metabolismo urbano** è un appunto quell'approccio che ci consente vedere le città come organismi con dei loro bisogni o input di risorse che entrano, producendo dei rifiuti come output. L'analisi di questi flussi ci porta a capire cosa può essere migliorato e ottimizzato per ottenere dei processi sostenibili e circolari.

Non esiste ad oggi una definizione precisa di cosa faccia diventare, una città o territorio, circolare, tuttavia si può dire che le caratteristiche che le identificano sono il tentativo di chiudere i cicli delle risorse e l'inclusione di tutti i suoi stakeholder nei processi per ottenere dei risultati condivisi migliori.

La fondazione **Ellen MacArthur**, per esempio, afferma che *“una città circolare deve ottemperare a tutti i principi dell'economia circolare diventando*

**Figura 17.** Impatti settore edilizio a livello europeo (elaborazione a cura dell'autore, dati da Rapporto rifiuti speciali 2021 e COM98,2020)

<sup>5</sup> Il primo a paragonare la città ad un organismo vivente fu Abel Wolman che a metà degli anni '60 definisce il metabolismo urbano come “tutti i materiali e le materie prime necessarie a sostenere gli abitanti di una città a casa, al lavoro e nel tempo libero”.

un sistema urbano rigenerativo a tutti gli effetti” e prendendo spunto dai principali processi biologici.

I centri urbani di oggi sono caratterizzati da approcci lineari ma essendo dei sistemi complessi e dinamici andrebbero gestiti e pianificati attraverso una logica circolare e per fare questo ci torna utile un approccio come il metabolismo urbano, consentendo l’ottimizzazione dei processi, riducendo i consumi, l’inquinamento e ottimizzando l’uso di risorse ed energia.

Riprogettare il processo edilizio a partire dal metabolismo urbano è un ottimo punto di partenza ma per un passaggio completo ad una città circolare sono molti gli aspetti che dovranno subire un cambiamento, partendo dal mondo delle costruzioni fino allo stile di vita dei cittadini.

Ma come analizzare i processi che caratterizzano le città?

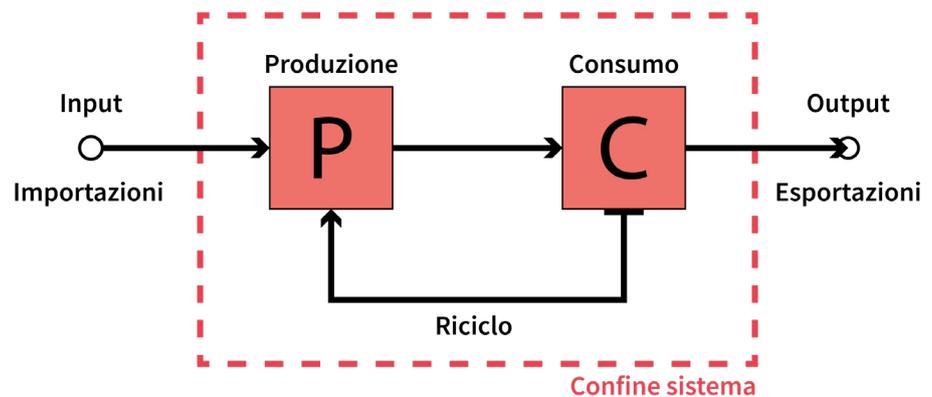
Esistono alcuni strumenti utili a effettuare questo tipo di analisi, tra cui il **Diagramma di Sankey** o la **Material Flow Analysis (MFA)**.

Il principio alla base di questa analisi dei flussi di materiali è la **Legge della conservazione della massa** di Lavoisier<sup>6</sup>, il quale la riassume attraverso la frase “*Nulla è perduto, nulla è creato, tutto è trasformato*”, questo significa che per ogni sistema vicino ad un altro, nei trasferimenti di massa ed energia, la massa del sistema rimane costante nel tempo e non cambia.

Questo principio è fondamentale per analizzare e misurare i flussi di materiale di un processo e pone delle regole base, per cui per ogni input che entra nel sistema si avrà un suo output.

6. Antoine-Laurent de Lavoisier è stato un chimico, biologo, filosofo ed economista francese.

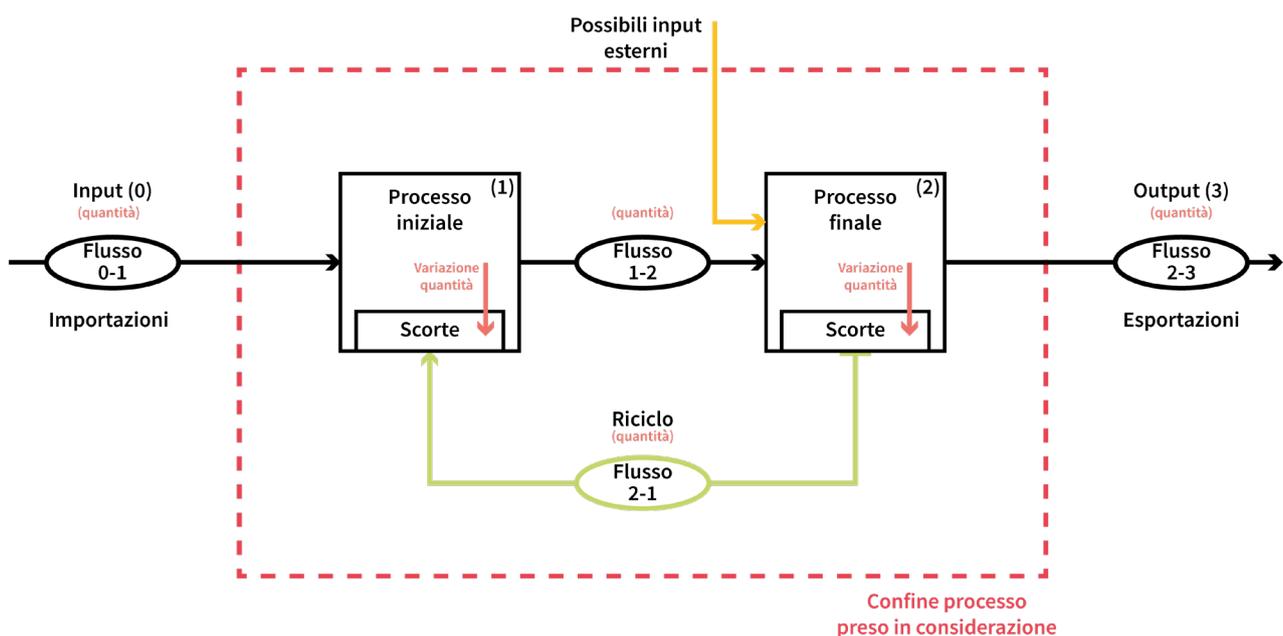
Figura 18. Schema base del diagramma di flusso (rielaborazione a cura dell'autore a partire dallo schema di Bruner and Rechberger)



La **Material Flow Analysis** si basa sulla valutazione sistematica dei flussi e delle scorte di materiale in uno spazio e tempo definito (Bruner and Rechberger) e si realizza attraverso la schematizzazione del processo che si vuole analizzare nelle sue fasi principali collegandoli con delle linee che corrispondono al flusso di materiale da una fase ad un'altra.

La definizione dei confini del sistema è data dalla normativa EU-28:2018 definendoli come confini temporali (periodo di tempo di vita del materiale o di un prodotto) o spaziali (area geografica o limite virtuale) e contengono al loro interno i processi che si sta analizzando (es. Processo di produzione di un prodotto, riciclaggio di un rifiuto o produzione di energia) e le scorte o riserve di materiale che rimane all'interno del processo per un lungo periodo di tempo. Queste scorte possono rimanere costanti, aumentare o diminuire e si ricavano dalla differenza tra gli input e gli output. Possono essere considerate delle scorte di materiale gli edifici o le auto, ad esempio, se si considera un lungo periodo di tempo e un'area urbana come confini. Allo stesso tempo queste possono essere differenziate in scorte naturali (acqua superficiale o di falda, cave o miniere, ecc.) o scorte artificiali (materiali degli edifici esistenti, metalli e materiali utilizzati in altri prodotti). Riguardo ai flussi di materiali, possono essere considerati input o output se sono all'interno dei confini del sistema e import o export quando li attraversano.

**Figura 19.** Schema di un diagramma di flusso (rielaborazione a cura dell'autore a partire dallo schema di Bruner and Rechberger)



Questo è uno strumento molto potente che consente di:

- Rilevare gli accumuli di materiale da poter reintrodurre nel processo o quello nocivo di scarto;
- Aiutare ad identificare le necessità su cui agire per evitare sprechi di risorse e per gestire efficacemente i rifiuti prodotti (diagnosi precoce);
- Valutare l'efficacia delle misure attuate e scenari alternativi (es. aumento riciclaggio di una percentuale specifica);
- Progettare processi ecologicamente ottimizzati in termini di materiali, energia e acqua utilizzata;
- Capire quelli che sono gli stakeholders coinvolti nel processo
- Capire come ridurre l'impatto ambientale dei processi riducendo la loro impronta sull'ambiente

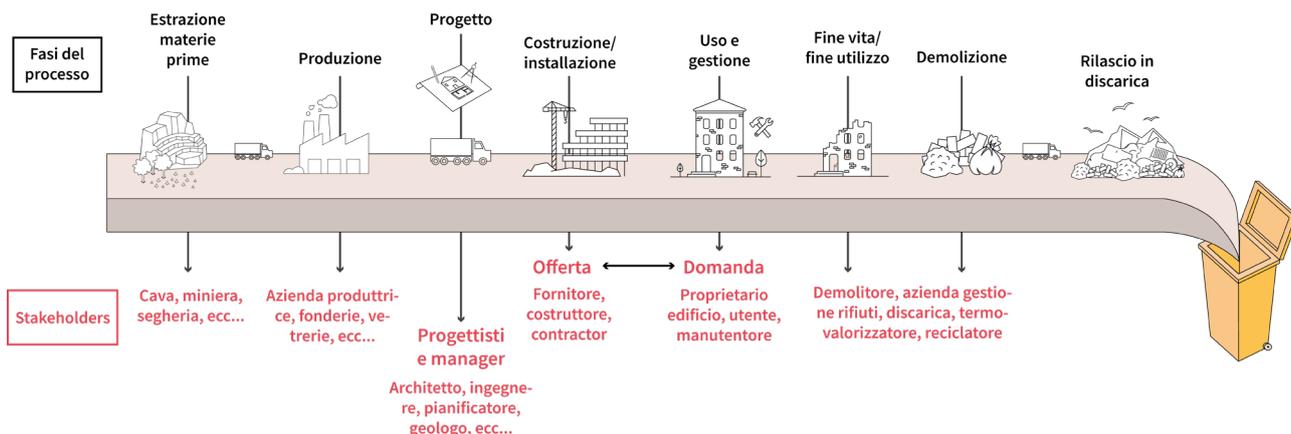
### 3.2

#### **Analisi del processo costruttivo e delle filiere di produzione dei materiali per l'architettura**

Per capire quali scelte sostenibili e circolari poter attuare è indispensabile comprendere gli impatti connessi a produzione, utilizzo e fine vita dei materiali e delle soluzioni adottate nel mondo dell'architettura.

Il settore delle costruzioni in confronto con gli altri settori si differenzia per la sua complessità e longevità degli edifici (vita utile considerata tra i 30 e i 50 anni), per questo motivo solitamente non ne viene tenuto in considerazione il fine vita. Vengono utilizzate grosse macchine e macchinari come scavatori, bracci meccanici, gru, macchine demolitrici nella fase di costruzione e demolizione, le quali consumano corrente elettrica e carburante producendo emissioni inquinanti. I materiali utilizzati sono difficili da dividere e quindi difficilmente vengono rimessi in circolo.

Se si guarda ai materiali di cui è composto un edificio, il processo edilizio si compone di cinque fasi specifiche: Estrazione della materia prima, produzione del componente edilizio, costruzione dell'edificio, uso e fine vita.



**Figura 20.** Processo edilizio lineare con stakeholders coinvolti (elaborazione a cura dell'autore)

Un processo lineare che prevede diverse fasi con le rispettive emissioni e rifiuti, in cui intervengono diversi stakeholders.

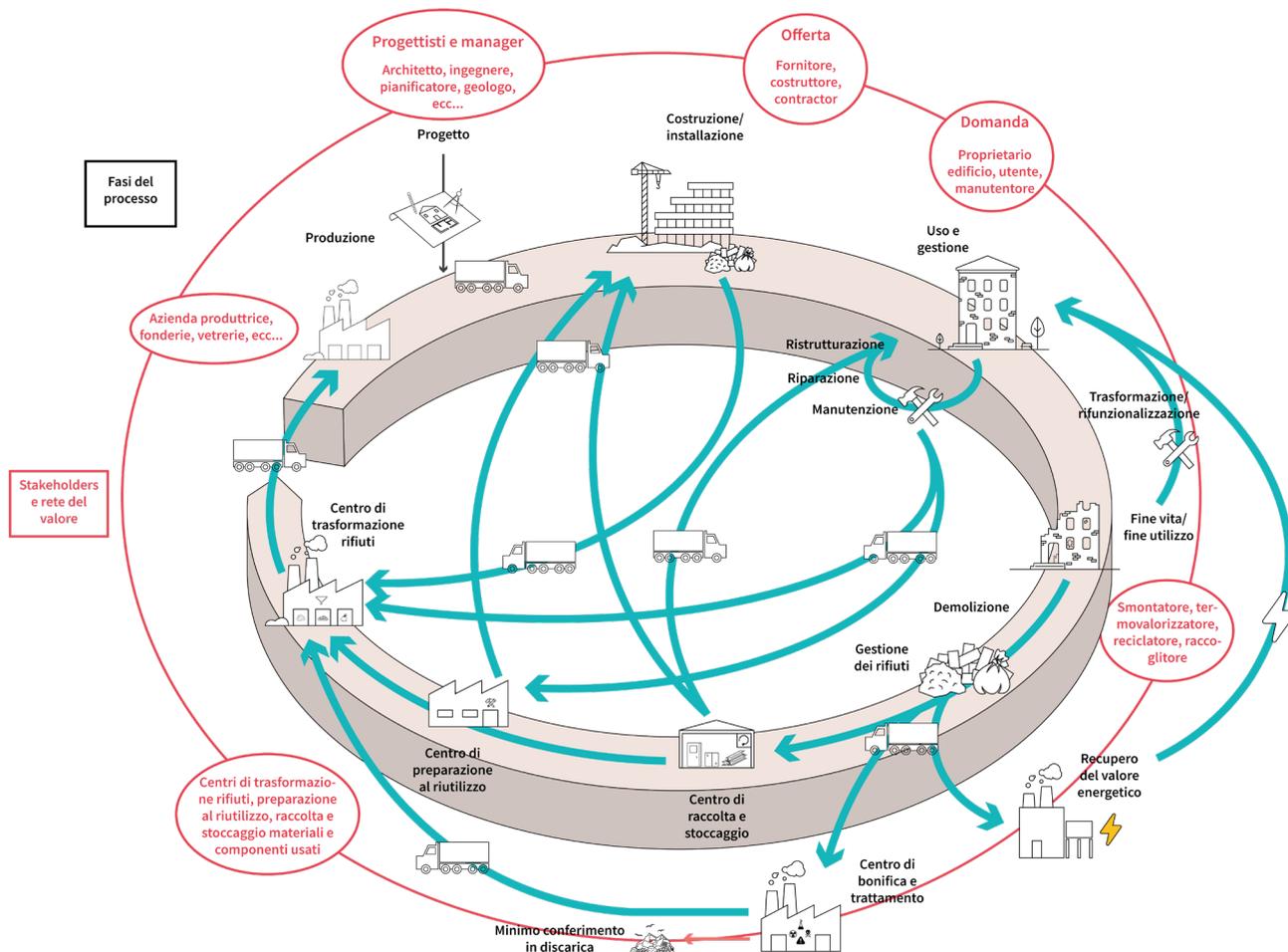
Al fine vita del prodotto, la gestione dei rifiuti presenta generalmente tre opzioni: il riciclaggio, il recupero del valore energetico attraverso termovalorizzazione o il rilascio in discarica. In questo modo però, molto del valore che avevano i materiali quando sono stati introdotti nel processo viene perduto.

Ciascuna delle fasi del ciclo di vita di un edificio (progettazione, produzione, utilizzo, demolizione e gestione dei rifiuti) offre numerose opportunità per ottenere una maggiore circolarità e una riduzione delle emissioni. Applicando all'attuale sistema lineare un approccio rigenerativo come quello circolare si può chiudere il ciclo e recuperare il valore iniziale del materiale utilizzato. Attraverso questa trasformazione si vanno ad attuare una serie di strategie per minimizzare la produzione di rifiuti, l'utilizzo di nuove materie prime, le emissioni inquinanti e gli sprechi di acqua ed energia.

Questo approccio oltre a migliorare gli aspetti ambientali del processo esistente, lo implementa attraverso una rete di collaborazioni e la creazione di simbiosi tra le aziende del territorio e tra gli stakeholders coinvolti.

Partendo da un processo costruttivo che ad oggi non pensa a chiudere il ciclo dei materiali si arriva, attraverso il miglioramento di passaggi critici di processo a chiuderlo e trasformarlo in un sistema auto-rigenerativo che riduce notevolmente gli impatti sull'ambiente.

Per fare questo è essenziale la fase di progettazione, la quale valuterà tutti gli aspetti del processo, studiandolo nel dettaglio in modo da avere un piano di azione a supporto di tutte le fasi ottenendo un processo il più sostenibile e circolare possibile.



**Figura 20.** Processo circolare e rete del valore (elaborazione a cura dell'autore)

Focalizzare l'attenzione sulla riprogettazione dei processi di produzione e ripensare all'ambiente costruito del giorno d'oggi è un buon punto di partenza per applicare questi principi agli edifici e alle città del futuro. Questo si può fare partendo solamente dalla progettazione in modo da pensare, a monte della realizzazione dell'edificio, a scelte circolari che considerino tutto il suo ciclo di vita fino alla sua fase di smaltimento/demolizione che potrebbe trasformarsi in smontaggio e riutilizzo. La concezione dell'edificio come oggetto da smaltire che produce rifiuti diventa così quello di una banca di materiali che possono essere riutilizzati per nuove funzioni o essere reintegrati nei processi produttivi. Valutando fin dall'inizio, attraverso un'attenta analisi, la disassemblabilità delle componenti tecnologiche e dei materiali di cui è composto, in modo da evitare la creazione di rifiuti da costruzione e promuovere il riciclo e riutilizzo ottimizzando l'efficienza del processo costruttivo.

Ma quali ricadute circolari ha questo tipo di trasformazione sul progetto di architettura?

Per favorire dunque l'economia circolare e valorizzare l'utilizzo di componenti e materiali di origine secondaria nell'ambito dell'architettura bisogna puntare a definire un nuovo modo di progettare facendo ricorso all'eco-progettazione dei processi e al Design for Disassembling (DfD) per valorizzare l'uso sostenibile delle risorse nelle diverse fasi del ciclo vita e puntare alla possibilità di smontaggio e riconfigurazione degli edifici del futuro (scegliere materiali leggeri e durevoli, riciclabili o realizzati con materia recuperata e riciclata, concepire prodotti riparabili, riutilizzabili e disassemblabili a fine vita per favorirne il recupero ed evitarne il conferimento in discarica).

Il progetto di architettura diventa quindi uno strumento ancora più potente e complesso sulla quale basarsi per effettuare le scelte migliori nel ciclo di vita dell'edificio.

### 3.3

#### Buone pratiche e casi studio di successo in Europa e in Italia

Attraverso l'analisi delle buone pratiche e dei casi studio esistenti che applicano principi di economia circolare per trasformare l'attuale sistema lineare è stato possibile individuare delle strategie e modelli di riferimento sul quale basarsi per la riprogettazione dei processi.

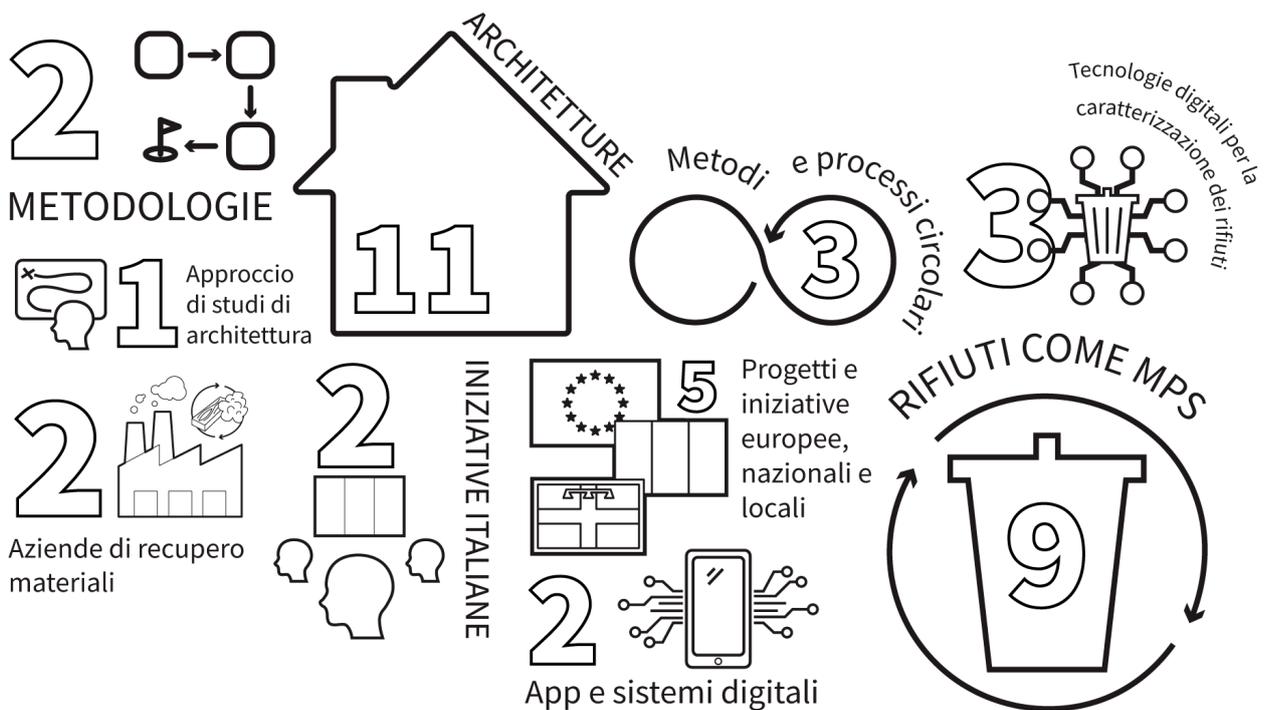
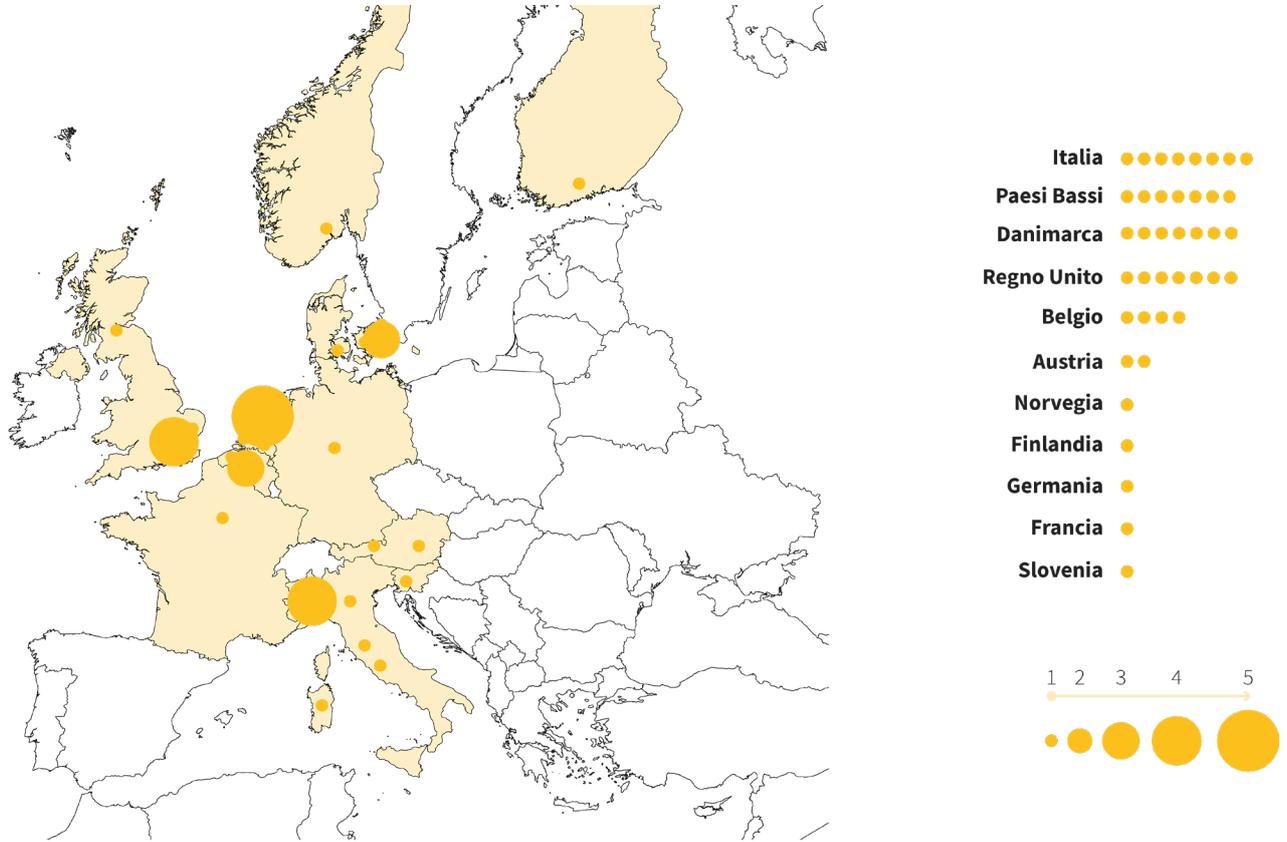
In questo capitolo si vedranno una serie di casi studio individuati e catalogati attraverso delle schede raggruppate per tipologia, elencate qua sotto:



**Figura 21.** Legenda simbologie utilizzate per individuare le tipologie di casi studio analizzati (elaborazione a cura dell'autore)

# Geografia dei modi di praticare la transizione

individuate nei casi studio



# Metodo EEA\_Copenaghen, Danimarca



Un recente studio commissionato dall'Agazia Europea per l'Am-biente mira a definire un **metodo innovativo** per monitorare e va-lutare i benefici dell'economia circolare sulla neutralità climatica, in particolare nel settore delle costruzioni. Facendo riferimento alle diverse forme in cui si possono esplicare la circolarità e il **miglio-ramento nella gestione dei materiali** (estensione della vita utile dei prodotti, riduzione della perdita di materiale, ricircolazione di materiali e prodotti, preferenza per materiali a ridotta impronta di carbonio), si stima una possibile riduzione di emissioni fino al 61% entro il 2050 (EEA, 2020; Ramboll et al., 2020).

**Autore** Agenzia Europea per l'ambiente (EEA)

**Data** 2020



## Sblocco di processi circolari

Trasmissione di una metodologia at-traverso il web, fornendo linee guida e definendone i passaggi

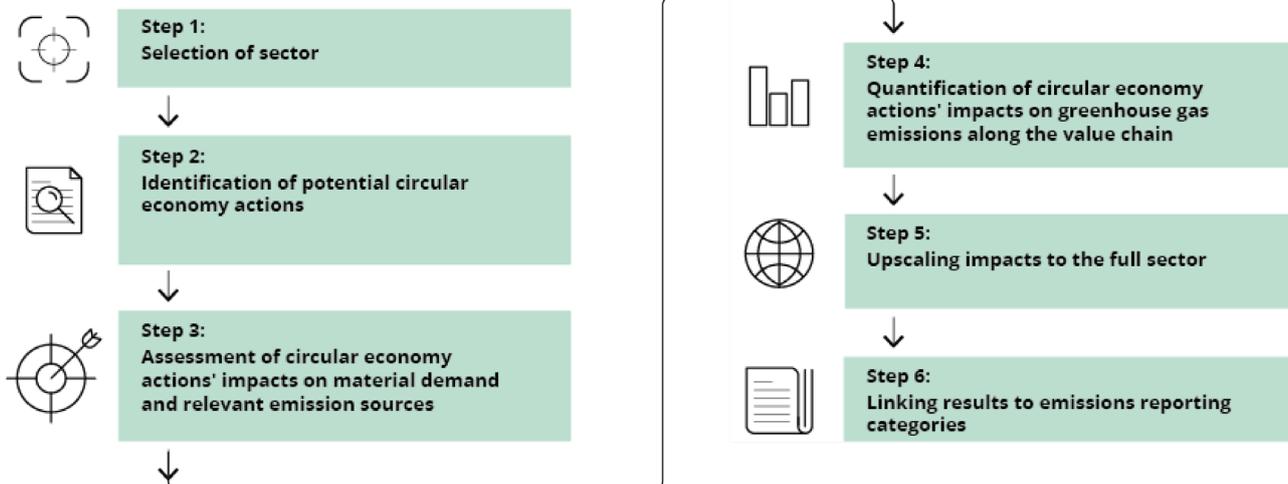
## PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

+ Propone un metodo innovativo per la **valutazione della poten-ziale riduzione delle emissioni inquinanti**, in un determinato settore, attraverso l'applicazione di azioni di economia circolare.

— Metodo in fase **sperimentale**

01

### Stepwise assessment



# Circular Design Thinking\_Regno Unito



**Ideatori** IDEO e Ellen MacArthur Foundation

**Data** (n.d.)



## Sblocco di processi circolari

Trasmissione di una metodologia attraverso il web, fornendo linee guida e definendone i passaggi

Metodologia elaborata dalla IDEO in collaborazione con la Fondazione Ellen MacArthur che fornisce una serie di **strumenti per la concezione di idee circolari innovative** attraverso la fusione del metodo di **Design thinking** con **principi di economia circolare**.

Questo metodo viene suddiviso in 4 fasi:

1. **COMPRENDERE** e ricercare le esigenze di tutti gli utenti e i flussi di materiali, energia, rifiuti all'interno di un sistema;
2. **DEFINIRE**, le problematiche e le criticità da risolvere creando flussi di materiali riutilizzabili e creando un nuovo valore del prodotto per l'azienda e gli utenti che lo riutilizzeranno;
3. **FARE**, progettare e pensare a prodotti e servizi innovativi che possono evolversi costantemente in base ai feedback degli utenti;
4. **PUBBLICARE**, la propria idea creando storie avvincenti e prototipi della propria idea in modo da diffondere il pensiero circolare e cambiare la mentalità di chi ci circonda.

## PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + Metodo di progettazione per consentire l'introduzione di una **mentalità circolare** nei progetti
- + Metodo **partecipativo e reversibile**
- + Alla base ha il **metodo del Design Thinking**

**Methods**

We've lined up a number of activities to help you understand, define, make, and release circular innovations. Dive in wherever makes most sense for you and your team.

Don't worry about getting it all right on your first go. The more you prototype and learn, the greater your positive impact on the system.

HELP TO GET STARTED

Search methods

UNDERSTAND

Understand Circular Flows

UNDERSTAND

Regenerative Thinking

UNDERSTAND

Service Flip

UNDERSTAND

02

## Distretto Musicon\_Roskilde, Danimarca



Da un'area dedicata a terreno agricolo, diventa cava di ghiaia, fabbrica di cemento e discarica, il distretto di **Musicon** in Roskilde, dal 2008 è un luogo in cui persone creative e professioni culturali stanno creando una nuova identità come **distretto di collegamento** tra il centro storico della cittadina e l'area in cui si svolge il suo rinomato festival. All'interno del quartiere è presente la Container strip (piccoli negozi ospitati nei container), diverse residenze, uno skate park, un teatro di danza, un museo, una scuola superiore e tanti altri spazi dedicati a laboratori, **hub e centri del riuso** per lo stoccaggio e il riutilizzo dei rifiuti. Questi edifici sono pensati in un'ottica di **uso temporaneo**.

**Progettisti** diversi studi  
**Committente** Comune di Roskilde  
**Data** 2008 – oggi  
**Dimensione** 250.000 mq



### Sblocco di processi circolari

Viene creata una rete di partnership, cooperazione e partecipazione tra istituzioni, aziende, associazioni locali e cittadini.

Nell'area sono stati recuperati gli edifici di un'ex fabbrica di cemento per la costruzione di nuove aree abitative e uffici, in parte **riutilizzandoli** e ridefinendo gli spazi interni, in parte attuando una **demolizione selettiva** per il loro riutilizzo come arredi urbani.

### PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + La circolarità è favorita da siti e capannoni realizzati esclusivamente con materiali di recupero in cui sono stoccate le risorse e i rifiuti, realizzati grazie ad un'**attenta mappatura dei materiali riciclabili e utilizzati per il 95% nella loro costruzione**.
- + Sono presenti **hub** per la diffusione di una cultura del **riuso**, che incentivano la **condivisione** e lo **scambio**, attraverso la cooperazione tra gli abitanti del luogo, le aziende e le autorità.



# The Resource Rows\_Ørestad, Danimarca



**Progettisti** Lendarger Group

**Committente** NREP A/S, Arkitektgruppen A/S

**Data** 2015 - oggi

**Dimensione** 9.148 mq



## Sblocco di processi circolari

Vengono introdotte delle aziende specializzate nella decostruzione



Tutto il progetto si basa sul tema dell'**efficienza** e dell'**ottimizzazione delle risorse**, suddividendolo in cinque macrosettori: materiali, energia, acqua, sociale e biodiversità.

Un concetto che sta alla base dell'edificio è il **riutilizzo di parti di facciate in mattoni tagliati in moduli** e reinstallati nelle nuove facciate attraverso l'inserimento in un telaio in acciaio, diventando i moduli di facciata del nuovo edificio.

Per quanto riguarda l'aspetto dell'energia, nel progetto sono stati inseriti **pannelli fotovoltaici e solari termici** in copertura, studiando allo stesso tempo un sistema di **ventilazione naturale**.

Attraverso un sistema di raccolta delle acque sulle celle solari, l'acqua piovana viene recuperata in un serbatoio comune e riutilizzata per gli usi non potabili. Questo si traduce in un notevole risparmio economico da parte degli utenti.

## PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + Viene data nuova vita a facciate di edifici in abbandono o disuso attraverso l'utilizzo di una **tecnica innovativa di recupero**
- + L'edificio si fonda su un concetto di **Sharing Economy** e sulla **condivisione di risorse**, eliminando gli sprechi e diminuendo la produzione di rifiuti.
- La tecnica necessita di una **struttura in acciaio di supporto**



## Circular Retrofit Lab\_VUB Campus, Bruxelles, Belgio



**Progettisti** VUB, Kaderstudio e MK Engineering

**Committente** VUB

**Data** 2018 – 2019

**Dimensione** 180 mq



### Sblocco di processi circolari

Vengono sperimentate nuove tecniche in aree locali dedicate alla realizzazione di spazi temporanei.

Il progetto nasce dalla sperimentazione di diversi scenari di riutilizzo e ristrutturazione di alloggi per studenti prefabbricati attraverso principi di **reversibilità, replicabilità ed economia circolare**.

L'intervento si è svolto attraverso un primo smantellamento di quelle che erano le pareti di tamponamento di un edificio esistente nel Campus, lasciando a nudo soltanto la struttura in calcestruzzo armato; procedendo con la sperimentazione di tecnologie, materiali e tecniche che consentissero un **facile montaggio/smontaggio**. L'approccio progettuale si basa su **modularità e prefabbricazione** di facciate e pareti interne, a partire dalla struttura esistente. Questo ha garantito un'efficienza di produzione e riduzione dei tempi e costi di assemblaggio in sito.

I materiali scelti, inoltre, sono in grado di **resistere a più utilizzi nel tempo** e quindi facilmente **recuperabili** nel momento dello smontaggio.

### PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + Sperimentazione fatta con lo scopo di **rinnovare edifici dello stesso campus**
- + Soluzioni innovative con quello che già esiste in ottica di **smontaggio e flessibilità**
- **Non** vengono integrati **dei criteri estetici** al progetto ma solo funzionali



05.a



05.b



05.c

## Katrinedals Skole\_Vanløse, Danimarca



Un caso studio interessante poiché il rivestimento di facciata è composto da laterizi che provengono dall'**urban mining**.

I laterizi utilizzati sono stati **recuperati da processi di demolizione urbana**, ripuliti, riprocessati manualmente e reintrodotti sul mercato come materia prima seconda.

Questo processo di **upcycling di materiali edilizi** consente l'introduzione di nuovi operatori coinvolti nel processo (per selezionare i materiali riutilizzabili, per la fase di pulizia degli elementi...) e crea **nuovi posti di lavoro**.

**Progettisti** JJW Arkitekten

**Data** 2013 - 2017

**Dimensione** 9.500 mq



### Sblocco di processi circolari

Vengono introdotte delle aziende specializzate nella decostruzione per il riutilizzo di materiali usati.

### PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + **Reintroduzione di materiali edili** provenienti da demolizioni come materie prime seconde
- + **Creazione di nuovi posti di lavoro**
- I mattoni recuperati, dopo un **lungo processo di selezione**, sono solo quelli ancora **integri**



## Gare Maritime\_Bruxelles, Belgio



**Progettisti** Neutelings Riedijk Architecten,  
Bureau Bouwtechniek

**Committente** Extensa

**Data** 2017 – 2020

**Dimensione** 73.000 mq



### Sblocco di processi circolari

Vengono utilizzati degli strumenti di mappatura e forniti degli incentivi alla trasformazione dei processi in circolari.

Restauro e riqualificazione dell'ex stazione ferroviaria merci di Bruxelles, avvenuto attraverso la conservazione della struttura in ferro, delle coperture esistenti e il recupero della facciata storica. Questo è stato possibile attraverso un'attenta analisi dei materiali esistenti. L'analisi delle strutture esistenti è avvenuta attraverso la creazione di una nuvola di punti dopo delle scansioni laser; l'elaborazione successiva di un **modello digitale BIM** ha consentito di ottimizzare le fasi successive di costruzione e ha permesso di studiare le connessioni dei diversi elementi inseriti.

Gli edifici al suo interno sono stati costruiti utilizzando degli elementi di tamponamento **completamente smontabili e modulari** (in CLT o telaio in acciaio e vetro) facilmente integrabili con la struttura esistente. Il **carattere circolare** è dato da questi elementi e dai **sistemi di facciate continue smontabili**, in modo da garantire un sistema facilmente smontabile e adattabile alle esigenze future.

### PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + Attivazione di **processi di urban mining, restauro e rivalorizzazione** di un edificio in disuso
- + Utilizzo di un tipo di **sistema smontabile** e creazione di una **rete di cooperazione tra aziende**
- Il sistema delle facciate in vetro consente comunque un numero **limitato di cicli di riutilizzo** delle stesse



# The Exploded View Beyond Building Eindhoven, Paesi Bassi



**Progettisti** Pascal Leboucq, Lucas De Man, et al.

**Committente** Ducth Design Week

**Data** 2021



## Sblocco di processi circolari

Avviene una sperimentazione di tecniche, materiali e soluzioni innovative in uno spazio temporaneo espositivo.

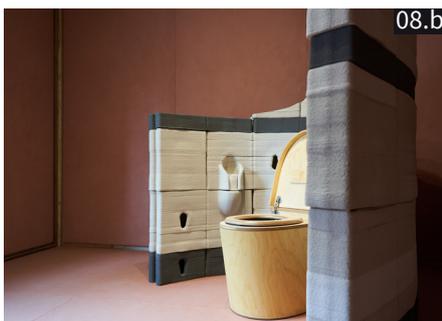
Padiglione espositivo costruito per la **Ducth Design Week 2021** che vuole dimostrare la fattibilità e l'adattabilità di un progetto circolare per il futuro del settore delle costruzioni. L'intero edificio è stato costruito attraverso l'**uso di materiali a base biologica** con **elementi modulari** di alta qualità e **adatti allo smontaggio e riutilizzo**.

Per la realizzazione dei vari componenti sono stati utilizzati un'ampia gamma di materiali naturali e in fase di sviluppo (come micelio e gusci di ostriche) e **tecnologie di stampaggio 3D** con residui delle acque reflue degli impianti di trattamento acqua.

Questo padiglione è un ottimo esempio di edificio reversibile in cui tutti i suoi componenti sono studiati in modo da poter avere un secondo utilizzo e non diventare inquinamento per l'ambiente naturale a fine della loro vita.

## PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + Diverse **nuove tecnologie** vengono espone in un'unico edificio
- + Ottimo esempio di edificio composto da **materiali a base biologica, modulabile, flessibile e smontabile**
- L'edificio è stato costruito solo in via **temporanea** e non studiato per il suo uso duraturo nel tempo



# Approccio Superuse Studio\_Rotterdam, Paesi Bassi



**Autori** Superuse Studio  
**Sede** Rotterdam, Paesi Bassi

Questo studio di architettura adotta nei suoi progetti un design circolare, con esperienza nel **riutilizzo dei materiali e utilizzo di materiali a base biologica**. Puntano a progettare architetture in sintonia con la natura che producano energia con la minima impronta ambientale possibile e le più basse emissioni di carbonio. Il loro approccio al progetto consiste nel **massimizzare il riutilizzo e l'utilizzo di prodotti** locali attraverso la **mappatura dei flussi di materiale** che vengono utilizzati, creando prodotti completamente nuovi. Per questo motivo hanno sviluppato uno strumento (ValueSystemGame) che permette di valutare i flussi di materiali residui dalle aziende, organizzazioni o da privati e capire quali sono utili per il riutilizzo o reinserimento in processi produttivi. Il loro obiettivo è lo sviluppo di una rete di connessioni di flussi di materiali tuttora non collegati stabilendo nuove connessioni tra le aziende dell'area in cui si interviene.

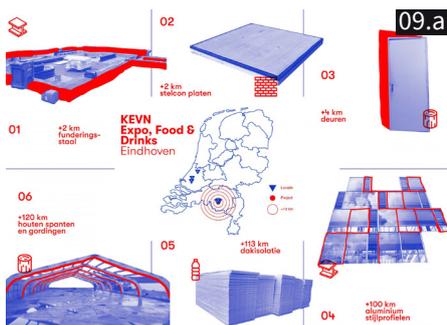
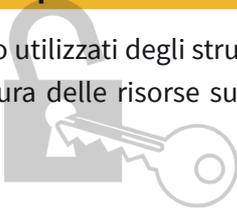
## PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + Adozione di un **sistema di mappatura dei materiali utilizzati nei loro progetti**
- + **Progettazione basata sul flusso di materiali e risorse**
- Nonostante l'utilizzo della mappatura dei materiali non tutti quelli utilizzati vengono recuperati localmente



## Sblocco di processi circolari

Vengono utilizzati degli strumenti di mappatura delle risorse sul territorio.



## Progetto ReCircE\_Germania



**Scala** Nazionale

**Autore** Ministero dell'ambiente tedesco

**Durata** 2020 - 2023



### Sblocco di processi circolari

Vengono introdotte delle nuove tecnologie per la separazione dei rifiuti e ottimizzazione della purezza del prodotto finale.

Progetto del ministero dell'ambiente tedesco per migliorare della raccolta differenziata della plastica attraverso l'**uso di intelligenza artificiale** (IA) e l'utilizzo di un **passaporto digitale** di materiali e prodotti.

I materiali plastici vengono frantumati, lavati e fusi per produrre un granulato fine, materiale utilizzato per produrre nuovi prodotti plastici e nuovi imballaggi. Nel processo di lavorazione viene introdotta l'IA per ottimizzare e migliorare i punti deboli del processo di smistamento. L'obiettivo finale è quello di arrivare alla distinzione di almeno 5 categorie di polimeri diversi per ottenere un materiale più puro. Inoltre, la creazione di un **passaporto digitale** consentirebbe l'identificazione di una sorta di scheda del ciclo di vita del prodotto, consentendo la diffusione delle informazioni, a tutti gli attori coinvolti nel suo ciclo di vita, sui materiali utilizzati, sulle tipologie di assemblaggio e su come il prodotto deve essere smaltito.

### PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + Aumento della trasparenza della **provenienza dei materiali** e **incentivazione del riutilizzo** dei rifiuti plastici
- + Nuovi sensori ad infrarossi e **IA**
- + Istituzione di un **passaporto digitale dei prodotti**
- Questo sistema non permette ancora di smistare la plastica proveniente da oggetti complessi

10

# ReCircE

## Holy wood\_Mons, Belgio



Realtà in cui mobili antichi e pezzi in legno massello vengono **raccolti localmente, smontati e recuperati** in modo da poter essere riutilizzati per la realizzazione di mobili nuovi.

Vecchi mobili in legno che non si possono più vendere e sarebbero altrimenti buttati o usati come legna da ardere, assumono quindi una seconda vita e vengono rimessi in circolo per un **uso locale**. Viene così creata **consapevolezza locale** riguardo la raccolta delle materie prime e la loro valorizzazione.

Un abbondante flusso di rifiuti diventa quindi una materia prima preziosa per la realizzazione di pezzi unici fatti a mano e creati per rispondere alle esigenze dei clienti.

**Scala** Locale

**Progetto** WoodCircus

**Programma** Horizon 2020  
**fondi**



### Sblocco di processi circolari

Presenza di associazioni locali con centri di raccolta, magazzini e laboratori per il recupero di materiali a base legno.

### PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + Produzione di **nuovi arredi di design e qualità** a partire da scarti e rifiuti
- + Creazione della **consapevolezza** del valore dei rifiuti a **livello locale**
- Realtà locale **non diffusa sul territorio**



## MDF Recovery\_Regno Unito



**Scala** Europea

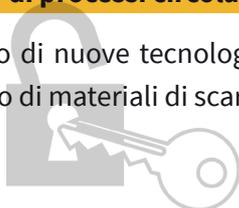
**Progetto** WoodCircus

**Programma** Horizon 2020  
**fondi**



### Sblocco di processi circolari

Sviluppo di nuove tecnologie per il recupero di materiali di scarto.



MDF Recovery (MDFR) è la prima tecnologia al mondo che **recupera economicamente le fibre di legno dall'MDF usato**, generalmente considerato non riciclabile, creando una materia prima sostenibile, a basso costo.

Il processo di recupero che viene utilizzato consente di separare i pannelli MDF dalla resina permettendo il loro riutilizzo come materia prima seconda per la produzione di nuovi pannelli. Attraverso questo metodo vengono **evitate alcune fasi molto energivore** della produzione di MDF da legno vergine, la cottura a vapore e la raffinazione, riducendo considerevolmente la produzione di CO<sub>2</sub> incorporata nel prodotto finito. La fibra recuperata ha la stessa qualità della fibra di legno vergine e fornisce una materia prima seconda per produrre nuovi pannelli MDF, prodotti isolanti e materiali da imballaggio.

### PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

+ **Recupero del valore dei rifiuti**

+ **Riduzione della CO<sub>2</sub> emessa** per la produzione

– **Vengono comunque prodotti degli scarti** per l'eliminazione della resina presente nel MDF



## EGGER Group\_Weiberndorf, Austria



Azienda con sede in Austria che in Romania possiede un impianto di **riciclaggio e di raccolta dei rifiuti in legno** e raccoglie i flussi locali di legno di scarto. Il legno, dopo la raccolta e lo stoccaggio, viene tritato, in modo da ridurre la quantità di mezzi per il trasporto. L'azienda possiede anche un impianto di produzione dove gli scarti di legno vengono trasformati in nuovi prodotti.

Le quantità di legno riciclato da EGGER in Romania nel 2019 hanno consentito di sostituire l'utilizzo potenziale di circa 65.900 ha di foresta per la produzione di nuovi prodotti a base di legno.

**Scala** Nazionale

**Progetto** WoodCircus

**Programma** Horizon 2020  
**fondi**

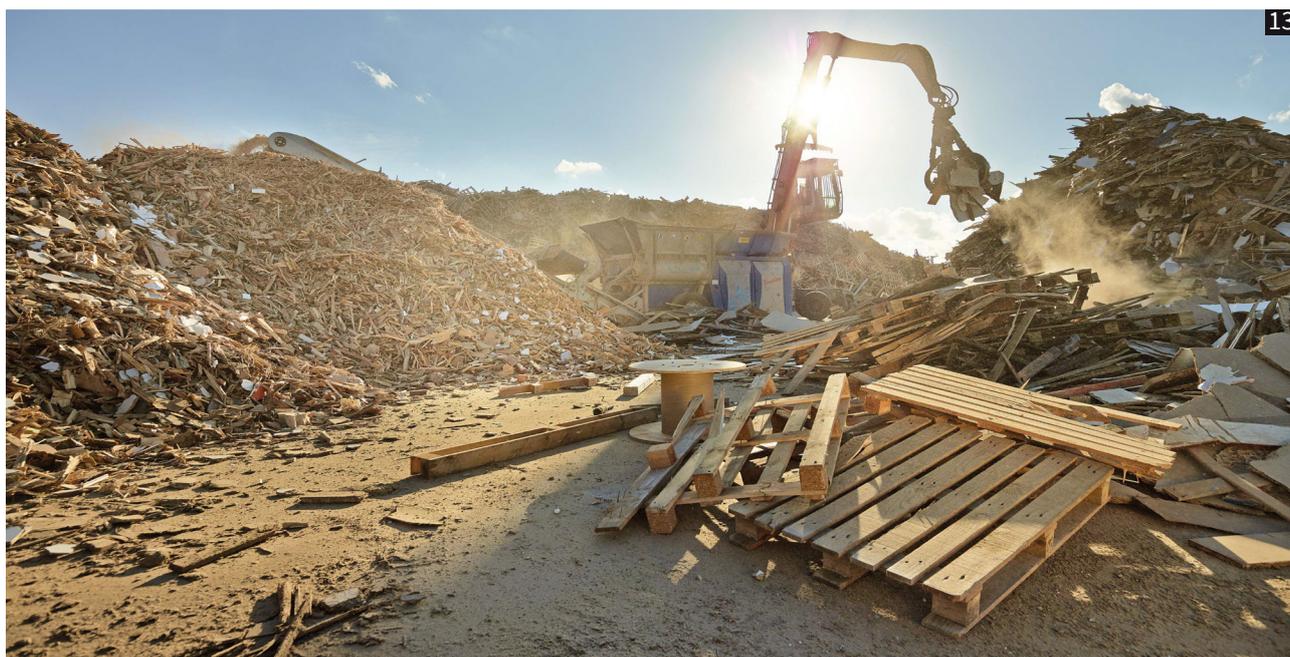


### Sblocco di processi circolari

Grazie alla disponibilità di siti di stoccaggio, impianti e le conoscenze di un'azienda specializzata nel recupero si avvia un processo circolare.

### PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + Azienda che funziona come **chiave per la chiusura del ciclo dei rifiuti in legno**
- Il legno riciclato dall'azienda viene recuperato a fronte di un processo di **downcycling** del materiale, perdendo parte del suo valore iniziale



## TREESU di M SORA Žiri, Slovenia

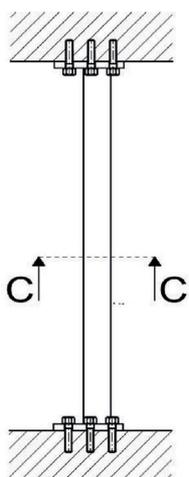


**Scala** Nazionale  
**Progetto** WoodCircus  
**Programma** Horizon 2020  
**fondi**



### Sblocco di processi circolari

Sviluppo di nuove tecnologie per il recupero di materiali di scarto e collaborazione con aziende e università.



Azienda produttrice di infissi che ha partecipato a diversi progetti europei per l'attivazione e la sperimentazione di **approcci sostenibili e circolari** nella realizzazione delle finestre.

Il progetto **TREESU**, segnalato da Woodcircus, propone di applicare un **approccio circolare progettuale** per la realizzazione di una finestra di grandi dimensioni prodotta utilizzando legno recuperato. Questo tipo di finestra si presenta con una **qualità e durata superiore** rispetto a quelle tradizionali.

Nella fase di produzione, i listelli in legno sono implementati con un **sistema di rinforzo brevettato** per ridistribuire lo stress del carico, consentendo di realizzare una finestra di maggiori dimensioni. Inoltre, attraverso un approccio di progettazione modulare, vengono applicati dei **sensori intelligenti**, incorporati nella finestra, che prevengono le possibili future rotture e ne prolungano la vita utile del prodotto.

### PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + Sistema di **recupero e riutilizzo** degli scarti in legno
- + Applicazione di **sensori** per **prolungarne la vita utile** di un prodotto e prevedere eventuali rotture
- Il legno recuperato proviene per lo più da strutture edilizie storiche in disuso



Scala Nazionale

Consorzio italiano per la raccolta, il recupero e il riciclo di imballaggi in legno che forma una rete nazionale di 2.000 aziende.

Questo ente si occupa di trasformare il legno, produrre imballaggi, fornire e importare semilavorati. Nella sua rete sono presenti aziende di riciclaggio, produttrici di prodotti a base legno, di cellulosa, di pannelli, di tavole e pallet. Questo consente la **creazione di un grande mercato di legno riciclato** (fino a 2 milioni di tonnellate di materiale raccolto all'anno) presente e attivo su tutto il territorio nazionale.

I risparmi di CO<sub>2</sub> sono notevoli come l'impatto economico consentendo la creazione di numerosi **posti di lavoro** nel settore e massimizzando i benefici del valore circolare di questi prodotti integrato nell'approccio di questa filiera. In questo modo gli scarti di legno post-consumo diventano un'eccellenza e rientrano nel mercato come **materie prime seconde**.

## PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + Creazione di **una rete di aziende** diffuse sul territorio
- + Creazione di **un mercato** del legno riciclato

- Il processo di recupero spesso prevede il **downcycling** del materiale



## Sblocco di processi circolari

Presenza di un'associazione con spazi per lo stoccaggio distribuiti in tutto il territorio nazionale e creazione di un sistema di mappatura.



## OffGrid\_Piemonte, Italia



**Scala** Locale

**Altri progetti** Edilizia Circolare,  
Reland, ECO 3R



### Sblocco di processi circolari

Associazione locale attiva nel sociale e nella sperimentazione di principi sostenibili attraverso collaborazioni con università.

Comunità di Torino che attraverso pratiche di autocostruzione collettive, recupero e scambio di materiali, promuove un modo di vivere e costruire edilizia circolare con il motto “scollegati dalla rete, vivi fuori dagli schemi”.

Un loro progetto è **“Edilizia Circolare”**, nato con l’obiettivo di dare una nuova vita ai materiali di scarto nell’ambito del settore edilizio, mettendo in connessione le realtà presenti sul territorio.

Questo progetto ha l’obbiettivo di mettere in evidenza gli sprechi del mondo dell’edilizia e **valorizzare i materiali di scarto** presenti nei cantieri della città, come pannelli isolanti o vernici destinate alla discarica, o i materiali utilizzati negli eventi e riutilizzarli in progetti di ecodesign.

Con il progetto **“Reland”**, stanno realizzando diverse iniziative tra cui un parco pensato come incubatore di idee dove sperimentare modelli alternativi per un futuro più sostenibile.

### PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + Creazione di un **cantiere collaborativo e circolare** in cui vengono coinvolti soggetti
- + Hanno creato una loro **“harvest map”** dei materiali e di professionisti
- + Creazione di una **rete per la condivisione di idee**



16

## Daniela Ducato e EDIZERO\_Sardegna, Italia



**Autore** Daniela Ducato  
**Scala** Regionale

Daniela Ducato, attraverso i suoi progetti ha promosso la nascita di una **rete di aziende che trasformano gli scarti di lavorazione** dell'allevamento e della caseificazione locali in prodotti per la bioedilizia. L'obiettivo è la **valorizzazione degli scarti** anziché l'uso intensivo di ettari di terreno per la produzione garantendo un impatto minimo sul pianeta e contribuendo ad arricchire le aziende che vedono eliminare i costi derivanti dallo smaltimento dei rifiuti che producono, inserendole in circuiti virtuosi ed evitando la loro chiusura.

L'innovazione che sta dietro a questo sistema è la **valorizzazione dell'attività di scambio degli scarti tra le aziende del territorio**, per promuovere l'utilizzo di materie e prodotti realizzati senza ulteriore consumo di suolo ed emissioni di CO<sub>2</sub>. Per questo è stato istituito un portale che raccoglie diversi materiali per la bioedilizia e dove sono presenti informazioni a riguardo (**EDIZERO**).

### PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ



#### Sblocco di processi circolari

Creazione di una rete di aziende locali e un portale digitale per la promozione dei materiali innovativi sviluppati.

- + Creazione di una **biblioteca digitale** di materiali sostenibili per la bioedilizia
- + Valorizzazione degli **scarti** e ispirazione da **processi naturali**
- + **Riconversione e valorizzazione** delle aziende locali
- L'area di recupero degli scarti è limitata prevalente alla Regione Sardegna



# Mercato Circolare Italia



**Autore** Nadia Lambiase

**Scala** Nazionale

**Collaborazioni** ECO 3R

Startup che nel 2018 ha creato un'applicazione che ha l'obiettivo di **promuovere e far conoscere l'economia circolare** e le imprese che hanno attivato questo tipo di scelte.

L'applicazione è gratuita e funziona da **punto di incontro** tra imprese e potenziali clienti per trovare prodotti, servizi ed eventi presenti sul territorio sul tema. Sull'applicazione, queste aziende e prodotti vengono georeferenziati su una **mappa digitale** creando una carta del mondo dell'economia circolare in Italia, aiutando i cittadini a scegliere prodotti sostenibili e le aziende a interfacciarsi tra di loro. La mappa viene arricchita grazie a un lavoro di scouting quotidiano e all'intervento dei singoli utenti che possono proporre, prodotti, imprese, iniziative in linea con i criteri dell'economia circolare.

L'azienda Mercato Circolare conduce anche delle attività di **formazione, consulenza e crea networking** tra imprese, istituzioni, enti di ricerca.

## PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

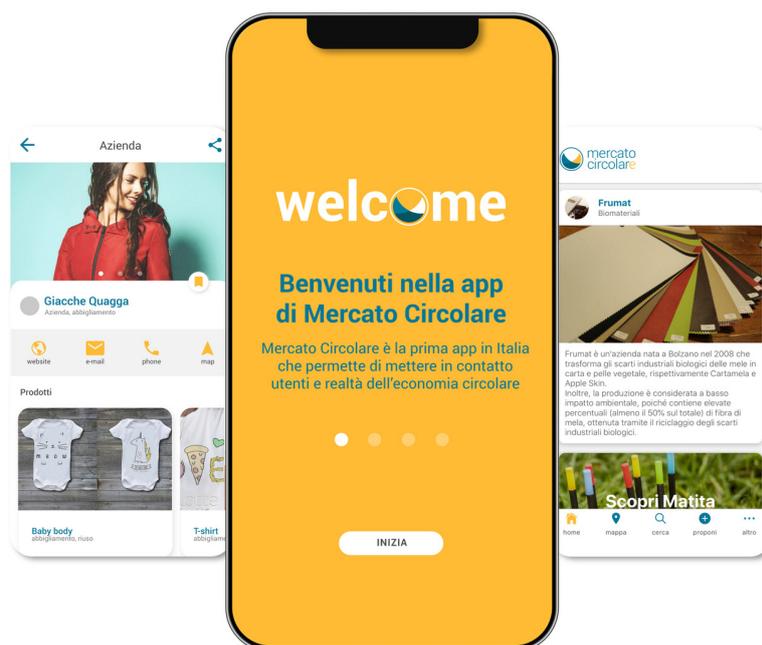
- + Creazione di una **rete digitale** tra cittadini e imprese
- + **Mappatura** delle aziende, prodotti, servizi ed eventi circolari
- + Gli utenti possono **partecipare attivamente** segnalando nuove realtà
- Le realtà vengono presentate in modo apparentemente casuale e **non avviene una suddivisione in settori specifici**



## Sblocco di processi circolari

Creazione di un app che fornisce una mappatura e una rete di incontro tra gli attori interessati all'ambito dell'economia circolare.

18





**Autore** Giunko srl  
**Scala** Nazionale

Startup creata da Giunko srl che ha sviluppato un'applicazione che consente lo **smistamento dei rifiuti** urbani in maniera semplice e veloce. Dopo la **scansione del codice a barre** del prodotto, l'applicazione indica di quali materiali è composto e in quali bidoni deve essere gettato a seconda del comune di appartenenza. Oltre alla scansione del codice a barre c'è la possibilità di cercare un prodotto a seconda della tipologia, inserendo il nome di cosa si tratta, ricercando i simboli (classificazione del rifiuto) presenti sulla confezione o attraverso una foto del prodotto. Vengono, inoltre, fornite informazioni in merito ad enti e associazioni di raccolta per il riuso (per esempio Humana per l'abbigliamento) e informazioni sulla sostenibilità dell'oggetto. Alla base è presente un ampio database dei prodotti presenti in commercio creato dal team di progettazione dell'app e dal **feedback degli utenti** che possono segnalare nuovi oggetti non presenti inviando la foto del prodotto.

## **PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ**

- + **Sistema digitale veloce** per diffondere informazioni sul riciclo e recupero dell'oggetto
- + Possibilità di **partecipazione** per gli utenti che usano l'app
- **Non tutti** gli oggetti sono presenti sul database
- Sistema pensato **solo per oggetti di consumo**



## **Sblocco di processi circolari**

Creazione di un app con un database dei prodotti online e promozione di pratiche sostenibili attraverso la partecipazione degli utenti.



# ReWaste 4.0\_Austria



Il progetto, sviluppato dall'Università di Leoben, ha l'obiettivo di studiare come l'Industria 4.0 e come la digitalizzazione può essere utile nell'ambito della gestione dei rifiuti attraverso dei sistemi robotici di selezione.

Sono stati studiati **sistemi di smistamento complessi** per poter migliorare il riutilizzo e il riciclaggio dei materiali. Un esempio sono gli **“smart bins”** (bidoni intelligenti) dotati di sensori di rilevamento dei materiali. Tecnologie di **imaging digitale** consentono l'individuazione della tipologia del prodotto e delle sue componenti. Il progetto, inoltre, punta all'istituzione di una **Smart Waste Factory** per rendere più efficiente lo smistamento e il trattamento dei rifiuti.

**Autori** R. Sarc, A. Curtis, L. Kandlbauer, K.

Khodier, K.E. Lorber, R. Pomberger

**Ente di sviluppo** Dipartimento di Environmental and Energy Process Engineering, Università di Leoben



## Sblocco di processi circolari

Utilizzo di nuove tecnologie per lo smistamento dei rifiuti.

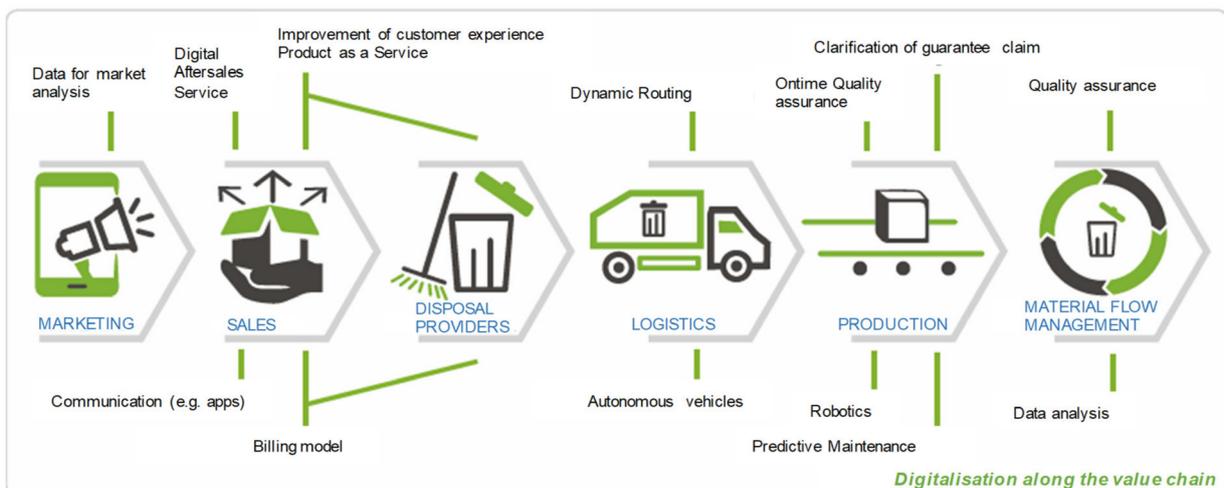


## PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

+ Sistema di smistamento dei rifiuti integrato con l'utilizzo di nuove tecnologie avanzate di selezione dei materiali

- Il progetto si basa sullo studio di sistemi **non ancora collaudati**

20



## TOMRA Recycling Asker, Norvegia



**Autore** TOMRA Recycling  
**Scala** a livello di azienda

Azienda norvegese che adotta un'intelligenza artificiale per lo smistamento dei rifiuti basata sulla raccolta di informazioni dal campionamento di materiali su larga scala.

La sua tecnologia **GAIN** utilizza l'**imaging digitale** (analisi immagini e dati) per individuare e differenziare i materiali riciclabili da quelli non riciclabili. Questa tecnologia è basata su un'intelligenza artificiale capace di riconoscere modelli e proprietà dei prodotti attraverso un **database composto da migliaia di immagini** e sensori posti lungo il nastro trasportatore. Questo strumento è collegato alla macchina che smista i diversi prodotti.

Questa tecnologia viene utilizzata per il riciclaggio dei polimeri e del legno (individuando legno lavorato da quello non lavorato).



### Sblocco di processi circolari

Utilizzo di nuove tecnologie e creazione di un passaporto o database digitale dei prodotti in commercio.

### PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + Utilizzo di IA per la differenziazione dei rifiuti
- + Tecnologia che permette di ottenere un rifiuto più "puro"
- L'utilizzo di questa tecnologia viene usata sul per la differenziazione di polimeri e legno in maniera **limitata**



## ZenRobotics\_Helsinki, Finlandia



**Autore** ZenRobotics  
**Scala** a livello di azienda

Azienda finlandese che realizza robot per lo **smistamento dei rifiuti** per materiali pesanti come i rifiuti edili e per rifiuti più leggeri come quelli domestici. La loro tecnologia consente una selezione dei rifiuti **più veloce** di ogni altra soluzione (4000 prelievi all'ora). Il cervello alla base di questa tecnologia è **ZENBRAIN**, un'**intelligenza artificiale** capace di raccogliere informazioni sul flusso di rifiuti che viene smistato e invia dati ai bracci che prelevano il materiale.

Tuttavia, l'acquisto di questi robot comporta **costi molto importanti** compensati al contempo consentono dei notevoli risparmi operativi.

Un esempio del loro utilizzo lo vediamo nell'azienda Lundstams Återvinning, con sede a Östersund, che ha installato questo sistema e ha notato un **risparmio** di 20.000 euro al mese sullo smaltimento di rifiuti residui.

### PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

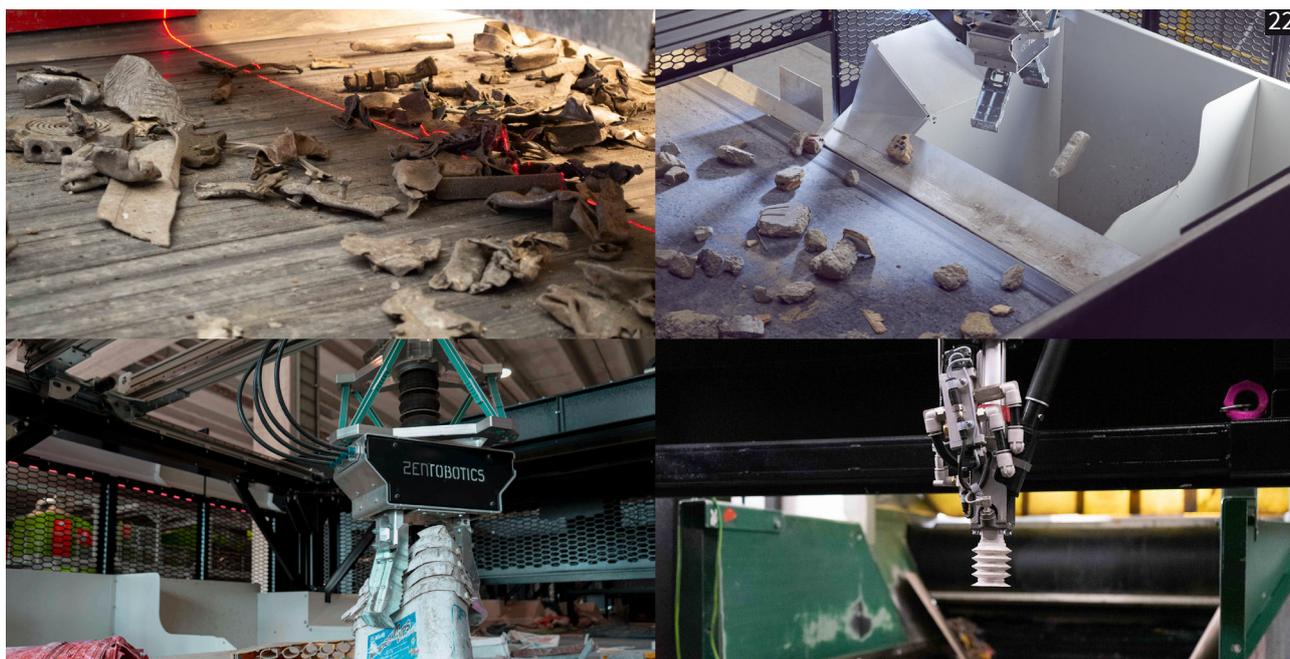
+ **Velocità, efficienza, selezione materiali più precisa e diminuzione dei rischi per la sicurezza e per la salute degli operai**

– **Costi molto importanti per l'acquisto di questa tecnologia**



### Sblocco di processi circolari

Utilizzo di nuove tecnologie e creazione di un passaporto o database digitale dei prodotti in commercio.



## Cycle-Terre\_Sevran, Francia



**Autore** Silvia Devescovi

**Scala** Locale, comunale

Un progetto europeo che punta alla circolarità dei prodotti nell'edilizia e a creare nuove occupazioni e posti di lavoro in un territorio con diverse difficoltà come la Banlieue parigina.

Il progetto, finanziato per l'80% dall'Unione europea, ha ideato un **modo di riutilizzare le terre da scavo** provenienti dalla metropolitana per la produzione di mattoni, pannelli, intonaci e malte.

Un **unico sito di stoccaggio** è stato preferito a molti e utilizzato come punto di riferimento per diversi cantieri.

Nel processo di produzione, in una prima fase la terra viene frantumata, polverizzata, selezionata e successivamente avviene il mescolamento dell'impasto con fibre vegetali (attraverso pressa e molatrice). A seconda del prodotto che si vuole ottenere l'impasto viene formato con diverse forme e caratteristiche.

I materiali così ottenuti sono destinati ad essere utilizzati **nei cantieri del territorio**.

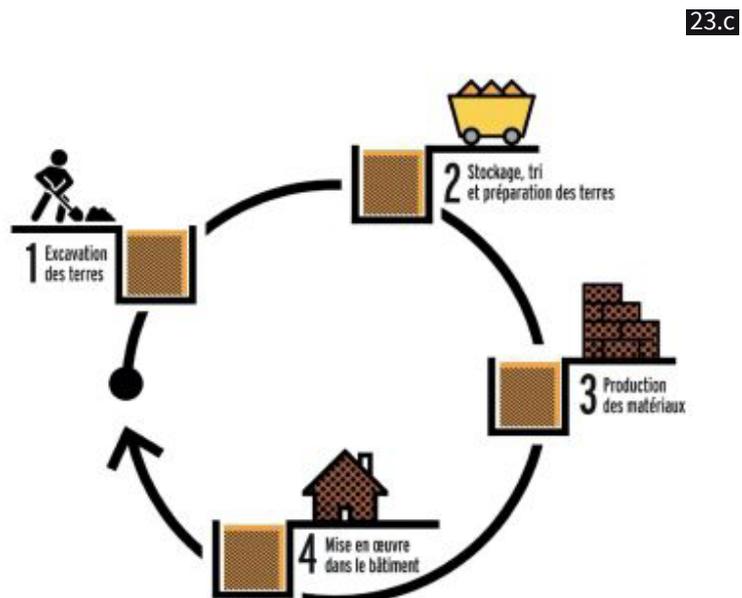
### PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + Utilizzo di un **sistema di recupero delle terre da scavo**
- + Il processo di costruzione prevede una **formazione a secco** senza l'utilizzo di forni
- + Si pone degli **obiettivi per il territorio** circostante
- Processo di produzione **lungo e lento**



### Sblocco di processi circolari

Presenza di un sito apposito per lo stoccaggio di materiali e caratterizzazione per la destinazione finale.



## K-Briq Edimburgo, Scozia



**Autore** Gabriela Medero e Sam Chapman

**Scala** Locale



### Sblocco di processi circolari

Sperimentazione di nuovi prodotti grazie a startup innovative.



Un mattone composto per il **90% da rifiuti edili**. L'ideatrice di questo prodotto è Gabriela Medero, ingegnere e professore presso l'Università Heriot-Watt in Scozia, che con l'aiuto del suo collega ingegnere Sam Chapman, ha avviato l'azienda **Kenoteq**.

Per evitare l'estrazione di materiali naturali e la produzione di grosse quantità di emissioni di CO<sub>2</sub> (causa processi di produzione altamente energivori) dalla produzione di mattoni tradizionali, Medero e Chapman hanno creato il **K-Briq**. Per la realizzazione di questo prodotto vengono utilizzati **rifiuti di demolizione**, tra cui ghiaia, sabbia, mattoni e cartongesso, frantumati e miscelati con acqua. Successivamente vengono pressati in stampi personalizzati e colorati con diversi pigmenti, riciclati anch'essi. Il processo di cottura richiede un semplice forno che produce solo un **decimo delle emissioni di carbonio** rispetto al processo di cottura dei mattoni tradizionali.

### PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + Utilizzo di **rifiuti edili derivanti da demolizioni** per la produzione di mattoni
- + Processo di produzione a **basse temperature** sostenibile
- I materiali derivanti dalle demolizioni hanno comunque bisogno di un **processo di frantumazione** per essere riutilizzati



24.a



24.b



24.c

## ReMat\_Nichelino, Italia



**Autori** Alessandro Lodo e  
Francesco Perazzini

**Scala** Locale

Start-up fondata nel 2018 a Nichelino (TO), nata per creare un valore dai rifiuti della filiera del poliuretano espanso. L'innovazione di questa azienda è quello di aver messo a punto un **processo che consente il recupero** di questo materiale dai materassi dismessi e dagli scarti di lavorazione ottenendo una materia prima seconda dalle stesse caratteristiche tecniche del poliuretano espanso vergine.

Essendo un materiale facile da modellare, il poliuretano espanso recuperato viene **lavorato e trasformato in pannelli** prendendo il nome di Eco Foam. La linea di prodotti proposti è **completamente riciclabile** alla loro fine vita e fornisce un ottimo esempio di risparmio di materie prime per la produzione di nuovi prodotti diventando il rifiuto stesso una materia prima seconda. L'azienda propone, inoltre, una linea di materassi eco-friendly a **nolegg**io valorizzando anche l'ottica circolare di vedere un **prodotto come un servizio**.

### PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + Processo di **recupero di un rifiuto** per trasformarlo in MPS
- + Ideazione di una linea parallela di guadagno dal **nolegg**io dei loro prodotti
- Al processo di produzione vengono **aggiunte materie prime e additivi** per ottenere il prodotto finito



### Sblocco di processi circolari

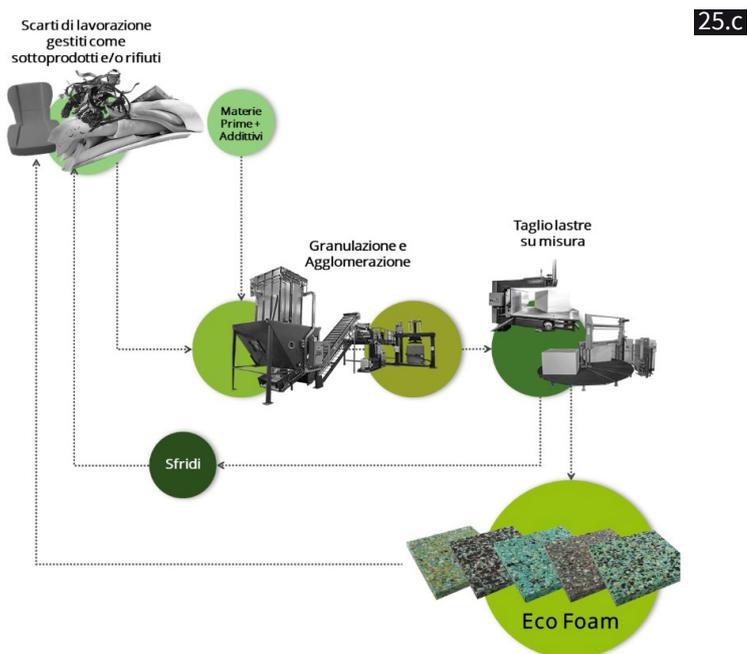
Creazione di un sistema di recupero innovativo dei rifiuti e diffusione di nuovi tipi di utilizzo (prodotto come servizio).



25.a



25.b



25.c

## Rebrick\_Svendborg, Danimarca



**Autore** Gamle Mursten  
**Scala** Locale

Un sistema inventato dall'azienda **Gamle Mursten** per riciclare i mattoni usati al posto di essere smaltiti come rifiuti inerti in discarica.

Il processo di recupero dei mattoni in argilla avviene attraverso una prima raccolta dei materiali in cantiere, il trasporto nel sito di recupero dove, attraverso una **pulizia automatizzata** (raschiatura e vibratura), il mattone viene privato delle eventuali malte o calcestruzzi ancora attaccate in modo da poter essere riutilizzato. Il progetto Rebrick ha sviluppato questa **tecnologia di pulizia del mattone** in modo tale da permettere la ri-commercializzazione dei mattoni nel rispetto delle normative europee. Dopo la separazione dei mattoni interi da quelli danneggiati, attraverso un sistema automatizzato, avviene una selezione manuale da parte di operatori che li dividono a seconda della qualità, dell'estetica e del loro valore. Alla fine del processo i mattoni vengono confezionati.

### PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + **Notevole riduzione delle emissioni** rilasciate in atmosfera dovute alla produzione di nuovo materiale
- + **Tecnologia innovativa** di pulizia del mattone
- **Solo i mattoni interi** vengono riutilizzati



### Sblocco di processi circolari

Presenza di azienda specializzata nel recupero di materiali edili e nella decostruzione che utilizza siti di stoccaggio sul territorio.



## Catalyst\_Firenze, Italia



Scala Locale

Una start-up innovativa che attraverso principi di architettura circolare e sostenibile adotta un **sistema per il riciclo dei materiali inerti** derivanti dalla demolizione di edifici esistenti e rispetto ad altre aziende prevede la possibilità di una **produzione direttamente in cantiere**. Questo sistema innovativo di trasformazione sul posto degli inerti in nuovi manufatti, permette un elevato risparmio energetico ed **evita le emissioni del CO<sub>2</sub>** derivanti da lavorazioni e trasporti. Catalyst, infatti, privilegia l'impiego di **materiali a chilometri zero**, presenti direttamente sul sito o nei territori circostanti. Il processo di produzione prevede l'utilizzo di una **pressa ad alta compressione**, che dà origine ai prodotti Catalyst, pronti per essere utilizzati. Si tratta di una **pressatura a freddo**, effettuata per evitare un notevole dispendio di energia e le conseguenti emissioni di CO<sub>2</sub> dovute alla cottura in forno della produzione tradizionale.



### Sblocco di processi circolari

Sviluppo di nuove tecniche e tecnologie per il recupero dei rifiuti e la produzione direttamente in cantiere di nuovi materiali.

### PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + Non utilizza energia termica ma solo **compressione meccanica** riducendo notevolmente **emissioni, tempi e costi**
- + Possibilità di **produrre direttamente in cantiere**
- + **Sistema di produzione a freddo**



27.a



27.b



27.c

## Kerloc\_Dinteloord, Paesi Bassi



Questa tipologia di piastrelle è un prodotto di Martens ceramiche e consiste in una **piastrella a base biologica** costituita da fibre residue di scarto di settori come agricoltura, orticoltura e silvicoltura (specialmente scarti di potatura) con l'aggiunta di minerali naturali. Il processo prevede una tecnica di formatura che utilizza basse temperature e sfrutta la **reazione esotermica**, riducendo notevolmente i consumi per la produzione e consentendo la **fossilizzazione del materiale fibroso**. La piastrella ottenuta possiede un'altissima resistenza al fuoco ed è **riutilizzabile** nel suo processo produttivo. Il prodotto non ha bisogno di manutenzione e non subisce variazioni cromatiche nel tempo grazie a questo processo di produzione.

**Autore** Martens Group

**Scala** Nazionale



### Sblocco di processi circolari

Sviluppo di nuove tecniche e tecnologie per il recupero dei rifiuti e creazione di una rete di recupero con siti di stoccaggio.

### PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + Metodo innovativo di produzione attraverso **reazione esotermica**
- + **Materiale duraturo nel tempo**
- Per la realizzazione di questa piastrella il materiale di scarto utilizzato subisce un **downcycling**



# Pareti Biofold Amsterdam, Paesi Bassi



**Autore** Samira Boon  
**Scala** Locale

Biofold è un prodotto composto da **rifiuti tessili e plastica a base biologica (PLA)** che attraverso delle particolari tecniche di **produzione digitale e piegature degli origami giapponesi**, vengono conferite al materiale, oltre all'estetica, delle particolari caratteristiche funzionali, come la capacità di carico, e caratteristiche fonoisolanti. Il materiale è composto per la maggior parte da **iuta** ricavata per il 50% da sacchi di caffè provenienti da torrefattori locali e non troppo distanti dal luogo di produzione. Il restante 50% è composto da **fibre di PLA**, una plastica biodegradabile.

Il processo produttivo inizia con l'arrivo dei sacchi di iuta che vengono s fibrati e mescolati con fibra di PLA sopra delle stuoie, utilizzando la **"tecnica di punzonatura all'ago"**. Attraverso la pressione e l'utilizzo del calore, i materassini formati vengono trasformati in pannelli piani. Il prodotto ottenuto viene utilizzato come pannello a parete o elemento acustico.

## PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

**+ Materiale biobased, prodotto a partire da rifiuti di altri settori, riciclabile e con una lunga durata**

**- Il costo del prodotto al mq è notevole**



## Sblocco di processi circolari

Sviluppo di nuove tecniche e tecnologie per il recupero dei rifiuti e creazione di una rete di recupero.



29.a



29.b



29.c

# Intonaco di alghe Luma\_Bruxelles, Belgio



**Autore** BC Materials  
**Scala** Locale

Un intonaco a base di un mix di terra scavata (argilla) e una piccola quantità di materiali a base biologica, sviluppato dalla BC Materials e prodotto a Bruxelles.

Il processo produttivo parte dal **recupero delle terre** prodotte dall'**escavazione** del terreno per le fondazioni degli edifici, il quale viene portato nell'azienda di produzione, modificato e trasformato attraverso la **miscelazione di terra** proveniente da diversi siti e strati geologici per ottenere dei materiali da costruzione **durevoli e con alte prestazioni**. Infine, il prodotto pronto viene venduto alle aziende che lo applicheranno sugli edifici come finitura delle pareti. Questo materiale partendo dalle terre locali, permette una notevole riduzione delle emissioni dovute ai trasporti e una volta arrivato alla fine del ciclo di vita dell'edificio può essere **riutilizzato o riciclato**, non contenendo sostanze tossiche.



## Sblocco di processi circolari

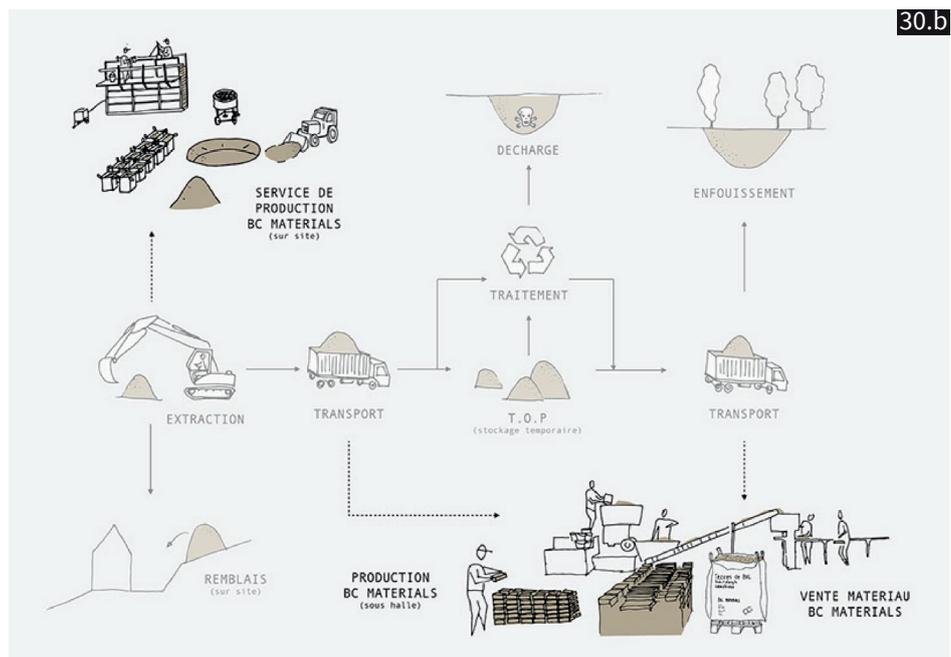
Sviluppo di nuove tecniche e tecnologie per il recupero dei rifiuti e creazione di una rete di recupero con siti di stoccaggio.

## PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + Processo di produzione di prodotti circolari, senza emissioni, sani e con una **minima parte di energia incorporata**
- + Prodotto **riutilizzabile a fine vita**
- La terra da escavazione deve essere **mescolata con altre terre vergini** per poter ottenere il prodotto finale



30.a



30.b

## GP Groot e StoneCycling Paesi Bassi



Scala Locale

Dalla collaborazione di queste due aziende nei Paesi Bassi, è nato un nuovo tipo di mattone a base di rifiuti. Questo nuovo prodotto di rivestimento è stato realizzato attraverso la **macinazione di sanitari, tegole e mattoni di rivestimento usati**. Alla base di questo sistema di recupero c'è un piano redatto dalla collaborazione dell'azienda immobiliare Eigen Haard e lo studio di architettura DOOR Architecten per un vasto progetto di demolizioni e ristrutturazioni ad Amsterdam. In questo modo vengono resi **più gestibili i costi di demolizione e delle future costruzioni**, riducendo anche le emissioni di CO<sub>2</sub>. Le materie prime seconde vengono accuratamente selezionate ed esaminate per capire ciò che può essere riutilizzato, dopodiché avverrà il riprocessamento delle macerie che verranno trasformate in nuova materia prima per la produzione dei mattoni. Si instaura così un processo di **trasformazione dei rifiuti e riutilizzo nello stesso luogo** da cui il materiale arriva.

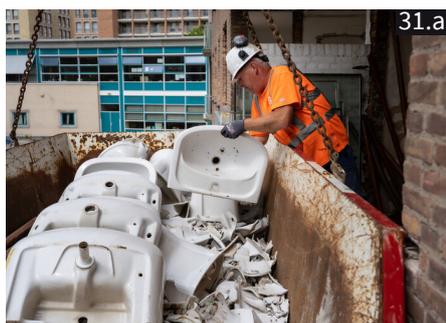
### PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + Processo di **upcycling** dei rifiuti da demolizione
- + Trasformazione e riutilizzo nello **stesso luogo**
- + **Collaborazione tra aziende**
- Il processo di produzione prevede comunque **la cottura in forni ad alta temperatura**



### Sblocco di processi circolari

Sviluppo di una rete di recupero di materiali per il riutilizzo locale e collaborazione di aziende specializzate nella decostruzione con altri attori.





**Autore** Jansen AG  
**Scala** Nazionale

Azienda olandese leader nel mercato delle finestre, porte, facciate in acciaio e vetro. Il sistema adottato dall'azienda sfrutta un materiale come l'acciaio zincato per ottenere delle costruzioni leggere e dei profili di facciata **staccabili e riutilizzabili**. Dopo l'utilizzo, l'acciaio viene ritirato dal produttore e riutilizzato per altre costruzioni. Attraverso un design reversibile l'azienda crea un valore circolare alla filiera dell'acciaio e lo rende un sistema efficiente in termini di tempo per via delle sue **connessioni reversibili** e del suo **smontaggio rapido**. In questo modo la demolizione di un edificio circolare viene ridefinita come **raccolta del materiale** e delle risorse per il loro riutilizzo altrove.

È stata sviluppata una **"mappa del raccolto"** in modo da identificare i siti in cui vengono usati i prodotti dell'azienda e programmare la loro riconsegna una volta terminato il loro utilizzo. Questa mappa mostra anche le **specifiche tecniche** del manufatto recuperato.

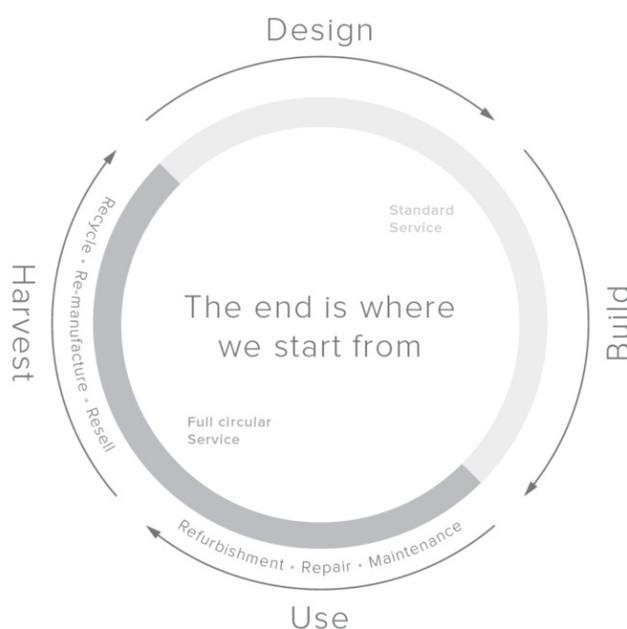
### **PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ**

- + Utilizzo di un sistema di **elementi prefabbricati staccabili e riutilizzabili** per il **prolungamento dei cicli di utilizzo**
- + Incremento di una **"harvest map"** degli elementi prodotti
- + Istituzione di **nuove figure professionali**



### **Sblocco di processi circolari**

Sviluppo di nuovi prodotti e tecnologie e mappatura delle risorse e prodotti locali con la creazione di un passaporto digitale.



## Il processo sviluppato da Bouwtuin\_Paesi Bassi



Scala Locale / territoriale

Bouwtuin è un'associazione che opera nel campo dell'**edilizia naturale e dell'architettura regionale** istituita nei Paesi Bassi. Questa associazione punta a sviluppare una rete di **(auto)costruzione locale**, dei metodi e prodotti di costruzione circolari a prezzi accessibili. I prodotti utilizzati derivano da **flussi residui naturali**, come legno, paglia, canne e terra, provenienti da **scarti delle attività agricole o dalla potatura** di alberi e aree verdi, ma anche da coltivazioni a fine edile come canapa, giunco e lino. L'obiettivo principale di questo tipo di sistema è la **valorizzazione della catena del valore regionale** in cui si conosce sempre l'origine dei materiali che vengono utilizzati, potendo fornire anche ulteriori informazioni sul loro impatto ambientale. Questo tipo di processo, attivato da Bouwtuin, consente di sviluppare **materiali ecologici** e modi di costruire **più responsabili** eliminando quasi totalmente la concezione di rifiuto potenzialmente pericoloso per l'ambiente.

### PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

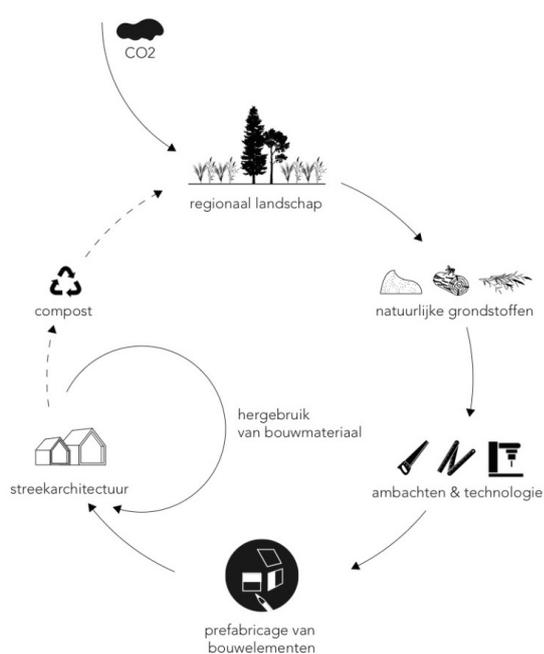
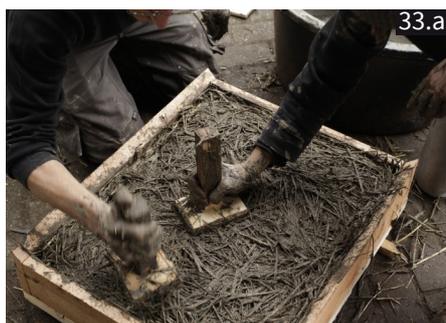
- + Sistema di **autocostruzione sostenibile localmente**
- + Creazione di una **rete territoriale**
- + Si conosce la **provenienza** dei materiali utilizzati

– I flussi di rifiuti riutilizzati sono **provenienti esclusivamente da attività agricole o naturali**



### Sblocco di processi circolari

Associazione locale che ha sviluppato una rete di condivisione/auto-produzione attraverso la cooperazione tra privati.



33.c



Scala Aziendale

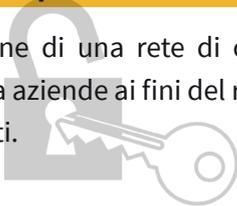
Azienda produttrice di porcellane e ceramiche che ha ottenuto la certificazione B Corp. I suoi imballaggi sono fatti di materiali riciclati dopo un **processo virtuoso di uso, recupero e riproduzione** con lo stesso materiale. La plastica utilizzata nell'imballaggio dei prodotti viene recuperata e rimandata al fornitore che ne produce di nuova recuperando il **91% dei suoi rifiuti**.

Oltre a questa rete virtuosa di recupero degli imballaggi nel suo processo di produzione vengono **recuperate il 100% delle acque reflue e il 100% degli scarti crudi**. Il 90% delle risorse utilizzate nella produzione dei prodotti sono di origine naturale e il **processo di produzione è interamente alimentato** energeticamente **dai pannelli solari** presenti in azienda.



## Sblocco di processi circolari

Istituzione di una rete di cooperazione tra aziende ai fini del recupero dei rifiuti.



## PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

+ **Recupero e riciclaggio completo** degli imballaggi utilizzati

+ Creazione di una **simbiosi industriale**

- I rifiuti plastici hanno bisogno di essere integrati con un minimo di materia prima



## Chris Payne House\_Londra, Regno Unito



Il progetto consiste nello **smontaggio** e nel trasferimento di un condominio residenziale esistente di 18 case da Southwark a Ealing (Londra). L'obiettivo principale è stato quello di **riutilizzarlo e salvarlo dalla demolizione**.

Il progetto redatto dallo studio McGregor White Architects e AHR ha consentito di **aggiungere potenziali modifiche, ristrutturazioni e miglioramenti per adattare e rendere conformi i nuovi appartamenti** alle normative edilizie vigenti e ai nuovi livelli di sicurezza antincendio. Sono stati così creati nuovi **spazi flessibili, riconfigurabili e adattabili alle esigenze** di chi ci andrà ad abitare creando degli alloggi modulari.

Il progetto, che unisce uno smontaggio e ricostruzione in un nuovo sito con un **retrofit completo** dei nuovi moduli, ha ispirato la Pan London Accommodation Enterprise (PLACE), un progetto per fornire alloggi modulari smontabili in "siti temporanei" in tutta Londra.

**Progettisti** White Architects e AHR

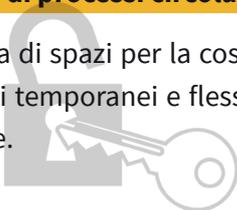
**Committente** London Borough of Ealing

**Data** Completamento a giugno 2020



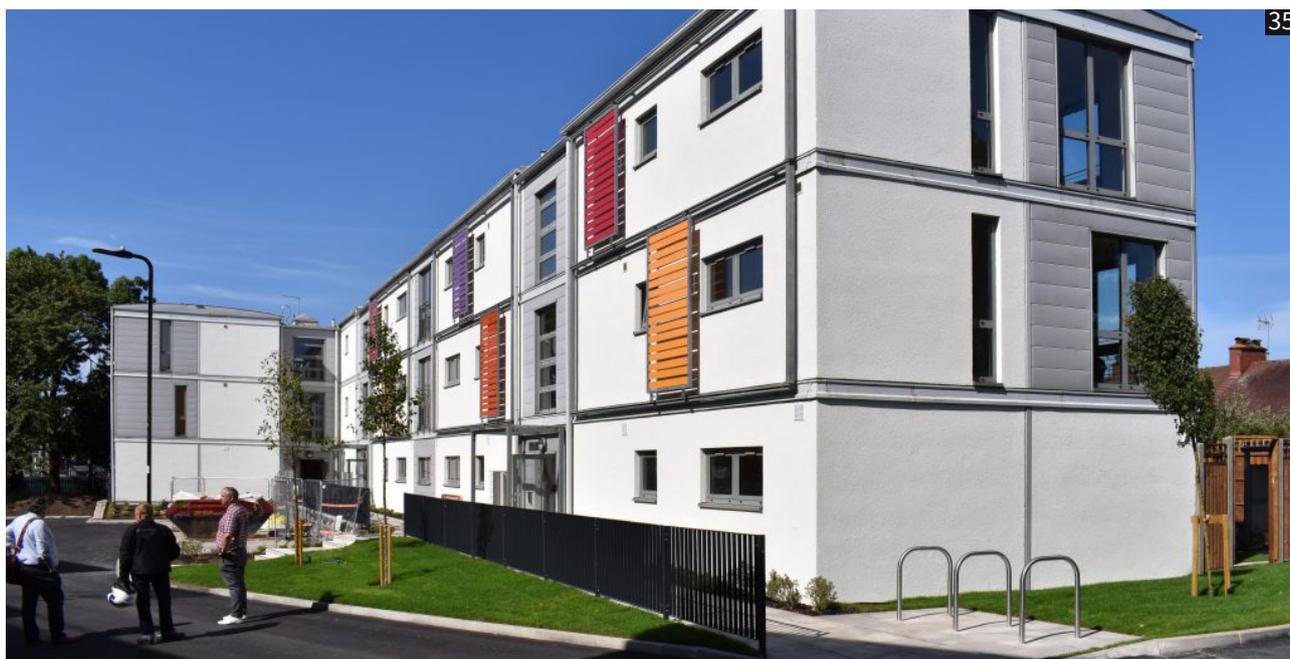
### Sblocco di processi circolari

Presenza di spazi per la costruzione di edifici temporanei e flessibili alle esigenze.



### PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + Il **95% del materiale** dell'edificio originale è stato **riutilizzato** in quello nuovo (**creazione di una rete di riutilizzo**)
- + **Notevole riduzione delle Emissioni annuali di carbonio** da **37,8 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> a 2,2 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>**
- L'edificio perde un **valore di estetica e stabilità sul luogo**



35

## Construction Skills School\_Londra, Regno Unito



**Progettisti** EBBA Architects

**Committente** London Legacy Development Corporation

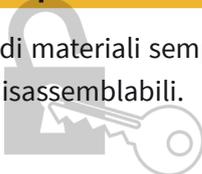
**Data** 2021

**Dimensione** 2.100 mq



### Sblocco di processi circolari

Utilizzo di materiali semplici e facilmente disassemblabili.



Situata nell'Olympic Park di Londra, la Construction Skills School è un edificio composto da **tre piccoli edifici modulari** che occuperà il sito per un minimo di 5 anni, fornendo formazione sulle competenze edilizie alla popolazione locale.

EBBA Architects ha utilizzato centinaia di pezzi di legno per dare una **nuova identità** a una serie di piccoli edifici precedentemente utilizzati come aule da una scuola primaria locale, creando una facciata attraverso un **sistema di schermature modulari, flessibili e smontabili con un budget limitato**.

Questo è stato possibile attraverso l'utilizzo di listelli in legno di larice disposti con un sistema a griglia che prevede **trattamenti differenti** per le facciate esterne rispetto ai prospetti rivolti verso l'interno. Verso l'esterno, le travi sono posizionate ravvicinate per creare uno schermo più denso, mentre le pareti interne sono più semplici e aperte.

### PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

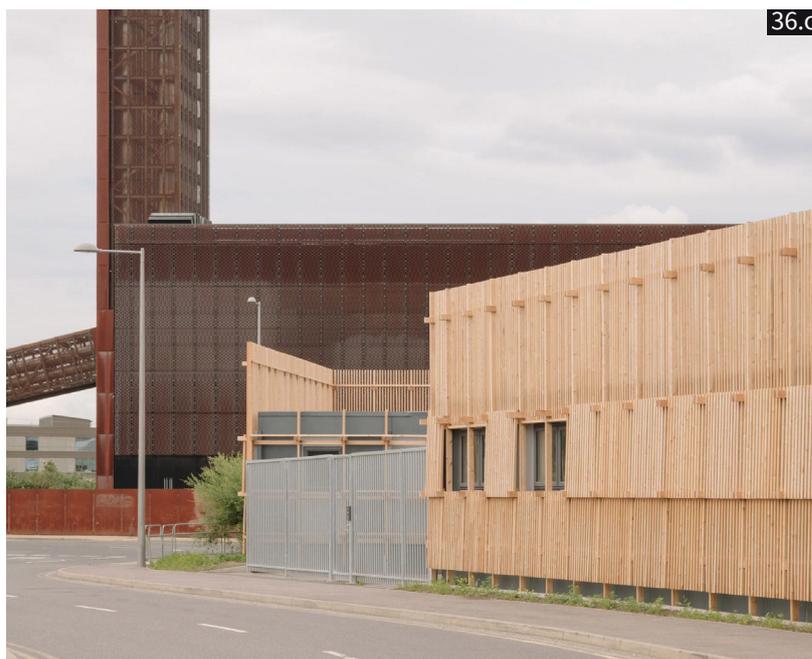
- + Utilizzo di **materiali semplici, flessibili e smontabili** che prevedono il loro **riutilizzo futuro**
- + Creazione di spazi **temporanei**
- Lo studio è avvenuto soltanto sulle facciate mentre l'edificio di base perde un valore estetico e di eco-efficienza



36.a



36.b



36.c

# Glyndebourne Croquet Pavilion\_Glyndebourne, Regno Unito



Un padiglione al Glyndebourne Opera che funge da spazio per eventi e fornisce un luogo di insegnamento e apprendimento per i gruppi della comunità locale. Il design utilizzato segue i principi di un'economia circolare, basandosi sull'**uso di materiali di scarto** per ridurre al minimo l'impronta di carbonio dell'edificio e l'utilizzo di un **design reversibile**. I materiali utilizzati provengono dal sito stesso o dalle vicinanze, insieme a nuovi materiali a base biologica creati dallo studio specialista Biohm attraverso l'utilizzo del micelio. Ogni materiale è pensato per consentirne la **decostruzione**, per cui è stata utilizzata un'imbullonatura in posizione anziché l'incollaggio per garantirne la **riciclabilità** e il **riutilizzo**.

**Progettisti** BakerBrown Studio, Elliott Wood, FT Allen, Biohm

**Committente** Opera Glyndebourne

**Data** 2021 - marzo 2022

È prevista, inoltre, la costruzione di una turbina eolica in loco che creerà elettricità per il sito e attraverso l'utilizzo dell'app open source creata dallo studio ElliottWood, Structural Carbon Tool, sono state **ridotte al minimo le emissioni di carbonio** del padiglione.

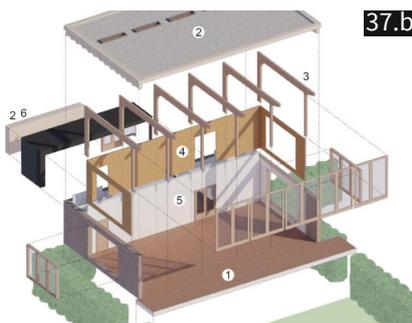


## Sblocco di processi circolari

Utilizzo di tecnologie digitali per la mappatura dei materiali locali e istituzione di una rete attraverso la cooperazione di aziende locali.

## PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + Mappatura dei materiali utilizzati
- + Progettazione basata sul **disassemblaggio** e l'utilizzo di **materiali a base biologica**



- |   |   |                                       |                                      |  |   |
|---|---|---------------------------------------|--------------------------------------|--|---|
|   |   |                                       |                                      |  |   |
| 1 Underfired Bricks<br>Hailey Brickworks waste<br>5 miles | 2 Oyster Shells<br>Site & local restaurants<br>0-10 miles | 3 Ash Dieback<br>From site<br>0 miles | 4 Cork<br>Waste from site<br>0 miles | 5 Mycelium<br>Grown on site<br>0 miles | 6 Chalk<br>Excavated on site<br>0 miles |

# Design Museum Gent\_Gent, Belgio



**Progettisti** TRANS architectuur, RE-ST architecten company, Carmody Groarke, BC Materials, Local Work Studio

**Committente** Design Museum Gent  
**Data** 2019 - 2023



## Sblocco di processi circolari

Sviluppo di nuove tecniche e riutilizzo locale degli scarti per la produzione di nuovi prodotti.

Ampliamento del Design Museum di Gent con una nuova ala denominata DING (Design In Gent). Il nuovo edificio collegherà gli edifici esistenti del museo, creando ulteriore spazio espositivo attorno al giardino del cortile centrale. Il nuovo spazio creato ha l'obiettivo di creare un luogo vivo, partecipativo e interattivo.

Local Works Studio, per questo progetto, ha progettato e prodotto una serie di mattoni ricavati da scarti di costruzione, per formare il rivestimento esterno del Museo. Un materiale a basse emissioni di carbonio creato utilizzando i rifiuti degli scavi delle fondamenta. Questi scarti vengono classificati, miscelati e pressati idraulicamente in stampi per creare un nuovo materiale forte e denso.

Il processo di fabbricazione semplice e quasi senza emissioni consente la fabbricazione in loco e riduce drasticamente le emissioni dovute alla movimentazione del materiale.

## PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

+ Il sistema di pressatura idraulica permette di ridurre di 2/3 i  $\text{kgCO}_2\text{eq/m}^3$  rispetto al processo di realizzazione dei mattoni tradizionali

- La quantità e tipologia di terreno estratta dal sito non è sufficiente a coprire la reale necessità per la realizzazione delle parti



## The Hithe\_Rotherhithe, Londra, Regno Unito



**Progettisti** IF\_DO, Elliott Wood

**Committente** Meanwhile Space CIC/Borough  
of Southwark

**Data** 2021 - 2022

**Dimensione** 200 mq



### Sblocco di processi circolari

Presenza di spazi per la costruzione di edifici temporanei individuati dalle istituzioni comunali per la valorizzazione di aree in disuso.

Il sito del progetto si trova all'interno di Rotherhithe a Londra ed è stato identificato dal Southwark Council per un utilizzo attraverso un contratto di locazione **fino a 11 anni**. Per questo motivo gli obiettivi di progettazione imposti sono stati: **alta qualità di progettazione, smontabilità** e un **basso costo** di costruzione.

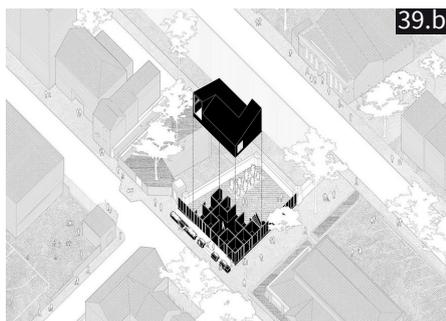
L'edificio, studiato per fornire uno spazio di lavoro conveniente per le piccole imprese, poggia su una **fondazione preesistente**, lasciata dalle case precedentemente presenti sul sito. Questo si compone di cinque moduli **prefabbricati** fuori sede e assemblati in loco nell'arco di cinque mesi.

La struttura è stata realizzata in legno con **connessioni imbullonate** e staffe in modo da essere **completamente smontabile e riposizionabile**, garantendo un **uso a lungo termine**.

Sono stati introdotti, inoltre, dei sistemi di **autoproduzione di energia elettrica** e di **stoccaggio dell'acqua**.

### PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + Valida alternativa per il progetto del **riutilizzo di edifici in rovina**
- + **Modello replicabile** per edifici che possono essere **smontati e riutilizzati** quando non sono più necessari



## Circularity City\_Danimarca centrale



**Committente** Regione centrale Danimarca

**Data** 2017 - 2029



### Sblocco di processi circolari

Cooperazione tra istituzioni e aziende locali con la creazione di una rete di innovazione delle aziende e mappatura digitale dei materiali locali.

Circularity City è un progetto in corso in Danimarca centrale che unisce **economia circolare** e **sviluppo urbano intelligente e sostenibile**, orientato al settore edile per sviluppare metodi di costruzione circolare per progetti reali nella regione. Un di questi è Genbyg Skive, del comune di Skive, che mostra come la cooperazione tra aziende, istituzioni educative, comuni può creare nuove soluzioni praticabili e opportunità commerciali sul riutilizzo dei materiali dei vecchi edifici. Un caso aziendale lo vediamo in RGS Nordic, specializzata nel **riciclaggio di rifiuti** da costruzione e demolizione, e in Salling Entreprenørfirma che, dopo aver partecipato al progetto Genbyg Skive, ha affinato i propri **metodi di demolizione** per uno smantellamento più attento delle parti riutilizzabili adatte alla rivendita. Ora si sono attrezzati per mappare e fotografare i materiali idonei alla rivendita poco prima della demolizione per trasportarli direttamente al cliente senza stoccaggio.

### PUNTI DI FORZA E CRITICITÀ

- + Identifica delle **strategie circolari** a supporto di una **transizione circolare**
- + Crea una rete di **sviluppo di modelli circolari** alla scala **territoriale**
- L'**iniziativa dei comuni è sporadica e non obbligatoria**



# Schema complessivo delle strategie circolari individuate nei casi studio



Utilizzo di sistemi digitali e creazione di un digital-twin



Creazione di nuovi luoghi e nuovi processi di produzione per l'EC



Utilizzo di fonti alternative di energia rinnovabile e riduzione dei consumi



Condivisione, partecipazione e simbiosi industriale



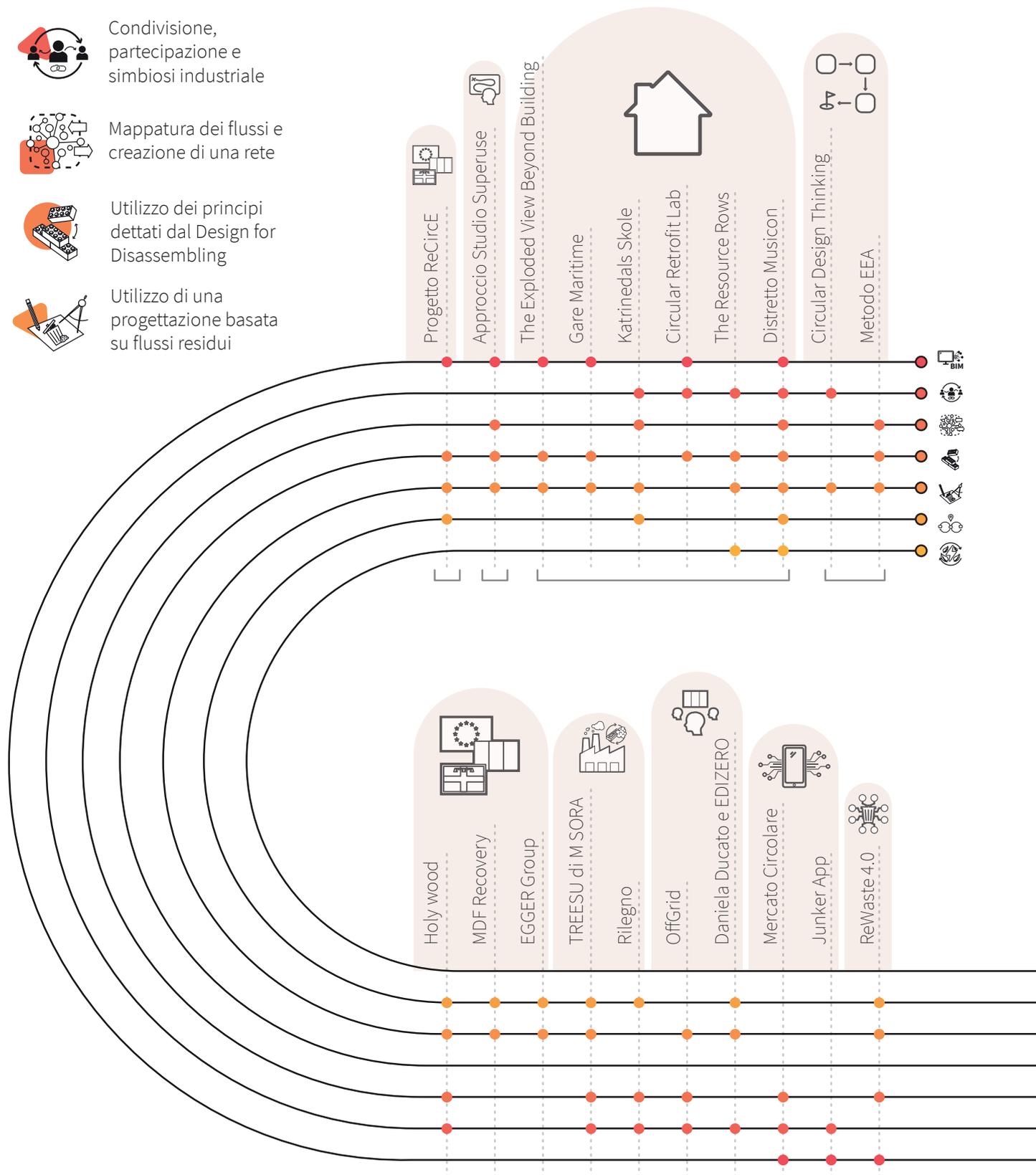
Mappatura dei flussi e creazione di una rete



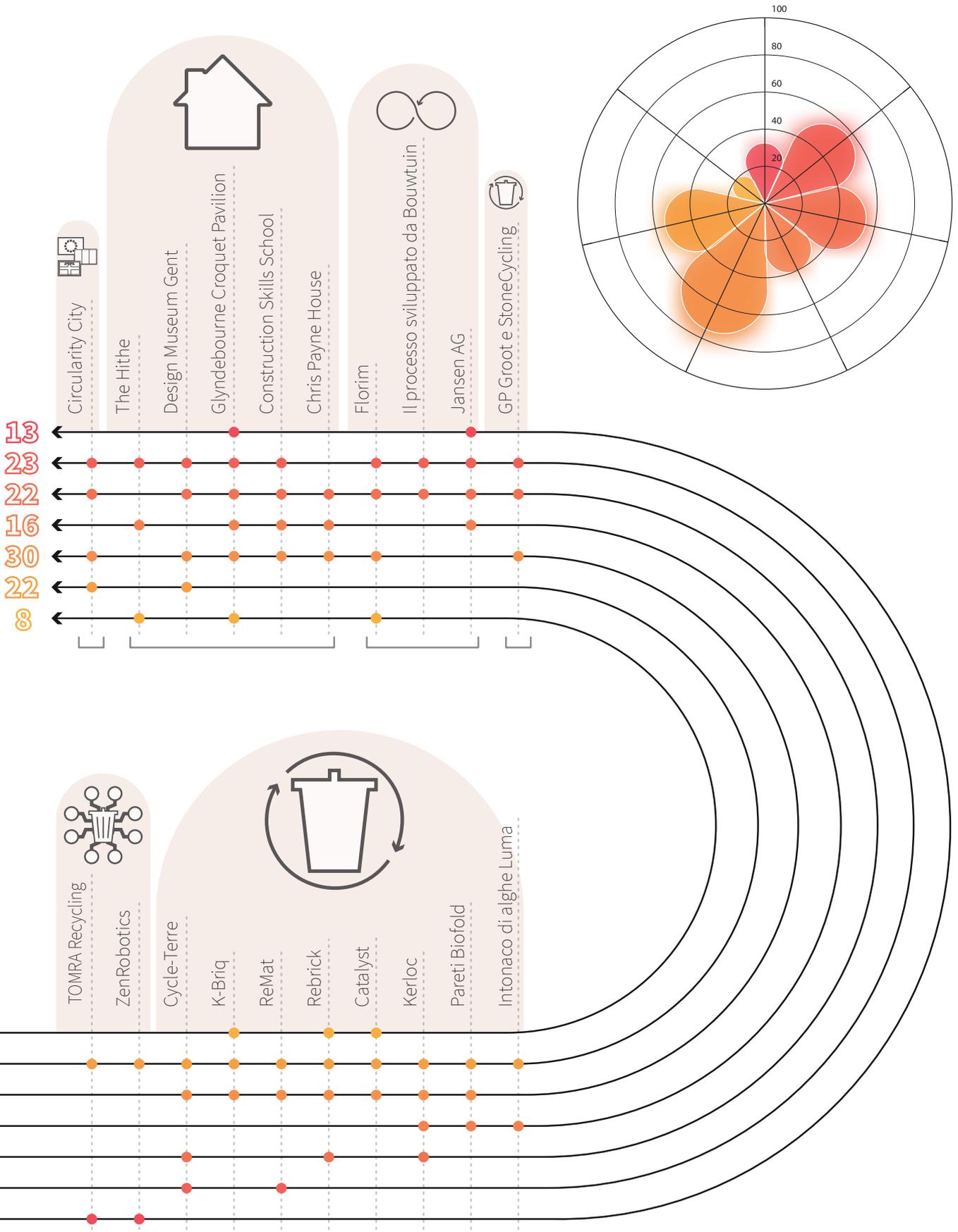
Utilizzo dei principi dettati dal Design for Disassembling



Utilizzo di una progettazione basata su flussi residui

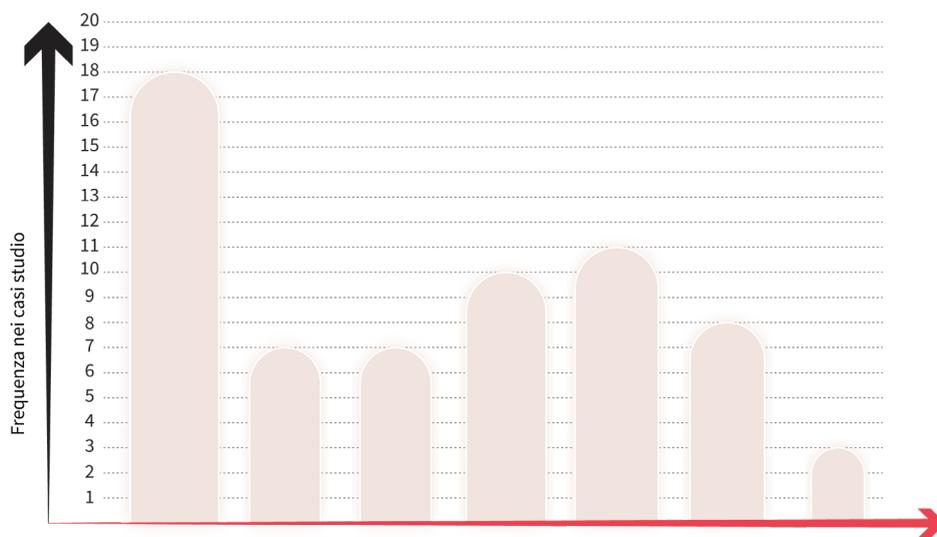


Percentuale utilizzo delle diverse strategie circolari individuate



Attraverso l'analisi dei casi studio sono stati, inoltre, identificati quegli elementi premianti che hanno consentito lo sviluppo di processi circolari in Europa:

- creazione di una rete di condivisione, cooperazione, partecipazione tra istituzioni, aziende, investitori, privati, associazioni;
- aziende specializzate nella decostruzione;
- presenza di spazi per la costruzione di edifici temporanei individuati dalle istituzioni comunali;
- sviluppo di strumenti di mappatura e creazione di un passaporto dei prodotti;
- sviluppo di nuove tecnologie, tecniche e prodotti per la valorizzazione dei rifiuti;
- presenza di spazi e strutture per lo stoccaggio, separazione dei rifiuti (materiali e prodotti);
- riutilizzo di scarti locali per la creazione di nuovi prodotti utilizzati localmente.



**Figura 22.** Frequenza degli elementi premianti di "sblocco" dei processi circolari individuati nei casi studio analizzati (elaborazione a cura dell'autore)



---

## Iconografia Casi studio

**01\_** Schema del metodo recuperato dal sito web indicato nelle fonti, Ramboll et al., 2020

<https://www.circulardesignguide.com/>

**02\_** Schermata sito web del metodo

<https://www.circulardesignguide.com/methods/>

**03.a\_** Ragnarok Museum con Container strip, Roskilde, DK

<https://dac.dk/en/knowledgebase/architecture/musicon-the-rebel-neighborhood/>

**03.b\_** Roskilde Festival Folk High School, Roskilde, DK

<https://www.archdaily.com/912035/roskilde-festival-folk-high-school-mvrdv-plus-cobe>

**03.c\_** Centro del riuso, Roskilde, DK

<https://musicon-bydelsforening.dk/affald/>

**04.a\_** Vista di una parte della facciata assemblata durante il cantiere, Lendarger Group, Ørestad, DK

**04.b\_** Operazioni di taglio delle facciate esistenti, Lendarger Group, Ørestad, DK

**04.c\_** Vista render dell'edificio in progetto, Lendarger Group, Ørestad, DK

<https://lendager.com/project/resource-rows/>

**05.a\_** Stato di fatto dell'edificio oggetto di progetto, VUB Campus, Bruxelles, BE

**05.b\_** Struttura spogliata delle pareti di tamponamento, VUB Campus, Bruxelles, BE

**05.c\_** Edificio durante il cantiere quasi ultimato, VUB Campus, Bruxelles, BE

<https://www.bamb2020.eu/topics/pilot-cases-in-bamb/retrofit-lab/>

**06\_** Vista della facciata della Katrinedals Skole, Vanløse, DK

<https://www.jjw.dk/projekt/katrinedals-skole/>

**07.a\_** Vista dalla facciata principale restaurata della Gare Marittime, Bruxelles, BE

<https://b-b.be/nl/portfolio/gare-maritime/>

**07.b\_** Vista interna delle facciate modulari smontabili della Gare Marittime, Bruxelles, BE

<https://www.harvestbay.be/bouw-project/duurzaam-stalen-gevelsysteem-draagt-bij-aan-circulaire-karakter-van-het-gare-maritime-in-brussel/>

**08.a\_** Camera da letto padiglione "The Exploded View Beyond Building", Eindhoven, NL

**08.b\_** Blocchi bagno stampati in 3D, Eindhoven, NL

**08.c\_** Vista padiglione "The Exploded View Beyond Building" complessiva, Eindhoven, NL

<https://theexplodedview.com/the-exploded-view-beyond-building/>

**09.a\_** Mappa dei materiali utilizzati per il progetto KEVN, Eindhoven, NL

**09.b\_** Interno dell'edificio KEVN, Eindhoven, NL

<https://www.superuse-studios.com/projectplus/kevn/>

**09.c\_** Vista interna degli Uffici BlueCity, Rotterdam, NL

<https://www.superuse-studios.com/projectplus/bluecity-offices/>

**10\_** Logo progetto

<https://www.recirce.de/>

**11\_** Mobili realizzata a partire da altri mobili e scarti in legno

<https://holy-wood.be/>

**12\_** Scarti di MDF e materiale ottenuto dopo le fasi di recupero

<https://www.mdfrecovery.co.uk/>

**13\_** Cumuli di rifiuti in legno di un centro per il recupero degli scarti in legno

<https://www.egger.com/>

**14\_** Sistema di rinforzo degli infissi e applicazione dei nuovi infissi in un caso studio

<https://www.m-sora.si/>

**15\_** Ciclo del legno da sito web dell'ente

<https://www.rilegno.org/>

**16\_** Foto di gruppo di alcuni componenti dell'associazione

<https://www.offgriditalia.org/>

**17\_** Immagine rappresentativa di EDIZERO presa dalla schermata principale del sito web

<https://www.edizero.com/>

**18\_** Alcune schermate dell'app (immagine recuperata dal sito web)  
<https://www.mercatocircolare.it/>

**19\_** Schermata tipo dell'app (immagine recuperata dal sito web)  
<https://junker.app/>

**20\_** Schema del processo di gestione dei rifiuti 4.0 (schema recuperato dall'articolo scientifico)  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X19304234>

**21\_** Macchinario per la separazione dei rifiuti prodotto dall'azienda e logo  
<https://www.tomra.com/>  
[https://recycling.tomra.com/hubfs/catalog\\_2020/2020\\_Catalog\\_Italian.pdf](https://recycling.tomra.com/hubfs/catalog_2020/2020_Catalog_Italian.pdf)

**22\_** Tecnologie di separazione dei rifiuti usate dall'azienda ZenRobotics  
<https://zenrobotics.com/>

**23.a\_** Sito di stoccaggio delle terre, Sevrans, FR

**23.b\_** Produzione dei mattoni da parte degli operatori dell'associazione, Sevrans, FR

**23.c\_** Schema del processo circolare creato da Cycle-Terre  
<https://www.cycle-terre.eu/>

**24.a\_** Mattoni K-Briq di diversi colori

**24.b\_** Stampi di formatura

**24.c\_** Gabriela Medero con il suo prodotto  
<https://kenoteq.com/>

**25.a\_** Campioni di Eco foam

**25.b\_** Logo azienda RE-Mat

**25.c\_** Schema di recupero di RE-Mat  
[www.re-mat.it](http://www.re-mat.it)

**26.a\_** Uno dei siti di stoccaggio dell'azienda, Svendborg, DK

**26.b\_** Selezione e pulizia manuale dei mattoni usati

**26.c\_** Separazione mattoni danneggiati e imballaggio  
<http://www.gamlemursten.eu/>

**27.a\_** Mattoni Catalyst formati

**27.b\_** Sito di produzione dell'azienda, Firenze, IT

**27.c\_** Macchinario di produzione in cantiere  
<https://www.catalyst-group.it/>

**28.a**\_ Campione del sistema facciata

**28.b**\_ Da scarto a materiale per facciate

<https://martensgroep.eu/nl/productinformatie>

**29.a**\_ Sistema di piegature Origami

**29.b**\_ Esempio di applicazione a pareti di tamponamento nel padiglione "The Exploded View Beyond Building", Eindhoven, NL

<https://theexplodedview.com/material/jute-walls-of-biofold/>

**29.c**\_ Processo circolare del prodotto Biofold

<https://www.biofold.nl/>

**30.a**\_ Campioni dei diversi prodotti dell'azienda BC Materials

**30.b**\_ Processo da scarto a nuovo materiale da costruzione

[https://www.bcmaterials.org/fr\\_11\\_concept.html](https://www.bcmaterials.org/fr_11_concept.html)

**31.a - 31.b**\_ Fase di Recupero dei sanitari dagli appartamenti, Amsterdam, NL

**31.c**\_ Posa a terra per il trasferimento in azienda, Amsterdam, NL

[www.stonecycling.com/](http://www.stonecycling.com/)

**32**\_ Processo circolare generato dall'azienda Jansen AG

<https://www.harvestbay.be/circulair-bouwconcept/>

**33.a**\_ Realizzazione di un blocco di terra e canapa , Hilversum e la regione di Gooi e Vecht, NL

**33.b**\_ Produttori e operatori locali al lavoro

**33.c**\_ Processo circolare generato dal sistema

<https://bouwtuin.wordpress.com/>

**34**\_ Vista dall'alto dello stabilimento dell'azienda, Mordano, IT

<https://www.florim.com/it/azienda/chi-siamo/innovazione-investimenti/>

**35**\_ Vista dell'edificio nel suo nuovo sito, Londra, UK

<https://www.architectsjournal.co.uk/news/aj-retrofit-awards-2022-winners-revealed>

**36.a**\_ Vista delle facciate interne, Londra, UK

**36.b**\_ Particolare nodo di collegamento degli elementi di facciata, Londra, UK

**36.c**\_ Vista della facciata verso strada, Londra, UK

Fotografie di James Retief. Recuperate da [https://www.dezeen.com/2021/10/03/construction-skills-school-ebba-architects/?li\\_source=LI&li\\_medium=bottom\\_block\\_1](https://www.dezeen.com/2021/10/03/construction-skills-school-ebba-architects/?li_source=LI&li_medium=bottom_block_1)

**37.a**\_ Vista render del padiglione, Glyndebourne, UK

<https://www.dezeen.com/2021/03/30/glyndebourne-croquet-pavilion-opera-house-bakerbrown-studio/>

**37.b**\_ Studio delle componenti dell'edificio, Glyndebourne, UK

**37.c**\_ Studio e mappatura dei materiali recuperati dal territorio locale, Glyndebourne, UK

<https://bakerbrown.studio/projects/glyndebourne>

**38.a**\_ Vista dello stato di fatto dell'area che ospiterà il nuovo padiglione, Gent, BE

<https://www.designmuseumgent.be/nieuws/2019/trans-carmody-groarke-en-re-st-ontwerpt-nieuwe-vleugel>

**38.b**\_ Mattoni per la costruzione dell'edificio realizzati con un processo innovativo a partire dalla terra recuperata dagli scavi sul sito , Gent, BE

**38.c**\_ Vista render della facciata una volta terminata, Gent, BE

<https://localworksstudio.com/projects/low-carbon-construction/>

**39.a**\_ Vista degli interni, Londra, UK

<https://www.fastcompany.com/90731595/this-building-can-be-flat-packed-like-an-ikea-bookshelf-and-moved-to-a-new-location>

**39.b**\_ Modello assonometrico esploso dell'edificio, Londra, UK

**39.c**\_ Vista prospettica delle facciate principali, Londra, UK

<https://www.ribaj.com/buildings/hithe-rotherhithe-if-do>

**40**\_ La prima casa demolita nel progetto Genbyg Skive, Londra, DK

<https://www.novia.fi/cewood/articles/circularity-city>

### Metodi e strategie per ottenere un processo circolare nell'ambito dell'architettura

Dopo aver analizzato quelle che sono gli indirizzi a cui si sta puntando in ambito europeo, nazionale e regionale e identificato i casi studio e le buone pratiche esistenti, in questo capitolo verranno individuate le strategie adottabili per trasformare i processi del settore delle costruzioni e renderli circolari in termini di risorse, rifiuti ed emissioni inquinanti. Passando all'analisi delle strategie da adottare nel progetto di architettura per agevolare questo tipo di transizione verso scelte completamente circolari.

Il settore delle costruzioni causa il 23% delle emissioni di CO<sub>2</sub>eq<sup>7</sup> e l'International Resource Panel evidenzia come con adeguate strategie (l'uso più intensivo delle abitazioni, l'aumento delle pratiche di riciclo, l'applicazione di principi di eco-progettazione per le nuove costruzioni) si potrebbe raggiungere un abbattimento quasi completo delle emissioni prodotte dal settore durante la vita utile degli edifici (Cembureau, 2020) nei Paesi del G7 entro il 2050 (80-100%), pari a 5-7 GtCO<sub>2</sub>eq nel periodo 2016 - 2050 (Circular Economy Network, Enea, 2021).

La maggior parte dei rifiuti viene prodotta a causa di scelte fatte in fase di progettazione, la quale potrebbe essere eliminata fin dal principio operando delle scelte per ridurre e ottimizzare il consumo di risorse ed evitando gli sprechi prodotti durante il ciclo di vita dell'edificio. Attraverso **principi di eco-progettazione** si possono integrare ai criteri tradizionali di progettazione (parte compositiva dell'edificio), dei requisiti essenziali di sostenibilità ambientale considerando l'intera catena del valore: dall'estrazione della materia, passando attraverso produzione e uso, fino alla fase di smaltimento.

Inoltre, è molto importante pensare a stabilire dei "rapporti circolari" in modo da creare una catena del valore che comprenda tutti gli stakeholders che intervengono nel ciclo di vita di un prodotto, da chi lo produce a chi lo acquista, fino a chi sarà incaricato del suo riutilizzo/recupero, affinché questo flusso punti alla circolarità.

Attraverso questo tipo di approccio ci si sradica dal concetto che il prezzo dei prodotti dipende dalle fluttuazioni di prezzo delle materie prime da cui sono prodotti, creando un continuo flusso circolare di risorse che una volta

7. Alejandro Gutierrez, Arup, (2022), Circular economy forum, Tondo, Milano.

finito il loro ciclo di vita vengono recuperate e rigenerate per nuove tipologie di prodotti.

Da queste analisi di report, piani europei e nazionali, casi studio e iniziative è stato possibile individuare delle strategie generali che permettano l'applicazione di principi circolari e la trasformazione dei processi esistenti per consentire la riduzione delle emissioni totali di CO<sub>2</sub> e ridurre il flusso di materie prime.

Queste strategie sono state raggruppate in alcuni macro gruppi:

#### **Utilizzo di sistemi digitali e creazione di un digital-twin**

- Sistema di monitoraggio e valutazione dell'economia circolare
- Utilizzo di tecnologie digitali e sistemi BIM (stampa 3D, modelli 3D, realtà aumentata, realtà virtuale)
- Nuovi sistemi digitali di segnalazione e mappatura delle risorse usate e dei rifiuti (database delle tipologie di prodotti e condivisione delle conoscenze)
- Strumenti digitali e nuove tecnologie per la differenziazione dei rifiuti (utilizzo IA per la selezione e smistamento dei rifiuti, gestione dei rifiuti attraverso sistemi robotici e IA, Imaging digitale per il riconoscimento dei rifiuti attraverso immagini)

#### **Condivisione, partecipazione e simbiosi industriale**

- Creare un ambiente urbano creativo e partecipativo, cooperazione tra cittadini, professionisti, aziende e autorità del luogo
- Creazione di centri del riuso e hub per la diffusione di una cultura circolare, creando spazi per la condivisione di prodotti e materiali favorendo il loro riuso e scambio
- Rete di cooperazione tra aziende
- Valorizzare il valore d'uso di un prodotto piuttosto che il valore di proprietà (noleggio dei prodotti)
- Creazione di un sistema virtuoso di uso e recupero del materiale a fine vita dall'azienda produttrice

#### **Mappatura dei flussi e creazione di una rete**

- Mappatura, catalogazione e analisi dei materiali per lo studio del loro riutilizzo, attraverso l'analisi dei materiali esistenti che possono deri-

vare dall'urban mining

- Mappatura dei flussi di materiale utilizzati per consentire il calcolo delle emissioni prodotte, alla loro produzione e alla loro provenienza
- Valutazione dei flussi di materiali residui e di scarto da aziende, cantieri, ecc.
- Stabilire una nuova rete attraverso nuove connessioni tra le realtà locali presenti sul territorio per ottimizzare i processi di recupero e riutilizzo degli scarti prodotti
- Creazione mercato delle MPS o prodotti usati
- Harvest map dei prodotti raccolti con info su sito di recupero, foto dell'elemento, informazioni tecniche per creare un valore aggiunto ai prodotti/materiali recuperati

### **Utilizzo dei principi dettati dal Design for Disassembling**

- Fondamentale è la progettazione basata sull'intero ciclo di vita dell'edificio, aumentare la vita di utilizzo degli edifici esistenti progettandone la longevità e l'adattabilità
- Pensare all'edificio come un insieme di layer (alcuni duraturi e altri temporanei) e studiandone la manutenzione senza la creazione di rifiuti non necessari
- Estensione vita utile dei prodotti, in modo da poter essere smontati e riutilizzati almeno per una seconda vita (materiali duraturi), attraverso l'istituzione di un mercato dell'usato, riparazione o rigenerazione
- Efficienza dello spazio edificato attraverso lo studio della smontabilità, reversibilità, replicabilità, adattabilità, modularità e prefabbricazione in modo da permettere di adattare lo spazio costruito alle esigenze che cambiano nel tempo.
- Utilizzo di soluzioni abitative "naturali" attraverso l'uso di materiali a base biologica, biodegradabili e rinnovabili
- Formulazione di un passaporto dei prodotti in modo da fornire informazioni sui materiali utilizzati, sulle modalità di assemblaggio e su come il prodotto deve essere smaltito

### **Utilizzo di una progettazione basata su flussi residui reintroducendo rifiuti e scarti nei processi produttivi**

- Sviluppo di nuove metodologie di progetto che consentano un uso efficiente delle risorse, la riduzione perdite durante i processi, evitare la

produzione di rifiuti e scarti di materiale

- Selezione, analisi e riprocessamento dei rifiuti da C&D (minimizzando le lavorazioni da effettuare), con la reintroduzione locale o riutilizzo diretto di parti di altri edifici
- Recupero materiali da altri settori per reintrodurli come nuove materie prime seconde (es. legno da arredi usati) creando da un prodotto usato un nuovo prodotto
- Generazione di un nuovo valore dallo scarto
- Gestione efficiente delle risorse e allungamento del valore attraverso il riutilizzo

### **Creazione di nuovi luoghi e nuovi processi di produzione per l'EC**

- Creazione di centri del riuso e hub per la diffusione di una cultura circolare, spazi per la condivisione e lo scambio
- Trasformazione delle discariche in centri di stoccaggio e recupero
- Processi di recupero e produzione innovativi che consentano: la pulizia dei materiali rendendoli adatti per un secondo utilizzo, la divisione dei rifiuti per ottenere un materiale più puro e facilitare la sua reintroduzione in processi di produzione, la trasformazione dei rifiuti in nuove risorse
- Trasformazione dei materiali direttamente in sito di demolizione in modo da azzerare i costi e le emissioni prodotte dal trasporto
- La fase di demolizione di un edificio diventa raccolta di materiali

### **Utilizzo di fonti alternative di energia rinnovabile e riduzione dei consumi**

- Utilizzo di energia rinnovabile e proveniente da nuove fonti innovative
- Efficientamento dei processi di produzione in termini di consumi di energia e di emissioni inquinanti
- Ridurre l'uso di materiali vergini e materiali inquinanti/pericolosi per la salute
- Predilezione del legno al posto di altri materiali da costruzione come acciaio e cemento (riduzione del 50% delle emissioni di CO2 equivalente)

### Metodi e strategie per ridurre gli impatti e rendere i flussi circolari a scala dell'edificio

Per lo studio di un processo circolare è fondamentale partire dall'analisi delle strategie circolari adottabili a livello di edificio. Analizzando le fasi del ciclo di vita degli edifici è possibile definire delle strategie da adottare nell'ambito architettonico per ridurre le emissioni totali prodotti e ottimizzare i materiali utilizzati durante le diverse fasi.

#### Processo di progettazione dell'edificio

L'**utilizzo di tecnologie digitali** come il **Building Information Model** o **BIM** produce un notevole aumento dell'efficienza del sistema di progettazione e gestione dell'edificio perché le informazioni riguardanti tutte le componenti vengono racchiuse in un unico file. In questo modo si consente una progettazione integrata che coinvolge tutti gli attori principali del processo di progettazione e costruzione (architetti, ingegneri, imprese edili, ecc.) e prevedendo scelte da fare nel suo intero ciclo di vita fino alla sua dismissione.

I vantaggi della digitalizzazione dell'edificio creando un **Digital-twin** (gemello digitale) sono:

- vedere l'edificio come la somma di strati in modo da valutare la loro durata effettiva;
- consente di effettuare modifiche veloci attraverso un modello adattabile, confrontarsi in maniera più efficace con gli stakeholders e i clienti;
- permette di progettare in maniera efficace la smontabilità e il recupero dalle sue parti;
- consente di evitare sprechi implementando il modello di informazioni dettagliate riguardo ai materiali utilizzati.

Altre tecnologie possono essere la **realtà virtuale**, la **realtà aumentata** e la **stampa 3D** che permettono di approcciarsi direttamente con il progetto consentendo verifiche veloci, ottimizzando tempi e costi.

L'**utilizzo di strumenti** come **LCA** (Life Cycle Assessment) e **LCC** (Life Cycle Costing), permette di ottimizzare le scelte progettuali e valutare gli impatti di un edificio sulla base di diversi aspetti ambientali ed economici, lungo tutto il suo ciclo di vita. A questo proposito, uno strumento open source a livello europeo è **Level(s)**<sup>8</sup>.

8. Recuperabile sul sito : [https://ec.europa.eu/environment/topics/circular-economy/levels\\_en](https://ec.europa.eu/environment/topics/circular-economy/levels_en)

In questa fase ritorna molto utile pensare già alla costruzione con la prospettiva di essere sia durevole e sia temporanea, montabile e disassemblabile facilmente una volta che le esigenze cambiano (**Design for Disassembling**).

Edifici reversibili, studiati fin dalla fase di progettazione, permettono di rendere i materiali e le tecnologie che li costituiscono riutilizzabili, riciclabili e smontabili facilmente, lasciando la possibilità di mutare nel tempo in destinazioni d'uso diverse da quella originale o magari anche spostabili in siti diversi da quello iniziale, senza doverli abbattere.

Una progettazione improntata sulla reversibilità deve partire da una concezione flessibile degli spazi e dalla possibilità di smontare l'intero edificio, compresa la struttura, senza che un giorno si trasformi in un cumolo di macerie. In questo modo si lascia la possibilità che da parti di un edificio esistente nascano nuove costruzioni.

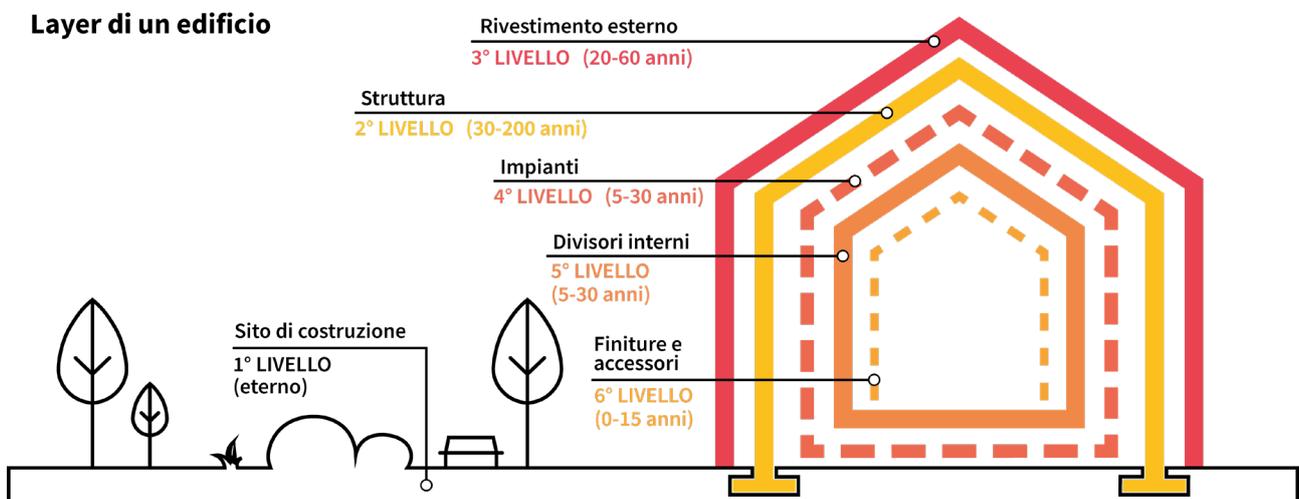
Pensare all'**edificio come un insieme di strati con cicli di vita differenti**<sup>9</sup> (Steward Brand, 1994) permette di applicare facilmente principi di EC ottimizzando le operazioni di manutenzione in un edificio riducendo i rifiuti prodotti.

Le principali tattiche proposte per progettare edifici che non generano quasi nessun rifiuto con questo tipo di visione sono molto interessanti e utili:

- Adattabilità
- Stratificazione e accesso
- Studio delle Componenti
- Studio dei Fissaggi

9. Concetto degli "Shearing Layers" formulato dall'architetto Frank Duffy e rielaborato successivamente da Steward Brand nel suo libro "How Buildings Learn: What Happens After They're Built" del 1994.

Figura 23. Layer di un edificio e relativa durata (rielaborazione a cura dell'autore dello schema di Steward Brand)



## **Adattabilità**

Le principali motivazioni per cui un edificio viene demolito non è perché la struttura non è più in grado di reggersi in piedi, ma perché non è economico adattare l'edificio a nuovi layout. È indispensabile quindi, per evitare di produrre rifiuti da demolizione, pensare fin dalla progettazione dell'edificio a uno schema semplice e adattabile in caso l'edificio dovesse assumere funzioni differenti in futuro, per ridurre sprechi di materiali e costi dovuti allo smaltimento.

Edifici adattabili consentono di anticipare i possibili ampliamenti, considerando anche la flessibilità del layout del sito.

Raggruppare le zone con necessità simili permette di posizionare in maniera efficace gli impianti e il dislocamento delle loro colonne impiantistiche.

Importante è pensare anche ai locali interni in modo da essere riconfigurabili con diverse funzioni, considerando anche un'altezza maggiore in sezione per eventuali controsoffitti e pavimenti galleggianti.

## **Stratificazione e accesso**

Considerare l'edificio come una stratificazione di layer uno sopra l'altro in cui il principio base deve essere la possibilità di raggiungere tutti gli elementi in modo da effettuare le riparazioni; per questo motivo è importante progettare bene l'involucro dell'edificio considerando l'accessibilità ai vari strati per la riparazione in modo da evitare sprechi e rifiuti prodotti per il raggiungimento del componente da riparare. Questa è un'analisi che deve essere fatta a priori per evitare potenziali costi eccessivi futuri per i proprietari.

Bisogna quindi consentire l'accesso attraverso portelli o piastre di copertura, progettare locali di accesso diretto ad ambienti di servizio con tubature o cisterne per riparazioni dirette senza demolizioni, pensare a strutture di rivestimento rimovibili e facilmente sostituibili che consentono l'accesso a spazi retrostanti, garantire dei punti lungo tutto l'involucro per il fissaggio di impalcature o sistemi che consentano la rimozione sicura delle componenti da riparare o sostituire, considerare una tolleranza per una facile rimozione delle componenti e consentire una semplice rimozione di componenti usurati dagli agenti atmosferici.

### Studio delle Componenti

Rendere più semplice ed economica la possibilità di riciclare o riutilizzare le componenti di un edificio attraverso l'applicazione di alcuni principi: utilizzare materiali durevoli (rimovibile senza danneggiamenti), elementi standardizzati (consentendo un facile riutilizzo con funzioni anche diverse), componenti facili da trasportare e maneggiare (piccoli oggetti o di moderate dimensioni facilmente trasportabili e maneggiabili), utilizzare materiali con una qualità migliore (riparabili e facilmente riutilizzabili per un uso futuro), manufatti riparabili (facilmente e a bassi costi), garantire un utilizzo consapevole dei rivestimenti (in modo da prolungare la vita delle altre componenti senza compromettere il potenziale riutilizzo), studiare dei materiali e componenti non trattati con sostanze chimiche tossiche (per esempio per garantire la caratteristica ignifuga o resistenza ad agenti atmosferici) che possano compromettere il riutilizzo in futuro e trovare delle alternative equiparabili, preferire l'utilizzo di prodotti biodegradabili che, anche se non riutilizzabili al loro fine vita, non incidono come rifiuti, considerare il leasing delle componenti.

### Studio dei Fissaggi

Per una facile rimozione delle componenti di un edificio è necessario studiare i fissaggi. Utilizzare per esempio dei “non fissaggi” come raccordi a gravità o a frizione o sfruttare il magnetismo; prediligere i “fissaggi deboli” come malte deboli (malta di calce) o Tac-Tiles di Interface<sup>10</sup> (pellicole adesive per il fissaggio di pavimenti senza l'utilizzo di colle diffuse su tutto il pavimento), utilizzo di miscele riutilizzabili o compostabili, fissaggi durevoli (rimovibili e riutilizzabili), fissaggi meccanici smontabili (viti al posto di chiodi e bulloni al posto di saldature), standardizzazione dei fissaggi e degli strumenti necessari per la rimozione.

Un esempio di soluzione reversibile per le **fondamenta** è il sistema **Diamond Pier**<sup>11</sup> formato da blocchetti in cemento prefabbricato a forma di diamante in cui sono inseriti dei tubi di acciaio che penetrano nel terreno come radici di un albero. Questi blocchetti fungono da vere e proprie fondamenta per muri portanti o pilastri ed è un sistema facilmente rimovibile senza lasciare residui nel terreno e non prevede scavi.

Per le **pareti** l'uso di **pannelli** in legno è da preferire in un'architettura reversibile per la loro facilità di disassemblaggio, riciclabilità, facile e veloce

10. Documentazione relativa recuperabile su: [https://www.interface.com/EU/en-GB/about/modular-system/TacTiles-en\\_GB](https://www.interface.com/EU/en-GB/about/modular-system/TacTiles-en_GB)

11. Documentazione relativa recuperabile su: <https://www.diamondpiers.com/installation-manual/introduction>

riconfigurazione delle pareti nel tempo. Oltre a pannelli esistono altre soluzioni reversibili come gli esempi qua citati:

- La tecnologia **OSBlock**<sup>12</sup> consiste in travi prefabbricate strutturali in legno con isolante incorporato, impilate una sopra l'altra attraverso un montaggio facile e veloce senza l'utilizzo di alcun macchinario. Nei sistemi di chiusura e bloccaggio non vengono utilizzate viti ma piccoli elementi in plastica. Questa tipologia di pannelli forniscono caratteristiche di isolamento termico e acustico molto elevate.
- Il sistema **Gablock**<sup>13</sup> utilizza un metodo di costruzione a telaio coibentato formato da blocchi di legno insulati e impilabili (come mattoncini lego) per una facile e veloce realizzazione dell'edificio. Questo tipo di sistema permette l'autocostruzione perché gli elementi sono leggeri e facilmente impilabili.

12. Documentazione relativa recuperabile su: <https://www.osblock.ca/fr/avantages/>

13. Documentazione relativa recuperabile su: <https://gablock.be/en/>

Per le tipologie di connessioni sono da **evitare colle**, che in fase di smontaggio potrebbero provocare danneggiamenti o rendere le componenti difficilmente riciclabili, **malte e calce**, difficilmente separabili da altri elementi e creano macerie, **chiodi**, anch'essi difficilmente rimovibili, e **saldature**. Sono invece da **preferire viti e bulloni** ma soprattutto **sistemi ad incastro**, per garantire un montaggio e smontaggio facile e veloce.

Per quanto riguarda gli **isolanti termici**, ci sono materiali come il gesso, altamente riciclabile ma facile da rovinare e danneggiare, tappetini o feltri di cotone, cellulosa e materiali di origine naturale di diversa natura e performanti. Esistono diversi isolanti da valutare, alcuni facilmente riciclabili ma difficilmente riutilizzabili e altri l'opposto, ma l'importante è evitare quelli che fanno uso di colle o malte per garantire una facile rimozione dell'elemento e il suo riutilizzo.

L'**impiantistica** è un elemento importante ed essenziale garantirne l'accessibilità nell'intero edificio. Questo è possibile attraverso la concentrazione in aree specifiche delle reti impiantistiche dell'edificio che devono essere facilmente accessibili (magari aprendo o spostando dei pannelli), utilizzando canaline per cavi elettrici accessibili dietro il battiscopa o sistemi di controsoffittatura/pavimenti galleggianti. Altre soluzioni per gli impianti elettrici sono i sistemi **plug & play** collegabili attraverso spina e facilmente rimovibili. Per le tubature dell'acqua sono preferibili gli **impianti a collettore** che permettono una facile accessibilità e la chiusura di ogni utenza singolarmente.

Tutti questi sistemi se progettati adeguatamente durante la progettazione possono ridurre al minimo la quantità di rifiuti prodotti e consentire una notevole riduzione delle emissioni emesse dal settore.

Nel **processo di produzione dei prodotti e dell'edificio** viene determinato un grosso impatto nel settore a causa dell'esaurimento delle risorse disponibili e dell'utilizzo di notevoli quantità di acqua ed energia. Il settore edilizio, infatti, risulta essere ad oggi una delle industrie a maggior consumo di energia a livello globale con le relative emissioni elevate.

Una difficoltà ulteriore viene dal notevole numero di stakeholders coinvolti nella fase di costruzione di cui risulta necessario un efficace coordinamento per ottenere il risultato migliore.

Nell'**ultima fase** del ciclo di vita di un edificio, nodo di collegamento di un processo circolare, è utile dividere il discorso a seconda della tipologia di edificio che ci si trova davanti: edificio di nuova o recente costruzione (già pensato con dei principi di smontabilità) e edificio esistente le cui parti non sono pensate per essere smontate.

Nel primo caso il fine vita si trasforma in disassemblaggio delle singole componenti che potranno essere riutilizzate, rivendute o riciclate per continuare il loro ciclo di vita e dare forma a nuovi edifici. Nel secondo caso invece, per evitare la produzione di rifiuti da demolizione, bisogna pensare alla demolizione selettiva delle parti con la divisione a seconda della tipologia di materiale, in modo da consentire un facile riciclaggio o recupero ed evitare il conferimento in discarica.

### 3.4.2

#### **Metodi e strategie per ridurre gli impatti e rendere i flussi circolari a scala urbana**

A scala urbana i flussi principali per il funzionamento degli edifici sono quelli energetici, di consumo di acqua e di produzione dei rifiuti. Dovrebbero essere verificate le destinazioni e gli usi degli edifici per comprendere e calcolare quali sono i consumi urbani.

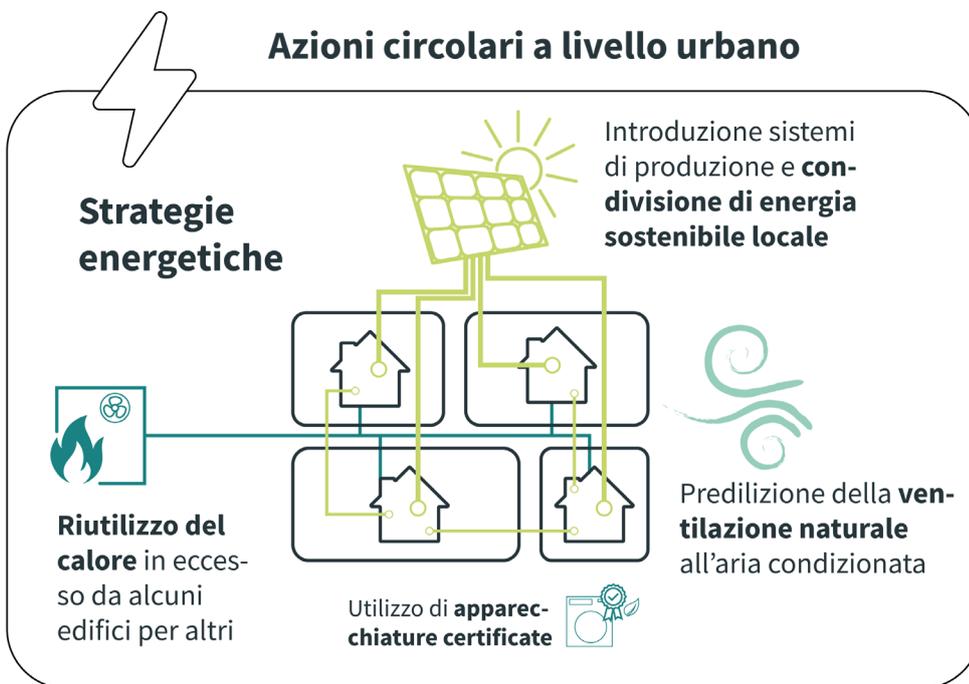
In questa scala, per ottimizzare e ridurre i consumi e la produzione di rifiuti, bisogna puntare a (DELFT, 2022):

- Per quanto riguarda l'energia, utilizzare delle apparecchiature certi-

ficcate e a basso consumo, ridurre il loro utilizzo, introdurre sistemi di produzione e condivisione di energia sostenibile locale, prediligere la ventilazione naturale all'aria condizionata, riutilizzo del calore in eccesso da alcuni edifici per altri;

- Per quanto riguarda l'aspetto del consumo dell'acqua: recuperare e immagazzinare le acque piovane, puntare all'utilizzo a cascata dell'acqua riutilizzando gli scarti per altre apparecchiature (es. acqua utilizzata per la lavatrice usata come acqua di scarico per il wc), creazione di una rete fognaria delle acque piovane indipendente;
- Per quanto riguarda i rifiuti: riutilizzare i rifiuti organici come fertilizzante, ridurre la generazione di rifiuti attraverso la riparazione dei componenti rotti evitando la sostituzione, condividere i beni non utilizzati, considerare gli edifici come banche di materiali, introduzione di un sistema di trasporto dei rifiuti automatico (attraverso canali appositi) verso l'azienda di recupero evitando l'utilizzo di mezzi di trasporto, creazione di centri del riuso in ogni quartiere.

Figura 24. Strategie circolari e sostenibili a livello urbano (elaborazione a cura dell'autore) (continua in pagina seguente)

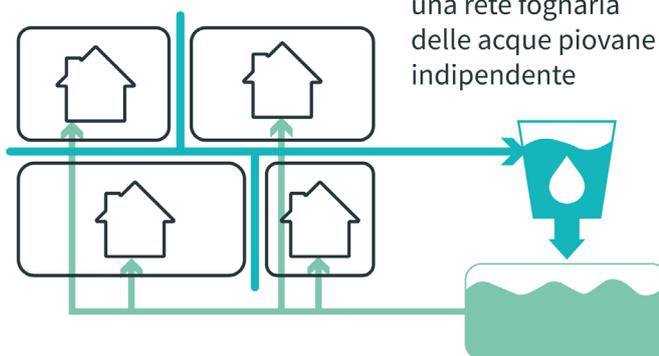




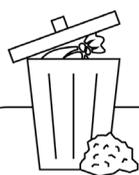
### Strategie di recupero acqua



Puntare all'**utilizzo a cascata** dell'acqua riutilizzando gli scarti per altre apparecchiature



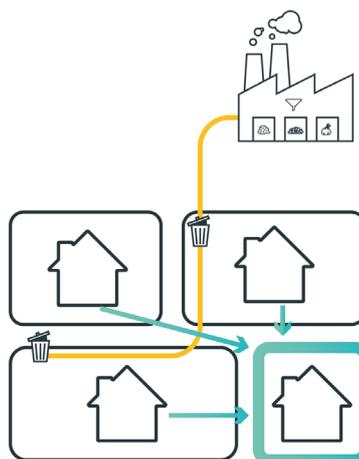
**Recupero e immagazzinamento** delle acque piovane attraverso la creazione di una rete fognaria delle acque piovane indipendente



### Strategie sui rifiuti



Rifiuti organici come **fertilizzante**



**Sistema di trasporto dei rifiuti automatico** (verso l'azienda di recupero)



Creazione di **centri del riuso** in ogni quartiere attraverso Riparazione e Condivisione

### Metodi e strategie per ridurre gli impatti e rendere i flussi circolari a scala regionale/territoriale

Le strategie utilizzabili a scala regionale sono studiate a partire dal metabolismo territoriale utilizzando diagrammi di flusso o Sankey diagram per capire quali sono i punti critici e le quantità di flussi derivanti dal processo che si sta studiando.

Guardando al settore delle costruzioni, attraverso questi diagrammi è possibile vedere nel suo complesso il sistema dei flussi che stanno alla base di un edificio dando la possibilità, facendo delle simulazioni, di ottimizzarli e renderli sostenibili. A sostegno di questo è utile effettuare una mappatura geografica degli spostamenti di materiale per ridurli e permettere una produzione e consumo locale in modo da ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> in ambiente.

Avere una mappa reale, continuamente aggiornata, della rete dei materiali, prodotti e rifiuti prodotti nell'ambito delle costruzioni e demolizioni di un'area metropolitana, permetterebbe di capire il metabolismo di un determinato territorio e la sua sostenibilità.

Questo tipo di analisi consentirebbe di:

- capire quali scarti e rifiuti vengono attualmente usati come input per altre attività;
- individuare dove andare ad agire attraverso l'introduzione di strategie circolari e in che scala in modo da produrre dei benefici ambientali, economici e sociali;
- capire i benefici e gli svantaggi che potrà provocare questo tipo di trasformazione;
- capire quale tipo di relazioni creare tra gli stakeholders e la comunità locale, in modo da formare una rete del valore locale.

In questa mappatura dei materiali da costruzione è utile sapere da dove vengono acquisite le materie prime per la produzione, quale processo viene utilizzato per la produzione, quali tecniche e tipologie di installazione vengono utilizzate in fase di costruzione e una volta che l'edificio arriverà al suo fine vita capire quale sarà la destinazione delle sue componenti.

## Strategie per un processo circolare

### A livello di prodotto ed edificio

- Utilizzo intelligente di materiali, prodotti e modi di produrre 
- Estensione della vita utile di materiali e componenti 
- Chiusura dei cicli di energia, acqua e rifiuti 
- Pensare al fine vita dei materiali e componenti attraverso possibili riutilizzi, riciclo o reintroduzione nel processo 



### A livello di città o territorio

- Progetto rigenerativo urbano e territoriale 
- Progetto del metabolismo urbano e territoriale 
- Progetto di spazi flessibili e facilmente riadattabili 
- Simbiosi industriale locale 

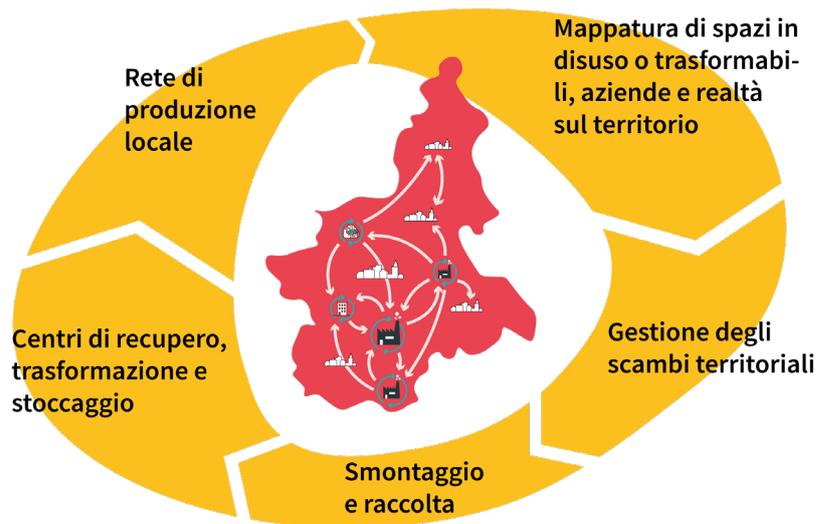


Figura 25. Strategie per un processo circolare dalla scala del prodotto al territorio (elaborazione a cura dell'autore)



# **PARTE III**

**/ Inserimento di  
un'ipotesi progettuale  
circolare nell'ambito  
dell'ecosistema  
territoriale ECO 3R**



## 4. Da un processo ideale a un sistema reale applicato a un territorio

### 4.1 Scenario di inserimento del progetto

Le politiche europee riguardanti la transizione indirizzano verso la promozione di processi circolari ai diversi livelli (nazionale, regionale, comunale, ecc...), sensibilizzando allo stesso tempo le imprese presenti sul territorio ad effettuare questa transizione. Ma nel momento in cui si devono cercare di attuare delle sperimentazioni sul territorio locale, ci si chiede quale processo si può effettivamente immaginare.

Per verificare l'attuazione di questi processi ad un livello territoriale prossimo al Politecnico di Torino, si è scelto come territorio di riferimento l'area che si identifica come eco-sistema Eco3R. Una porzione di territorio all'interno della Provincia di Torino, che comprende 19 comuni, in cui è stato attivato un processo virtuoso per la creazione di un territorio ad impatto zero.

Nell'ambito della tesi, la motivazione che ha guidato la scelta effettuata è stata quella di provare a valutare possibili scenari progettuali applicativi all'interno di un progetto di un'area nel comune di Pralormo, corrispondente ad un'azienda, immaginando l'applicazione di obiettivi di comparto produttivo verso la riconversione degli attuali processi.

L'area oggetto di progetto si trova all'interno della Regione Piemonte, nella città metropolitana di Torino<sup>1</sup> (ex Provincia di Torino) e localizzata nel comune di Pralormo, poco distante dallo svicolo autostradale di Carmagnola dell'A6 Torino-Savona. La posizione strategica in cui si trova pone delle potenzialità che l'area potrebbe assumere rispetto ad una rete più grande, essendo in una zona centrale della regione e facilmente accessibile dalle vie di collegamento principali.

1. La Città metropolitana è un ente territoriale di area vasta, di secondo livello, istituito dalla Legge n. 56 del 2014 (legge "Delrio"), che ha sostituito dal gennaio 2015 la Provincia di Torino. Fonte: <http://www.cittametropolitana.torino.it/istituzionale.shtml>

L'ipotesi progettuale si inserisce oltretutto, come già accennato, in un sistema territoriale già esistente e in fase di sviluppo chiamato Eco3R.

**Eco3R** è un eco-sistema nato nel 2020, a seguito del progetto Reland (2019), con la collaborazione tra il Comune di Cambiano, il DAD del Politecnico di Torino, il Consorzio Chierese per i Servizi (CCS) e l'associazione Off Grid Italia. Questo sistema si basa sulla sperimentazione territoriale di un nuovo ciclo virtuoso che favorisca il riciclo, il riuso e la riduzione dei rifiuti, in modo da evitarne lo smaltimento e attribuirgli un nuovo valore favorendo allo stesso tempo una collaborazione tra comunità, enti e imprese locali.

Il bacino territoriale a cui fa riferimento questo sistema è quello della **zona n°11 della città metropolitana di Torino**<sup>2</sup> che comprende 22 comuni<sup>3</sup> con una popolazione complessiva di 130.217 abitanti. Ogni zona di questo ente territoriale può avere servizi e attività differenti e decentrati rispetto alla Città di Torino, come la gestione dei rifiuti. Nel caso della zona 11, in cui si trova il comune di riferimento, i rifiuti sono gestiti dal **CCS** (Consorzio Chierese dei Servizi) che coordina e gestisce 19 comuni per un territorio con un'estensione totale di 434,56 kmq. In questo ampio territorio sono presenti 7 centri di raccolta dei rifiuti (CdR) di cui 3 multi-comunali (gli ultimi tre elencati) che si trovano rispettivamente nei comuni di Pavarolo, Pino Torinese, Pecetto, Carmagnola, Chieri, Riva presso Chieri e Poirino.

2. Fonte: <http://www.cittametropolitana.torino.it/cms/territorio-urbanistica/pianificazione-territoriale/zone-omogenee>

3. I 22 comuni di cui si fa riferimento sono rispettivamente quelli di Andezeno, Arignano, Baldissero torinese, Cambiano, Carmagnola, Chieri, Isolabella, Lombriasco, Marentino, Mombello di Torino, Montaldo t.se, Moriondo t.se, Osasio, Pavarolo, Pecetto t.se, Pino t.se, Poirino, Pralormo, Riva presso Chieri, Santena, Sciolze, Villastellone.

## Zona 11 ed ECO 3R

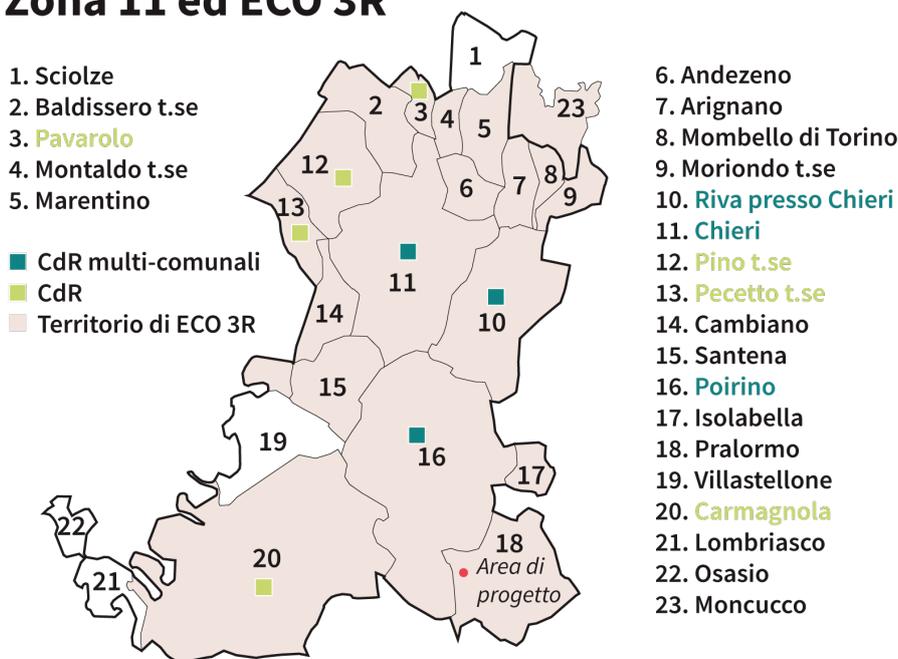


Figura 25. Zona 11 della città metropolitana di Torino e territorio di competenza di ECO 3R (elaborazione a cura dell'autore sulla base di mappa comunale con suddivisione delle zone dell'area dell'ex Provincia di Torino)

In linea con gli obiettivi e gli scenari dettati da questo sistema, il progetto tenderà di applicare i principi di circolarità individuati sull'area di un'azienda che si sta ponendo degli obiettivi di sostenibilità, per la rigenerazione e riconversione della produzione esistente in modo da tenere in piedi una realtà storica presente sul territorio, integrando un progetto come questo con un sistema più ampio che si sta sviluppando.

Sull'area è già presente e in fase di avviamento un progetto di riqualificazione e trasformazione dell'azienda attraverso l'inserimento di nuove funzioni riguardanti lo stoccaggio e il recupero dei rifiuti da costruzione e demolizione, la piantumazione di Bamboo, la sua lavorazione e l'inserimento di un nuovo impianto energetico sostenibile.

## 4.2 Analisi dell'area di progetto

L'area di proprietà dell'azienda è un'area molto vasta che comprende diverse tipologie di terreni con diverse funzioni. Sono presenti diversi campi a destinazione agricola (parte ovest), degli specchi d'acqua in parte creati dall'accumulo di acqua piovana e in parte creati artificialmente, un'area con fabbricati (tuttora abbandonati) ad uso agricolo a sud, una cava utilizzata negli anni per l'estrazione di terre argillose (parte nord) e un'area industriale di pertinenza dell'azienda in cui sono presenti i capannoni ed aree di stoccaggio materiali (parte est).

**Figura 26.** Vista dall'alto dell'area dell'azienda Terrecotte San Grato (rielaborazione a cura dell'autore a partire da vista presa da Google Earth)



La viabilità principale è data da via Carmagnola che collega Pralormo con Carmagnola fungendo da arteria di collegamento con l'autostrada A6 (Torino-Savona). Questa è la strada da cui avviene l'accesso principale ai fabbricati dell'azienda.

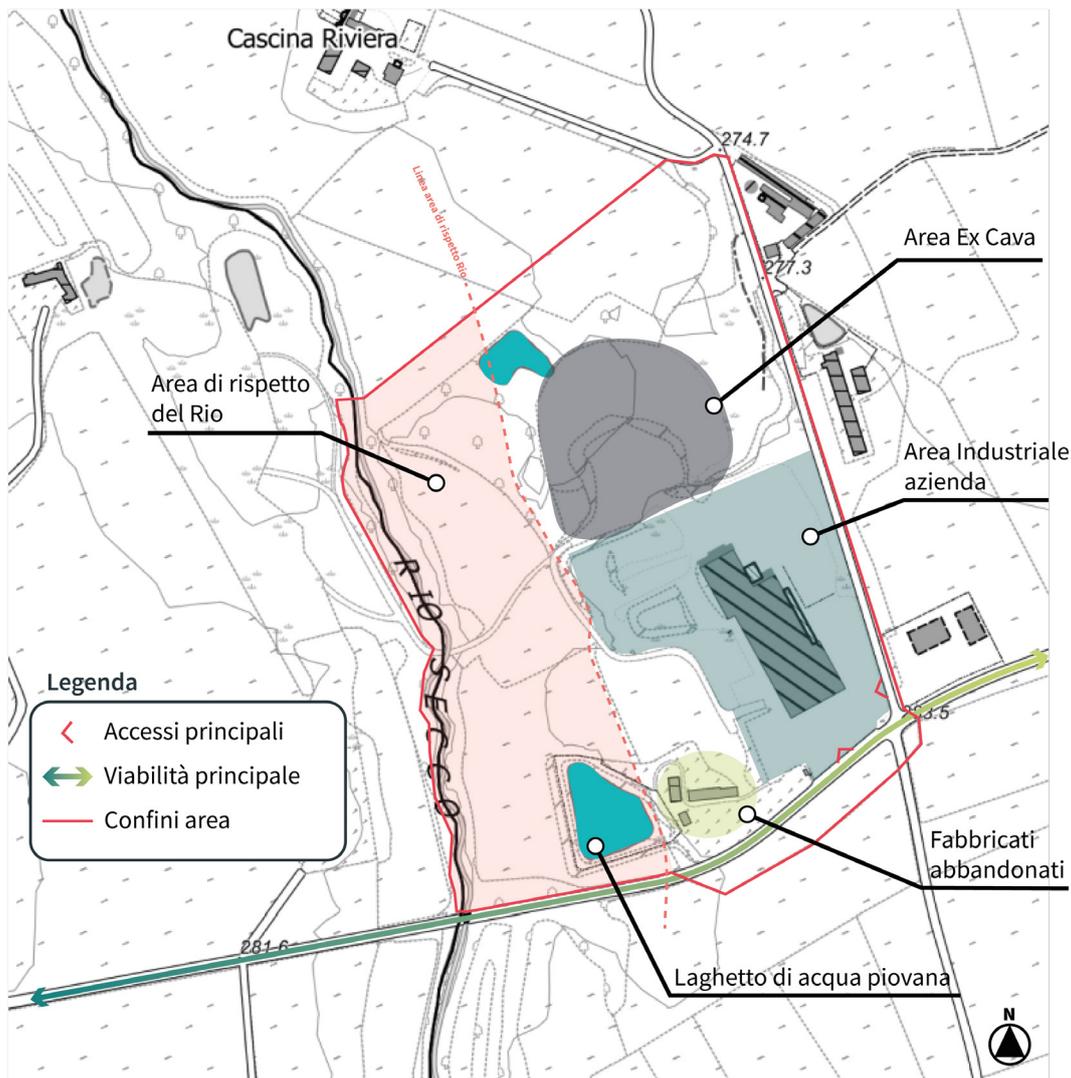
Lungo il limite ovest dei terreni di proprietà passa il Rio Secco, un piccolo canale di probabile origine naturale, rispetto al quale bisogna considerare una fascia di 50 metri di rispetto in cui non è consentito il deposito di materiali.

Sono presenti anche diverse aree dedicate a bosco per le quali il Piano forestale prevede in parte il diradamento in parte il taglio.

Un'area in cui oggi si stanno sviluppando dei progetti per ridefinire i confini delle aree industriali in modo da ottenere nuovi spazi da utilizzare per una nuova possibile funzione.

Figura 27. Analisi area di intervento (elaborazione a cura dell'autore su base mappa Geoportale)

### Analisi area dell'azienda San Grato



### 4.3

#### **Analisi delle aziende di riferimento e del loro contesto attraverso interviste e sopralluoghi**

Sono state prese in considerazione principalmente due aziende presenti nel territorio regionale o poco distanti dal confine regionale che presentano delle necessità attuali e che hanno messo a disposizione un'area, sulla quale si vuole intervenire per ridare vita ad un'azienda, e delle conoscenze approfondite nell'ambito della gestione e rivalorizzazione dei rifiuti, rispettivamente la Terrecotte San Grato e la Vico srl.

La prima (Terrecotte San grato), si occupa della produzione di laterizi di vario genere per il settore dell'edilizia e ultimamente dati i sempre maggiori costi per la produzione, si trova in una situazione in cui si prefigurano due possibili vie, la chiusura per insostenibilità economica dei processi di produzione o la trasformazione degli attuali processi in altri sostenibili anche attraverso i finanziamenti stanziati dall'Unione Europea. Nonostante il suo impegno nel trovare delle soluzioni sostenibili e alternative al normale processo di produzione di laterizi (recupero del calore, recupero di parte degli scarti di lavorazione), non è stato ancora trovato un modo di ridare vita ad un'azienda presente sul territorio oramai dal 1961.

La seconda (Vico srl), all'avanguardia a livello nazionale nelle bonifiche, gestione e rivalorizzazione dei rifiuti, ha elaborato diversi sistemi per ottimizzare e recuperare la maggior parte di materia possibile da ogni rifiuto, pericoloso o non, in modo da diminuire drasticamente il volume di rifiuti non recuperabili. Negli ultimi anni però si trova ad una problematica diffusa a livello nazionale, la carenza di impianti di trattamento e valorizzazione dei rifiuti. Con questa prerogativa si trova coinvolta in un progetto per rifunzionalizzare una ex cava in qualcosa che crei da una parte un valore economico e dall'altra si inserisca in logiche circolari e sostenibili.

### 4.3.1

#### **Interviste con le aziende: gli attori e i professionisti locali del settore spiegano i processi, le criticità e le aspettative future**

Un primo confronto diretto è avvenuto tramite intervista, consentendo di inquadrare il contesto in cui si trovano, scoprire la realtà della produzione di laterizi al giorno d'oggi e i processi dietro al recupero di materiali considerati rifiuti.

Per ampliare il tema a progettualità e committenti interessati a perseguire gli obiettivi indicati dalle politiche europee e strategie nazionali, si è proceduto con alcune interviste a esperti del settore delle Decommissioning<sup>4</sup>, bonifiche e demolizioni (Vico srl) e ad un'azienda, oggetto del progetto, che si occupa della produzione di materiali da costruzione, nello specifico laterizi (Terrecotte Sangrato). In questo modo è stato possibile avere un primo approccio al mondo delle demolizioni e recupero dei rifiuti e identificare quelle che sono le criticità, le problematiche e ottenere degli spunti di riflessione sui quali ragionare per trovare idee innovative per lo sviluppo del progetto territoriale.

4. Con Decommissioning si intende tutte quelle operazioni che hanno come obiettivo la dismissione completa di strutture e impianti industriali alla fine del loro ciclo di vita.

## **Una grande opportunità di rilancio per le imprese del territorio**

Intervistato: Dott. Giuseppe Dellepiane (*amministratore delegato nonché proprietario dell'azienda "Terrecotte Sangrato"*)

Il Dott. Dellepiane dirige l'azienda familiare "Terrecotte Sangrato", attiva dal 1961, oramai da molti anni. L'azienda operante nel campo dei materiali da costruzione in cotto per l'architettura, è stata presentata come una realtà già attenta alla natura e alle sue emissioni. Attraverso un primo colloquio sono stati illustrati i processi, le possibilità e le problematiche riscontrate durante gli anni e come alcune sono state risolte in modo efficace.

La possibilità di applicare dei principi sostenibili e circolari all'azienda è stato ritenuto una possibile strada da percorrere per il rilancio di un'impresa oramai sull'orlo della chiusura.

---

Intervista di **Alessandro Barra**

*effettuata in data 30.03.2022 tramite canali digitali*

"Con l'obiettivo di capire **perché** un'azienda dovrebbe investire in questa transizione e **come viene vissuta** la trasformazione dei processi da lineare a circolare, ritengo utile chiedere direttamente alle aziende e agli esperti del settore. Per questo motivo per **ampliare il tema a progettualità e committenti interessati a perseguire gli obiettivi** indicati dalle politiche europee e strategie nazionali, sarebbe utile porre alcune domande, così da identificare quelle che sono le **criticità, le problematiche e ottenere degli spunti di riflessione** sui quali ragionare per trovare idee innovative per lo sviluppo di un progetto."

"Ho visto lo schema del vostro ciclo produttivo in tutte le sue fasi, mi sarebbe molto utile però entrare un po' più nel dettaglio del vostro processo di produzione per capire quali sono **gli input e gli output in ogni sua fase** (in termini di energia, emissioni, materiali)."

DELLEPIANE / *"Le posso dire che quando questa azienda lavorava a pieno ritmo (11 mesi e mezzo all'anno) **consumavamo all'incirca 2,5 milioni di kW/h di energia elettrica all'anno e 2,5 milioni di m<sup>3</sup> di metano.** Usiamo energia elettrica in tutto il processo ed essendo un processo di lavorazione di un materiale pesante e che oppone una notevole resistenza alle macchine, abbiamo dei **fortissimi consumi in fase di prelavazione e in fase di estrusione,** consumi legati alla resistenza meccanica del materiale. [...] Il materiale da essiccare viene chiuso all'interno di celle statiche ventilate con ventilatori e riscaldate con **aria calda recuperata dal forno.** [...] È un **processo altamente energivoro** perché sono presenti diversi ventilatori [...] L'ing. Gili sta svolgendo uno studio per far funzionare i ventilatori sotto controllo di inverter in modo da ottimizzare la velocità dei ventilatori in base alle **reali necessità del processo** quindi ottimizzando l'energia utilizzata e questo ci farà poi risparmiare parecchio. Abbiamo poi il **processo di cottura** in cui predominano i consumi di metano (tutto il consumo di metano lo abbiamo nei forni di cottura), anche se sono presenti anche qui dei ventilatori. Sempre con l'ing. Gili stiamo lavorando sulla possibilità di rivoluzionare il nostro processo, immettendo delle resistenze per riscaldare, almeno in parte, il materiale con energia elettrica, dotandoci poi di un **impianto fotovoltaico per cercare di ridurre l'apporto energetico del gas e la carbonizzazione del nostro processo produttivo.** Nella fase di confezionamento, ci sono solo più motori elettrici con un consumo prettamente elettrico."*

"Riguardo al tema del **recupero di imballaggi** (presente sul sito), che tipo di recupero attuate?"

DELLEPIANE / *"Noi semplicemente facciamo **circolare il più possibile la parte dell'imballaggio costituito dal bancale in legno**. Il nostro imballaggio consiste in un bancale in legno su cui vengono appoggiati i manufatti in cotto e poi legati con delle regge in materiale plastico e successivamente imballati con una plastica che subisce una termoretrazione attraverso il riscaldamento. Chiaramente le **parti in plastica** purtroppo **non sono per noi recuperabili** e vengono strappate o tagliate in cantiere. Il bancale, noi chiediamo sempre al cliente di conservarlo con cura e lo andiamo a ritirare per fargli fare due o tre giri durante la sua vita, in modo che si riduce un po' da una parte la spesa e dall'altra parte la creazione di rifiuti."*

"Sono presenti alcune aziende nel territorio nazionale che attuano dei **processi di recupero totale degli imballaggi**, attraverso accordi con aziende che li trasformano in nuovi, alimentando un riciclo continuo."

DELLEPIANE / *"Abbiamo provato a fare un ragionamento del genere ma per il momento non abbiamo trovato, ho chiesto ad un paio di consorzi di recupero ma non ho trovato **nessuno** che fosse **interessato a recuperare questa plastica** che usiamo. Qualcuno ha chiesto di pagare il conferimento, qualcuno ha detto che poteva prenderla anche gratis. Andare a recuperare tutto questo imballaggio in plastica ha un **costo enorme** per cui la parte economica non ci permette assolutamente di affrontare questa spesa. Facendo girare il bancale più volte ci permette di coprire il costo di recupero (non ci guadagniamo ma andiamo in pari) ma con la plastica non ci permette di fare questo. Quello a cui stiamo pensando per il futuro è quello di **trovare soluzioni diverse anche di imballaggio** che da una parte riducano l'impatto sull'ambiente e dall'altra parte possano avere un ciclo di recupero."*

"La **terracotta o il laterizio** in generale, una volta utilizzato e recuperato nella fase di demolizione può avere una **valenza come materia prima seconda**?"

DELLEPIANE / *"È uno degli obbiettivi a cui puntiamo."*

"Se sì, avete mai pensato ad un **sistema di recupero** da parte dell'azienda una volta terminato il ciclo di vita dell'edificio?"

DELLEPIANE / "Sicuramente potrà essere riutilizzato nei cicli di preparazione stradale come **sottofondo stradale**. Una **minima parte potrà rientrare nel nostro processo**, una percentuale molto piccola, recuperando una parte. Questo però porta a tutta una serie di problematiche legate al recupero del rifiuto in laterizio, per cui una volta recuperato il rifiuto e fatto diventare polvere per rimmetterlo nella materia prima da cuocere, purtroppo il lavoro che fa il nostro stabilimento, secondo la legge, viene **equiparato a quello che fa un inceneritore di rifiuti** e quindi al momento diventa **impossibile** perché genererebbe dei costi di controllo sulle emissioni non abbordabili per noi."

"Nel caso della possibilità di **riconversione della vostra azienda**, sareste più inclini ad avviare una filiera completamente nuova o integrare la produzione esistente con una nuova? "

DELLEPIANE / "Vedo meglio la **seconda ipotesi**, uno perché siamo innamorati del nostro prodotto e stiamo facendo tutto il possibile per traghettare questa azienda in un mondo completamente nuovo e quindi stiamo cercando di **inserirli in un sistema produttivo diverso perché il nostro lavoro tradizionale possa avere un futuro**, per salvare dei know-how, per salvare una tradizione, perché abbiamo una posizione in un bacino con un deposito di argilla antica e purissima che sarebbe un peccato sprecare. È anche intrigante la sfida di integrare attività diverse creando sinergie tra una e l'altra, e proprio per questo, valorizzare le opportunità di economia circolare. [...] Non le dico che sia la soluzione economicamente migliore ma quello che gli posso dire sicuramente è che siamo degli imprenditori che fanno il loro lavoro con passione. Quello che facciamo lo facciamo per **portare avanti una passione, un know-how, la volontà di crescere.**"

"Potrebbe essere una possibile soluzione la **creazione di un centro per la preparazione al riutilizzo**, come idea per trasformazione della filiera, alimentata dalla creazione di un mercato locale circolare con alla base una rete di aziende?"

DELLEPIANE / "Certamente."

"Quali **aspettative** avete sull'innovazione che potrebbe portare l'economia circolare nel mercato in cui agite?"

DELLEPIANE / "Io credo che da una parte **l'economia circolare risponde ad un'esigenza a livello mondiale per il bene del futuro delle generazioni future**. Credo che se si fosse continuato a lavorare pensando a come armonizzare l'esigenza umana con le esigenze ambientali non si sarebbe andati avanti più di tanto e i cambiamenti climatici e le conseguenze che ne derivano ce ne saremo dimenticati. Ho grande fiducia nell'uomo che riesce a mettersi nei guai ma poi trova soluzioni eccezionali per risolverle. Penso che l'economia circolare per aziende come la nostra **debba essere un obiettivo per riposizionare il business e farlo diventare il fattore di successo per un futuro migliore**. Penso che le prossime generazioni prenderanno sempre più in considerazione il costo ambientale di un prodotto o un servizio nelle loro scelte. A compimento del nostro progetto in corso e quindi quando inizieremo a lavorare secondo questi criteri di massimizzazione dell'economia circolare sicuramente troveremo un mondo che commercialmente riconoscerà questi nostri sforzi."

### **Sintesi delle conclusioni dedotte dall'intervista**

Dalla spiegazione approfondita delle fasi del ciclo di lavorazione dell'azienda Terrecotte Sangrato, è risultato un **processo altamente energivoro**, soprattutto nella fase di essiccazione e cottura del materiale dove tuttavia si sta cercando di migliorare il processo in termini di energia consumata ed emissioni attraverso delle soluzioni, come il **recupero di aria calda dei forni**, la **realizzazione di un impianto fotovoltaico** e l'adozione di resistenze per **sostituire il gas con l'energia elettrica**, almeno in parte.

L'azienda dispone già di un sistema di recupero di parte dell'imballaggio del prodotto finito ma per quanto riguarda la parte plastica, ad oggi non viene recuperata perché i **costi per il recupero sarebbero maggiori del guadagno effettivo**. Non è ancora presente una buona rete e costi accessibili per consentire questo recupero totale degli imballaggi.

Il materiale da loro prodotto può essere recuperato ed essere riutilizzato come **materia prima seconda** per diversi ambiti (sono stati citati due in particolare: come sottofondo stradale o reintegrato nel processo produttivo in piccolissima parte) ma **a fronte di lavorazioni come la frantumazione**.

Una trasformazione completa dell'azienda sotto l'aspetto circolare, anche se intrigante, non è vista come la soluzione migliore ma un'**integrazione** tra le due sarebbe la **soluzione ottimale**.

Le aspettative nell'economia circolare sono di ampio spettro e la vedono come **risposta ad un'esigenza globale per il bene delle generazioni future**.

**Grandi possibilità ma ancora poche strutture per un mondo in evoluzione**

Intervistato: Andrea Negro (*Legale Rappresentante della Società Vico Srl*)

Andrea Negro, Legale Rappresentante della Società, dirige l'azienda Vico srl insieme ad un suo socio. Con diversi uffici e sezioni diverse l'azienda riesce a gestire una mole immensa di rifiuti ogni giorno. L'intervento dell'ufficio Ambiente, in particolare, nella persona di Fabrizio Garau (Resp.le Ufficio Ambiente) è stato molto utile per chiarire alcuni dubbi e approfondire altre tematiche relative al tema dei rifiuti.

L'intervista con l'azienda, operante nel campo delle Decommissioning, bonifiche ambientali, demolizione e riqualificazione dei rifiuti, ha consentito di capire il settore in cui operano attraverso i processi che stanno dietro, le normative e le problematiche riscontrate nel corso degli anni.

---

Intervista di **Alessandro Barra**

*effettuata in data 30.03.2022 tramite canali digitali*

"Con l'obiettivo di capire **quali sono i processi, le normative e le operazioni da effettuare per il recupero dei rifiuti**, ritengo utile chiedere direttamente alle aziende e agli esperti del settore. Per questo motivo sarebbe utile **ampliare il tema a progettualità e committenti interessati a perseguire gli obiettivi** indicati dalle politiche europee e strategie nazionali, ponendole alcune domande, così da identificare quelle che sono le **criticità, le problematiche e ottenere degli spunti di riflessione** sui quali ragionare per trovare idee innovative per lo sviluppo di un progetto."

"Potrebbe **definire l'(eco)sistema** rappresentato da protocolli, normative, prassi nel quale si inserisce la vostra attività? Come si presenta la realtà nazionale rispetto alla dimensione europea?"

NEGRO / *"Un esempio per capire la realtà dei fatti sia a livello normativo e di soluzione finale. Le ciminiere della centrale di Vado Ligure, [...] Doppia ciminiera, una ciminiera interna in mattona refrattario e una parte esterna in cls rck700, tuttavia, quest'ultimo nonostante avesse ancora delle caratteristiche eccellenti è finito tutto in discarica finale, non siamo riusciti a rivalorizzare e riqualificare un solo m<sup>3</sup>. [...] Questo perché secondo la normativa vigente oggi questo materiale era fuori soglia di solfati. Questo materiale, al di fuori delle condizioni normative, aveva tutte le caratteristiche per essere riqualificato [...]."*

*Noi ci occupiamo di tutto quello che riguarda il Decommissioning, bonifiche ambientali e riqualificazione. Nel nostro impianto di Cairo Montenotte abbiamo un **processo molto spinto della riqualificazione dei materiali da demolizione**, quindi abbiamo una serie di macchinari tra cui frantumatori, raffinatori, molini, macchine a rx, macchine a colori, impianti progettati e costruiti appositamente per noi da società specializzate, per andare a fare la separazione di tutto quello che è il **rifiuto riqualificabile** e tutto quello che può diventare una **materia prima seconda** andando ad isolare la frazione anche minima di rifiuto non più valorizzabile. [...] Lavoriamo sul mondo della riqualificazione del rifiuto creando **business e valorizzazione dal materiale** che andiamo a vendere, un materiale che normalmente non viene valorizzato ma considerato come rifiuto. Il confronto che abbiamo noi con la **normativa** ci porta a dire che, in alcuni casi è **molto restrittiva e ferma su determinate posizioni**, non apre e non dando la possibilità a delle applicazioni specifiche su un ambito ben preciso. [...] Per quanto riguarda la Comunità Europea abbiamo svolto delle attività in Francia, in Svizzera e in Belgio e abbiamo riscontrato che forse **l'Italia ha più conoscenza e competenza nello specifico dei rifiuti** a riguardo della normativa. Un esempio rappresentativo è quello del Belgio che ha mutuato tutta la nostra normativa relativa alle bonifiche dell'amianto scritte nel 1992, prendendole così com'erano, copiate e mutate negli anni 2000. Questo ci deve portare a pensare che il confronto tecnico e di competenza ci porta ad essere in casi specifici addirittura delle **eccellenze**. Quindi mi sento di dire che a livello normativo, rispetto*

ad altri paesi, siamo molto preparati e con dei passi importanti in avanti, anche se ci sono alcune **lacune specifiche che condizionano e veicolano la valorizzazione di alcuni rifiuti.**"

"Quali sono le **criticità o problematiche** che riscontrate nel vostro operato?"

NEGRO / "La **principale problematica** di chi si opera nell'ambito di bonifiche dei rifiuti è l'**uscita finale del rifiuto** che è veramente rifiuto, parlo della **manca di impianti** come termovalorizzatori, di discariche, impianti che hanno gli spazi e consentono di ricevere rifiuti che oramai sono veri e propri rifiuti. Lo studio e il progetto che stiamo portando avanti insieme al dott. DellePiane è proprio dare delle risposte a rifiuti che la normativa battezza rifiuti per avere un destino finale. **Ad oggi quello che manca sono gli spazi degli impianti.** Abbiamo una produzione di rifiuti infinita, nel nostro caso specifico produciamo un "negativo" cioè quello che rimane dalla nostra lavorazione, tolto il recuperabile, contenente delle frazioni di flaf, delle frazioni di terra, delle frazioni di materiale inerte che comunque ha ancora un potere calorifico importante e noi ne produciamo quantità infinite. Il nostro upgrade per questo materiale è l'imballaggio per dargli una densità superiore e quindi renderlo ancora più appetibile all'impianto. Gli **impianti** però non ci sono o sono pochi e **non hanno la capacità ricettiva di quello che noi produciamo.**"

"Nell'ambito della **demolizione di opere architettoniche**, quali **sistemi di recupero e tecniche utilizzate** e perché?"

NEGRO / "In questo caso specifico si tratta quasi sempre di **demolizioni pianificate sulla base di progetti** che la committente mette in essere, se sia un'azienda pubblica o privata. Noi come azienda seguiamo delle procedure che vengono descritte già nel progetto iniziale. La metodologia consiste nella **demolizione attraverso lo smontaggio, la posa a terra e consegna alla committente e la valorizzazione.** Quindi esiste già una pianificazione di intervento con dei progetti ben precisi dove viene applicata la demolizione, decostruzione o uno smontaggio controllato con il recupero del materiale. Nel caso industriale questo avviene quasi sempre e oramai non ci sono quasi più casi in cui questo non avvenga."

"Esiste quindi una **figura professionale** che si occupa di pianificare la decostruzione?"

NEGRO / *"**Si**, di solito la committenza o comunque lo studio tecnico che viene nominato per redigere questo piano di intervento e segue una sequenza ben precisa per il recupero specifico dei manufatti che sono oggetto di valorizzazione, riqualificazione o addirittura di recupero."*

"Come si stabilisce e **differenziate il rifiuto dalla materia prima seconda**? Secondo quali **logiche**?"

NEGRO / *"Innanzitutto, secondo la logica della **caratterizzazione**. Avviene una caratterizzazione approfondita su quella che è l'**origine del rifiuto**, poi il materiale segue un processo di riqualificazione ma dipende dalla tipologia di materiale di cui si sta parlando. Se si parla del campo dell'**edilizia civile**, viene fatta un'analisi approfondita del rifiuto e si identifica la riqualificazione dello stesso, mandato ad impianti di recupero o quando ci sono dei volumi importanti vengono fatte delle campagne per poi riqualificare il materiale, in alcuni casi in sito in altri viene ceduto a degli impianti. Sempre però attraverso una **caratterizzazione puntuale e spinta della tipologia del rifiuto**. [...] In base alla caratterizzazione del rifiuto abbiamo competenze specifiche per capire quale lavorazione può essere fatta nelle mole delle nostre autorizzazioni di AIA (Autorizzazione Integrata Ambientale) [...] Il nostro core-business è quello di cercare di **valorizzare il più possibile** e far diventare materia prima seconda questo materiale. Per fare capire qual è il processo è più utile vederlo direttamente di persona nel nostro impianto."*

"Per quanto riguarda le bonifiche ambientali, fate attività di censimento, mappatura e gestione dei rifiuti, nello specifico del **censimento e mappatura come viene effettuata? Chi** se ne occupa? Quali **strumenti digitali** a supporto di tale fase adottate? Quali sono le **pratiche e le metodologie** che caratterizzano queste fasi?"

NEGRO / "L'azienda è organizzata con un **ufficio ambientale** con sei persone; all'interno di questo gruppo di lavoro ci sono due dottori laureati in chimica e uno studio tecnico che ha delle competenze specifiche [...]. La caratterizzazione, il censimento e la mappatura viene fatta da un **tecnico ambientale e un tecnico dell'ufficio tecnico**, attraverso sopralluoghi determinanti **compilando una checklist**, frutto dalla nostra esperienza, per andare a identificare ed isolare le criticità in funzione del sito, partendo da quello che è lo storico. Cioè evidenzia lavorazioni effettuate e pregresse attraverso una campitura a livello planimetrico e un disegno dell'esistente. In una fase successiva viene scandagliato l'edificio o il sito con dei prelievi fatti puntualmente in funzione della checklist che si segue. Questi vengono poi studiati ed analizzati da un chimico seguendo un processo analitico per l'identificazione della tipologia del rifiuto. [...] la procedura **varia a seconda del materiale**. Nello stesso tempo vengono effettuati dei prelievi ambientali con delle nostre apparecchiature e attraverso laboratori accreditati del luogo in funzione delle attività e dei siti in cui si svolge il lavoro. [...] sempre laboratori accreditati SIAN [...]"

"**Come avviene la mappatura dei rifiuti?** Viene effettuata sui prodotti del territorio o solamente su quelli creati dai vostri cantieri? "

NEGRO / "Noi ci occupiamo della sola mappatura commissionata dai committenti e riguardante il **sito specifico** sul quale si deve andare ad intervenire. Questa mappatura viene gestita come **attività preliminare e preventiva necessaria** per la fase successiva, e quasi sempre risulta integrata alla fase successiva. In caso contrario riceviamo in fase preliminare una mappatura già effettuata dalla committente stessa che hanno già analizzato la tipologia del problema. Non le nego che comunque viene effettuata una verifica di quello che ci viene fornito e dello stato in essere del rifiuto. Normalmente però queste operazioni vengono **effettuate da Enti preposti come Arpa o Provincia** che in alcuni casi fanno riferimento anche ad aziende private."

"Se avviene una mappatura dei rifiuti del territorio, vengono mappati gli **scarti di produzione** delle aziende?"

NEGRO / *"Non viene effettuata una mappatura dei rifiuti a livello regionale e neanche degli scarti di produzione delle aziende."*

"Riguardo al tema del **recupero, valorizzazione e riciclaggio dei materiali** (ferrosi, legno, carta, vari) **come avviene?** Secondo **quali processi** vengono trasformati per ricavarne materie prime seconde?"

NEGRO / *"Venga a trovarci per vedere nello specifico i processi di riqualificazione del rifiuto e dei processi. Sono **numerosi e dipendono dalla tipologia di materiale.**"*

"Che cosa intende per **impianti di seconda fusione?**"

NEGRO / *"Noi andiamo verso degli **impianti finali**, fonderie, che **recuperano il materiale che noi valorizziamo**. Per fare un esempio, noi recuperiamo dalla demolizione di una carrozza ferroviaria una decina di tipologie di materie prime seconde dalle caratteristiche differenti (diverse leghe metalliche, plastica, acciaio inox, ecc.). Tutto questo materiale viene separato e, attraverso la frantumazione, ridotto in pezzi poco più grossi di francobolli fino ad essere mandato nelle fonderie che sulla seconda fusione riutilizzano questo materiale. Viene sostanzialmente **rifuso**. Ai sensi della Normativa 333 il materiale che esce dal nostro impianto è certificato e ha una destinazione di fonderia o acciaieria seguendo un processo di riqualificazione completo."*

"Quali **autorizzazioni** servono per questo tipo di attività di demolizione, stoccaggio e recupero dei materiali?"

NEGRO / *"Sono **immense** le autorizzazioni che servono e noi oltre ad avere le **autorizzazioni ambientali** che ci permettono di fare le bonifiche in sito, abbiamo anche **quelle di impianto**. Noi abbiamo una nostra AIA con normative e autorizzazioni specifiche. Ci sono autorizzazioni che arrivano per competenze specifiche ed esperienza maturata nel settore. Sono tantissime."*

"Queste autorizzazioni sono viste come una **problematica** per approcciarsi al settore?"

NEGRO / *"**Si** anche se è il **vaglio per selezionare le aziende migliori** che si occupano della gestione del rifiuto. La gestione di questi materiali è un mondo "scivoloso"; questo perché una volta che uno decide di gestire più o meno bene il materiale ne può creare più o meno valore e quindi mettere a rischio le proprie competenze, l'azienda e quindi la destinazione finale. La Normativa è talmente **precisa e restrittiva** in alcuni casi che se la si applica e la si segue pedestremente è un problema ma se non altro si ha un vaglio per chi si affaccia a questo mestiere. Un esempio lo abbiamo visto nella nostra commessa per la demolizione di pullman della GTT di Torino dismessi che contenevano ciascuno al loro interno circa 11-12 bombole di gas GPL piene. Paradossalmente secondo la normativa non si può riutilizzare, farne consumo o riqualificare quindi siamo stati obbligati a bruciarlo in torcia. Gas bruciato che potrebbe essere utilizzato per altri fino come il riscaldamento di scuole e edifici. Per arrivare ad un recupero di questo materiale probabilmente **si spende più di quello che si guadagna.**"*

"Come viene effettuata la **raccolta** dei materiali considerati rifiuti? Quali **figure professionali** se ne occupano?"

NEGRO / *"Nel cantiere quando viene fatta una demolizione o decostruzione viene fatta una **pianificazione di recupero** dei materiali con delle codifiche, vengono **accantonati in modo separato** in funzione delle codifiche europee dei rifiuti, dopodiché abbiamo 10-15 mezzi autorizzati per andare a **prelevare, caricare e trasportare** i materiali, confezionato o meno in modo conforme secondo quello che prevede sia la normativa che il nostro impianto, e portati o presso il nostro impianto o verso gli impianti finali. L'**Ufficio ambiente** si occupa della ricerca della **destinazione ottimale del rifiuto**, a seconda della distanza chilometrica o a seconda della destinazione autorizzata."*

"Come avviene il **trattamento e la gestione dei rifiuti**?  
Necessitano di un'attrezzatura specifica?"

NEGRO / *"**Dipende dal materiale** e ci sono **attrezzature specifiche** per ogni processo."*

"Quali **problematiche** sorgono nella gestione dei rifiuti? I **costi di gestione** sono notevoli?"

NEGRO / *"I costi di gestione sono **decisamente notevoli** e negli ultimi c'è stata un'impennata dei prezzi notevole. Le maggiori problematiche sono sempre legate all'**uscita del rifiuto** e quindi legate alla **carenza di impianti di trattamento dei rifiuti**. [...] Oggigiorno spostare il rifiuto, che ha un costo notevole, non è quasi più un problema ma la difficoltà sta nel trovare un impianto che non sia saturo e lo possa prendere. Sarebbe interessante trovare una soluzione a questa necessità creando un **processo integrato**."*

"**Normative** riguardo la **gestione dei rifiuti**, quali sono le più importanti da tenere in conto quando si attuano dei processi di demolizione, stoccaggio e recupero?"

NEGRO / *"Sicuramente il **D.lgs 152/2006** che con tutte le sue successive modifiche diventano un **Testo unico ambientale**, poi in casi specifici viene necessario analizzare le normative specifiche come nell'esempio dell'81 per il caso specifico dell'amianto."*

"In questo momento avete una **rete per la ri-commercializzazione, condivisione o recupero** dei "rifiuti"?"

NEGRO / *"Sicuramente, è una rete che quotidianamente viviamo seguendo il mercato e soprattutto per il materiale più nobile che esce da noi, i materiali ferrosi. Abbiamo una **rete molto fitta e consolidata nel tempo**."*

"Ad oggi, **esiste un mercato dei rifiuti da costruzione e demolizione**?"

NEGRO / *"**Non esiste**, esistono impianti che valorizzano e riqualificano il materiale da costruzione però non sono tantissimi e hanno più materiali di quello che riescono a riqualificare, rivalorizzare e reimmettere sul mercato. Anzi è stato fatto un **utilizzo improprio** di questa tipologia di materiale perché non venivano fatte delle attente analisi per la caratterizzazione di questo materiale."*

"Il rifiuto da C&D, potrebbe essere **recuperato a fronte di un'analisi preventiva?**"

NEGRO / *"Certo che sì."*

"Nel caso ipotetico di **costruzione di una rete** di demolizione, stoccaggio, recupero e ri-commercializzazione dei rifiuti da costruzione e demolizione, provenienti dal settore dell'edilizia, porterebbe valore alla vostra azienda aderire a questo tipo di rete?"

NEGRO / *"Sicuramente."*

"Quali **aspettative** avete sull'innovazione che potrebbe portare l'economia circolare nel mercato in cui agite?"

NEGRO / *"Immense, perché è **quello in cui credo, quello con cui lavoriamo e quotidianamente ci misuriamo**. Abbiamo investito tutte le risorse economiche ed intellettuali su questo tema. [...] Deve esser un obbiettivo comune ma soprattutto di tutti i ragazzi che affrontano il mondo del lavoro indipendentemente dal settore."*

## **Sintesi delle conclusioni dedotte dall'intervista**

L'azienda **Vico srl**, affrontando abitualmente il tema del “Decommissioning, Bonifiche, Bonifiche ambientali, Demolizione e riqualificazione” possiede molte conoscenze riguardo il settore dei rifiuti da demolizione di impianti industriali. Come esperti del settore riscontrano alcune problematiche specifiche legate alla normativa che in un certo senso limita il processo di riqualificazione di questi rifiuti, dall'altro lato serve a creare un vaglio per chi si affaccia al mestiere in modo da evitare l'inesperienza. Lavorando nell'ambito europeo hanno avuto modo di apprezzare la normativa italiana che in certi casi arriva ad essere un'eccellenza nel campo europeo.

La **principale e più importante criticità** riscontrata è legata all'**uscita del rifiuto** e quindi legate alla **carenza di impianti di trattamento e valorizzazione dei rifiuti** a quali vendere la materia non recuperabile. La soluzione trovata dalla loro azienda consiste nell'imballaggio e nella compattazione di questo “rifiuto del rifiuto” per ridurre il volume.

**A fronte di un progetto di demolizione** esiste quasi sempre una **pianificazione della demolizione/decostruzione** redatta dalla committenza attraverso un piano di intervento. La metodologia utilizzata nelle fasi successive consiste nella demolizione attraverso lo smontaggio, la posa a terra, il trasporto e consegna al committente per la valorizzazione o il recupero nel loro impianto.

Per **identificare la tipologia di rifiuto** si utilizza una **caratterizzazione** approfondita del materiale e della sua origine.

Riguardo al **censimento, alla mappatura e gestione dei rifiuti** l'azienda predispone di un ufficio ambientale con all'interno dei chimici che procedono alla caratterizzazione, al censimento e alla mappatura attraverso una checklist predisposta dall'azienda per identificare ed isolare le criticità in funzione del sito. In seguito, vengono analizzate le diverse tipologie di materiale per capire la loro destinazione e la possibilità di recupero. Questa è considerata un'**attività preliminare necessaria** a tutto il processo successivo.

Le **autorizzazioni** come le normative sono numerose e in alcuni casi fin troppo specifiche diventando delle problematiche che nello stesso tempo garantiscono una qualità degli operatori che lavorano in questo ambito.

La **raccolta dei materiali da demolizione** viene effettuata in cantiere attraverso una pianificazione del recupero, etichettatura a seconda del materiale, stoccaggio separato in sito in funzione alle codifiche europee sui

rifiuti e successivamente prelevate e portate negli impianti di destinazione autorizzata.

La **normativa principale** sulla gestione dei rifiuti è il **D.lgs 152/2006** che con le sue successive modifiche definisce un **Testo unico ambientale** di riferimento per il settore.

Non esiste ancora oggi un vero e proprio **mercato dei rifiuti da C&D** per via di un utilizzo improprio fatto nel tempo senza delle attente analisi, anche se effettuando queste analisi il rifiuto potrebbe essere perfettamente riutilizzato.

Le aspettative nell'economia circolare, anche in questo caso, sono immense anche per il fatto che è il settore in cui lavora l'azienda e quotidianamente si misura.

Il terreno di proprietà dell'azienda **Terrecotte SanGrato** è composto da diverse aree principali. Un grosso piazzale in cui sono in parte stoccati i laterizi pronti per la vendita, funge da accesso e ai suoi capannoni. Ad ovest rispetto all'area industriale sono presenti dei cascinali, attualmente in stato di abbandono, ma in passato utilizzati a scopo agricolo da due famiglie che vivevano lì.

Questi fabbricati sono in progressivo decadimento anche se al loro interno sono ancora presenti degli elementi di pregio architettonico. I soffitti del piano terra presentano delle grandi volte a vela in mattoni faccia a vista, là dove una volta erano probabilmente presenti le stalle del bestiame.

Buona parte del restante terreno dell'azienda è destinato a campi agricoli e prati a parte la zona immediatamente dietro i capannoni in cui si trovava l'ex cava. Quest'area, tutt'ora non utilizzata, si presenta con forti dislivelli e in fase di imboschimento naturale. Oramai nascosto dagli alberi si intravede un fronte di cava molto esteso che si sviluppa tutto attorno all'area.

A nord-est rispetto al fabbricato industriale si possono notare enormi montagne di materiale laterizio di scarto forse in attesa di uno loro riutilizzo, da questo si può capire la sola quantità di scarti che un'azienda può produrre.

Entrando nel merito del processo di produzione di questa azienda, si vede come sia composto da diverse fasi.

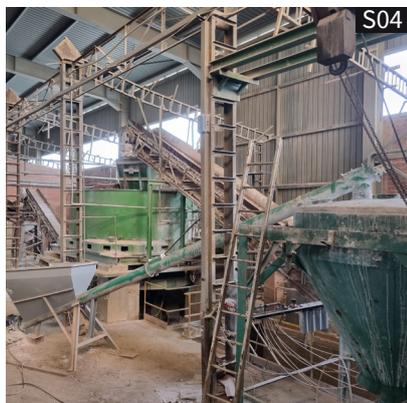
Le prime fasi riguardano l'estrazione della materia prima e qui si vede un primo utilizzo di macchine da escavazione e di veicoli per il trasporto alimentati a carburante che producono le relative emissioni. Le maggiori emissioni però derivano dalla cottura e quindi dal riscaldamento del forno che deve raggiungere elevatissime temperature. Parallelamente si producono altre emissioni, in questo caso non inquinanti, e distribuite lungo tutto il processo di produzione, quelle di vapore acqueo.

Questo ci rimanda all'importanza che assume l'acqua, dalle prime fasi di lavorazione della materia prima fino alla formatura del prodotto, come elemento importantissimo per ottenere una colorazione e delle caratteristiche omogenee della pasta.

I rifiuti prodotti in tutto il processo sono quasi inesistenti perché, fino a

prima della fase di cottura, il materiale può essere reintrodotta nel processo anche se miscelato in piccole quantità. Dopo la cottura, eventuali scarti cotti possono ritornare nel processo come MPS per ceramiche passando attraverso una triturazione del mattone (detto Chamotte). Inoltre, questo tipo di scarto può essere venduto ad altre aziende e spesso viene utilizzato per sottofondi stradali secondo una logica di downcycling.

In azienda è stata fatta una valutazione per reintrodurre questo tipo di materiale ma non si è sviluppato ulteriormente, nonostante sia presente un mulino di frantumazione che ne consente la riduzione in piccoli frammenti.



### Iconografia Sopralluogo a "Terrecotte Sangrato"

**S01\_** Piazzale di ingresso al capannone dell'azienda (foto personale)

**S02\_** Montagne di mattoni di scarto (foto personale)

**S03\_** Area dell'ex Cava (foto personale)

**S04\_** Macchinari di pre-lavorazione dell'argilla (foto personale)

**S05\_** Parte del sistema di frantumazione dei mattoni di scarto (foto personale)

**S06\_** Imbocco del forno di cottura (foto personale)

L'azienda **Vico srl**, leader nel settore del recupero dei rifiuti, è collocata a Cairo Montenotte (SV) tra Piemonte e Liguria ed in prossimità dello svincolo autostradale di Altare. Questa azienda è dotata di un sito di lavorazione diviso in diverse aree che comprendono due capannoni coperti e un grosso piazzale esterno.

La filosofia aziendale è espressa attraverso una parete con uno schema simbolico: ricavare risorse dai rifiuti, riducendo il "sacchetto" dei rifiuti che entrano in azienda il più piccolo possibile, in modo che sia stata recuperata tutto la materia recuperabile. In questo modo la quantità di rifiuto da smaltire necessariamente in discarica viene ridotta all'osso.

Seguendo il processo che guida il rifiuto da quando entra a quando esce dall'azienda si possono vedere alcune fasi essenziali. Il processo si compone in una prima cernita, manuale e con l'aiuto di macchine dotate di braccio meccanico, dei rifiuti scaricati nel grosso piazzale vicino ai capannoni. Dopo una prima caratterizzazione dei materiali in "pericolosi" o "non pericolosi" avviene un'importante distinzione nelle lavorazioni che dovranno subire e nelle loro aree di stoccaggio.

Seguendo il primo ramo di lavorazione dei rifiuti pericolosi, l'azienda è all'avanguardia per via di un suo impianto (AREA51) progettato apposta per il recupero della massima porzione possibile di materia recuperabile da questo tipo di rifiuti, in condizioni di sicurezza ambientale e nei confronti della salute umana.

I materiali potenzialmente pericolosi vengono stoccati in appositi sacchi in attesa di ricevere una caratterizzazione (attraverso campionamento per identificare la presenza di materiali pericolosi per l'ambiente e la salute umana, come fibre di amianto). Dopo l'identificazione o meno di sostanze pericolose avviene una suddivisione attraverso due codici specifici:

- COD. R – identifica un rifiuto recuperabile
- COD. D – identifica un rifiuto pericoloso non recuperabile e in attesa di smaltimento (Disposal)

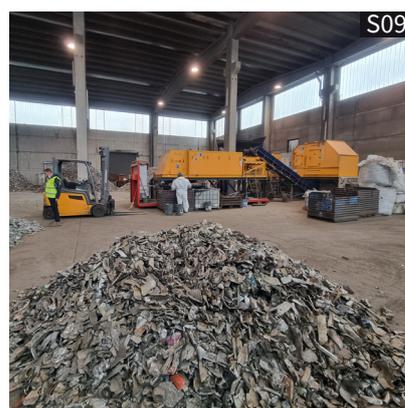
I materiali recuperabili subiscono un trattamento nella apposita Area 51, dove avviene la separazione delle parti pericolose da quelle recuperabili. Una volta avvenuta la separazione, i materiali pericolosi vengono messi in sacchi specifici che poi verranno ulteriormente riposti in contenitori omologati ON ONU in polipropilene chiamati "Big Bag" e destinati a specifiche discariche.

Per quanto riguarda il ramo dei rifiuti non pericolosi, avviene una prima

separazione all'aperto a seconda della loro natura e composizione (alluminio, rame, acciaio, ottone, ecc.). I rifiuti più grossi e complessi vengono frantumati attraverso un grosso mulino che opererà una prima separazione grossolana delle componenti.

Nella fase successiva avviene una differenziazione più approfondita con l'utilizzo di macchinari specifici che attraverso diverse tecnologie (raggi x, selezione cromatica, selezione a correnti parassite, selezione magnetica) analizzano l'indice di rifrazione di ciò che passa al loro interno e utilizzando il magnetismo di alcuni metalli, suddividono ulteriormente le diverse tipologie di materiali. Questo permette di ottenere uno scarto il più omogeneo possibile in modo da favorirne il riutilizzo come MPS o End of Waste.

Alla fine del processo tutti i materiali recuperabili sono avviati a cicli di recupero in modo da essere integrate come materie prime seconde (MPS) in altri cicli di produzione.



### Iconografia Sopralluogo a "Vico srl"

**S07**\_ Muro dove viene rappresentato il percorso che fa il rifiuto da quando entra in azienda a quando esce (foto personale)

**S08**\_ Area trattamento rifiuti pericolosi (foto personale)

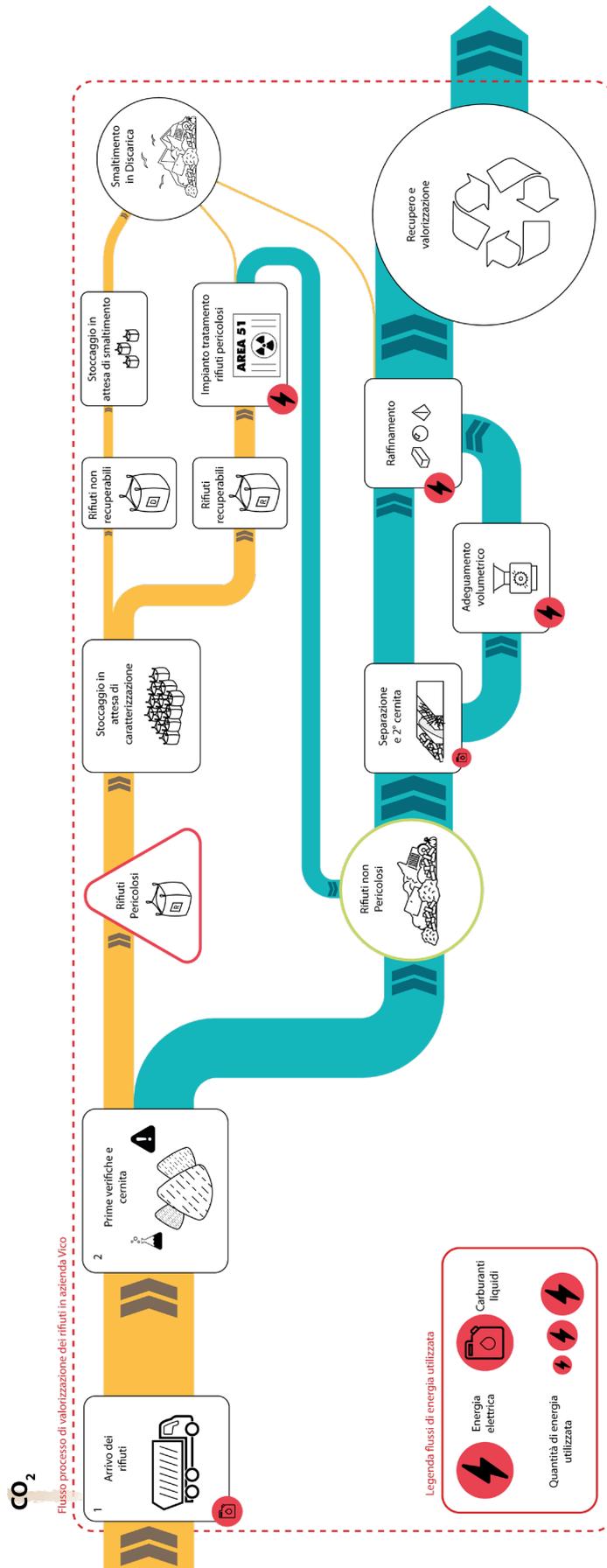
**S09**\_ Area di selezione approfondita dei materiali metallici (foto personale)

L'azienda recupera valore da quelli che sono gli scarti di altri settori trasformando un rifiuto potenzialmente pericoloso per l'ambiente in una nuova materia prima per reintrodurla nei processi produttivi.

Attraverso questa analisi dei processi di valorizzazione dei rifiuti sulla base del sopralluogo fatto in Vico srl si è redatto uno schema riassuntivo del percorso che fanno i rifiuti da quando entrano a quando escono dall'azienda.

Questo ha permesso di riordinare le idee e capire quali passaggi sono necessari per ottenere delle MPS dai rifiuti in modo da reintrodurle nei cicli produttivi.

Attraverso questi **sopralluoghi** è stato possibile vedere e toccare con mano le realtà delle due aziende, comprendere gli spazi, le fasi dei processi, le lavorazioni, i macchinari utilizzati e come si configura lo scenario attuale.



**Figura 26.** Diagramma di flusso delle fasi di valorizzazione dei rifiuti (elaborazione a cura dell'autore sulla base dei dati forniti dall'azienda)

### Progetto a scala di prodotto e azienda: studio del processo produttivo attuale di Terrecotte Sangrato e possibili strategie circolari

Attraverso lo studio del processo di produzione dell'azienda Terrecotte Sangrato si è capito quali fossero i flussi di materiali, energia ed emissioni presenti lungo tutta la filiera attuale in modo da ottimizzarlo e migliorarlo da un punto di vista sostenibile.

Questo tipo di analisi si è basata sui dati forniti dall'azienda e dedotte dal sito della stessa, rielaborandoli attraverso un diagramma di flusso che rappresentava i flussi di materia, energia, acqua, emissioni prodotte e tipologie di energia utilizzata.

Per prima cosa si sono raggruppate diverse fasi di produzione in macro-gruppi a seconda del tipo di lavorazione e la sequenza temporale della fase.

Figura 29. Macro-fasi processo di produzione dell'azienda Terrecotte San Grato (elaborazione a cura dell'autore)



Con queste macro-fasi è stato possibile redigere il diagramma di flusso nei confini dell'azienda, ampliandolo in un secondo momento con le fasi di utilizzo del prodotto nel ciclo di vita di un edificio.

Si tratta di un processo altamente energivoro che tuttavia non presenta quasi nessuno scarto fino alla fase di cottura del mattone. Le principali emissioni inquinanti si hanno a causa dell'utilizzo di forni a gas e ventilatori elettrici nella fase di essiccazione e cottura del materiale.

L'utilizzo di acqua avviene durante tutte le prime fasi di lavorazione in cui è essenziale ottenere una pasta omogenea con particolari caratteristiche in modo da avere un prodotto adeguato. Quest'acqua si perde nelle fasi successive di essiccazione e cottura dove avviene la sua graduale evaporazione.

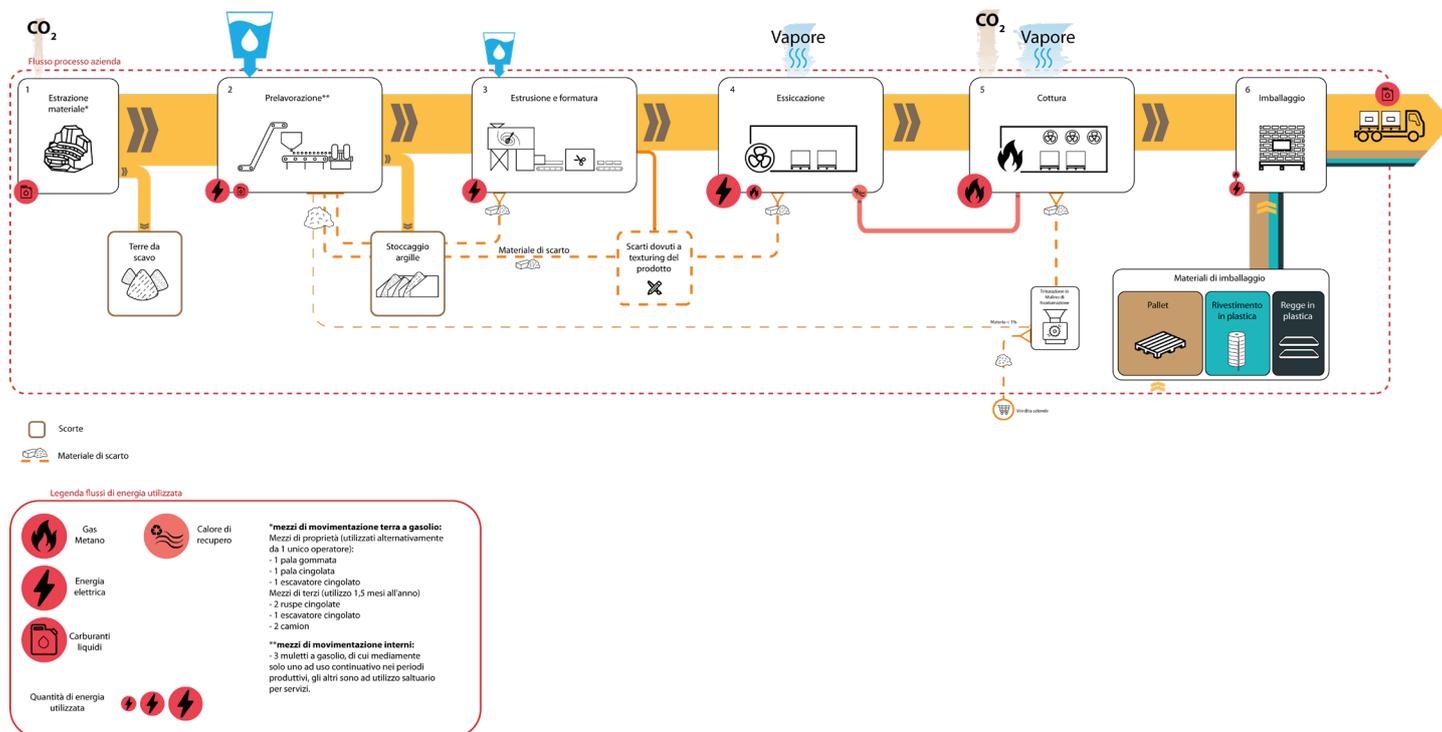
Nelle ultime fasi di imballaggio e spedizione un aspetto di circolarità che l'azienda ha già messo in pratica è il riutilizzo del pallet utilizzato per il trasporto dei prodotti finiti. Questo viene richiesto indietro una volta utilizzato in modo da poterlo riutilizzare per altri imballaggi. Tuttavia, il resto

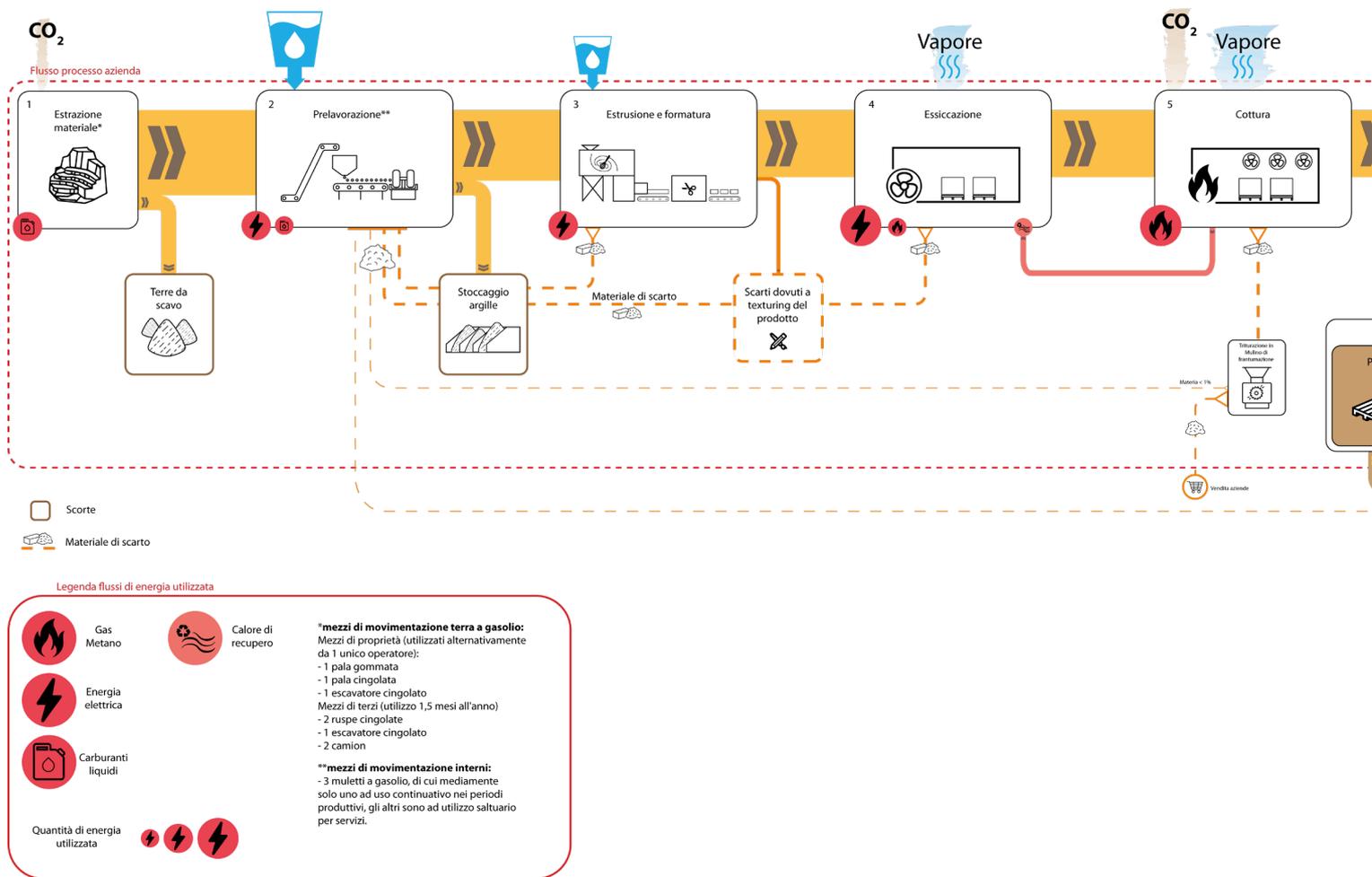
dell'imballaggio, formato da regge e un rivestimento in plastica, non viene recuperato o riciclato.

Per valorizzare il calore in eccesso prodotto dal forno è stato introdotto un sistema di recupero che conduce il calore negli ambienti di essiccazione del materiale. Questo permette di risparmiare notevolmente sul costo delle attrezzature utilizzate in questa fase di essiccazione.

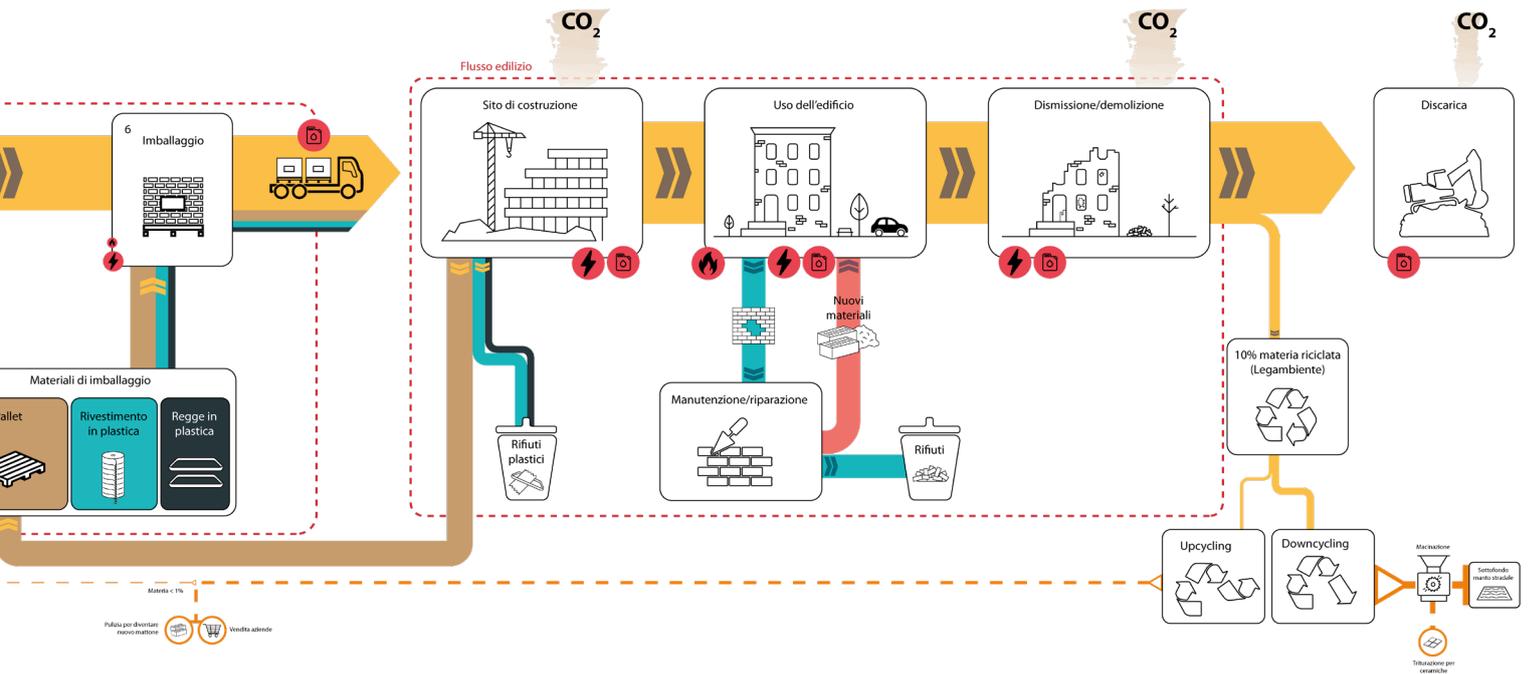
Negli anni è stato implementato anche un mulino di macinazione dei mattoni di scarto accumulati in modo da integrare, anche se in piccolissima parte (<1%), questi scarti macinati finemente nei nuovi prodotti.

**Figura 30.** Diagramma di flusso attuale dell'azienda Terrecotte San Grato (elaborazione a cura dell'autore sulla base dei dati forniti dall'azienda)





**Figura 31.** Diagramma di flusso completo con le fasi del ciclo di vita del prodotto nell'edificio (elaborazione a cura dell'autore sulla base dei dati forniti dall'azienda)



Ad implementazione del processo attuale sono state pensate delle strategie per rendere il processo di produzione dei mattoni quasi completamente circolare.

Un **primo scenario** prevede lo sviluppo di un processo parallelo a quello attuale implementando la produzione attraverso il recupero dei mattoni o laterizi provenienti da demolizioni o smontaggio di edifici esistenti. Questi, una volta entrati in azienda, in una prima fase dovranno essere selezionati e separati a seconda se sono integri o danneggiati, dopodiché avverrà la pulizia da eventuali malte, cemento e altri materiali restati attaccati. Grazie all'utilizzo di macchine vibranti sarà possibile ottenere una pulizia più approfondita dei mattoni ancora interi, i quali verranno ulteriormente divisi da un operatore a seconda della qualità, dell'estetica e del loro possibile utilizzo. Alla fine del processo avverrà il confezionamento e potranno rientrare nel ciclo di vendita.

Attraverso questo sistema si potranno ridurre notevolmente le emissioni in atmosfera dovute alla produzione di nuovo materiale e si ottimizzerà l'efficienza delle risorse sostituendo le materie prime con gli scarti presi del settore dell'edilizia.

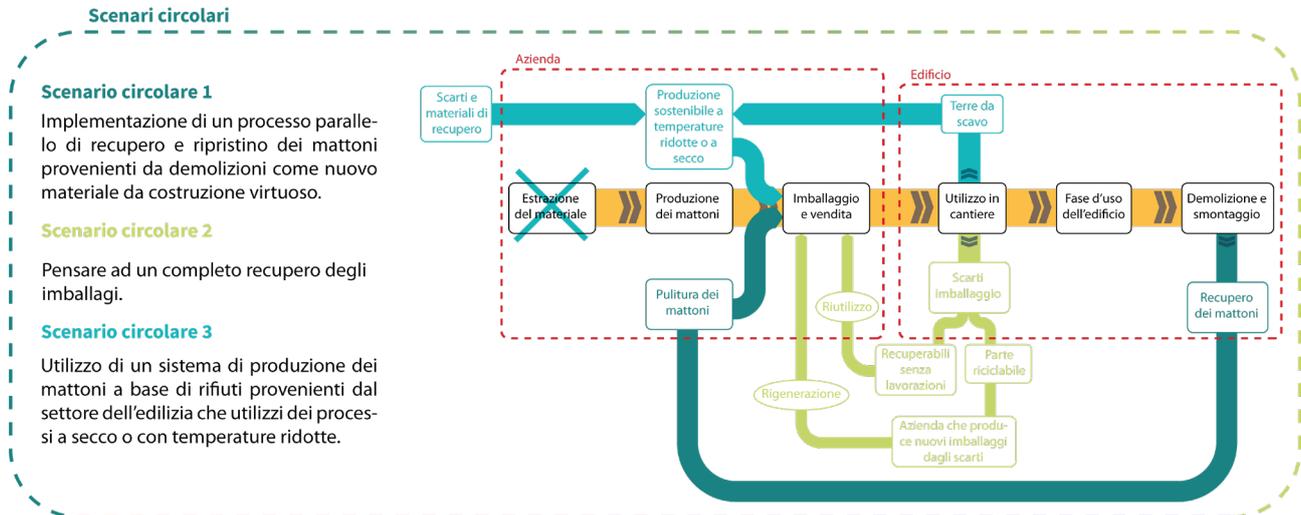
Un **secondo possibile scenario** che si potrebbe implementare al processo attuale è il riciclo/riutilizzo completo degli imballaggi.

Una volta utilizzato, l'imballaggio, potrebbe essere in parte riutilizzato come già si sta facendo oggi (pallet in legno) e in parte riprocessato come MPS per la produzione di nuovi imballaggi per l'azienda (pellicole e regge in plastica). Questo potrebbe essere possibile attraverso una collaborazione con un'altra azienda che si occupa della produzione di imballaggi. In questo modo si garantisce una collaborazione continua e si crea una rete di aziende che cooperano.

Un **terzo ed ultimo scenario** ipotizzato prevede una rivoluzione del processo attuale diventando sostenibile e circolare. Questa ipotesi prevede l'eliminazione della fase di estrazione della materia prima convertendola in raccolta delle terre da scavo e degli scarti utili provenienti dall'edilizia e non solo e lo sviluppo di un nuovo metodo di produzione che abbatta i consumi e le emissioni.

Questa tipologia di processo, come riscontrato in alcuni casi studio individuati, prevede la produzione di mattoni attraverso metodologie a secco o attraverso l'utilizzo di forni a basse temperature. In questo modo si ottiene

un processo che permette di ridurre notevolmente le emissioni, tempi e costi producendo materiali innovativi.



**Figura 32.** Possibili scenari circolari per il processo attuale (elaborazione a cura dell'autore)

Sicuramente con la creazione di una rete di aziende che si stanno ponendo questo tipo di obiettivi, potrà crearsi una collaborazione fruttuosa per tutte le parti in modo da creare un unico apparato territoriale locale.

#### 4.5

#### Progetto a scala locale e territoriale: sviluppo di un sistema locale e territoriale

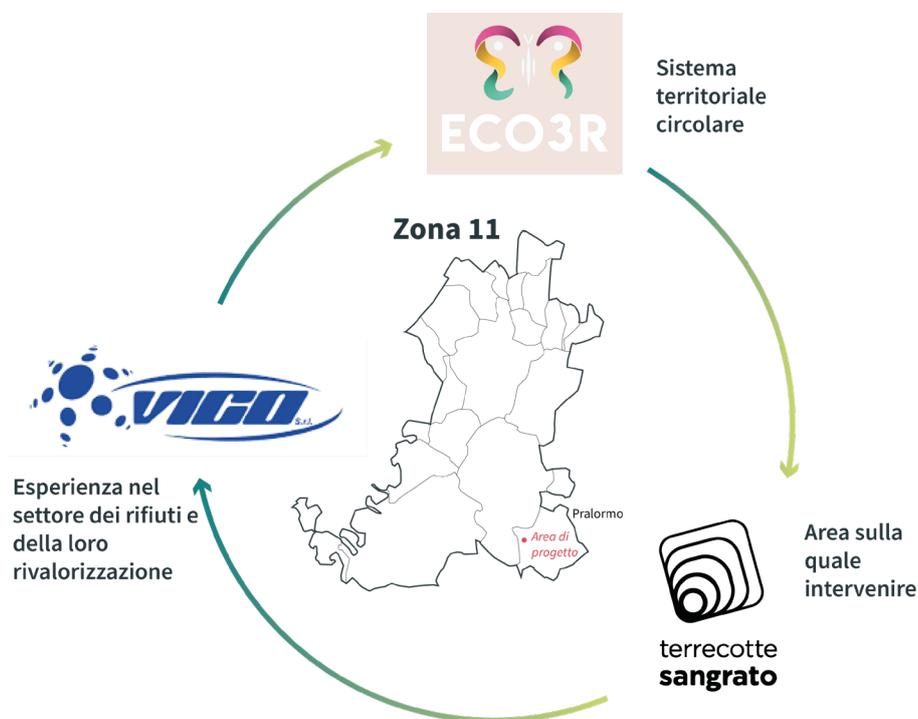
#### Obiettivi e scenari

L'obiettivo del progetto è verificare quello che è prassi nei Paesi del nord Europa (Olanda, Danimarca) che si possa attuare anche in Italia su un bacino territoriale come quello di ECO3R. Ideando così un sistema di conferimento e trasformazione dei materiali provenienti da C&D (Costruzione e Demolizione) riferiti ad una scala prossima, che possa essere attuabile e mutuabile su altri territori e altre aziende. In aggiunta a questo valutare le ricadute ambientali (emissioni di CO<sub>2</sub>, consumi di materie prime, sostenibilità dei processi, ecc.) prima e dopo l'ipotesi di progetto, in modo da incentivare le persone a percorrere questa via.

Si tratta di uno scenario di rigenerazione di un'area, corrispondente ad un'azienda presente sul territorio e la sua conseguente riconversione.

Nel paragrafo precedente si è già analizzato quelle che possono essere le

strategie per la trasformazione dell'attuale processo produttivo, ma ora si entrerà più nel dettaglio di quelle che sono strategie a livello di riconversione dell'area dell'azienda e collegamento con il territorio.



**Figura 33.** Cooperazione tra aziende ed enti per la rigenerazione di un'area del territorio piemontese e un'azienda (elaborazione a cura dell'autore, loghi recuperati dai siti delle aziende/sistemi)

Le strategie individuate nei casi studio sono state prese come riferimento per sviluppare delle nuove nello scenario progettuale di riferimento, le quali vengono qui elencate:

---

### Strategie circolari

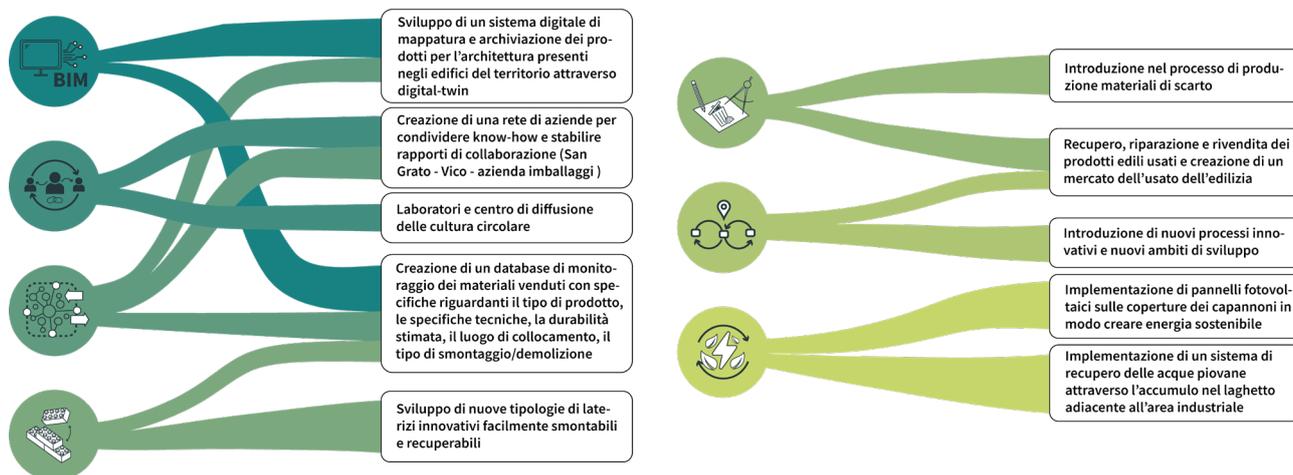
- Creazione di una rete di aziende per condividere know-how e stabilire rapporti di collaborazione (San Grato - Vico - azienda imballaggi);
- Creazione di un database di monitoraggio dei materiali venduti con specifiche riguardanti il tipo di prodotto, le specifiche tecniche, la durabilità stimata, il luogo di collocamento, il tipo di smontaggio/demolizione;
- Sviluppo di nuove tipologie di laterizi innovativi facilmente smontabili e recuperabili;
- Introduzione nel processo di produzione di materiali di scarto;
- Recupero, riparazione e rivendita dei prodotti edili usati consentendo la creazione di un mercato dell'usato dell'edilizia;
- Introduzione di nuovi processi innovativi e nuovi ambiti di sviluppo;
- Implementazione di pannelli fotovoltaici sulle coperture dei

capannoni;

- Implementazione di un sistema di recupero delle acque piovane attraverso l'accumulo nel laghetto adiacente all'area industriale.

Figura 34. Strategie circolari applicate al progetto (elaborazione a cura dell'autore)

#### Strategie Circolari applicate al progetto



#### Scenario progettuale di trasformazione dell'area dell'azienda

Guardando a quelli che sono i flussi e le macro-aree di ipotesi progettuale per una trasformazione a scala dell'azienda si è elaborato una proposta che includa, oltre alla funzione attuale (produzione di laterizi), un nuovo tipo di lavorazioni legate allo stoccaggio, recupero e trasformazione dei rifiuti provenienti dall'edilizia in nuove materie prime seconde.

Oltre alle aree dedicate a questo tipo di lavorazioni, si è pensato ad un'area vicina alla strada principale, in cui ora sono presenti dei fabbricati abbandonati, in cui istituire un laboratorio e centro di diffusione delle pratiche di economia circolare.

Assumendo una funzione aggiuntiva di centro di stoccaggio e recupero dei prodotti e materiali di scarto provenienti dall'edilizia, l'area dell'azienda diventa un punto di riferimento per il conferimento di questi materiali e assume un ruolo fondamentale di chiusura del ciclo di vita dell'edificio nel quale si possono recuperare materie prime seconde e prodotti usati a basso costo.

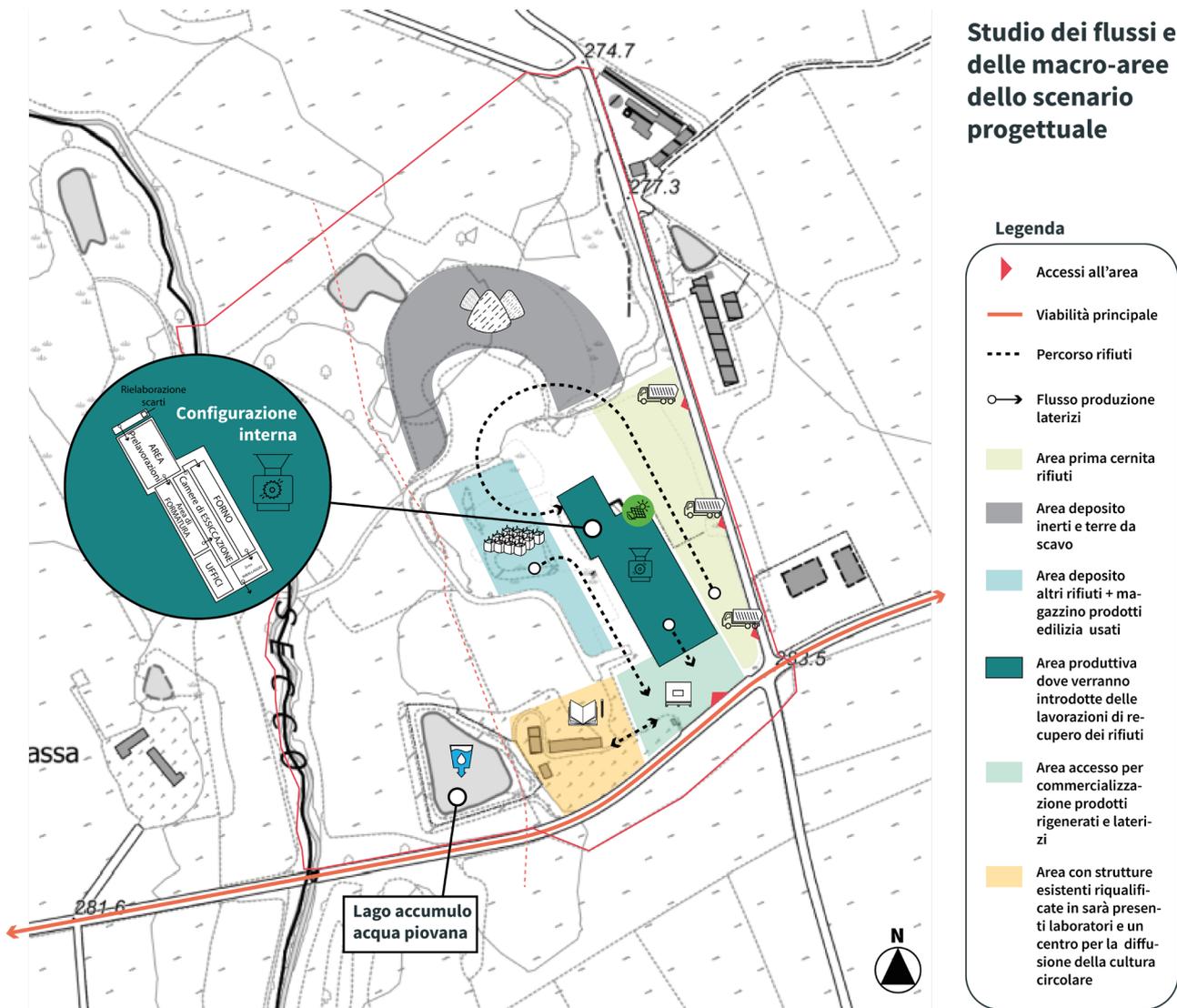


Figura 35. Schema di studio dei flussi e delle macro-aree di progetto (elaborazione a cura dell'autore su base mappa Geoportale)

La trasformazione dell'azienda e dell'area potrà avvenire in diverse fasi nel tempo che consentiranno di procurare denaro per implementare sempre di più i cicli produttivi dell'intera azienda rendendoli sostenibili.

In una **prima fase** deve essere prevista la richiesta e l'ottenimento delle autorizzazioni per lo stoccaggio e lavorazione dei rifiuti, indispensabili per poter avviare un'attività parallela che consenta di dare una spinta positiva all'azienda. Queste autorizzazioni vanno richieste alle ex Province e consentono di operare e lavorare con i rifiuti.

Successivamente si potrà iniziare a trasformare l'area limitrofa ai capannoni esistenti per agevolare l'arrivo dei mezzi con il carico di rifiuti. In que-

### Fasi di sviluppo della trasformazione

sto modo si individueranno delle aree nelle quali stoccare le diverse tipologie di materiali attraverso un prima cernita e separazione.

Questo consentirà all'azienda non solo di avere delle entrate per il conferimento dei rifiuti, ma da questi ne potrà trarre vantaggio per una loro vendita come materia prima seconda per altre lavorazioni, come l'azienda Vico srl. L'azienda Vico potrà essere considerata come partner per la condivisione a know how in questo ambito e diventare partner di una rete di collaborazione con Terrecotte San Grato.

Una successiva **fase implementativa** di questo sistema potrà essere il recupero di prodotti e componenti del settore dell'edilizia usati (infissi, profilati, travi, impianti, ecc.), in modo da diventare un centro del riuso a cui fare riferimento in caso si fosse interessati all'acquisto di prodotti di seconda mano più economici anche se meno efficienti rispetto a quelli nuovi.

A questo potrebbe essere associata la costruzione di un basso edificio nella zona preposta allo stoccaggio a funzione di magazzino di questi ultimi.

Una volta avviato questo processo si potrebbe passare ad una fase successiva di recupero dei fabbricati tuttora abbandonati nell'area limitrofa a quella industriale, in modo da consentire la creazione di laboratori e spazi per la diffusione di pratiche circolari. Luoghi fondamentali per condividere conoscenze con la popolazione e valorizzare la filosofia intrapresa dall'azienda sul territorio. Questo può diventare un'occasione per condividere idee e contatti per agevolare la simbiosi industriale con altre aziende sul territorio e creare una rete locale circolare.

In un'**ultima fase** potrebbero essere integrati dei macchinari più avanzati e studiati per questi nuovi processi produttivi per ottimizzare la selezione e il raffinamento dei materiali di scarto conferiti all'azienda, ed ottenere un prodotto finale più puro.

Parallelamente a queste fasi, si prevede lo sviluppo e la progressiva trasformazione dei processi aziendali attraverso le strategie circolari individuate precedentemente.

La sequenza delle fasi previste si può vedere nel diagramma di Gant sviluppato a tal proposito.

## Fasi di sviluppo del progetto

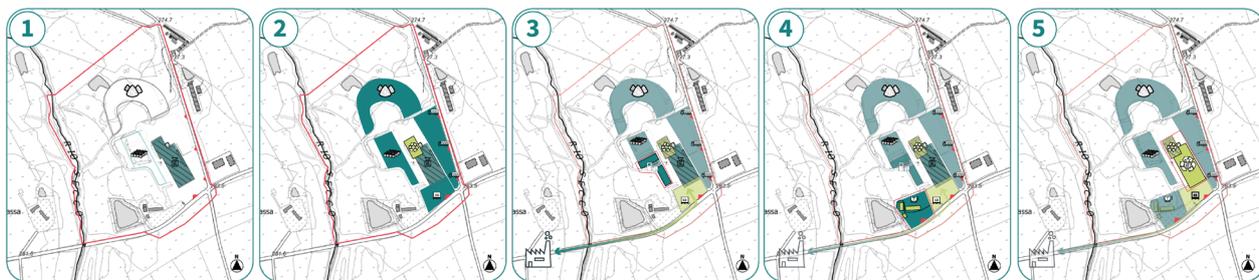
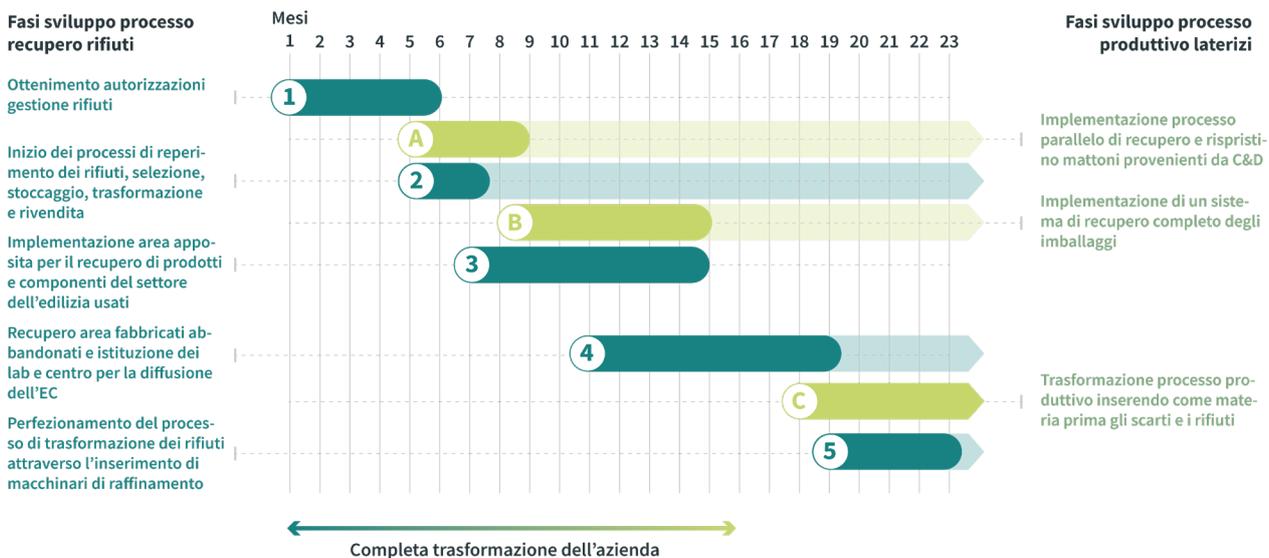


Figura 36. Fasi di sviluppo e diagramma di Gant del progetto (elaborazione a cura dell'autore)

Nell'ambito territoriale della Regione Piemonte, è tuttora presente un unico termovalorizzatore (a Torino in zona Gerbido), mentre sono diversi i centri di conferimento presenti (come si evince dal grafico).

## Processi territoriali innescati e collegamento con una rete più grande

### Centri di conferimento rifiuti e termovalorizzatore

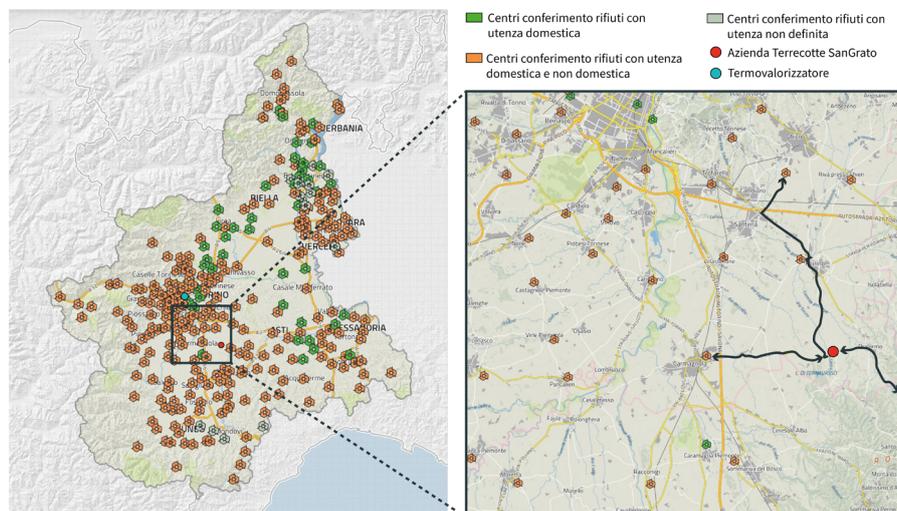
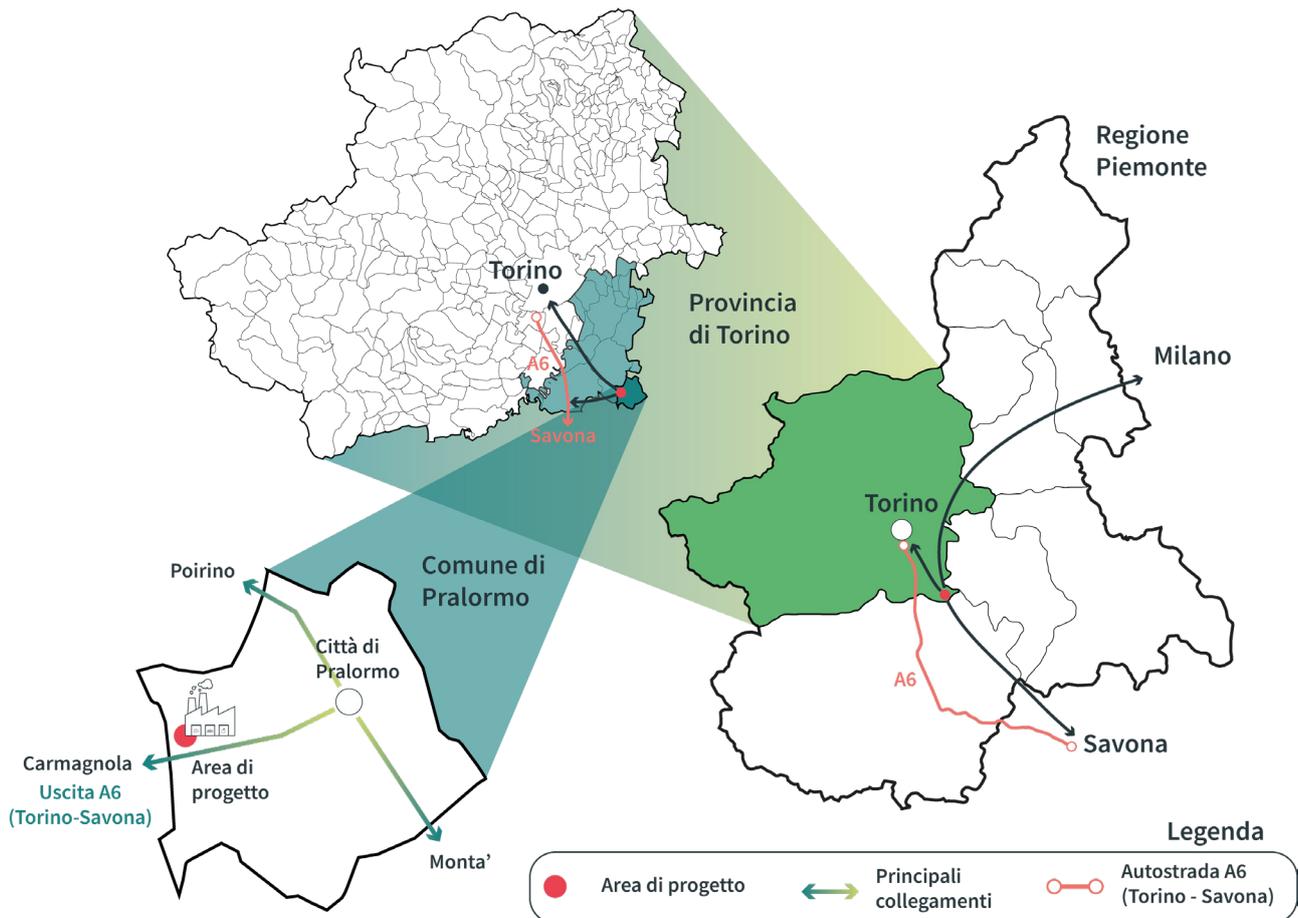


Figura 37. Centri di conferimento rifiuti e termovalorizzatore presenti nella Regione Piemonte (rielaborazione personale di cartina del Geoportale)

Questo nuovo polo di raccolta istituito sull'area di Terrecotte San Grato potrebbe diventare una nuova tipologia di centro di raccolta e rimessa in circolo dei prodotti e materiali provenienti dal mondo dell'architettura. Considerato come un punto di riferimento per quanto riguarda i rifiuti e gli scarti prodotti nell'ambito dell'edilizia (provenienti da C&D), facilmente accessibile anche dalle regioni vicine come Liguria e Lombardia.



**Figura 38.** Posizionamento dell'area rispetto ai principali nodi di collegamento (elaborazione a cura dell'autore)

Lo stesso tipo di trasformazione potrebbe essere applicato ad altre aziende che si trovano nelle stesse condizioni di Terrecotte San Grato, ad un bivio tra scegliere la chiusura o la trasformazione in qualcosa di diverso.

Per far funzionare questo sistema locale ci sarà sicuramente bisogno di integrare delle tecnologie digitali come i Digital-twin, i quali consentiranno, attraverso un'analisi approfondita del territorio, di mappare gli edifici in disuso o destinati alla demolizione producendo un inventario delle componenti esterne ed interne di essi. La stessa procedura andrà fatta per le nuove costruzioni in modo da incorporare informazioni riguardanti i vari

materiali e componenti di cui sono composte programmandone gli scenari e le destinazioni future. Questo perché le principali “banche” di materiali per l’edilizia di oggi sono le città, nelle infrastrutture e negli edifici sparsi sul territorio e il riutilizzo e riciclaggio di questi materiali potrebbe ridurre notevolmente gli impatti ambientali prodotti dal settore.

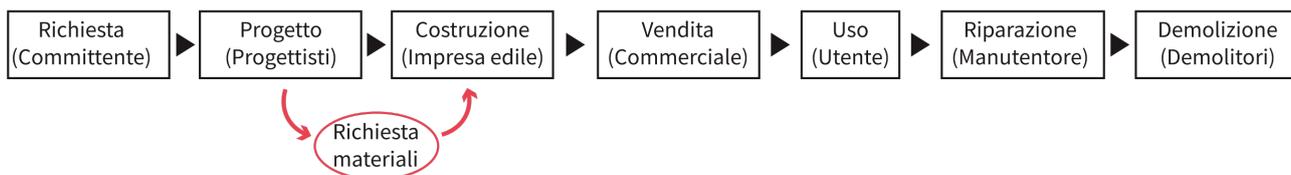
La creazione di uno strumento digitale o Digital-twin che consenta, attraverso la condivisione e partecipazione dei proprietari di immobili (pubblici e privati), di mappare e mettere a disposizione materiali o componenti derivanti da operazioni di rinnovo o parziale demolizione delle loro proprietà, potrebbe essere un ottimo modo di incominciare ad ottimizzare le risorse tuttora presenti sul territorio e creare una rete di condivisione locale.

Un’applicazione, come lo è tuttora “Mercato Circolare”, o un sito web potrebbe funzionare come canale per la promozione di questa rete circolare e potrebbe essere un aiuto anche per l’azienda, per recuperare materiale per il suo nuovo processo produttivo.

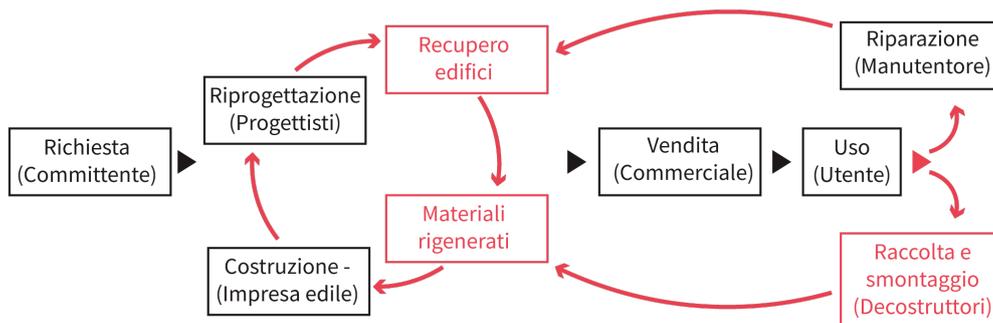
In questo modo si potrebbe creare un contesto e delle reti a supporto di coloro che operano nel settore dell’architettura per operare delle scelte più sostenibili e circolari; un modo per fornire una base a livello territoriale per la diffusione di processi sempre più circolari e sostenibili per il mondo dell’architettura.

**Figura 39.** Trasformazione del processo costruttivo con relativi stakeholders quando si introduce l’utilizzo di materie prime seconde o si utilizzano materiali riciclati al posto di materie prime (schema a cura dell’autore sulla base di schema redatto da Metabolic)

### Processo costruttivo con nuove materie prime



### Processo costruttivo con materie prime seconde



# Processo edilizio con l'applicazione di strategie circolari

Finanziamenti, piani di trasformazione, richiesta committente  
(Istituzioni nazionali e locali, Imprese, Committenti privati)

- Processi circolari
- Processo principale
- Processi secondari
- Progettazione e pianificazione
- Produzione
- Costruzione
- Uso
- Decostruzione/ smontaggio e processi di riuso, riparazione, riciclo e valorizzazione dei rifiuti
- Tipologia di MPS

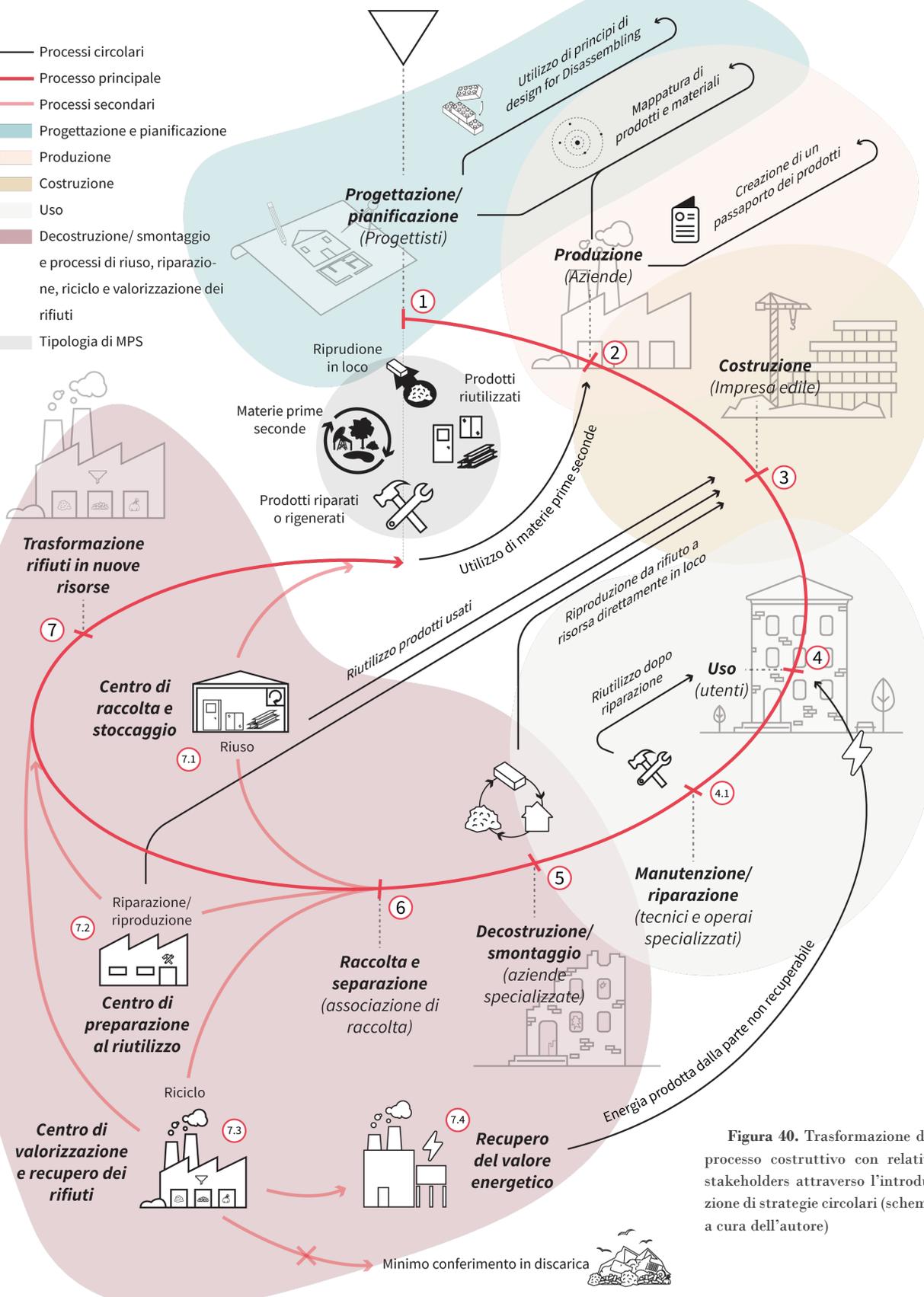


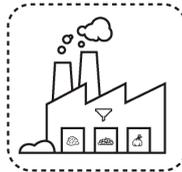
Figura 40. Trasformazione del processo costruttivo con relativi stakeholders attraverso l'introduzione di strategie circolari (schema a cura dell'autore)

## Soggetti coinvolti e promotori

**Progetti sperimentali** - Sistema territoriale ECO 3R

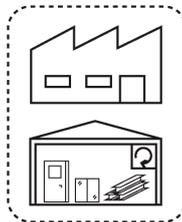
**Enti privati** - Politecnico di Torino  
 Azienda Terrecotte Sangrato (Giuseppe Dellepiane)  
 Azienda Vico srl (Andrea Negro e Fabrizio Garau)

Centro di valorizzazione e recupero dei rifiuti



Vico srl

Azienda produttrice di materiali edili, e centro di raccolta e stoccaggio



Terrecotte Sangrato

## Ricadute del progetto

### Ambientali

- Riduzione consumo di materie prime
- Produzione, uso e riciclo locale
- Valorizzazione e tutela del territorio
- Riduzione delle emissioni prodotte

✓ Emissioni ridotte

✓ Biodiversità promossa

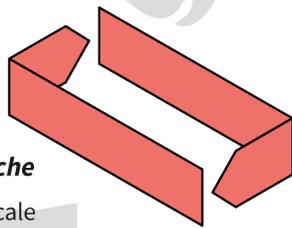
✓ Risorse risparmiate

### Sociali

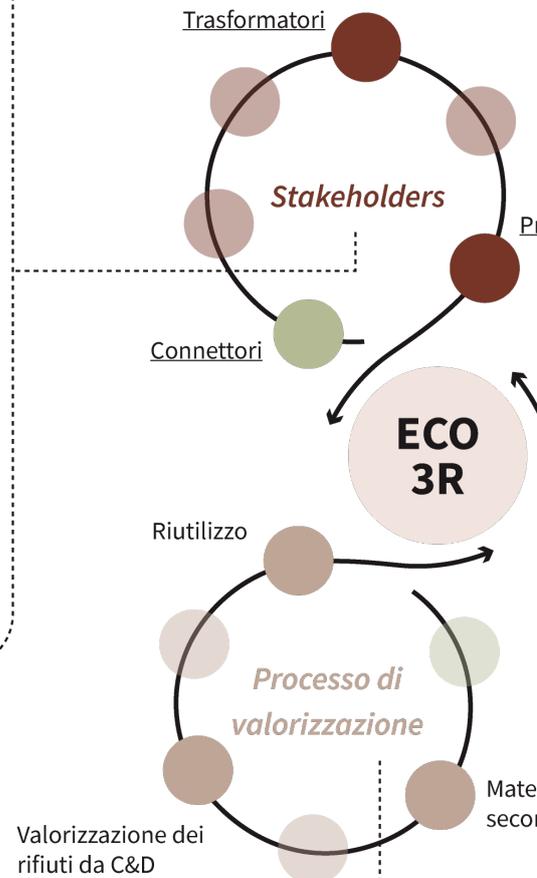
- Nuovi posti di lavoro
- Condivisione delle conoscenze
- Coinvolgimento della popolazione
- Creazione di una rete tra istituzioni, aziende e associazioni locali

### Economiche

- Rete locale di sostegno alle PMI
- Riduzione dei costi di acquisto, produzione e smaltimento dei materiali
- Creazione di nuovi mercati



## Posizionamento nell'eco-sistema



## Mappa del processo ideato

### Scenario circolare 1

Implementazione di un processo parallelo di recupero e ripristino dei mattoni provenienti da demolizioni come nuovo materiale da costruzione virtuoso.

### Scenario circolare 2

Pensare ad un completo recupero degli imballaggi.

### Scenario circolare 3

Utilizzo di un sistema di produzione dei mattoni a base di rifiuti provenienti dal settore dell'edilizia che utilizzi dei processi a secco o con temperature ridotte.

Figura 41. Mappa del processo ideato e posizionamento all'interno dell'ecosistema ECO3R con le sue principali ricadute sul territorio e stakeholder coinvolti (schema a cura dell'autore)

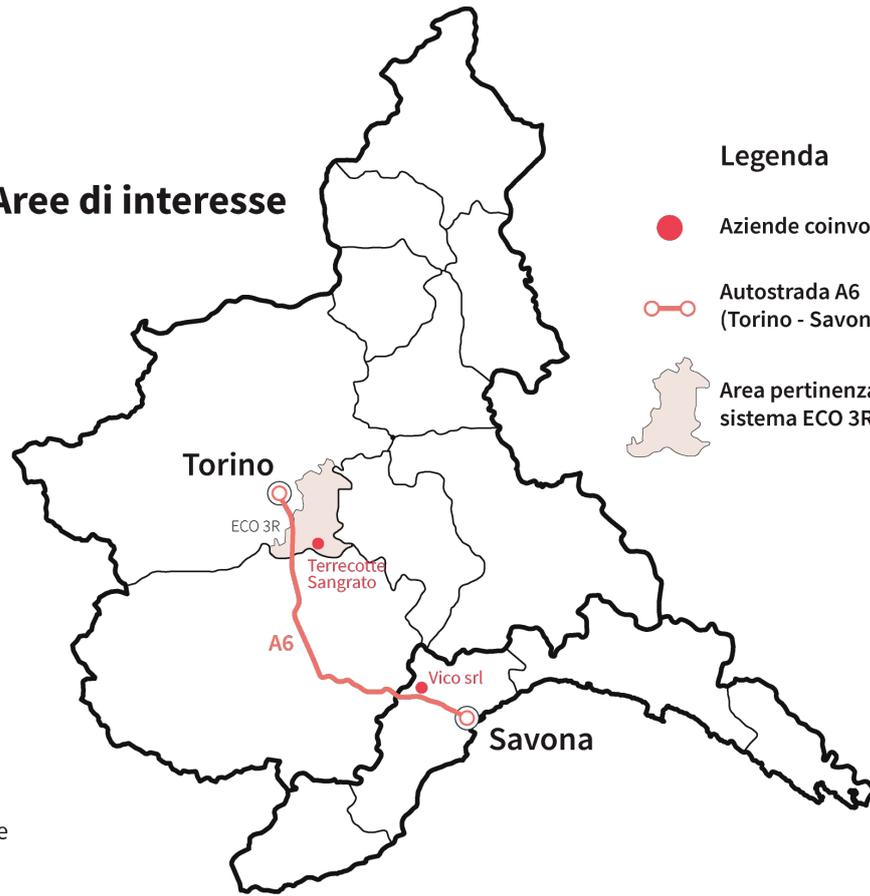
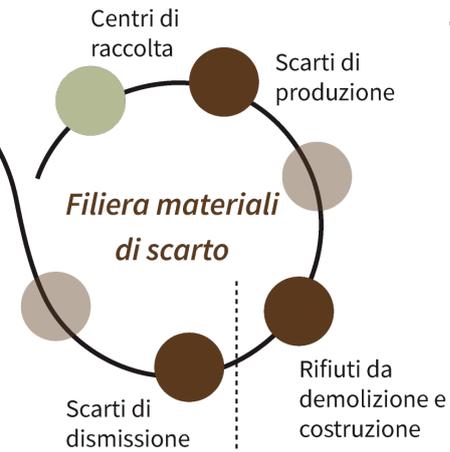
# nto del processo stema ECO 3R

## Are di interesse

### Legenda

- Aziende coinvolte
- Autostrada A6 (Torino - Savona)
- Area pertinenza sistema ECO 3R

Produttori



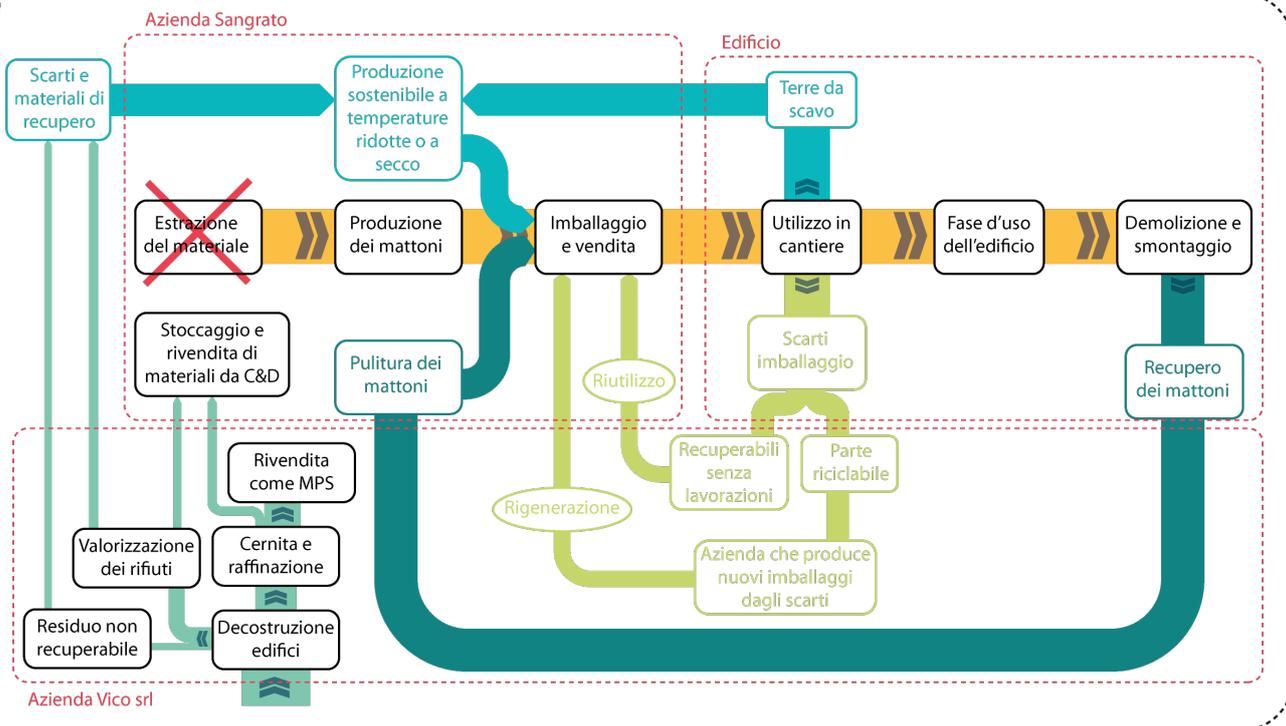
rie prime  
nde

### Azioni attivate



Creazione di una filiera di valorizzazione dei materiali di scarto provenienti dal settore edile con integrazione di rifiuti di altro genere

D





**/ Conclusioni**

Sebbene l'economia circolare sia oramai facile da descrivere nella sua teoria, la vera sfida da implementare, ad oggi, è un **sistema di informazioni condivise e una rete di supporto** in grado di veicolare le scelte degli attori dell'attuale economia per garantire una transizione.

Per apportare delle modifiche a un sistema territoriale ampio bisogna innanzitutto partire da una scala più piccola (dai prodotti e materiali utilizzati).

Uno strumento che permetta di formulare **una mappa e un inventario dei materiali da costruzione e dei componenti degli edifici** presenti sul territorio, potrebbe agevolare il reperimento di materia prima seconda evitando di estrarre nuovo materiale dall'ecosistema naturale ed evitando di incidere ulteriormente sullo sfruttamento delle risorse naturali.

Un altro modo per incentivare la transizione ad un sistema economico circolare è la **simbiosi industriale**. L'attivazione di una rete di aziende garantirebbe un sostegno reciproco valorizzando il mercato locale. Le realtà che operano in questa rete assumono un valore aggiunto che gli permette di sopravvivere nel tempo grazie alla catena del valore creata.

La necessità di **aggiornamento delle norme nazionali** è un elemento fondamentale per tenere il passo con le azioni che si stanno mettendo in atto a livello europeo. Per questo motivo è importante una revisione di tutte le norme che riguardano i rifiuti, il loro recupero e gli "End of Waste" (EoW), in modo da garantire un corretto riciclo/recupero dei materiali.

Sempre a livello nazionale è stata riscontrata una **carenza di impianti per la valorizzazione dei rifiuti** non recuperabili rispetto ai siti dedicati a discarica. Questo è un ambito di sviluppo a cui punta l'attuale PNRR, senza

sostenere però l'odierna rete di centri di conferimento già presenti sul territorio.

L'attivazione di un **sistema di divulgazione, partecipazione e condivisione delle esperienze** legate alla sostenibilità e circolarità dei processi, deve svilupparsi parallelamente al processo di trasformazione delle aziende dei vari settori. In questo modo si mostrano quelli che sono i vantaggi legati alla transizione fornendo delle informazioni base per chi si vuole addentrare in questo ambito e diventare pioniere di questo nuovo sistema economico.

L'ampio inventario di **casi studio** analizzati ha permesso di esplorare le **pratiche circolari** già messe in atto, individuare delle **strategie** principali adottate e identificare **quali sono le figure** che consentono di attuare tutto il processo di decostruzione e valorizzazione dei rifiuti.

---

## Risultati del metodo utilizzato

Il **metodo di ricerca** utilizzato ha permesso di guardare al panorama dei casi studio più recenti, riguardanti la trasformazione o l'ideazione di processi circolari che prevedevano la valorizzazione dei rifiuti o la loro introduzione in processi produttivi esistenti.

La prevalenza di casi studio di natura diversa e diversificata nasce dal fatto di essere riusciti a costruire dei processi legati alla disponibilità di informazioni e all'esistenza di una rete di sostegno.

Si sono analizzate anche numerosi esempi di architetture recenti che prevedevano l'utilizzo di questo tipo di strategie e facevano riferimento a valorizzazioni di aree in disuso presenti in Europa. Nei casi riportati si nota come adottando delle logiche circolari, si crea un valore aggiunto al progetto, all'area e all'architettura stessa. In questo ambito, gli architetti del Nord Europa, sembrano apparentemente più evoluti, ma in realtà dipende dal contesto in cui operano, un ambiente ricco di incentivi e reti a supporto.

Attraverso una visione generale di quelle che sono le politiche comunitarie, si è potuto **comprendere i processi e rappresentarli** in schemi grafici fino ad arrivare ad un sistema territoriale reale (quello di ECO 3R) con 19 comuni che partecipano, un'azienda che mette a disposizione un'area con annessa cava e un'azienda esperta nel settore delle attività di bonifica e recupero di materiali legati all'edilizia.

È stato possibile, una volta compresi e rappresentati i processi, **declinare le nozioni acquisite su un territorio**, come quello della zona 11, costruendo uno scenario di rigenerazione di un'area e di un'azienda. Basandosi su un progetto già esistente e con la collaborazione di un'azienda esperta nel

settore del recupero e trasformazione dei rifiuti, sono stati proposti degli scenari di trasformazione su diverse scale (processo produttivo – area aziendale – rete territoriale).

L'elaborazione del **progetto sperimentale** sull'area di Terrecotte Sangrato è stato redatto attraverso diversi step. Partendo dall'ottimizzazione delle fasi del processo di produzione dell'azienda ampliando poi la vista su tutta l'area circostante e integrando un tipo di lavorazioni diverse in parallelo. Questo processo di progettazione è stato lungo e difficile ma attraverso un approccio di confronto diretto e continuo con le aziende si è potuto arrivare alla conclusione di questa fase progettuale.

Per il raggiungimento di questo obiettivo sono risultate fondamentali le **interviste** e i **sopralluoghi** svolti durante il percorso di sviluppo della tesi. Questi si sono rivelati uno strumento essenziale per comprendere appieno gli attuali processi di produzione delle aziende, gli ambiti di cui si occupano, le criticità e i bisogni per una reale transizione. Inoltre, sono state fondamentali per capire come spesso alcune aziende al giorno d'oggi si trovano in gravi difficoltà, in parte a causa dei processi altamente energivori e non più sostenibili dal punto di vista economico in parte a causa di un mercato in calo.

In Europa ci sono dei casi studio rilevanti che hanno già attuato positivamente delle politiche e strategie per la transizione degli attuali processi verso altri circolari, però in Italia mancano ancora delle reti e strumenti che consentano di sollecitare e sostenere scenari di questo genere.

Per poter attuare questo tipo di processi a livello nazionale ci sono ancora alcuni ostacoli da superare di tipo normativo e riguardo le reti a sostegno.

Alcune **problematiche** identificate sono **legate alla normativa** che in un certo senso limita il processo di valorizzazione dei rifiuti provenienti dalle demolizioni perché ancora troppo specifica e non aggiornata.

La normativa dovrebbe **agevolare, supportare** la transizione e **non ostacolare**, per questo motivo c'è bisogno di una revisione completa delle normative riguardanti la classificazione dei rifiuti in modo da aggiornarla secondo i nuovi canoni di sostenibilità previsti a livello europeo.

Altre problematiche sono legate invece alla **carenza o quasi assenza di reti a sostegno** di questa transizione. Queste potrebbero fornire una grande spinta allo sviluppo di questi processi perché consentirebbero di fornire una base di partenza formata da esperienze e informazioni condivise a li-

---

**Potenzialità e criticità  
a livello nazionale  
rispetto all'Europa**

vello nazionale. Le **piattaforme digitali** tuttora esistenti sono un punto di partenza da sviluppare e migliorare.

---

### **Scenario proposto**

Lo **scenario finale** dell'area di riferimento si prefigura con una completa trasformazione, attuata per gradi, dei processi aziendali, con lo sviluppo in parallelo di un filone di natura diversa da quello di cui si occupa l'azienda (reperimento, trasformazione e recupero dei rifiuti).

In aggiunta a questo nuovo indirizzo proposto, lo sviluppo di un nuovo centro di diffusione e ricerca di soluzioni circolari per il mondo dell'edilizia sull'area, potrà garantire all'azienda di innovarsi (studiando e introducendo soluzioni innovative nel settore di competenza) e organizzare eventi per la diffusione di queste pratiche facendosi conoscere sul territorio.

---

### **Prospettive**

Attraverso questa tesi si è voluto dimostrare come un'azienda possa rinascere ed essere resiliente ad un cambiamento necessario per il bene del nostro pianeta e delle generazioni future.

L'applicazione di principi sostenibili e circolari ai processi e le possibilità scaturite dalla creazione di una rete di cooperazione tra aziende, dovrebbero far pensare ai vantaggi che si potrebbero ottenere grazie a questa transizione.

La stessa metodologia utilizzata per la trasformazione dei processi produttivi dell'azienda potrebbe essere utilizzata in altre aziende del settore in modo da ottenere sia dei benefici economici sia di sostenibilità ambientale.

Soltanto costruendo un adeguato contesto territoriale circolare si può dare il via ad una vera transizione verso un modello diverso da quello che viene tuttora utilizzato, fornendo una risposta ad un'esigenza globale per il bene delle generazioni future e del nostro pianeta.



**/ Bibliografia**



# / Bibliografia e documenti web

Ambrosini C. (2020, Dicembre 3). *A Bruxelles il 95% delle torri del World Trade Center verrà recuperato*. Recuperato da <https://economiecircolare.com/a-bruxelles-il-95-delle-torri-del-world-trade-center-verra-recuperato/>

Antonini E., Monsù Scolaro A., a cura di Adolfo F. L. Baratta (2019), Timia, *Atti del III Convegno Internazionale - Il riciclaggio di scarti e rifiuti in edilizia: dal downcycling all'upcycling verso gli obiettivi di economia circolare*, pp. 29-37.

Architecture and Design Scotland. Chris Morgan (n.d.) *Designing Out Construction Waste – Tactics to Employ*. Recuperato da <https://materials.ads.org.uk/designing-out-construction-waste-tactics-to-employ/>

Arch. Meloni E. (2021, Maggio 20) *Economia circolare “Cradle to Cradle” (dalla culla alla culla)*. Recuperato da <https://www.infobuild.it/approfondimenti/economia-circolare-cradle-to-cradle-edilizia/>

BAMB2020 (n.d.) *State of the art circular buildings*. Recuperato da <https://www.bamb2020.eu/topics/circular-built-environment/state-of-the-art/>

Barucco, M. A. (a cura di). (2014). *Innova-azione Tecnologica*. Venezia: luav. Recuperato da: <https://progettorecycle.org/net/www.progettorecycle.net/innovazione-di-processo-i-processi-edilizi-sostenibili/index.html>

Boulding K., (1966). *The economics of the coming Spaceship Earth*, in: H. Jarrett (editore), *“Environmental quality in a growing economy”*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1966.

Cardone M. (2021, Marzo 30) *Tour in 5 tappe nell'architettura reversibile*. Recuperato da <https://economiecircolare.com/architettura-reversibile-esempi/>

Cardone M. (2021, Aprile 14) *I fondamentali dell'architettura reversibile per una nuova grammatica dei materiali*. Recuperato da <https://economiecircolare.com/fondamentali-architettura-reversibile/>

Circular Economy Network, Enea (2021). *3° Rapporto sull'economia circolare in Italia. Focus sull'economia circolare nella transizione alla neutralità climatica*, Roma.

Circular Economy Network, Enea (2022). *4° Rapporto sull'economia circolare in Italia. La sfida è sostenere la ripresa e diminuire il consumo di risorse*, Roma.

Crook L. (2021, marzo 30), *Recyclable croquet pavilion to be made from champagne corks and oyster shells*. Recuperato da <https://www.dezeen.com/2021/03/30/glyndebourne-croquet-pavilion-opera-house-baker-brown-studio/>

Dirk S. Schmeller, Peter Bridgewater (2016), *The Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES): progress and next steps*, Springer Science + Business Media Dordrecht, Recuperato da <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10531-016-1095-9.pdf>

Ellen Macarthur Foundation, (2012). *Towards the Circular Economy*. Chicago, Ellen Macarthur Foundation.

ENEA (2021, Giugno 16). *La transizione verso l'economia circolare nelle città, nei territori e nella società*. Recuperato da <https://economiecircolare.com/transizione-ecologica-economia-circolare-citta-circolari/>

Fant S. (2021, Luglio 22) *La "strana" Olimpiade di Tokyo punta sull'economia circolare*. Recuperato da <https://economiecircolare.com/olimpiadi-tokyo-2020-economia-circolare/>

Fant S. (2021, Marzo 17). *Modelli di edilizia circolare per raggiungere gli obiettivi climatici del Green Deal*. Recuperato da <https://economiecircolare.com/modelli-edilizia-circolare-edilizia-sostenibile/>

Fascetti Leon N. (2021, Maggio 3). *Come ti disegno le città del futuro con l'economia circolare*. Recuperato da <https://economiecircolare.com/citta-circolari-futuro-economia-circolare/>

Frearson A. (2021 Ottobre 3) *EBBA Architects builds Construction Skills School using only reusable components*. Recuperato da [https://www.dezeen.com/2021/10/03/construction-skills-school-ebba-architects/?li\\_source=LI&li\\_medium=bottom\\_block\\_1](https://www.dezeen.com/2021/10/03/construction-skills-school-ebba-architects/?li_source=LI&li_medium=bottom_block_1)

Geissdoerfer M. et al. (2017), *Journal of Cleaner Production* 143, p. 757-768.

Gestisci s.r.l. (2020, Luglio 24) *Economia circolare nelle costruzioni: i principi fondamentali*. Recuperato da [gestisci.net/2020/07/24/economia-circolare-nelle-costruzioni-i-principi-fondamentali/](https://gestisci.net/2020/07/24/economia-circolare-nelle-costruzioni-i-principi-fondamentali/)

Ghisellini P. et al. (2016), *Journal of Cleaner Production* 114 p. 11-32.

Giorgi S. (2021, Giugno 23) *L'economia circolare in edilizia: dalle pratiche attuali alle sfide future*. Recuperato da <https://economiecircolare.com/economia-circolare-edilizia/>

IISD REPORT (2019) *Emission Omissions: Carbon accounting gaps in the built environment*. Manitoba, Canada. Recuperato da [www.iisd.org/system/files/publications/emission-omissions-en.pdf](http://www.iisd.org/system/files/publications/emission-omissions-en.pdf)

ISPRA, (Giugno 2021), *Rapporto Rifiuti Speciali, edizione 2021*. Roma, ISBN 978-88-448-1052-8

J.A. Schumpeter, (2013). *Teoria dello sviluppo economico*, Rizzoli Etas, p.49-68

Juan Martinez-alier, (1991). *Economia ecologica*. Garzanti, Torino.

Lucertini G., Di Giustino G., Ferraioli E., Musco F., Università luav (2021, Giugno 17). *La transizione circolare di città e territori: dalla teoria alla pratica*. Recuperato da <https://economiecircolare.com/transizione-circolare-di-citta-e-territori/>

Mumford, L. (1961). *Arte e tecnica*. Milano: Edizioni di Comunità.

Mumford, L. (1980). *Arte e tecnica*. Milano: Etas Libri.

OECD, (2018), *Oslo Manual 2018, Guidelines for collecting reporting and using data on innovation, European Union*. Recuperato da <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264304604-en.pdf?expires=1648619563&id=id&acc-name=guest&checksum=89E85BE0158E3BAD8FA74CC9CCDD96F3>

Palmisano L. (2021, Marzo 15). *E se casa tua si smontasse e rimontasse? Storie di architettura reversibile e circolare*. Recuperato da <https://economia-circolare.com/architettura-economia-circolare-edifici-che-si-smontano-eco-sostenibili/>

Perano M, (2005). *La Strategia di Innovazione. Opzioni e problematiche valutative. L'evoluzione del concetto di innovazione*. (pp.47-77). Giappichelli Editore, Torino

Pirolì S. (2021, Luglio 27) *Dalle città circolari alle città Cradle to cradle. Oltre la sostenibilità*. Recuperato da <https://economicircolare.com/citta-cradle-to-cradle/>

Rousseau Jean-Jacques, (1762). *Discorso sulle scienze e le arti*, In Scritti politici, Bari, Laterza 1994.

Russo M. (2018), Firenze, TECHNE, *Ripensare la resilienza, progettare la città attraverso il suo metabolismo*, pp. 34-44, DOI: 10.13128/Techne-23200

R. Sarc, A. Curtis, L. Kandlbauer, K. Khodier, K.E. Lorber, R. Pomberger, *Digitalisation and intelligent robotics in value chain of circular economy-oriented waste management – A review*, *Waste Management*, Volume 95, 2019, pp. 476-492, ISSN 0956-053X, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.035>., Recuperato da <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X19304234>

Sinopoli, N., & Tatano, V. (a cura di). (2002). *Sulle tracce dell'innovazione: tra tecniche e architettura*. Milano: FrancoAngeli.

Sposato P. (2020, Novembre 20) *Ecodesign. Ovvero, come superare un errore di sistema*. Recuperato da <https://economicircolare.com/ecodesign-ovvero-come-superare-un-errore-di-sistema/>

Tomra (2020) Catalogo prodotti e applicazioni. Recuperato da [https://recycling.tomra.com/hubfs/catalog\\_2020/2020\\_Catalog\\_Italian.pdf](https://recycling.tomra.com/hubfs/catalog_2020/2020_Catalog_Italian.pdf)

Van den Berghe, K., Dąbrowski, M., Ersoy, A., Wandl, A., & van Bueren, E. (2019, Dicembre 21). *The Circular Economy: a Re-Emerging Industry?* [working paper]. DOI: <https://doi.org/10.31235/osf.io/tgvzj>

Villa T. (2021, Aprile 30). *Costruire l'abitare: edilizia sostenibile ed economia circolare. Progettare secondo i canoni della circolarità utilizzando il Life- Cycle Assessment*. Recuperato da <https://www.iconacliama.it/sostenibilita/edilizia-sostenibile-economia-circolare-lca/>

Womack, James P., Jones, Daniel T., pref. di Paolo Cantarella, intro. di Giuseppe Volpato, (1997). *Lean thinking: come creare valore e bandire gli sprechi*, Guerini, Milano.

World Bank (2018), *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Recuperato da <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>

# / Sitografia

[www.archdaily.com/936389/building-d-amountable-architectenbureau-cepezed](http://www.archdaily.com/936389/building-d-amountable-architectenbureau-cepezed) , ultima consultazione il 20.07.2021

[www.archdaily.com/970371/at-dutch-design-week-2021-a-building-made-of-biobased-materials-illustrates-the-possibilities-of-circular-design](http://www.archdaily.com/970371/at-dutch-design-week-2021-a-building-made-of-biobased-materials-illustrates-the-possibilities-of-circular-design) , ultima consultazione il 10/03/2022

[www.architectscan.org/about-old](http://www.architectscan.org/about-old) , ultima consultazione il 5/11/2021

[www.arup.com/perspectives/the-circular-building](http://www.arup.com/perspectives/the-circular-building) , ultima consultazione il 24/04/2022

[www.bajeskwartier.com/](http://www.bajeskwartier.com/) , ultima consultazione il 14/02/2022

[www.bamb2020.eu](http://www.bamb2020.eu) , ultima consultazione il 16/12/2021

[www.bric-efp.be/fr/projet](http://www.bric-efp.be/fr/projet) , ultima consultazione il 15/02/2022

[www.c2c-centre.com/project/c2c-islands-interreg-ivb](http://www.c2c-centre.com/project/c2c-islands-interreg-ivb) , ultima consultazione il 19/10/2021

[www.c2c-centre.com/project/elementary-school-venlo-de-zuidstroom](http://www.c2c-centre.com/project/elementary-school-venlo-de-zuidstroom) , ultima consultazione il 19/10/2021

[circl.nl/themakingof/en/](http://circl.nl/themakingof/en/) , ultima consultazione il 21/10/2021

[circulareconomy.europa.eu/platform/en/](http://circulareconomy.europa.eu/platform/en/) , ultima consultazione il 5/02/2022

[www.circulareconomynetwork.it](http://www.circulareconomynetwork.it) , ultima consultazione il 4/02/2022

[cityloops.eu/](http://cityloops.eu/) , ultima consultazione il 10/02/2022

[www.cittametropolitana.torino.it/](http://www.cittametropolitana.torino.it/) , ultima consultazione il 25/06/2022

[www.cna.it/leconomia-circolare-cresce-tra-le-pmi-ma-restano-ostacoli/](http://www.cna.it/leconomia-circolare-cresce-tra-le-pmi-ma-restano-ancora-ostacoli/) , ultima consultazione il 20/07/2022

[www.cottosangrato.it](http://www.cottosangrato.it) , ultima consultazione il 24/08/2022

[www.diamondpiers.com/installation-manual/introduction](http://www.diamondpiers.com/installation-manual/introduction) , ultima consultazione il 11/09/2021

[ec.europa.eu/eurostat/data/database](http://ec.europa.eu/eurostat/data/database) , ultima consultazione il 18/07/2022

[ec.europa.eu/docsroom/documents/20509/attachments/1/translations/it/renditions/pdf](http://ec.europa.eu/docsroom/documents/20509/attachments/1/translations/it/renditions/pdf) , ultima consultazione il 12/03/2022

[ec.europa.eu/docsroom/documents/31521/attachments/1/translations/it/renditions/native](http://ec.europa.eu/docsroom/documents/31521/attachments/1/translations/it/renditions/native) , ultima consultazione il 12/03/2022

[ec.europa.eu/environment/circular-economy/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm) , ultima consultazione il 16/03/2022

[ec.europa.eu/environment/ecoap/about-eco-innovation/policies-matters/green-and-digital-twin-transition-also-spurs-inclusive-eco\\_en](http://ec.europa.eu/environment/ecoap/about-eco-innovation/policies-matters/green-and-digital-twin-transition-also-spurs-inclusive-eco_en) , ultima consultazione il 9/03/2022

[ec.europa.eu/environment/eusds/pdf/footprint/OEF%20Guide\\_final\\_July%202012\\_clean%20version.pdf](http://ec.europa.eu/environment/eusds/pdf/footprint/OEF%20Guide_final_July%202012_clean%20version.pdf) , ultima consultazione il 20/03/2022

[ec.europa.eu/environment/eusds/pdf/footprint/PEF%20methodology%20final%20draft.pdf](http://ec.europa.eu/environment/eusds/pdf/footprint/PEF%20methodology%20final%20draft.pdf) , ultima consultazione il 20/03/2022

[ec.europa.eu/environment/gpp/eu\\_gpp\\_criteria\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/gpp/eu_gpp_criteria_en.htm) , ultima consultazione il 20/03/2022

[ec.europa.eu/environment/levels\\_en](http://ec.europa.eu/environment/levels_en) , ultima consultazione il 22/03/2022

[ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/buildings-and-construction\\_it](https://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/buildings-and-construction_it) , ultima consultazione il 13/04/2022

[ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_it](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it) , ultima consultazione il 10/03/2022

[www.economiacircolare.com](https://www.economiacircolare.com) , ultima consultazione il 9/03/2022.

[www.eea.europa.eu/highlights/greater-circularity-in-the-buildings](https://www.eea.europa.eu/highlights/greater-circularity-in-the-buildings) , ultima consultazione il 18/03/2022

[een.ec.europa.eu/](https://een.ec.europa.eu/), ultima consultazione il 20/07/2022

[www.een-italia.eu/](https://www.een-italia.eu/), ultima consultazione il 20/07/2022

[www.ellenmacarthurfoundation.org/](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/) , ultima consultazione il 21/09/2021.

[www.envipark.com/](https://www.envipark.com/) , ultima consultazione il 29/08/2022

[www.epa.ie/our-services/licensing/industrial/industrial-emissions-licensing-ied/industrial-emissions-licensing-process-explained-/bat-bref-cid/bat-bref-cid-reference-documents/](https://www.epa.ie/our-services/licensing/industrial/industrial-emissions-licensing-ied/industrial-emissions-licensing-process-explained-/bat-bref-cid/bat-bref-cid-reference-documents/) , ultima consultazione il 20/07/2022

[epea.com/en/about-us/cradle-to-cradle](https://epea.com/en/about-us/cradle-to-cradle) , ultima consultazione il 12/10/2021

[eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/ALL/?uri=celex%3A32010L0075](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/ALL/?uri=celex%3A32010L0075) , ultima consultazione il 18/03/2022

[www.ex-interiors.nl/ex-inspiration/](https://www.ex-interiors.nl/ex-inspiration/) , ultima consultazione il 13/11/2021

[www.ex-interiors.nl/interiors/](https://www.ex-interiors.nl/interiors/) , ultima consultazione il 13/11/2021

[www.fondazionevilupposostenibile.org](https://www.fondazionevilupposostenibile.org) , ultima consultazione il 18/03/2022

[gablok.be/en/](https://gablok.be/en/) , ultima consultazione il 11/09/2021

[www.geoportale.piemonte.it/visregpigo/](https://www.geoportale.piemonte.it/visregpigo/) , ultima consultazione il 24/07/2022

[houseful.eu/](https://houseful.eu/) , ultima consultazione il 11/09/2021

[www.icd.uni-stuttgart.de/projects/buga-wood-pavilion-2019/](http://www.icd.uni-stuttgart.de/projects/buga-wood-pavilion-2019/) , ultima consultazione il 13/11/2021

[www.icesp.it/](http://www.icesp.it/) , ultima consultazione il 10/07/2022

[www.iea.org/reports/globalabc-roadmap-for-buildings-and-construction-2020-2050](http://www.iea.org/reports/globalabc-roadmap-for-buildings-and-construction-2020-2050) , ultima consultazione il 2/12/2021

[www.iisd.org/system/files/publications/emission-omissions-en.pdf](http://www.iisd.org/system/files/publications/emission-omissions-en.pdf) , ultima consultazione il 20/03/2022

[www.industrialsymbiosis.it/piattaforma](http://www.industrialsymbiosis.it/piattaforma) , ultima consultazione il 20/07/2022

[www.insideinside.nl/nl/](http://www.insideinside.nl/nl/) , ultima consultazione il 17/01/2022

[www.interface.com/EU/en-GB/about/modular-system/TacTiles-en\\_GB](http://www.interface.com/EU/en-GB/about/modular-system/TacTiles-en_GB) , ultima consultazione il 23/04/2022

[www.isprambiente.gov.it/files2021/area-stampa/comunicati-stampa/comunicato\\_stampa\\_rapporto\\_rifiuti\\_urbani\\_2021.pdf](http://www.isprambiente.gov.it/files2021/area-stampa/comunicati-stampa/comunicato_stampa_rapporto_rifiuti_urbani_2021.pdf) , ultima consultazione il 18/03/2022

[issuu.com/ex-interiors/docs/ex001-02\\_tnt\\_opening\\_2909\\_-\\_hr](http://issuu.com/ex-interiors/docs/ex001-02_tnt_opening_2909_-_hr) , ultima consultazione il 13/11/2021

[www.italiachecambia.org/2019/09/offgrid-comunita-che-costruisce-edilizia-circolare-io-faccio-cosi-259/](http://www.italiachecambia.org/2019/09/offgrid-comunita-che-costruisce-edilizia-circolare-io-faccio-cosi-259/) , ultima consultazione il 18/02/2022

[lendager.com/](http://lendager.com/) , ultima consultazione il 13/11/2021

[madaster.com/](http://madaster.com/) , ultima consultazione il 21/10/2021

[www.matrec.com/](http://www.matrec.com/) , ultima consultazione il 21/10/2021

[mcdonoughpartners.com/park-2020-amsterdam-born-recycled/](http://mcdonoughpartners.com/park-2020-amsterdam-born-recycled/) , ultima consultazione il 23/04/2022

[www.mise.gov.it/](http://www.mise.gov.it/) , ultima consultazione il 20/07/2022

[www.mise.gov.it/index.php/it/normativa/decreti-ministeriali/2041283-decreto-ministeriale-11-giugno-2020-progetti-di-ricerca-e-sviluppo-per-l-econo](http://www.mise.gov.it/index.php/it/normativa/decreti-ministeriali/2041283-decreto-ministeriale-11-giugno-2020-progetti-di-ricerca-e-sviluppo-per-l-econo)

[mia-circolare](#) , ultima consultazione il 20/07/2022

[www.mite.gov.it/](#) , ultima consultazione il 15/07/2022

[www.mite.gov.it/notizie/disponibile-il-documento-finale-consultazione-pubblica-online-relativa-verso-un-modello-di](#) , ultima consultazione il 23/04/2022

[www.mite.gov.it/pagina/i-criteri-ambientali-minimi#2](#) , ultima consultazione il 20/07/2022

[noahh.nl/portfolio\\_page/](#) , ultima consultazione il 10/10/2021

[op.europa.eu/it/publication-detail/-/publication/f5d52b58-2c95-11ec-bd8e-01aa75ed71a1](#) , ultima consultazione il 19/03/2022

[www.osblock.ca/fr/avantages/](#) , ultima consultazione il 11/09/2021

[pacecircular.org/](#) , ultima consultazione il 15/06/2022

[perkinswill.com/project/solo/](#) , ultima consultazione il 10/10/2021

[https://www.polito.it/ricerca/piattaforme/economia\\_circolare/](https://www.polito.it/ricerca/piattaforme/economia_circolare/) , ultima consultazione il 29/08/2022

[www.rau.eu/portfolio/](#) , ultima consultazione il 12/10/2021

[www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2021-09/DSU%20STRADEF%209%20luglio%202021.pdf](#) , ultima consultazione il 20/07/2022

[www.remanufacturingforaec.polimi.it/](#) , ultima consultazione il 3/11/2021

[www.resourcepanel.org](#) , ultima consultazione il 20/07/2022

[www.resourcepanel.org/reports/weight-cities](#) , ultima consultazione il 23/04/2022

[www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264304604-en.pdf?expires=1648619563&id=id&accname=guest&checksum=89E85BE0158E3BA-D8FA74CC9CCDD96F3](#) , ultima consultazione il 23/04/2022

[op.europa.eu/it/publication-detail/-/publication/f5d52b58-2c95-11ec-bd8e-01aa75ed71a1](https://op.europa.eu/it/publication-detail/-/publication/f5d52b58-2c95-11ec-bd8e-01aa75ed71a1) , ultima consultazione il 18/03/2022

[www.overshootday.org/newsroom/country-overshoot-days/](https://www.overshootday.org/newsroom/country-overshoot-days/) , ultima consultazione il 15/05/2022

[scholar.harvard.edu/files/jonathanxc/files/tokyo2020.pdf](https://scholar.harvard.edu/files/jonathanxc/files/tokyo2020.pdf) , ultima consultazione il 3/11/2021

[www.sfridoo.com/](https://www.sfridoo.com/) , ultima consultazione il 6/03/2022

[www.shigerubanarchitects.com/works/2006\\_nomadic-museum-santa-monica/index.html](https://www.shigerubanarchitects.com/works/2006_nomadic-museum-santa-monica/index.html) , ultima consultazione il 10/10/2021

[www.ted.com/talks/william\\_mcdonough\\_cradle\\_to\\_cradle\\_design](https://www.ted.com/talks/william_mcdonough_cradle_to_cradle_design) , ultima consultazione il 11/09/2021

[www.teknoring.com/wikitecnica/tecnologia/innovazione-tecnologica/](https://www.teknoring.com/wikitecnica/tecnologia/innovazione-tecnologica/) , ultima consultazione il 3/11/2021

[theexplodedview.com/](https://theexplodedview.com/) , ultima consultazione il 2/05/2022

[www.thinkwood.com/](https://www.thinkwood.com/) , ultima consultazione il 12/04/2022

[www.to.camcom.it/alps](https://www.to.camcom.it/alps) , ultima consultazione il 20/07/2022

[www.to.camcom.it/assessment-la-sostenibilita-aziendale](https://www.to.camcom.it/assessment-la-sostenibilita-aziendale) , ultima consultazione il 20/07/2022

[www.to.camcom.it/sostenibilita-ed-economia-circolare](https://www.to.camcom.it/sostenibilita-ed-economia-circolare) , ultima consultazione il 20/07/2022

[www.tondo.tech/](https://www.tondo.tech/) , ultima consultazione il 19/02/2022

[www.treccani.it/](https://www.treccani.it/) , ultima consultazione il 12/06/2022

[www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-consumption-production/](https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-consumption-production/)

[www.urbanvillageproject.com/](https://www.urbanvillageproject.com/) , ultima consultazione il 22/04/2022

[vicosrl.it/](https://vicosrl.it/) , ultima consultazione il 24/08/2022

[waste4think.eu/](http://waste4think.eu/) , ultima consultazione il 11/09/2021

[wikkellhouse.com/](http://wikkellhouse.com/) , ultima consultazione il 11/09/2021

[www.wool2loop.eu/en/](http://www.wool2loop.eu/en/) , ultima consultazione il 10/09/2021

# / Casi studio

## 01

[www.eea.europa.eu/themes/climate/cutting-greenhouse-gas-emissions-through/cutting-greenhouse-gas-emissions-through-ramboll.com/media/environ/decarbonisation-benefits-of-sectoral-circular-economy-actions](http://www.eea.europa.eu/themes/climate/cutting-greenhouse-gas-emissions-through/cutting-greenhouse-gas-emissions-through-ramboll.com/media/environ/decarbonisation-benefits-of-sectoral-circular-economy-actions)

## 02

[www.circulardesignguide.com/](http://www.circulardesignguide.com/)

## 03

[dac.dk/en/knowledgebase/architecture/musicon-the-rebel-neighborhood/](http://dac.dk/en/knowledgebase/architecture/musicon-the-rebel-neighborhood/)  
[www.musicon.dk/](http://www.musicon.dk/)  
[musicon-bydelsforening.dk/affald/](http://musicon-bydelsforening.dk/affald/)  
[www.archdaily.com/912035/roskilde-festival-folk-high-school-mvrd-v-plus-cobe](http://www.archdaily.com/912035/roskilde-festival-folk-high-school-mvrd-v-plus-cobe)

## 04

[lendager.com/project/resource-rows/](http://lendager.com/project/resource-rows/)

## 05

[www.vub.be/arch/project/circularretrofitlab](http://www.vub.be/arch/project/circularretrofitlab)  
[www.bamb2020.eu/topics/pilot-cases-in-bamb/retrofit-lab/](http://www.bamb2020.eu/topics/pilot-cases-in-bamb/retrofit-lab/)

## 06

[www.jjw.dk/projekt/katrinedals-skole/](http://www.jjw.dk/projekt/katrinedals-skole/)

**07**

[www.harvestbay.be/bouw-project/duurzaam-stalen-gevelsysteem-draagt-bij-aan-circulaire-karakter-van-het-gare-maritime-in-brussel/](http://www.harvestbay.be/bouw-project/duurzaam-stalen-gevelsysteem-draagt-bij-aan-circulaire-karakter-van-het-gare-maritime-in-brussel/)  
[b-b.be/nl/portfolio/gare-maritime/](http://b-b.be/nl/portfolio/gare-maritime/)  
[www.harvestbay.be](http://www.harvestbay.be)

**08**

[theexplodedview.com/the-exploded-view-beyond-building/](http://theexplodedview.com/the-exploded-view-beyond-building/)

**09**

[www.superuse-studios.com/](http://www.superuse-studios.com/)  
[www.superuse-studios.com/projectplus/bluecity-offices/](http://www.superuse-studios.com/projectplus/bluecity-offices/)  
[www.superuse-studios.com/projectplus/kevn/](http://www.superuse-studios.com/projectplus/kevn/)

**10**

[www.bmu.de/en/digital-policy-agenda-for-the-environment-1/artificial-intuition-for-plastics](http://www.bmu.de/en/digital-policy-agenda-for-the-environment-1/artificial-intuition-for-plastics)  
[ec.europa.eu/environment/ecoap/about-eco-innovation/policies-matters/green-and-digital-twin-transition-also-spurs-inclusive-eco\\_en](http://ec.europa.eu/environment/ecoap/about-eco-innovation/policies-matters/green-and-digital-twin-transition-also-spurs-inclusive-eco_en)  
[www.recirce.de/](http://www.recirce.de/)

**11**

[woodcircus.eu/](http://woodcircus.eu/)  
[holy-wood.be/](http://holy-wood.be/)

**12**

[woodcircus.eu/](http://woodcircus.eu/)  
[www.mdfrecovery.co.uk/](http://www.mdfrecovery.co.uk/)

**13**

[woodcircus.eu/](http://woodcircus.eu/)  
[www.egger.com/](http://www.egger.com/)

**14**

[woodcircus.eu/](http://woodcircus.eu/)  
[www.m-sora.si/](http://www.m-sora.si/)

**15**

[www.rilegno.org/](http://www.rilegno.org/)

16

[www.offgriditalia.org/](http://www.offgriditalia.org/)  
[www.italiachecambia.org/](http://www.italiachecambia.org/)

17

[www.italiachecambia.org/2014/08/daniela-ducato-contadina-edilizia/](http://www.italiachecambia.org/2014/08/daniela-ducato-contadina-edilizia/)  
[www.edizero.com/](http://www.edizero.com/)

18

[www.mercatocircolare.it/](http://www.mercatocircolare.it/)

19

[junker.app/](http://junker.app/)

20

R. Sarc, A. Curtis, L. Kandlbauer, K. Khodier, K.E. Lorber, R. Pomberger,  
Digitalisation and intelligent robotics in value chain of circular economy-  
oriented waste management – A review, Waste Management, Volume 95, 2019,  
Pag. 476-492, ISSN 0956-053X, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.035.>,  
Recuperato da <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X19304234>

21

[www.tomra.com/en/sorting/recycling/tomra-technology/deep-learning](http://www.tomra.com/en/sorting/recycling/tomra-technology/deep-learning)

22

[ec.europa.eu/environment/ecoap/about-eco-innovation/good-practices/  
zenrobotics-applying-artificial-intelligence-waste-sorting\\_en](http://ec.europa.eu/environment/ecoap/about-eco-innovation/good-practices/zenrobotics-applying-artificial-intelligence-waste-sorting_en)  
[zenrobotics.com/](http://zenrobotics.com/)

23

[www.cycle-terre.eu/](http://www.cycle-terre.eu/)  
[www.infobuild.it/approfondimenti/earth-cycle-economia-circolare-mattoni-dalla-terre-di-scavo/](http://www.infobuild.it/approfondimenti/earth-cycle-economia-circolare-mattoni-dalla-terre-di-scavo/)

24

[kenoteq.com/](http://kenoteq.com/)  
[www.serpentinegalleries.org/whats-on/serpentine-pavilion-202021-designed-by-counterspace/](http://www.serpentinegalleries.org/whats-on/serpentine-pavilion-202021-designed-by-counterspace/)  
[makerfairerome.eu/](http://makerfairerome.eu/)

25

[www.re-mat.it](http://www.re-mat.it)

26

[www.gamlemursten.eu/](http://www.gamlemursten.eu/)

27

[www.catalyst-group.it/](http://www.catalyst-group.it/)

28

[martensgroep.eu/nl/productinformatie](http://martensgroep.eu/nl/productinformatie)

29

[samiraboon.com/2020/10/15/biofold/](http://samiraboon.com/2020/10/15/biofold/)  
[www.biofold.nl/](http://www.biofold.nl/)

30

[theexplodedview.com/methodbb/luma-algae-plaster/](http://theexplodedview.com/methodbb/luma-algae-plaster/)  
[www.bcmaterials.org/fr\\_11\\_concept.html](http://www.bcmaterials.org/fr_11_concept.html)

31

[www.stonecycling.com/](http://www.stonecycling.com/)

32

[www.jansenstaal.nl/en/](http://www.jansenstaal.nl/en/)  
[www.harvestbay.be/](http://www.harvestbay.be/)

33

[bouwtuin.wordpress.com/](http://bouwtuin.wordpress.com/)

34

[www.florim.com/it/azienda/sostenibilita/ambiente/](http://www.florim.com/it/azienda/sostenibilita/ambiente/)

35

[www.architectsjournal.co.uk/news/aj-retrofit-awards-2022-winners-revealed](http://www.architectsjournal.co.uk/news/aj-retrofit-awards-2022-winners-revealed)

36

Frearson A. (2021 Ottobre 3) *EBBA Architects builds Construction Skills School using only reusable components*. Recuperato da [https://www.dezeen.com/2021/10/03/construction-skills-school-ebba-architects/?li\\_source=LI&li\\_medium=bottom\\_block\\_1](https://www.dezeen.com/2021/10/03/construction-skills-school-ebba-architects/?li_source=LI&li_medium=bottom_block_1)

37

bakerbrown.studio/projects/glyndebourne

Crook L. (2021, marzo 30), *Recyclable croquet pavilion to be made from champagne corks and oyster shells*. Recuperato da <https://www.dezeen.com/2021/03/30/glyndebourne-croquet-pavilion-opera-house-baker-brown-studio/>

38

localworksstudio.com/projects/low-carbon-construction/

transarchitectuurstedenbouw.be/en/design-museum-ghent-2019-2022/

archello.com/project/design-museum-gent

www.designmuseumgent.be/nieuws/2019/trans-carmody-groar-

ke-en-re-st-ontwerpt-nieuwe-vleugel

39

Foges C. (1 marzo 2022) *How IF\_DO's The Hithe restores a local sense of strength*. Recuperato da <https://www.ribaj.com/buildings/hithe-rotherhithe-if-do>

Brandon E. M. (2022, Marzo 16) *This building can be flat-packed like an Ikea bookshelf and moved to a new location*. Recuperato da <https://www.fastcompany.com/90731595/this-building-can-be-flat-packed-like-an-ikea-bookshelf-and-moved-to-a-new-location>

<https://www.ifdo.co/projects/the-hithe>

40

Glader A., Project Manager (n.d.) *Circularity City- Strong partnerships on circular construction in the Central Denmark Region.*, Novia University of Applied Sciences, Recuperato da <https://www.novia.fi/cewood/articles/circularity-city>

# / Conferenze e corsi

E. Montacchini, S. Tedesco e N. Di Prima (2020), *Progettare e sviluppare l'economia circolare*, AA 2019-2020, CdLM Architettura per il Progetto Sostenibile, Politecnico di Torino.

ACAN Circular Economy group (2021), *ACAN: Circular series*, Webinar, <https://www.architectscan.org/circular-series-2021>

Tondo et al. (2021), *Hacking the city*, evento online, <https://www.hackinthecity.today/>

Re+Build e Eurac research (2021), *Offsite Academy Legnativo*, Corso di formazione online.

Promolegno (2021), *Woodencity – Riqualificare la città*, Webinar.

DELFT, (2022), *Circular Economy for a Sustainable Built Environment*, Corso di formazione online, <https://online-learning.tudelft.nl/courses/circular-economy-for-a-sustainable-built-environment/>