



Università
Ca'Foscari
Venezia

Corso di Laurea Magistrale in
Economia e Gestione delle Aziende

Tesi di Laurea

Circolarità ed edilizia

Soluzioni per una filiera maggiormente sostenibile

Relatore

Prof. Carlo Bagnoli

Laureando

Alessandro Pellizzari

Matricola 856855

Anno Accademico

2020/2021



Università
Ca'Foscari
Venezia

Corso di Laurea Magistrale in
Economia e Gestione delle Aziende

Tesi di Laurea

Circolarità ed edilizia

Soluzioni per una filiera maggiormente sostenibile

Relatore

Prof. Carlo Bagnoli

Laureando

Alessandro Pellizzari

Matricola 856855

Anno Accademico

2020/2021

Ai miei genitori

A Cristina

INDICE

Introduzione	p. 1
Capitolo 1 – La sostenibilità	p. 3
1.1 – La nascita dello sviluppo sostenibile	p. 3
1.1.1 – <i>Le principali tappe evolutive della sostenibilità globale</i>	p. 3
1.2 – La sostenibilità in azienda	p. 11
1.2.1 – <i>ESG rating</i>	p. 15
1.3 – Politiche generali	p. 20
1.3.1 – <i>L’Agenda 2030 e i Sustainable Development Goals</i>	p. 20
1.3.2 – <i>Il Green Deal europeo</i>	p. 23
1.3.3 – <i>Il Global Compact</i>	p. 26
Capitolo 2 – L’economia circolare	p. 29
2.1 – Una definizione di economia circolare	p. 29
2.1.1 – <i>La genesi del concetto</i>	p. 32
2.2 – Le problematiche connesse al modello lineare	p. 39
2.3 – Il modello di economia circolare	p. 46
2.3.1 – <i>I circular business model</i>	p. 53
2.3.2 – <i>Criticità e punti deboli del modello di economia circolare</i>	p. 60
2.3.3 – <i>La necessità di un agire comune</i>	p. 65
2.4 – Il Piano d’azione europeo	p. 70

Capitolo 3 – Un modello sostenibile per il settore dell’edilizia	p. 77
3.1 – Il settore dell’edilizia in Italia e in Europa	p. 77
3.1.1 – <i>Le aziende italiane operanti nel settore</i>	p. 84
3.2 – L’impatto ambientale del settore dell’edilizia	p. 88
3.3 – Edilizia sostenibile	p. 95
3.3.1 – <i>La riduzione dei consumi di energia</i>	p. 98
3.3.1.1 – <i>... e la necessità di andare oltre</i>	p. 102
3.3.2 – <i>La riduzione dell’impiego di risorse e della generazione di rifiuti attraverso l’adozione di un modello circolare</i>	p. 103
3.3.2.1 – <i>Benefici e barriere all’adozione</i>	p. 110
Capitolo 4 – Soluzioni sostenibili per la filiera edilizia	p. 115
4.1 – Riuso e riciclo dei C&DW: il mercato delle materie prime secondarie	p. 115
4.1.1 – <i>Recupero e riciclaggio del calcestruzzo e dei mattoni</i>	p. 120
4.2 – Innovazione del modello di business in ottica circolare	p. 126
CASE STUDY N. 1	p. 131
CASE STUDY N. 2	p. 136
CASE STUDY N. 3	p. 140
CASE STUDY - CONCLUSIONI	p. 142
Conclusioni	p. 145
Bibliografia	p. 149
Sitografia	p. 171

INTRODUZIONE

Il tema della sostenibilità, nella sua triplice dimensione economica, ambientale e sociale, ha conosciuto un forte sviluppo a partire dagli anni '90, grazie alla pubblicazione del Rapporto Brundtland avvenuta qualche anno addietro. Nel tempo ha poi assunto una crescente rilevanza sia per quanto concerne la sfera politico-istituzionale, sia con riguardo alla sfera aziendale. Nel primo caso ha dato vita al concetto di sviluppo sostenibile ed ha portato al susseguirsi di numerose politiche generali a tutela dell'ambiente e a sostegno della lotta alle iniquità sociali. La sostenibilità aziendale concerne invece l'insieme delle modalità in cui le imprese si pongono rispetto alla sostenibilità, sia sul fronte ambientale che sociale, andando così oltre il miope inseguimento del profitto economico nel breve termine.

Il modello di economia lineare ha caratterizzato gli ultimi 150 anni di evoluzione industriale. Questo prende avvio con il reperimento delle materie prime, cui seguono una o più fasi di lavorazione, dopo le quali il prodotto viene acquistato, utilizzato e scartato dal consumatore. Da qui la definizione "*take-make-dispose model*". Tuttavia, appare evidente come, un tale modello, richieda al pianeta una pressoché illimitata disponibilità di risorse e capacità di smaltire i rifiuti, risultando perciò non sostenibile nel lungo periodo.

Il modello di economia circolare mira invece a mantenere in circolo le risorse il più a lungo possibile, così da sfruttarne appieno il valore ed evitare ogni qual tipo di spreco. L'emergenza climatica in atto, la scarsità di risorse naturali e la crescita demografica incontrollata di alcune aree del mondo rendono necessaria, ed urgente, la ridefinizione degli attuali schemi di produzione e consumo.

Il presente elaborato, suddiviso in quattro capitoli, analizza il modello di economia circolare e l'applicazione dei principi di quest'ultimo al settore dell'edilizia, tra i principali responsabili di consumo di risorse e generazione di rifiuti.

Il primo capitolo affronta il tema della sostenibilità, ne esamina le origini, l'evoluzione che il termine ha subito nel corso degli anni, attraverso una duplice analisi del concetto, distinguendo tra sostenibilità globale e sostenibilità aziendale. Viene poi fornita una panoramica delle principali politiche in materia, quali il *Global*

Compact, L'Agenda 2030 ed i relativi *Sustainable Development Goals*, ed il *Green Deal* europeo.

Il secondo capitolo è incentrato sull'analisi del concetto di economia circolare, sulla sua genesi e definizione. Segue l'esposizione dei limiti del modello lineare e delle problematiche a questo connesse, ai quali sono contrapposti i vantaggi di quello circolare. Di quest'ultima verranno poi presi in considerazione alcuni punti deboli, per chiudere con il Piano d'azione dell'Unione Europea, architrate per lo sviluppo economico comunitario sostenibile attraverso l'adozione del modello circolare.

Il capitolo terzo presenta un'analisi del settore dell'edilizia in Italia e in Europa, cui segue il tema dell'impatto ambientale relato all'industria delle costruzioni, caratterizzata da processi produttivi altamente energivori ed inquinanti. Si esamina poi il concetto di edilizia sostenibile, sia per quanto concerne la riduzione dei consumi energetici, che ha portato, negli ultimi decenni, ad una forte diffusione dei *Green Buildings*, sia in merito alla riduzione dell'impiego di risorse e della generazione di rifiuti.

Infine, il quarto capitolo pone l'attenzione sul mercato delle materie prime secondarie, portatrici di benefici sia ambientali che economici, e sull'innovazione del business model in ottica circolare, per concludere con la presentazione di alcuni casi concreti.

La sostenibilità

1.1 – La nascita dello sviluppo sostenibile

Se si vuole individuare il termine “sostenibile” piuttosto che “sostenibilità” nel titolo, o tra le parole chiave, di una pubblicazione, la prima data utile è l’anno 1976. Nei decenni successivi si è poi assistito ad una vera e propria esplosione nell’uso di questi due concetti, specie a partire dagli anni ’90. Nonostante gli ultimi vent’anni abbiano restituito migliaia di libri, articoli e report al riguardo, il concetto di sostenibilità rimane tutt’ora aperto ad un gran numero di interpretazioni ed il significato varia sovente a seconda dello specifico contesto di utilizzo¹. Risulta quindi difficile individuare una definizione adottabile a prescindere dall’ambito di applicazione del termine, una definizione che identificabile come “generica”.

Sostenibilità deriva dal latino *sustinere*, parola composta da *sub* e *tenere*. Significa quindi sorreggere, supportare, tenere in piedi, ma può anche essere intesa come trattenere o proteggere. L’origine etimologica restituisce quindi l’idea di un’azione prolungata nel tempo, con l’obiettivo di mantenere qualcosa (un’entità? Un sistema? Sé stessi?) in una determinata condizione.

La più nota definizione di sostenibilità si deve alla Commissione Mondiale per l’Ambiente e lo Sviluppo, che nel 1987 ha presentato il documento “*Our Common Future*”, noto anche come Rapporto Brundtland. Nel Rapporto viene definito il concetto di sviluppo sostenibile, inteso come²:

“development which meets the needs of current generations without compromising the ability of future generations to meet their own needs”.

Questa definizione esprime la necessità di ricercare un’equità intergenerazionale, ma anche intragenerazionale, tra soggetti appartenenti alla stessa generazione, ma a realtà geografiche, politiche od economiche differenti. La sostenibilità non deve

¹ PURVIS, B., MAO, Y., ROBINSON, D. (2019) "Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins", *Sustainability Science*, 14, pp. 681-695

² UNITED NATIONS (1987) “Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future”

inoltre essere intesa come uno stato od un punto di arrivo, bensì come un processo, una situazione in continua evoluzione, che esprime la necessità di bilanciare le tre dimensioni che la compongono.

Il Rapporto Brundtland segna un punto di svolta nella diffusione dell'idea di sostenibilità, in quanto ne definisce con chiarezza gli obiettivi, nonché nella nascita di movimenti ed organizzazioni votati alla causa. Ha inoltre ispirato il lavoro di molti economisti, tra i quali il premio Nobel Kenneth Arrow, secondo il quale³:

“a sustainable economy provides the current standard of living across generations as long as each generation bequeaths to its successor at least as large a quantity of an economy's ‘productive base,’ which is composed of [...] human, natural, and manufactured capital”.

Nonostante si sia diffuso solamente negli ultimi decenni del ventesimo secolo, il concetto di sostenibilità era già stato utilizzato, in Europa, oltre due secoli prima, da Hans Carl von Carlowitz. Scienziato e forestale tedesco, autore di *“Sylvicultura Oeconomica”*, nel 1713 spiegò come l'ammontare di legna prelevata in un determinato arco temporale non dovrebbe mai eccedere quanto la foresta riesce a generare nello stesso periodo. Carlowitz ha dunque sollevato un problema di scarsità delle risorse e segnalato la necessità di porre dei limiti ai consumi. Quest'ultimo tema è stato ripreso, nel 1972, dal Club di Roma, secondo il quale molte risorse naturali cruciali per la nostra sopravvivenza si esaurirebbero entro una o due generazioni⁴. La prospettiva pessimistica espressa dal Club di Roma in *“The Limits to Growth”* ha sfidato il pensiero economico convenzionale e ha imposto un dibattito globale sugli svantaggi della crescita⁵.

Nel 1989 l'oncologo svedese Karl-Henrik Robèrt, insieme ai membri della Natural Step, organizzazione fondata qualche anno prima dallo stesso medico, formula quattro condizioni di sistema per la sostenibilità, di seguito riportate.

“In a sustainable society, nature is not subject to systematically increasing:

1 - concentrations of substances extracted from the earth's crust;

³ DESROCHES, C.T. (2021) "The Concept of Sustainability", In Byron Williston (ed.), Environmental Ethics for Canadians.

⁴ KUHLMAN, T., FARRINGTON, J. (2010) "What is Sustainability?", Sustainability, 2, 11, pp. 3436-3448

⁵ CARADONNA, J.L. (2014) "Sustainability: A history", Oxford University Press, New York

- 2 - concentrations of substances produced by society;
- 3 - degradation by physical means.
- 4 - people are not subject to conditions that systematically undermine their capacity to meet their needs"⁶.

Più recentemente, Richard Heinberg ha formulato cinque assiomi della sostenibilità:

- 1- *"Any society that continues to use critical resources unsustainably will collapse.*
- 2- *Population growth and/or growth in the rates of consumption of resources cannot be sustained.*
- 3- *To be sustainable, the use of renewable resources must proceed at a rate that is less than or equal to the rate of natural replenishment.*
- 4- *To be sustainable, the use of nonrenewable resources must proceed at a rate that is declining, and the rate of decline must be greater than or equal to the rate of depletion.*
- 5- *Sustainability requires that substances introduced into the environment from human activities be minimized and rendered harmless to biosphere functions."*⁷.

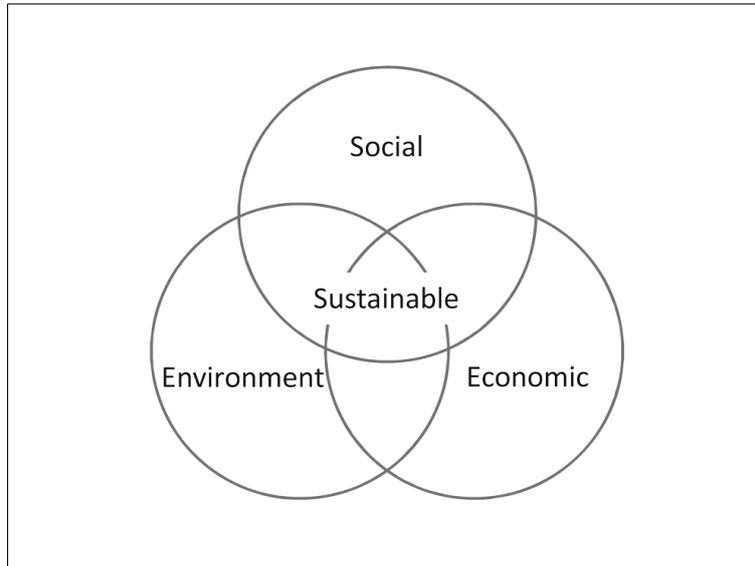
Appare evidente una certa similarità tra quanto espresso dalla Natural Step e gli assiomi ora presentati. Entrambi gli autori sottolineano infatti la necessità di una riduzione dei consumi di risorse e dell'inquinamento ai fini della protezione dell'ecosistema. Tuttavia, Heinberg manca di considerare l'aspetto sociale, richiamato invece dalla quarta condizione posta dall'organizzazione svedese.

Il concetto di sostenibilità è spesso rappresentato attraverso un diagramma composto da tre cerchi, parzialmente sovrapposti, ognuno dei quali rappresenta una diversa dimensione (o pilastro). Il modello più utilizzato, riportato in Figura 1, può assumere nomi differenti, come modello delle 3P (*Profit, Planet, People*) o modello delle 3E (*Economics, Environment, Equity*), ma il concetto racchiuso nello stesso non cambia: la società umana, l'economia e l'ecosistema sono tra loro interconnessi e devono essere bilanciati ed equamente rilevanti.

⁶ CARADONNA, J.L. (2014)

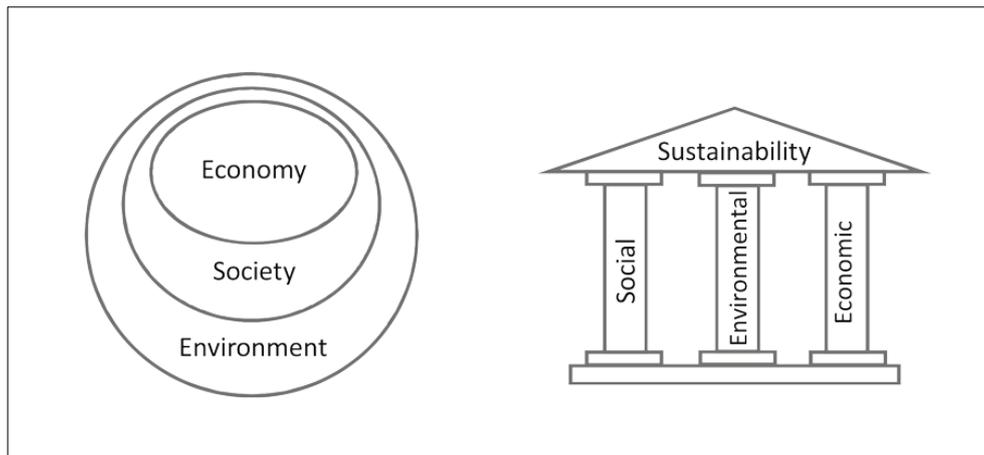
⁷ HEINBERG, R., LERCH, D. (2010) "The post carbon reader: managing the 21st century's sustainability crises"

Figura 1 - Il diagramma di Venn della sostenibilità



Fonte: PURVIS, B., MAO, Y., ROBINSON, D. (2019)

Figura 2 - Interpretazioni grafiche alternative del concetto di sostenibilità



Fonte: PURVIS, B., MAO, Y., ROBINSON, D. (2019)

Esistono poi ulteriori interpretazioni grafiche di sostenibilità, per esempio, il modello dei cerchi concentrici (Figura 2, lato sinistro), nel quale la sfera economica è collocata all'interno di quella sociale, posta, a sua volta, all'interno della dimensione ambientale. In questo modello l'ambiente rappresenta dunque il fondamento della sostenibilità e, attraverso le risorse naturali ed i servizi ecosistemici, alimenta la dimensione sociale ed economica. Questa seconda interpretazione trova la critica positiva dell'economista Herman Daly, secondo il quale *"society and the economy are supported by and could not exist without the*

*environment” e “All economic systems are subsystems within the big biophysical system of ecological interdependence”*⁸.

Molte delle definizioni di sostenibilità emerse nel corso degli anni pongono particolare attenzione sull’aspetto ambientale del concetto e lo stesso diagramma di Venn nasce con una concezione ecologista incentrata sull’interazione tra le attività umane e l’ambiente⁹. Occorre invece considerare la sostenibilità, e ancor di più lo sviluppo sostenibile, come un elemento caratterizzato da una multidimensionalità, da una triplice prospettiva: sociale, economica ed ambientale.

La sostenibilità sociale può essere intesa come la capacità di mantenere determinate condizioni di benessere umano, distribuite in maniera equa all’interno della società. Coinvolge una serie di fattori come, per esempio, uguali opportunità, parità di genere, accesso all’educazione, salute, sicurezza e partecipazione politica.

La sostenibilità economica è definita come la capacità di un sistema economico di garantire una crescita duratura, attraverso la creazione di reddito e lavoro, necessari per il sostentamento della popolazione. Richiede una corretta gestione delle risorse, ivi incluso il capitale, orientata all’eliminazione degli sprechi ed attenta ad evitare la formazione di un debito eccessivo.

Infine, la sostenibilità ambientale rappresenta la capacità di preservare nel tempo le biodiversità e l’integrità ecosistemica e mantenere disponibilità e qualità delle risorse naturali. Fa inoltre riferimento alla capacità di salvaguardare le tre funzioni dell’ambiente: distributore di risorse naturali, ricettore di rifiuti e fonte delle condizioni necessarie alla vita.

L’equilibrio tra queste dimensioni rappresenta un elemento centrale ai fini dello sviluppo sostenibile. Le stesse sono tra loro strettamente interconnesse e devono perciò essere prese in considerazione adottando una visione sistemica, che eviti di attribuire maggiore importanza all’una o all’altra.

1.1.1 – Le principali tappe evolutive della sostenibilità globale

A partire dagli anni '70 si assiste ad un maggior interesse per la questione ambientale e alla nascita del movimento ambientalista, anche grazie all’ampia copertura mediatica ricevuta da alcuni disastri ambientali verificatisi in quegli

⁸ CARADONNA, J.L. (2014)

⁹ CARADONNA, J.L. (2014)

anni¹⁰. La pubblicazione di alcune opere, come la già citata *“Limits to Growth”* oppure *“Small is Beautiful”* di Schumacher, contribuisce ad alimentare la consapevolezza della distruzione ambientale causata dalla crescita insostenibile delle attività umane. La Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente umano, tenutasi a Stoccolma nel 1972, rappresenta una tappa fondamentale nella nascita del concetto di sviluppo sostenibile: si tratta del primo vertice mondiale ad aver preso in considerazione l'impatto umano sull'ecosistema e detiene altresì la paternità del concetto di “sviluppo rispettoso dell'ambiente”. Questo evolverà poi nel termine “eco-sviluppo”, definito da Sachs *“an approach to development aimed at harmonising social and economic objectives with ecologically sound management, in a spirit of solidarity with future generations”*¹¹. Il perdurare di situazioni di degradazione ecologica e di numerose iniquità sociali nelle aree più povere del mondo porta le Nazioni Unite ad indire una Commissione Mondiale per l'Ambiente e lo Sviluppo.

A distanza di quattro anni, nel 1987, si giunge così alla pubblicazione del report *“Our Common Future”*, noto anche come Rapporto Brundtland, orientato ad una nuova era di crescita economica *“socially and environmentally sustainable”*¹². Il Rapporto, oltre ad aver restituito la più nota definizione di sostenibilità ed aver contribuito alla diffusione di una maggior sensibilità rispetto al tema, ha il merito di aver predisposto un terreno fertile per la successiva Conferenza di Rio, tenutasi nel 1992. Quest'ultima, cui presero parte i leader di oltre 170 Paesi, ha portato alla definizione di un quadro di riferimento internazionale sul tema dello sviluppo sostenibile e ha restituito cinque importanti documenti:

- La Dichiarazione di Rio sull'Ambiente e lo Sviluppo, composta da 27 principi orientati alla realizzazione di una partnership globale ispirata ai criteri di sviluppo sostenibile.
- L'Agenda 21, un piano d'azione per dare attuazione ai principi della Dichiarazione di Rio. Ispirata al Rapporto Brundtland, sottolinea la necessità di collegare lo sviluppo socioeconomico alla protezione dell'ambiente ed

¹⁰ PURVIS, B., MAO, Y., ROBINSON, D. (2019)

¹¹ PURVIS, B., MAO, Y., ROBINSON, D. (2019)

¹² PURVIS, B., MAO, Y., ROBINSON, D. (2019)

individua aree di intervento, strumenti ed obiettivi per il perseguimento dello sviluppo sostenibile¹³.

- La Convenzione sui Cambiamenti Climatici, che ha l'obiettivo di stabilizzare le concentrazioni atmosferiche di gas serra ad un livello tale da prevenire interferenze antropogeniche pericolose con il sistema climatico terrestre¹⁴.
- I Principi sulle Foreste, per l'amministrazione sostenibile delle aree boschive.
- La Convenzione sulla Biodiversità, che persegue la conservazione della diversità biologica, l'uso sostenibile dei suoi componenti, la giusta ed equa ripartizione dei benefici derivanti dall'utilizzo delle risorse genetiche¹⁵.

A otto anni di distanza le Nazioni Unite presentano la Dichiarazione del Millennio, contenente i *Millennium Development Goals*, che spaziano dall'eliminazione della povertà estrema, alla riduzione della mortalità infantile, dalla lotta a malattie come la malaria e l'HIV, alla sostenibilità ambientale. Manca dunque il riferimento alla sostenibilità sociale ed economica e l'importanza dell'integrazione delle tre dimensioni viene ripresa dal report dell'Earth Summit, tenutosi nel 2002 a Johannesburg¹⁶. L'evento, rinominato anche "Rio+10", aveva l'obiettivo di verificare i progressi conseguiti rispetto a quanto stabilito dalla Conferenza delle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo del '92. Tuttavia, emersero notevoli peggioramenti a livello globale, da un punto di vista sia sociale che ambientale, frutto di uno sviluppo economico decisamente non sostenibile. Con la Dichiarazione di Johannesburg i leader mondiali ribadirono il proprio impegno nella lotta alle iniquità e nella diffusione di uno sviluppo sostenibile a livello globale, ma di fatto il Summit non consegnò alcun documento programmatico, ne fissò degli obiettivi chiari.

Nella successiva Conferenza delle Nazioni Unite, Rio+20, del 2012, viene redatto il report "*The future we want*", contenente dieci temi ritenuti cruciali per il futuro del pianeta. La Conferenza ha enfatizzato il ruolo della *green economy* nella lotta alla povertà e nel perseguimento di uno sviluppo sostenibile. In seguito al summit del 2012 è stato istituito un Gruppo di lavoro incaricato di sviluppare i *Sustainable*

¹³ PURVIS, B., MAO, Y., ROBINSON, D. (2019)

¹⁴ ISPRA, <https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/cambiamenti-climatici/convenzione-quadro-sui-cambiamenti-climatici-e-protocollo-di-kyoto>

¹⁵ MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA, <https://www.minambiente.it/pagina/cbd-convenzione-di-rio-de-janeiro>

¹⁶ PURVIS, B., MAO, Y., ROBINSON, D. (2019)

Development Goals, adottati poi a partire dal 2015. Nello stesso anno si è tenuta la Conferenza di Parigi, che ha portato ad un accordo sul clima stipulato da oltre 190 Paesi. L'accordo pone come obiettivo a lungo termine il mantenimento dell'aumento medio della temperatura mondiale ben al di sotto di 2°C rispetto ai livelli preindustriali e punta a limitare l'aumento a 1,5°C¹⁷. Rispetto al Protocollo di Kyoto vede la partecipazione ed adesione dei due Paesi maggiormente responsabili delle emissioni di gas serra, ovvero Cina e Stati Uniti.

¹⁷ COMMISSIONEEUROPEA, <https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris>

1.2 – La sostenibilità in azienda

Quanto visto finora in merito alla sostenibilità concerne la sua declinazione nel concetto di sviluppo sostenibile, quella che si potrebbe definire sostenibilità globale. Ora, si prende invece in considerazione la sostenibilità d'azienda, ovvero l'insieme delle modalità in cui le imprese si pongono rispetto alle tematiche di sostenibilità.

Il termine sostenibilità viene talvolta usato in modo inappropriato per descrivere le attività delle aziende. Vi sono infatti tre paradigmi di sostenibilità aziendale, ovvero *charity*, *Corporate Social Responsibility* e sostenibilità, che vengono spesso confusi tra loro.

Il primo paradigma, la *charity*, si sostanzia nella beneficenza elargita dall'impresa ed è un meccanismo tipico del capitalismo anglo-americano. Azienda e comunità sono visti come due elementi separati, caratterizzati da sistemi valoriali diversi. Le donazioni permettono così di creare un collegamento tra l'azienda e la comunità, attraverso il quale l'impresa tenta di lenire le ingiustizie sociali. Questo meccanismo si deve in parte al pensiero protestante, secondo il quale il successo di un'azienda non deriva dai meriti dell'imprenditore, ma dai doni che questi ha ricevuto. La beneficenza rappresenta quindi un modo per restituire alla comunità il frutto di quei doni. La *charity*, tuttavia, si basa sull'assunzione che l'azienda agisca sempre in maniera razionale, orientata alla massimizzazione del profitto, e può funzionare solamente quando non c'è osmosi tra la realtà aziendale e il mondo circostante. Ma un'azienda "impermeabile" rischia l'isolamento culturale e valoriale, cui segue il fallimento economico. Infatti, la volatilità dei mercati e il grande dinamismo che caratterizza la società attuale richiedono una grande conoscenza e vicinanza al mercato. Questo paradigma, adatto ad un contesto sociale poco dinamico, presuppone un modello di azienda molto chiusa e quindi non più attuale. La *charity* non prevede quindi alcuna modifica all'assetto organizzativo dell'azienda, in quanto rappresentata da singole azioni, che iniziano e si concludono con l'erogazione di donazioni.

Con l'adozione del secondo paradigma, quello di *Corporate Social Responsibility* (CSR), viene meno la netta divisione tra impresa e mondo circostante che permea la *charity*, in quanto l'azienda si riconosce come soggetto eticamente responsabile. Questa ritiene di avere dei doveri anche verso l'esterno, ed integra volontariamente, oltre alle prescrizioni legislative, gli aspetti ambientali e sociali, accanto a quelli

economico-finanziari, nello svolgimento delle sue attività¹⁸. La risorsa umana dell'azienda rappresenta il punto di contatto con la comunità. Nasce nell'azienda il desiderio di restituire il valore creato non solo agli *shareholder*, ovvero gli azionisti, ma anche agli *stakeholder*. La CSR porta alla nascita del *welfare* aziendale, un insieme di misure destinate ai dipendenti, e alle loro famiglie, oltre quanto previsto dai contratti e dalle normative, con l'obiettivo di creare un clima di benessere sul posto di lavoro e permettere una miglior conciliazione vita-lavoro. Le aziende comprendono infatti che alla maggior soddisfazione delle risorse umane corrisponde non solo una miglior performance lavorativa, ma anche un aumento della fedeltà, dalla quale discende una riduzione del tasso di turnover. Si può quindi definire la CSR come l'insieme di responsabilità e doveri che l'impresa ha nei confronti dei propri stakeholder, ai quali l'azienda adempie in maniera volontaria ed etica. Nel Libro Verde della Commissione Europea il concetto è altresì definito come ¹⁹:

“L'integrazione volontaria delle preoccupazioni sociali e ambientali delle imprese nelle loro operazioni commerciali e nei rapporti con le parti interessate”.

Il concetto di CSR si è sviluppato a partire dagli anni '50 e trova i principali contributi alla sua formazione in *“Social Responsibilities of the Businessman”* di Howard Bowen e in *“Iron Law of Responsibility”* di Keith Davis.

La sostenibilità è il terzo paradigma, la cui origine si fa generalmente risalire al Rapporto Brundtland. L'azienda comprende che la generazione del profitto non è sufficiente a garantirle un successo stabile e duraturo, e che non può più ignorare gli aspetti sociali ed ambientali. Il paradigma della sostenibilità concerne dunque la creazione di valore nel lungo termine²⁰. Il maggior contributo alla nascita di questo paradigma si deve a Porter e Kramer, che nel 2011 pubblicano *“Creating Shared Value”*, nel quale spiegano come il valore generato dall'azienda sia al contempo valore per gli azionisti e valore condiviso con la società (il termine *“share”* significa

¹⁸ MIO, C. (2021) *“L'azienda sostenibile”*, Gius. Laterza & Figli Spa

¹⁹ UNIONCAMERE, <https://www.unioncamere.gov.it/csr/P42A0C0S370/CSR.html>

²⁰ MIO, C. (2021)

infatti sia “condividere” che “azione”). Secondo Porter e Kramer, infatti, il concetto di *shared value* può essere definito come²¹:

“policies and operating practices that enhance the competitiveness of a company while simultaneously advancing the economic and social conditions in the communities in which it operates. Shared value creation focuses on identifying and expanding the connections between societal and economic progress”.

La sostenibilità, o *shared value*, richiede dunque una ridefinizione del modello di business, incidendo altresì sul modo in cui l’azienda è percepita e si percepisce nella comunità.

In sintesi, si può affermare che: la charity è oblativa; la CSR attenua l’impatto aziendale sull’ambiente e migliora le relazioni dell’azienda con la comunità, ma di fatto non interviene sul sistema produttivo della stessa; la sostenibilità, invece, cambia nel profondo il modo di agire e relazionarsi dell’azienda, che diventa un tutt’uno con la comunità e l’ambiente che la circondano²².

Nel paragrafo precedente si è parlato del modello delle 3P (o modello delle 3E), usato per rappresentare il concetto di sostenibilità e le tre dimensioni che lo compongono. Tale modello può essere utilizzato anche nell’ambito della sostenibilità aziendale, dove generalmente assume il nome di “*Triple Bottom Line*”. La *Triple Bottom Line* fornisce un framework per misurare la sostenibilità di un’organizzazione, prendendo in considerazione non solo la sfera economica, ma anche quella sociale e quella ambientale. Il concetto è stato coniato da John Elkington ed il nome vuole far riferimento al termine inglese “*bottom line*”, ovvero l’ultima riga del bilancio, nella quale si indica l’ammontare del profitto (o della perdita) d’esercizio. La linea economica della *Triple Bottom Line* lega la crescita dell’organizzazione alla crescita dell’economia: si concentra dunque sul valore economico fornito dall’azienda al sistema circostante, così da promuovere la sua capacità di supportare le generazioni future²³. La performance di carattere sociale fa invece riferimento al rapporto tra l’organizzazione e la comunità; si riferisce quindi

²¹ PORTER, M.E., KRAMER, M.R. (2011) “Creating Shared Value”, Harvard Business Review, 89, 1/2, p. 62-77

²² MIO, C. (2021)

²³ ALHADDI, H. (2015) "Triple Bottom Line and Sustainability: A Literature Review", Business and Management Studies, 1 (2), pp. 6-10

all'adozione di pratiche eque e vantaggiose per il lavoro, il capitale umano e la società²⁴. Infine, la linea ambientale si riferisce all'impegno profuso nell'adozione di pratiche che non compromettono le risorse naturali e gli equilibri ecosistemici²⁵. La *Triple Bottom Line* permette quindi di quantificare l'impatto generato da un'impresa sul piano economico, sociale ed ambientale, in quanto si ritiene non sufficiente l'osservazione del mero risultato finanziario. Di fatto, l'identificazione del triplice profitto resta più un'ambizione che una pratica, stanti le criticità nell'identificazione e, soprattutto, nella valutazione dei costi ambientali e sociali.

Gli approcci strategici adottati dalle aziende nell'implementazione della sostenibilità possono essere suddivisi in quattro tipologie:

- Strategia passiva. L'azienda subisce la sostenibilità, la vive come una costrizione e non la include nei propri processi di pianificazione. L'impresa mantiene quindi un approccio "*business-as-usual*" ed interviene solamente a valle, dopo che gli effetti della propria strategia si sono già verificati.
- Strategia adattiva. L'azienda prende coscienza delle proprie responsabilità ambientali e sociali e non percepisce più la sostenibilità come una costrizione. Tuttavia, non agisce, non investe risorse in politiche di sostenibilità, ma si limita ad adattarsi alle prescrizioni legislative e alle istanze dei diversi stakeholder, esclusivamente in un'ottica di *legal compliance*.
- Strategia reattiva. L'azienda inizia a mobilitarsi in reazione agli stimoli esterni e stanziando le prime risorse destinate all'adozione di strategie di sostenibilità. L'agire dell'organizzazione è tuttavia motivato esclusivamente da ragioni opportunistiche, in quanto si ritrova a dover rincorrere l'evoluzione tecnologica²⁶.
- Strategia proattiva. L'azienda vive la sostenibilità come una responsabilità ed un'opportunità per conseguire un vantaggio competitivo, un tratto distintivo tipico del contesto di riferimento. I processi decisionali sono permeati dai

²⁴ ELKINGTON, J. (1997) "Partnerships from cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century", *Environmental Quality Management*, 8, 1, P. 37-51

²⁵ ALHADDI, H. (2015)

²⁶ MIO, C. (2013) "Programmazione e controllo delle vendite: Una prospettiva di sostenibilità", *Egea*

principi di sostenibilità e l'impresa si adopera anche per la diffusione e la sensibilizzazione sui temi ambientali e sociali²⁷.

L'approccio proattivo è l'unica modalità adottabile da un'azienda per essere davvero sostenibile, in quanto costringe l'organizzazione a ridefinire il proprio modello di business in un'ottica sostenibile. L'azienda riesce così abbandonare il focus su una generazione di valore egoistica ed orientata al breve periodo, allargando la propria prospettiva spaziale e temporale.

Affinché una strategia sia implementata è altresì necessario che vi sia un sistema di controllo che incorpori la sostenibilità negli obiettivi dell'azienda.

1.2.1 – ESG rating

Nel nuovo millennio si è assistito ad una sempre maggior sensibilità ed attenzione alle tematiche della sostenibilità. Questo trend non riguarda soltanto ciò che si è in precedenza definito come sostenibilità globale, ma coinvolge anche la sostenibilità aziendale. Il contributo di John Elkington, ideatore del concetto di *Triple Bottom Line* è stato fondamentale, in quanto ha introdotto, per la prima volta, la considerazione di aspetti non finanziari nel processo di valutazione dell'*equity* aziendale. Negli ultimi anni un crescente numero di aziende ha adottato pratiche sostenibili, tant'è che la sostenibilità in azienda è oramai considerata da alcuni autori come una "*common practice*", un requisito per la sopravvivenza dell'organizzazione²⁸. Inoltre, è stata dimostrata una correlazione positiva tra il rendimento finanziario di una società e l'implementazione di pratiche sostenibili da parte della stessa²⁹. Ciò ha portato numerosi investitori a misurare l'attrattività di un'organizzazione non solo mediante un'analisi finanziaria, ma anche attraverso criteri di valutazione della condotta sostenibile. Nasce così la valutazione ESG (*Environmental, Social, Governance*), ovvero una serie di criteri di misurazione delle attività ambientali, sociali e della governance di una organizzazione³⁰. Le informazioni ambientali includono il cambiamento climatico, il riscaldamento globale, l'inquinamento di suolo, aria e bacini idrici, sprechi e deforestazione. Con il termine social si fa

²⁷ MIO, C. (2013)

²⁸ IOANNOU, I., SERAFEIM, G. (2019) "Yes, Sustainability Can Be a Strategy", consultato in data 12 gennaio 2021, da <https://hbr.org/2019/02/yes-sustainability-can-be-a-strategy>

²⁹ IOANNOU, I., SERAFEIM, G. (2019)

³⁰ ESG360, <https://www.esg360.it>

riferimento a diritti umani, politiche di genere, condizioni minime sanitarie e standard lavorativi. Infine, il tema della governance attiene all'insieme di pratiche di governo delle società, dalle politiche di definizione dei compensi previsti per le figure di vertice alle norme che ne disciplinano i comportamenti, ma concerne anche aspetti come la corruzione, la trasparenza fiscale e le pratiche anticoncorrenziali. Si può quindi definire sostenibile l'investimento che nel lungo termine include nelle proprie logiche di allocazione i fattori ESG, premiando così quegli asset che dimostrano particolare dedizione e rispetto dei temi pocanzi citati.

Il rating ESG è pensato per aiutare gli investitori a cogliere rischi ed opportunità collegati ai fattori ESG, consentendo quindi loro di plasmare le proprie attività d'investimento o di gestione aziendale tenendo conto anche di questi elementi. Il modello di valutazione ESG mira a comprendere quali sono i principali rischi ed opportunità in ambito ESG cui sta andando incontro l'azienda, l'esposizione di quest'ultima ai suddetti rischi ed opportunità, le strategie di management adottate dall'impresa per affrontarli, la situazione della società rispetto ai suoi competitor a livello globale.

Oggigiorno vi sono numerose società di rating specializzate nella formulazione e rilascio della valutazione ESG, per esempio, Vigeo, MSCI o Sustainalytics, ognuna delle quali segue modelli differenti. Morgan Stanley Capital International (MSCI), società di consulenza statunitense nata alla fine degli anni '60, ha individuato 3 principali ragioni che spingono gli investitori ad adottare i fattori ESG. Il primo è la performance, in quanto un numero sempre maggiore di ricerche suggerisce che questi contribuiscono ad un maggior rendimento finanziario nel lungo termine. Il secondo motivo è il collegamento tra i valori dell'investitore e il suo agire finanziario, con gli investimenti a rappresentare uno specchio delle credenze e dei principi del soggetto. Il terzo motivo che spinge un considerevole numero di soggetti ad adottare i fattori ESG è la volontà di fare del bene per il pianeta, il desiderio di generare un impatto sociale ed ambientale positivo attraverso i propri investimenti, nella speranza di alimentare il cambiamento. Ai fini di una maggior comprensione del funzionamento del rating verrà ora brevemente descritto il procedimento seguito da MSCI.

Il processo di formulazione del rating ESG si compone di 4 fasi: raccolta dati, misurazione del grado di esposizione e di corretta gestione di rischi ed opportunità,

assegnazione di un punteggio ad ogni problematica chiave, attribuzione della valutazione ESG finale.

Alla raccolta dei dati, provenienti da macro-dati per area geografica o per settore di riferimento, documenti informativi aziendali (verbali delle assemblee, report di sostenibilità, report finanziari), database governativi, media ed ONG, segue la loro analisi. Rischi ed opportunità ambientali, sociali e di governo che un'azienda potrebbe dover affrontare sono individuati con l'ausilio di un modello quantitativo che analizza il possibile impatto esterno delle attività poste in essere dalle aziende dello specifico settore, permettendo di ricondurre a quest'ultimo specifiche problematiche chiave. Queste ultime sono organizzate da MSCI in 10 temi, ricondotti poi ai 3 pilastri. Una volta individuate le problematiche chiave in base al settore di appartenenza, il peso di ogni indicatore sulla valutazione finale viene ponderato in base all'incidenza che questo ha nell'industria di riferimento. Nella terza fase MSCI valuta congiuntamente l'esposizione al rischio e le strategie di governo adottate per farvi fronte; il punteggio finale attribuito ad ogni problematica chiave è quindi frutto dell'intersezione di questi due aspetti: in presenza di un alto grado di esposizione al rischio sarà quindi necessario un management forte e ben organizzato per ottenere una buona valutazione. Lo stesso procedimento è poi seguito per la valutazione delle attività. Tali procedimenti per la valutazione di "*risk key issues*" ed "*opportunities key issues*" sono però validi solamente per i pilastri ambientale e sociale. Le problematiche chiave relate alla governance seguono un modello di valutazione differente: l'azienda parte dal punteggio massimo al quale vengono applicate delle detrazioni calcolate in base alle "*key metrics*", che prendono in considerazione una moltitudine di aspetti riguardanti la corporate governance. La quarta fase prevede il calcolo della media dei vari punteggi ricevuti dall'azienda, ognuno dei quali viene ponderato in base al pilastro di appartenenza. Il punteggio finale viene quindi convertito in un giudizio, che varia dalla tripla A alla tripla C. Le società di rating rivedono ogni anno le problematiche chiave considerate rilevanti per ogni settore di attività, oltre a monitorare periodicamente le società cui hanno assegnato un giudizio ESG.

Soprattutto in passato, ma purtroppo ancor ora, vi è la convinzione che per un'azienda agire in modo sostenibile significhi solo sopportare dei costi, spesso ingenti, e non vedere alcun ritorno, economico e non, perlomeno nel breve periodo.

Ciò richiede talvolta anche un cambiamento radicale nella struttura, o nelle pratiche, della società, che deve rivedere i propri processi. Queste sono tra le principali motivazioni che spingono le aziende, ed i soggetti che le governano, a non adottare una strategia proattiva, una strategia anticipatrice delle future necessità, una strategia che permetterebbe loro di non dover rincorrere competitors ed adempimenti normativi. Fortunatamente la situazione sta mutando e sempre più aziende si rendono conto che il cambiamento è necessario ora più che mai. Ma l'investimento in sostenibilità non deve riguardare solamente l'acquisto di macchinari produttivi più efficienti e la riduzione di consumi ed emissioni. La sostenibilità deve permeare l'intera organizzazione, dai vertici aziendali ai lavoratori, coinvolgendo tutti gli stakeholder. Alla strategia sostenibile è fondamentale che faccia seguito un controllo di gestione orientato nella stessa direzione, in modo da accogliere e monitorare non più solamente indicatori economico-finanziari, ma anche le variabili ambientali e sociali. Quando l'azienda capisce che agire sulla sostenibilità significa ridurre il rischio d'impresa e gestirlo meglio, allora la sostenibilità diviene un modello importante e imprescindibile, che le permette di sopravvivere nel lungo e lunghissimo termine. Il rating ESG consente di accrescere la sensibilità di aziende ed investitori al tema della sostenibilità, spingendo ad una valutazione di quello che è l'impatto ambientale non solo entro i confini dell'azienda, ma anche all'esterno, identificando quindi tutte le conseguenze della sua produzione in un'ottica *life cycle*. Viene così messa da parte l'ottica reddituale per adottarne una di sostenibilità. La valutazione prende in considerazione una moltitudine di aspetti differenti, in modo da analizzare le pratiche aziendali a 360° e restituire una nitida immagine della situazione in cui versa. Il fatto che i "key issues" di riferimento siano diversificati in base al mercato di appartenenza della società dimostra come sia fondamentale plasmare i meccanismi di monitoraggio e controllo in base alla realtà aziendale oggetto di analisi. Al contempo, i punteggi attribuiti alle diverse problematiche chiave vengono ponderati in base alla loro rilevanza e all'urgenza d'intervento di cui la problematica necessita. La distinzione delle problematiche in temi e pilastri permette all'investitore, ma soprattutto alla società, di ottenere, oltre che un giudizio complessivo dell'agire organizzativo e delle esternalità generate, una dettagliata analisi delle tematiche che devono essere maggiormente presidiate. I modelli di

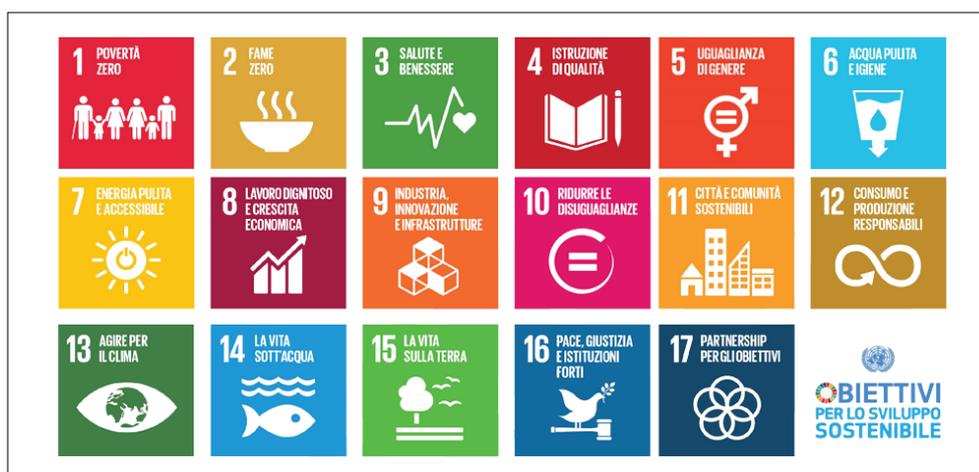
analisi vengono periodicamente revisionati e, se necessario, corretti e le società di rating dialogano e si confrontano con le società clienti, consentendo la formulazione di valutazioni precise ed aggiornate.

1.3 – Le politiche generali

1.3.1 – L’Agenda 2030 e i Sustainable Development Goals

La Conferenza delle Nazioni Unite tenutasi nel 2012 a Rio de Janeiro, nota anche come Rio+20, rappresenta il primo passo compiuto dalla comunità internazionale nella creazione dei *Sustainable Development Goals* (SDGs). Nel corso del summit è sorta infatti l’idea di porre dei nuovi obiettivi per lo sviluppo sostenibile, in ragione dei progressi raggiunti negli anni precedenti e dell’imminente scadenza dei *Millennium Development Goals*, fissata per il 2015. È stato così istituito un Gruppo di lavoro incaricato di sviluppare gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile, presentati a settembre 2014 ed adottati nello stesso mese del 2015 da tutti i 193 Stati membri, mediante la ratifica dell’Agenda 2030. Quest’ultima è un programma d’azione atto a salvaguardare persone, ambiente e prosperità, un piano di sviluppo sostenibile e al suo interno raccoglie i 17 *Sustainable Development Goals* e i 169 Target. Si tratta di “obiettivi comuni”, un impegno assunto quindi da tutti i Paesi e da tutti gli individui che ne fanno parte³¹. Un grande accordo per cercare eliminare problematiche ambientali e sociali che da anni affliggono il pianeta. Una spinta unitaria per bilanciare le tre dimensioni dello sviluppo sostenibile: ambientale, sociale ed economica.

Figura 3 – I Sustainable Development Goals



Fonte: UNRIC

³¹ UNRIC, <https://unric.org/it/agenda-2030/>

Gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile prevista dall'Agenda 2030 sono:

1. Porre fine ad ogni forma di povertà nel mondo.
2. Porre fine alla fame, raggiungere la sicurezza alimentare, migliorare la nutrizione e promuovere un'agricoltura sostenibile.
3. Assicurare la salute e il benessere per tutti e per tutte le età.
4. Fornire un'educazione di qualità, equa ed inclusiva, e opportunità di apprendimento per tutti.
5. Raggiungere l'uguaglianza di genere ed emancipare tutte le donne e le ragazze.
6. Garantire a tutti la disponibilità e la gestione sostenibile dell'acqua e delle strutture igienico-sanitarie.
7. Assicurare a tutti l'accesso a sistemi di energia economici, affidabili, sostenibili e moderni.
8. Incentivare una crescita economica duratura, inclusiva e sostenibile, un'occupazione piena e produttiva ed un lavoro dignitoso per tutti.
9. Costruire un'infrastruttura resiliente e promuovere l'innovazione ed una industrializzazione equa, responsabile e sostenibile.
10. Ridurre l'ineguaglianza all'interno di e fra le Nazioni.
11. Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili.
12. Garantire modelli sostenibili di produzione e di consumo.
13. Promuovere azioni, a tutti i livelli, per combattere il cambiamento climatico.
14. Conservare e utilizzare in modo durevole gli oceani, i mari e le risorse marine per uno sviluppo sostenibile.
15. Proteggere, ripristinare e favorire un uso sostenibile dell'ecosistema terrestre.
16. Rendere le società pacifiche e inclusive, realizzare lo stato di diritto e garantire istituzioni efficaci e complete.
17. Rafforzare i mezzi di attuazione e rinnovare il partenariato mondiale per lo sviluppo sostenibile.

Secondo l'ultimo Rapporto ASviS, l'emergenza pandemica ha impattato profondamente sul cammino dell'Italia verso l'attuazione dell'Agenda 2030³². Si è infatti assistito ad un peggioramento delle condizioni igienico-sanitarie, a numerose morti legate alla diffusione del virus, nonché ad una grave crisi economica ed occupazionale; in aumento anche gender gap e casi di violenza sulle donne, oltre alle difficoltà verificatesi nell'accesso all'istruzione, specie per le famiglie a basso reddito. Lo stesso Rapporto segnala inoltre uno stato di difficoltà nel raggiungimento degli SDGs da parte del nostro Paese già a partire dal 2018, principalmente a causa della scarsa attenzione prestata dai vari esecutivi susseguitisi a partire dal 2015. Nel periodo pre-pandemico, si segnalavano dei miglioramenti per quanto concerne gli Obiettivi legati a povertà, condizione economico-occupazionale, economia circolare e istituzioni efficienti, mentre si registravano dei peggioramenti nel campo dell'innovazione e dello sviluppo di città sostenibili. Emergono tuttavia alcuni aspetti positivi nell'ultimo anno oggetto del Rapporto, ovvero un netto orientamento dell'Unione Europea a favore dello sviluppo sostenibile, oltre ad un maggior impegno da parte dell'allora governo³³.

Nel rapporto annuale che valuta lo stato di avanzamento verso gli Obiettivi fissati dall'Agenda 2030 le Nazioni Unite definiscono come "preoccupante" l'attuale contesto e ritengono necessaria una decisa inversione di rotta³⁴. Prima del 2020 erano stati conseguiti risultati positivi in diverse aree di intervento, come la lotta alla fame e alla povertà, l'uguaglianza di genere e l'accesso alle forniture di energia elettrica. L'avvento della pandemia ha fortemente rallentato il cammino verso lo sviluppo sostenibile, cancellando i progressi fatti fino ad allora e portando talvolta ad una situazione peggiore rispetto al 2015. Ciò appare evidente soprattutto per l'Obiettivo numero 1, dove la recessione economica correlata alla pandemia ha spinto oltre 120 milioni di persone in condizioni di estrema povertà³⁵. Si reputa ora fondamentale l'avanzamento della campagna vaccinale, nonché la reazione che i vari Paesi dovranno avere per far fronte all'attuale stato di emergenza sanitaria ed economica, così avviare la ripresa, guidati dagli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile.

³² ASVIS (2020) "L'Italia e gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile: Rapporto ASviS 2020"

³³ ASVIS (2020)

³⁴ ASVIS, <https://asvis.it/home/4-9849/nonostante-i-progressi-la-strada-per-il-raggiungimento-dei-17-sdgs-resta-in-salita>

³⁵ UNITED NATIONS ECONOMIC AND SOCIAL COUNCIL (2021) "Progress towards the Sustainable Development Goals: Report of the Secretary General"

1.3.2 – Il Green Deal europeo

Il *Green Deal* europeo è l'insieme di misure proposte dalla Commissione Europea con l'obiettivo di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050 e garantire una crescita economica dissociata dall'uso delle risorse³⁶. Rappresenta quindi un piano d'azione per l'implementazione di un modello di economia circolare e la riduzione dell'impatto ambientale causato dalle attività umane di produzione e consumo. Il *Green Deal* europeo prevede ingenti investimenti, in parte pubblici, in parte privati, da spendere nell'arco di trent'anni: per il periodo 2021-2027 verranno mobilitati circa 100 miliardi di euro all'anno. L'obiettivo principale, il raggiungimento della neutralità climatica entro il 2050, è stato fissato in modo da rispettare i limiti stabiliti dagli Accordi di Parigi del 2015, ovvero tentare di mantenere l'aumento medio della temperatura mondiale sotto gli 1,5°C rispetto ai livelli preindustriali. Inoltre, sono previsti due obiettivi intermedi, uno con scadenza 2030, l'altro fissato per il 2040: il primo prevede una riduzione delle emissioni di CO₂ in una percentuale compresa tra il 50 e il 55%, mentre il secondo verrà specificato *in itinere*.

Il *Green Deal* è stato presentato del dicembre 2019 ed è stato via via affiancato da una serie di iniziative atte a facilitare il raggiungimento degli obiettivi fissati dallo stesso, per esempio, la Strategia Industriale Europea, il Piano d'Azione per l'Economia Circolare ed il più recente Piano d'Azione "Azzerare l'inquinamento atmosferico, idrico e del suolo"³⁷. È infatti previsto che per ogni obiettivo del *Green Deal* la Commissione diffonda prima un "piano strategico" e poi una "azione concreta" per il suo raggiungimento³⁸. Le misure di maggior rilevanza e delle quali si sta discutendo di più sono la Legge sul Clima ed il Fondo per una Transizione Giusta. La Legge sul Clima rappresenta la base legislativa per tutti i futuri provvedimenti in materia, in quanto ha il compito di dare forza di legge all'obiettivo fissato nel *Green Deal*. Prevede misure per verificare, con cadenza quinquennale, i progressi compiuti ed allineare, di conseguenza, gli interventi futuri³⁹. La Legge sul Clima ha inoltre l'obiettivo di offrire prevedibilità agli investitori e agli altri attori economici e garantire che la transizione verso la neutralità climatica sia

³⁶ COMMISSIONE EUROPEA, https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it

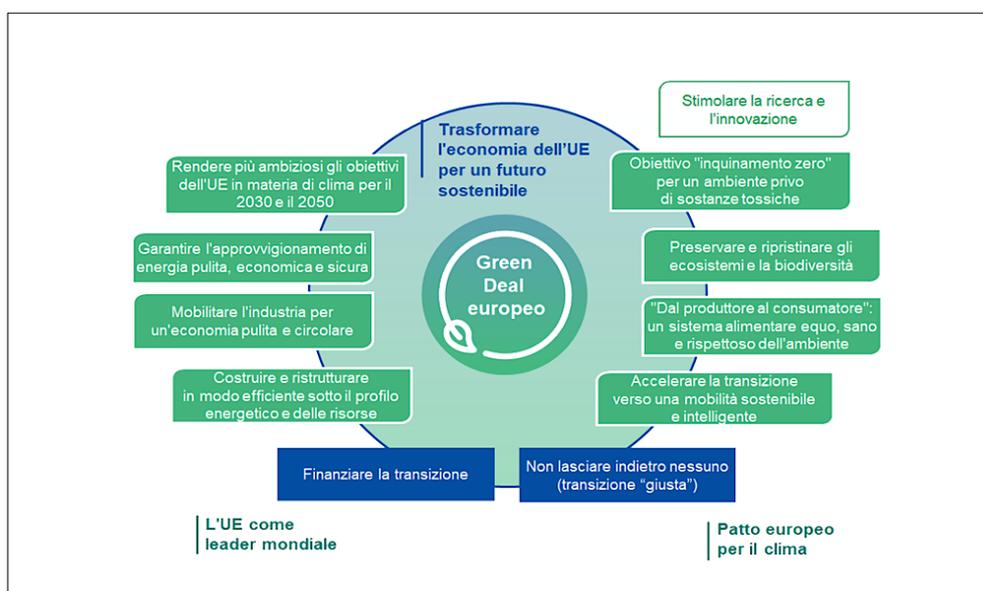
³⁷ COMMISSIONE EUROPEA, https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it

³⁸ IL POST, <https://www.ilpost.it/2020/02/02/green-deal-europeo/>

³⁹ COMMISSIONE EUROPEA, https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action/law_it

irreversibile⁴⁰. La seconda delle misure poc'anzi citate, il Fondo per una Transizione Giusta, rappresenta l'elemento principale del Meccanismo per una Transizione Giusta. I 17,5 miliardi su cui può contare il Fondo permetteranno quindi di attenuare i costi della transizione verso il sostenibile delle regioni europee maggiormente arretrate. La Commissione Europea ha stabilito quale importo spetterà ad ogni Paese, nonché il meccanismo di cofinanziamento da parte dello Stato: per ogni euro proveniente dalle casse comunitarie il governo nazionale dovrà impegnare da 1,5 a 3 euro per la realizzazione dei diversi progetti.

Figura 4 – Il Green Deal europeo



Fonte: COM(2019) 640 final⁴¹

Tra i settori d'intervento principali vi sono:

- Energia rinnovabile. La decarbonizzazione del sistema energetico comunitario rappresenta il primo passo verso la neutralità climatica. È quindi necessario dare priorità all'efficienza energetica e sviluppare un settore dell'energia basato in larga misura sulle fonti rinnovabili, assicurando un approvvigionamento energetico a prezzi accessibili⁴².

⁴⁰ COMMISSIONE EUROPEA, https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action/law_it

⁴¹ COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI, dell'11 dicembre 2019, "Il Green Deal Europeo", COM(2019) 640 final

⁴² COMMISSIONE EUROPEA (2019) "Energia pulita: il Green Deal europeo"

- Industria sostenibile. Il conseguimento degli obiettivi climatici e ambientali dell'UE richiede una nuova politica industriale basata sull'economia circolare. Tra i punti cruciali: la decarbonizzazione e la modernizzazione delle industrie ad alta intensità energetica, come l'acciaio e il cemento; stimolare lo sviluppo di nuovi mercati per i prodotti circolari e climaticamente neutri⁴³.
- Costruzione edilizia e ristrutturazione. Il settore dell'edilizia richiede ingenti risorse non rinnovabili, ragion per cui è necessario promuovere metodi di costruzione efficienti, partendo da una progettazione in ottica circolare ed aumentando la resilienza degli edifici⁴⁴.
- Dal produttore al consumatore. Questa strategia concerne la sostenibilità alimentare ed ha l'obiettivo di: garantire la disponibilità di prodotti alimentari sostenibili a costi contenuti; far fronte ai cambiamenti climatici; proteggere l'ambiente; preservare le biodiversità; potenziare l'agricoltura biologica⁴⁵.
- Eliminazione dell'inquinamento. Oltre alla neutralità climatica, la Commissione ha l'obiettivo di eliminare ogni qual forma di inquinamento, riguardi essa aria, acqua o suolo. In particolare: ridurre l'inquinamento dovuto alle microplastiche e ai prodotti farmaceutici; rivedere gli standard di qualità dell'aria e sostenere le autorità locali; migliorare la prevenzione degli incidenti industriali; promuovere una nuova strategia per la sostenibilità nel campo della chimica per un ambiente privo di sostanze tossiche⁴⁶.
- Mobilità sostenibile. La riduzione delle emissioni dei mezzi di trasporto rappresenta un importante tassello per la neutralità climatica. È necessario incrementare l'offerta di carburanti alternativi sostenibili per i trasporti, utilizzare modalità di trasporto meno inquinanti, risolvere il problema della congestione urbana e migliorare i trasporti pubblici⁴⁷.

⁴³ COMMISSIONE EUROPEA (2019) "Industria sostenibile: il Green Deal europeo"

⁴⁴ COMMISSIONE EUROPEA (2019) "Costruire e ristrutturare: il Green Deal europeo"

⁴⁵ COMMISSIONE EUROPEA (2019) "Dal produttore al consumatore: il Green Deal europeo"

⁴⁶ COMMISSIONE EUROPEA (2019) "Eliminazione dell'inquinamento: il Green Deal europeo"

⁴⁷ COMMISSIONE EUROPEA (2019) "Mobilità sostenibile: il Green Deal europeo"

- Biodiversità. La strategia sulla biodiversità rappresenta un piano ambizioso e mira a portare la biodiversità dell'Europa sulla via della ripresa entro il 2030. Quanto previsto dal *Green Deal* permetterebbe di far fronte a minacce future come cambiamenti climatici, incendi boschivi, insicurezza alimentare ed ulteriori epidemie⁴⁸.

1.3.3 – Il *Global Compact*

Il *Global Compact*, o Patto Mondiale delle Nazioni Unite, è un'iniziativa volontaria di adesione a un insieme di principi che promuovono i valori della sostenibilità nel lungo periodo attraverso azioni politiche, pratiche aziendali, comportamenti sociali e civili che siano responsabili e tengano conto anche delle future generazioni⁴⁹. Le stesse Nazioni Unite hanno sottolineato come il *Global Compact* non rappresenti un vincolo legale, ne preveda un sistema di certificazione e monitoraggio, bensì un network di collaborazione tra imprese, governi e le stesse Nazioni Unite.

Proposta al *World Economic Forum* di Davos del 1999 dall'allora segretario generale delle Nazioni Unite Kofi Annan, nasce dalla volontà di promuovere un'economia globale e sostenibile, così da affrontare le criticità legate al processo di globalizzazione in un logica di collaborazione⁵⁰. L'iniziativa ha preso ufficialmente il via nel luglio del 2000 e da allora vi hanno aderito oltre 18 mila aziende di oltre 160 Paesi. Dal 2002, su proposta della città di Melbourne, al *Global Compact* possono aderire anche le città.

Il *Global Compact* prevede dieci principi fondamentali ai quali i soggetti aderenti dovrebbero allineare le proprie politiche e pratiche. I primi due principi riguardano la tutela dei diritti umani e richiedono di sostenere e rispettare la protezione dei diritti umani internazionali (Principio n. 1) e di assicurare la non complicità in abusi dei diritti umani (Principio n. 2). Seguono quattro principi connessi alla sfera lavorativa. Si richiedono infatti: la libertà di associazione e l'effettivo riconoscimento del diritto alla contrattazione collettiva (Principio n. 3); l'eliminazione di tutte le forme di lavoro forzato ed obbligatorio (Principio n. 4);

⁴⁸ COMMISSIONE EUROPEA, https://ec.europa.eu/environment/strategy/biodiversity-strategy-2030_it

⁴⁹ GLOBAL COMPACT NETWORK, <https://www.globalcompactnetwork.org/it/>

⁵⁰ GLOBAL COMPACT NETWORK, <https://www.globalcompactnetwork.org/it/>

l'effettiva abolizione del lavoro minorile (Principio n. 5); l'eliminazione di ogni discriminazione nell'impiego e nell'occupazione (Principio n. 6). I seguenti tre principi concernono l'ambiente e richiedono di supportare un approccio preventivo nei confronti delle sfide ambientali (Principio n. 7), intraprendere iniziative che promuovano una maggiore responsabilità ambientale (Principio n. 8) e di incoraggiare lo sviluppo e la diffusione di tecnologie che rispettino l'ambiente (Principio n. 9). Il decimo ed ultimo principio non era inizialmente previsto ed è stato inserito a partire dal 2004. Esso concerne la lotta alla corruzione e chiede che le imprese si impegnino a contrastare la corruzione attiva e passiva in ogni sua forma, incluse l'estorsione e le tangenti.

Le aziende e le organizzazioni aderenti si assumono inoltre l'impegno di integrare nella propria visione strategica i dieci principi fondamentali e a pubblicare annualmente le *"Communication on Progress"*. Quest'ultima rappresenta lo strumento attraverso il quale le stesse informano le Nazioni Unite e tutti i propri stakeholder sulle politiche di sostenibilità adottate, le azioni pratiche intraprese e gli obiettivi futuri prefissati.

L'economia circolare

Nel capitolo precedente si è da prima esaminato il concetto di sostenibilità, nella sua definizione ed origine, per poi illustrare le principali politiche emerse nello scenario europeo e in quello globale. Si prendono quindi ora in analisi i fondamenti di economia circolare, per comprendere come sia nato questo modello, quale sia il collegamento con la sostenibilità e perché la sua adozione sia ritenuta necessaria da un pubblico sempre maggiore di ricercatori, imprese ed istituzioni.

2.1 – Una definizione di economia circolare

Negli ultimi anni il concetto di economia circolare è stato oggetto di crescenti attenzioni ed il numero di pubblicazioni sul tema, provenienti non solo dal mondo accademico, bensì anche da società di consulenza, istituzioni, aziende e ONG, è aumentato in misura considerevole. È frequentemente accolta quale soluzione alle sfide ambientali che l'umanità si ritrova a dover affrontare, come il cambiamento climatico, la gestione dei rifiuti e l'approvvigionamento di risorse sempre più scarse. Ma nonostante l'interesse dimostrato a livello globale e le varie pratiche di economia circolare poste in essere da numerosi Paesi, manca una definizione unitaria e condivisa. Si è assistito infatti alla nascita di una pluralità di definizioni, idee e nozioni diverse di economia circolare, alle quali sono state ricondotte pratiche ed obiettivi talvolta non poco differenti. Diversi autori hanno riconosciuto la presenza di più definizioni e l'impossibilità di ricavarne una comunemente accettata, ad esempio, Lieder & Rashid⁵¹ oppure Yuan⁵². Di seguito, si cerca quindi di comprendere il significato di questo concetto attraverso l'analisi delle definizioni più comunemente adottate.

⁵¹ LIEDER, M., RASHID, A. (2016) "Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry", *Journal of Cleaner Production*, 115, pp. 36-51

⁵² YUAN, Z., BI, J., MORIGUICHI, Y. (2008) "The Circular Economy: A New Development Strategy in China", *Journal of Industrial Ecology*, 10 (1-2), pp. 4-8

Dopo aver inizialmente descritto l'economia circolare come un nuovo approccio alla sostenibilità, Murray et al.⁵³ esplicano il duplice significato racchiuso da questo concetto. Il primo è di tipo linguistico: il termine "circolare" sarebbe stato scelto appositamente in quanto antonimo di "lineare", ovvero di un sistema economico orientato alla conversione di risorse in rifiuti attraverso il meccanismo della produzione. Il concetto di economia lineare sarebbe quindi stato plasmato con il solo fine di promuovere l'adozione dell'economia circolare, in grado di evitare impatti negativi sull'ambiente e di porre rimedio a quelli già provocativi. Il secondo significato individuato da Murray et al. è invece di tipo descrittivo, in quanto collegato al concetto di ciclo: il riferimento è al ciclo biologico, caratteristico dei sistemi naturali, nei quali il rifiuto non esiste. Gli autori giungono quindi a definire la forma "più basilare" di economia circolare come un'economia capace di ponderare lo sviluppo economico con la protezione di ambiente e risorse.

Nel 2017 Kirchherr et al.⁵⁴ hanno cercato di far luce sul significato di economia circolare e di restituire una definizione chiara e completa. Dopo aver analizzato il pensiero di centinaia di autori sono giunti ad affermare che:

"A circular economy describes an economic system that is based on business models which replace the 'end-of-life' concept with reducing, alternatively reusing, recycling and recovering materials in production/distribution and consumption processes, thus operating at the micro level (products, companies, consumers), meso level (eco-industrial parks) and macro level (city, region, nation and beyond), with the aim to accomplish sustainable development, which implies creating environmental quality, economic prosperity and social equity, to the benefit of current and future generations."

Si tratta di una definizione densa di informazioni e che fornisce una panoramica assolutamente completa di quelle che sono caratteristiche, finalità e modalità d'intervento dell'economia circolare. Gli autori includono qui anche il tema dell'equità sociale, aspetto che hanno notato esser spesso trascurato da altri,

⁵³ MURRAY, A., SKENE, K., HAYNES, K. (2017) "The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context", J Bus Ethics, 140, pp. 369-380

⁵⁴ KIRCHHERR, J., REIKE, D., HEKKERT, M. (2017) "Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions", Resources, Conservation and Recycling, 127, pp. 221-232

concentratisi maggiormente sulla questione ambientale ed economica. L'attenzione al *well being* si riscontra anche in van Buren *et al.*⁵⁵.

Tra gli attori internazionali maggiormente impegnati nel favorire l'adozione di un'economia circolare vi è la Ellen MacArthur Foundation, ente di beneficenza fondato nel 2010 dalla ex velista britannica, dalla quale prende il nome. La fondazione, come riportato nel proprio sito⁵⁶, ha l'obiettivo di accelerare la transizione verso un'economia circolare. Per agevolare questo processo collabora con numerose imprese, università, istituzioni e policymaker, oltre a pubblicare periodicamente approfondimenti sul tema. Proprio in uno di questi scritti⁵⁷, nel 2012, l'ente ha fornito la prima definizione moderna di economia circolare, descrivendola come:

“an industrial system that is restorative or regenerative by intention and design. It replaces the ‘end-of-life’ concept with restoration, shifts towards the use of renewable energy, eliminates the use of toxic chemicals, which impair reuse, and aims for the elimination of waste through the superior design of materials, products, systems, and, within this, business models.”

L'economia circolare viene considerata un modello economico capace di ripararsi o rigenerarsi autonomamente, e l'utilizzo della formula *“by intention and design”* vuol evidenziare come queste capacità discendano da un'attenta progettazione del sistema, basato sulla prevenzione e l'ottimizzazione. Vi è un esplicito riferimento alla necessità di ridefinire l'attuale sistema economico di produzione e scambio, implementando processi atti a minimizzare l'impiego di materiali grezzi, utilizzare energia proveniente da fonti rinnovabili e, in via generale, a ridurre l'impatto ambientale.

Il concetto di economia circolare si è espresso e considerato tutt'ora la più autorevole definizione, risultando altresì la più utilizzata. Non si tratta della più ampia, o di quella che fornisce il grado di dettaglio maggiore, ma probabilmente è apprezzata anche per la semplicità e l'immediatezza con la quale esprime il concetto. Il report

⁵⁵ VAN BUREN, N. *et al* (2016) "Towards a Circular Economy: The Role of Dutch Logistics Industries and Governments" Sustainability, 8, 647

⁵⁶ ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, <https://www.ellenmacarthurfoundation.org>

⁵⁷ ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2012) "Towards the Circular Economy Vol. 1: economic and business rationale for an accelerated transition"

della Fondazione ha segnato un punto di rottura temporale, visto l'aumento esponenziale di ricerche e pubblicazioni sul tema che vi hanno fatto seguito, e rappresenta un testo di riferimento per i successivi studi.

2.1.1 – La genesi del concetto

Nonostante le definizioni di economia circolare appena viste siano alquanto recenti, questo concetto non è poi così moderno. I termini “economia” e “circolare” sono stati accostati per la prima volta da Wassily Leontief, economista russo divenuto famoso in particolar modo per l'invenzione del sistema input-output⁵⁸, che nel 1928 ha pubblicato un articolo intitolato *The economy as a circular flow*⁵⁹. In questo scritto il premio Nobel per l'economia spiega come i fenomeni economici siano caratterizzati da una serie di relazioni, definite causali, che portano alla trasformazione di una molteplicità di input in un prodotto finito. Leontief utilizza il concetto di flusso circolare per identificare le specifiche relazioni, appartenenti alla sfera economica, che permettono di tornare al punto iniziale. Nonostante la ricerca dell'economista russo non avesse l'obiettivo di identificare modelli di produzione e consumo sostenibili, discostandosi quindi da quelle che sono le principali ragioni riconducibili agli attuali studi sull'economia circolare, quest'opera rappresenta comunque una pietra miliare. Infatti, per la prima volta, si attribuisce all'economia una caratteristica di circolarità, deviando dalla linearità tipica dell'evoluzione industriale.

Un secondo contributo alla formazione del concetto di economia circolare deriva dagli studi del biologo austriaco Ludwig Von Bertalanffy, che l'hanno portato, negli anni '40, a proporre la “Teoria generale dei sistemi⁶⁰”. Questi ha definito un sistema come una pluralità di parti tra loro relate, ognuna delle quali è dotata di caratteristiche proprie ed è in grado, con il proprio comportamento, di influenzare le altre parti e, di conseguenza, il sistema stesso. Il sistema però non deve essere considerato come la mera somma delle parti che lo compongono, bensì come un nuovo elemento dal “valore” superiore a quello delle parti. Ne deriva che per una

⁵⁸ ENCICLOPEDIA TRECCANI, <https://www.treccani.it/enciclopedia/wassily-leontief/>

⁵⁹ LEONTIEF, W. (1991) "The economy as a circular flow", *Structural Change and Economic Dynamics*, 2 (1), pp. 181-212; traduzione dell'opera originaria: LEONTIEF, W. (1928) "Die Wirtschaft als Kreislauf", *Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik*, 60, pp. 577-623

⁶⁰ VON BERTALANFFY, L. (1971) "Teoria generale dei sistemi. Fondamenti, sviluppi, applicazioni", ISEDI, Milano

corretta comprensione di un sistema non è sufficiente analizzare i suoi elementi in maniera isolata; è invece necessario esaminare questi ultimi ponendoli in relazione gli uni agli altri, in modo da cogliere gli effetti che la condotta del singolo ha sul sistema e le sue componenti. Von Bertalanffy distingue poi tra sistemi aperti, i quali effettuano degli scambi con l'ambiente che li circonda, e sistemi chiusi, che non interagiscono con l'esterno. Il biologo riconduce poi gli organismi, ivi compreso l'uomo, ma anche le organizzazioni da questo istituite e la società nel suo complesso, alla categoria dei sistemi aperti. Gli scambi con l'ambiente circostante rappresentano dunque un elemento di vitale importanza e da ciò si evince anche la presenza di una certa interdipendenza non solo tra gli elementi dello stesso sistema, ma anche tra i diversi sistemi.

Nel 1966 Kenneth E. Boulding riprende l'idea di sistema aperto e sistema chiuso introdotta da Von Bertalanffy e la sviluppa ulteriormente all'interno del suo saggio *The Economics of the Coming Spaceship Earth*⁶¹. Scrive infatti:

"I am tempted to call the open economy the 'cowboy economy', the cowboy being symbolic of the illimitable plains and also associated with reckless, exploitative, romantic, and violent behavior, which is characteristic of open societies. The closed economy of the future might similarly be called the 'spaceman' economy, in which the earth has become a single spaceship, without unlimited reservoirs [...] and in which, therefore, man must find his place in a cyclical ecological system which is capable of continuous reproduction of material form."

Boulding segna una profonda distinzione tra i due sistemi e, pertanto, tra le due economie. Dà, inoltre, evidenza del fatto che, nella "cowboy economy", la produzione e il consumo siano considerati con favore, in quanto indicatori del successo dell'economia stessa. Di converso, in un'economia di tipo chiuso, il flusso di risorse rappresenta un aspetto da minimizzare, in quanto l'obiettivo è il mantenimento dello stock di cui si è in possesso. L'economista inglese mette quindi in discussione la disponibilità infinita di risorse, sottolineando come si debba abbandonare il modello di produzione lineare (ed aperto) tipico del passato ed abbracciare

⁶¹ BOULDING, K.E. (1966) "The Economics of the Coming Spaceship Earth", Environmental Quality Issues in a Growing Economy, pp. 3-14.

piuttosto un sistema chiuso, e quindi circolare, nel quale gli output del consumo vengono costantemente riciclati per diventare input nel processo di produzione.

In *Economics of Natural Resources and the Environment*⁶², pubblicato nel 1989, gli economisti ambientali Pearce e Turner spiegano come il degrado della materia e dell'energia, teorizzato dalle leggi sulla termodinamica, porti al passaggio dal sistema economico tradizionale aperto al sistema economico circolare. Individuano poi quelle che si ritenevano essere le principali funzioni dell'ambiente, ovvero: riserva di risorse, sistema di supporto vitale e pozzo di scarico destinato a rifiuti ed emissioni. Pearce e Turner criticano quindi il mancato riutilizzo di risorse da parte dei sistemi economici aperti e sostengono che, in maniera simile a quanto avviene normalmente per gli altri beni e servizi, anche i beni ambientali dovrebbero avere un prezzo. Vista la mancanza di tariffe e mercato di riferimento si è fatto ricorso a misure volontarie, regolamenti e misure economiche per valorizzare l'impiego di risorse naturali e fronteggiare le problematiche ambientali. È stato dunque stabilito un corrispettivo per questi beni estremamente importanti per l'umanità, con l'obiettivo di incoraggiare una transizione all'economia circolare e favorire una miglior gestione e conservazione delle risorse. Il pianeta non dev'essere quindi considerato come un elemento a sé stante, in quanto, sostengono Pearce e Turner, anche con riferimento agli studi di Boulding, fortemente interconnesso con l'economia e la società in un sistema chiuso e circolare.

A partire dagli anni '70 gli studi sull'economia circolare hanno ricevuto il contributo di un numero sempre maggiore di ricercatori. Questo crescente interesse verso il tema ha portato ad un aumento delle applicazioni pratiche nei sistemi economici e nei processi industriali moderni, oltre che alla nascita di numerose scuole di pensiero. Di seguito si esaminano le principali, seguendo un ordine cronologico, per completare l'analisi dello sviluppo del concetto di economia circolare. Si noti che, qualora non vi fosse una data esatta o certa per la nascita della scuola di pensiero, si prenderà in considerazione la data della prima pubblicazione di riferimento.

A partire dal 1970 lo statunitense John T. Lyle, docente di architettura del paesaggio, contribuì alla diffusione dei principi del design rigenerativo. Secondo questo approccio tutti i sistemi, e non solo l'agricoltura, possono essere gestiti in maniera

⁶² PEARCE, D.W. TURNER, K.R. (1991), *Economia delle risorse naturali e dell'ambiente*, il Mulino.

rigenerativa, ovvero con dei processi in grado di ripristinare o rinnovare le risorse e l'energia che consumano⁶³. Si può quindi sostenere che Lyle abbia gettato le basi del concetto di economia circolare come viene oggi inteso e dai suoi studi hanno tratto ispirazione, tra gli altri, Stahel, Braungart e McDonough. Nel 1994 è stato fondato il *Lyle Center for Regenerative Studies*, istituto che eroga corsi incentrati sulla rigenerazione ecologica e sociale.

Al *regenerative design* ha fatto seguito la scuola di pensiero della *performance economy*, guidata dall'architetto ed analista elvetico Walter Stahel. Egli presentò l'idea di un'economia a cicli chiusi nel 1976, in un rapporto di ricerca per la Commissione Europea. Stahel spiegò come questo nuovo modello, contrapposto alla storica economia lineare, avrebbe impattato positivamente sull'occupazione, sulla gestione dei rifiuti e sull'amministrazione delle risorse, con effetti favorevoli sulla competitività economica considerata nel suo complesso. Ritiene inoltre che la vendita dei prodotti dovrebbe essere sostituita dalla fornitura di servizi. Questo principio, noto come economia dei servizi funzionali, è stato poi incluso nella nozione di economia della prestazione, dalla quale questa scuola di pensiero ha ereditato il nome. Gli obiettivi principali della *performance economy* comprendono l'allungamento della vita dei prodotti, la produzione di beni di lunga durata, le attività di rigenerazione dei materiali e la prevenzione dei rifiuti. Stahel è accreditato di aver coniato l'espressione *Cradle to Cradle* e la sua ricerca è stata pubblicata nel 1981⁶⁴.

L'ecologia industriale è un approccio interdisciplinare nato tra la fine degli anni '80 e gli inizi degli anni '90 che studia i flussi di energia e materia attraverso i sistemi industriali. L'*industrial ecology*, analizzando il sistema industriale e l'ambiente come un unico ecosistema, fornendo una prospettiva differente rispetto a quelle presenti fino ad allora. L'obiettivo è quello di progettare dei processi a ciclo chiuso nei quali il materiale di scarto di una lavorazione diviene materia prima per un'altra, eliminando così la generazione di rifiuti e chiudendo il ciclo produttivo. Un elemento cardine di questo approccio è quindi rappresentato dalla gestione dei rifiuti, che secondo Frosch deve essere efficacemente gestita ed integrata nel sistema

⁶³ LYLE, J. T. (1996) "Regenerative Design for Sustainable Development", John Wiley & Sons, New York

⁶⁴ STAHEL, W. R. (1981) "Jobs for tomorrow: The potential for substituting manpower for energy", Vantage Press, New York

produttivo. Ciò permette di conseguire benefici sia economici che ambientali derivanti, in primis, dal mancato smaltimento dei rifiuti e dal minor consumo di materie prime. L'ecologia industriale può essere applicata anche nel campo dei servizi. Tra i maggiori esponenti si segnalano anche Erkman e Gallopoulos.

La *blue economy* è un movimento open-source e modello economico nato dalle idee di Gunter Pauli, imprenditore ed economista belga. Pone come obiettivo l'azzeramento delle emissioni di CO₂ e, per questo motivo, può essere considerata come un'evoluzione della *green economy*, che esortava invece a una mera riduzione delle stesse. Pauli incoraggia inoltre a considerare le attuali sfide ambientali come delle opportunità per l'innovazione e lo sviluppo economico. Tra i principi cardine si rinvencono la necessità di ispirarsi alla circolarità insita nei processi naturali e di ridurre la produzione di rifiuti attraverso l'impiego di sistemi a cascata, che permettono quindi di trasformare lo scarto di un prodotto nell'input di un altro. L'idea della *blue economy* è stata sviluppata a partire dal 1994, nonostante fosse allora espressa con il nome di *Zero Emissions Research Initiative* (ZERI), ed è stata poi pubblicata da Pauli nell'opera *The Blue Economy: 10 years, 100 Innovations. 100 Million Jobs* nel 2010.

La biomimesi "studia le migliori idee della natura imitandone processi e meccanismi per risolvere i problemi dell'uomo"⁶⁵. Il termine è stato coniato nel 1997 dalla statunitense Janine Benyus, che ha spiegato come l'imitazione dei sistemi naturali potrebbe rendere le pratiche umane maggiormente sostenibili. La biomimesi si basa su tre principi fondamentali, espressi dalla stessa Benyus:

- *Nature as a Model*: esaminare le strategie della natura ed imparare ad utilizzarle per risolvere i problemi dell'uomo;
- *Nature as a Measure*: utilizzare gli standard ecologici come metro di misura per valutare la sostenibilità delle innovazioni;
- *Nature as a Mentor*: osservare ed analizzare la natura non in base a ciò che possiamo ricavare da essa, ma in base a ciò che possiamo imparare dalla stessa.

⁶⁵BIOMIMICRY, <https://biomimicry.org>

Per capitalismo naturale si intende un insieme di tendenze, disposizioni e riforme economiche, attuate a partire dagli anni '90 del secolo scorso, volte a gratificare un impiego efficiente di energia e materiali. Questi concetti sono poi confluiti, nel 1999, nel libro⁶⁶ scritto da Paul Hawken, Amory Lovins e Hunter Lovins. Il capitalismo naturale vuol ridefinire le logiche industriali adottando un modello senza sprechi né rifiuti, investendo sulla contabilizzazione, protezione ed espansione del capitale naturale già esistente. Si fonda su quattro principi fondamentali:

- aumentare la produttività delle risorse naturali, allungandone la vita utile attraverso una revisione delle fasi di progettazione e realizzazione;
- adottare modelli produttivi e materiali di ispirazione biologica, eliminando così il concetto di rifiuto attraverso l'utilizzo di processi a ciclo chiuso;
- prediligere modelli di business *"service and flow"*, sostituendo con la fornitura di servizi la tradizionale vendita di prodotti;
- reinvestire nel capitale naturale, in modo da far fronte all'aumento dei bisogni umani.

Il chimico tedesco Michael Braungart e l'architetto americano Bill McDonough sono i maggiori contributori allo sviluppo del movimento denominato *Cradle to Cradle*, una visione diffusasi a partire dagli anni '90, in contrasto con la precedentemente adottata *Cradle to Grave*, tipica dell'economia lineare. Il nuovo approccio ha l'obiettivo di evitare gli sprechi, ispirandosi ai processi naturali e trasformando ciò che è normalmente considerato un rifiuto, in una risorsa. Uno dei suoi principi fondamentali è infatti rappresentato dall'espressione *"waste equals food"* a dimostrazione della volontà di porre in essere cicli rigenerativi che impattino in maniera positiva sulla sfera economica, sociale ed ambientale. Questa scuola di pensiero incoraggia inoltre al rispetto dell'umanità e dei sistemi naturali (*"respect diversity"*) e alla massimizzazione dell'uso di fonti di energia rinnovabili (*"use current solar income"*). Braungart e McDonough propongono una distinzione tra ciclo biologico, che impiega materiali che si biodegradano naturalmente e possono dunque essere restituiti al sistema ecologico, e ciclo tecnologico, che impiega

⁶⁶ HAWKEN, P., LOVINS, A., LOVINS, P. H. (1999) "Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution", Little, Brown & Company, New York

materiali, componenti o prodotti, i quali possono essere soggetti a processi di riutilizzo, riparazione, rigenerazione o riciclaggio. Nel 2010 è stato fondato il Cradle to Cradle Products Innovation Institute con l'obiettivo di promuovere l'innovazione per l'economia circolare e di favorirne l'adozione a livello globale⁶⁷. L'Istituto si occupa inoltre del rilascio della certificazione *Cradle to Cradle Certified*, riconosciuta a livello globale come rappresentativa di un prodotto sicuro per chi lo utilizza e per l'ambiente, realizzato in un'ottica di economia circolare. Nel 2002 Braungart e McDonough hanno pubblicato *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*, divenuto poi un testo di riferimento per questo movimento. In un'intervista⁶⁸ rilasciata lo scorso anno Michael Braungart si è espresso sulle caratteristiche che contraddistinguono il pensiero *Cradle to Cradle* dai concetti di sostenibilità ed economia circolare. Ha spiegato come quest'ultima abbracci solo in parte i principi e le idee del *Cradle to Cradle* e persegua talvolta obiettivi che ritiene poco logici. Ha poi spiegato la differenza tra efficienza ed efficacia, concetto che ritiene di fondamentale importanza e riguardo al quale ha affermato:

“One of the key elements of Cradle to Cradle is the difference between efficiency and effectiveness. Efficiency means doing things right because otherwise, you’re optimizing the wrong things. People think about environmental protection as reducing damage. They might say, ‘Please protect the environment. Reduce your water consumption. Reduce your energy bill. Reduce your waste production,’ but with this you are not protecting the environment. You are only minimizing damage.”

⁶⁷ CRADLE TO CRADLE INSTITUTE AND CERTIFICATE, <https://www.c2ccertified.org>

⁶⁸ The Cradle to Cradle Movement (2020) *Journal of International Affairs*, 73(1), pp. 299–303.

2.2 - Le problematiche connesse al modello lineare

Nella prima parte di questo capitolo si è introdotto il concetto di economia circolare e se ne sono analizzate alcune definizioni, ripercorrendo i principali eventi che hanno portato alla nascita di questo nuovo modello. Nel far ciò, diverse volte si è fatto riferimento al modello lineare, presentato come un antonimo di quello circolare.

L'economia lineare ha caratterizzato gli ultimi 150 di evoluzione industriale e questo modello di produzione e consumo, definito anche *take-make-dispose*, muove inesorabilmente in un'unica direzione. Il processo inizia con il reperimento delle materie prime, prelevate dal suolo o dal sottosuolo terrestre, segue poi la fase di trasformazione delle stesse, che avviene attraverso l'impiego di energia e forza lavoro. Infine, il prodotto giunge al consumatore, che lo utilizza finché ne ha bisogno. Esauritasi la sua utilità, il bene viene scartato e diviene un rifiuto.

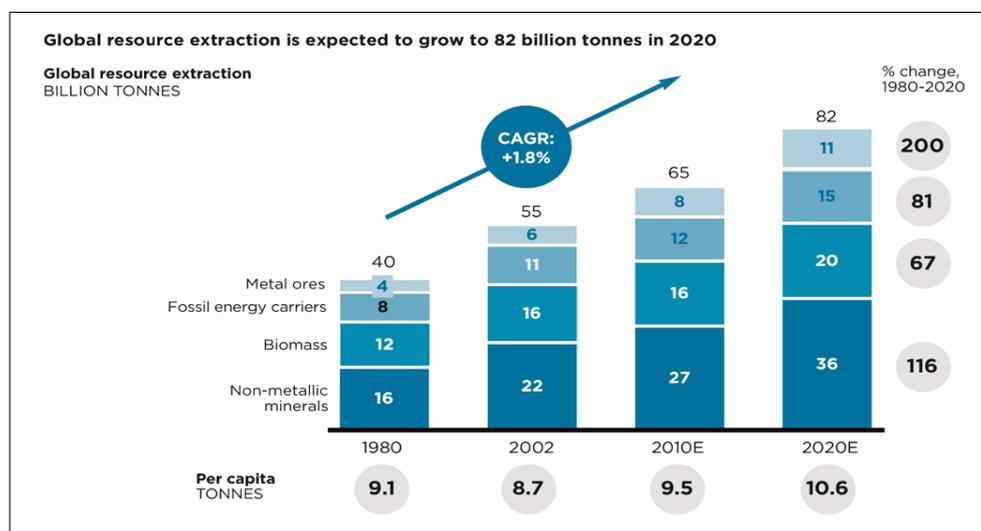
Negli anni si è assistito ad ingenti cambiamenti nelle tecniche di produzione e queste hanno permesso di sviluppare, al contempo, una maggiore capacità ed efficienza produttiva. Si è dunque investito a lungo per cercare di ridurre l'impiego di materie prime ed energia, muovendo, apparentemente, verso uno scenario di sviluppo sostenibile. Si noti però che gli interventi ora citati, hanno trovato implementazione prima della cessione del bene al consumatore. A beneficiare dell'adozione di pratiche più efficienti sono quindi state, in maniera preponderante, le imprese produttrici, che hanno giovato di una riduzione delle loro spese. Di converso, ben poco è stato fatto per cercare di donare ai prodotti una vita maggiore, per riparare o rigenerare i quei beni che presentano guasti od eccessiva usura, oppure per recuperare materie ed energia da oggetti non più utilizzabili. La ragione di queste scelte risiede nella vastità di materie prime facilmente accessibili di cui l'uomo ha storicamente disposto. Produrre il nuovo era dunque più facile (o economicamente conveniente) che riparare il vecchio.

Tuttavia, un simile modello economico richiede, da un lato, una disponibilità pressoché illimitata di risorse ed energia, dall'altro, un altrettanto infinita capacità, da parte dell'ambiente, di accogliere e smaltire rifiuti ed inquinamento. Appare quindi chiaro fin da subito come questa pratica sia, a lungo andare, non sostenibile. Entrambi i requisiti appena citati non vengono rispettati ed il fatto che un simile modello economico sia già in adozione da ben oltre un secolo rende necessaria ed

urgente l'adozione di schemi di produzione e consumo radicalmente differenti. Segue ora un'analisi maggiormente dettagliata delle problematiche connesse al modello lineare.

Il problema della crescente scarsità delle risorse è stato oggetto di numerose pubblicazioni e rappresenta altresì una delle maggiori critiche al modello economico attualmente in uso. La domanda e l'impiego di materie prime è aumentato in maniera considerevole a partire dalla rivoluzione industriale e si prevede continuerà a farlo anche nei prossimi decenni (o secoli), salvo appunto disponibilità. Accenture, in un report⁶⁹ pubblicato nel 2014, ha spiegato come vi sia una forte relazione tra il consumo delle risorse e la crescita economica: per ogni punto di crescita del PIL l'impiego di risorse è aumentato, in media, di 0,4 punti percentuali. Per l'anno 2020 si era stimato un consumo pari a 82 miliardi di tonnellate di materie prime⁷⁰. Questi dati sono stati successivamente rivisti da Circle Economy che, nel rapporto⁷¹ pubblicato a gennaio dello scorso anno, ha spiegato come negli ultimi anni i consumi di materie prime abbiano superato i 100 miliardi di tonnellate e ci si aspetta che aumentino di almeno il 70% entro il 2050.

Figura 5 – Estrazioni di materie prime dal 1980 al 2020.



Fonte: ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2012).

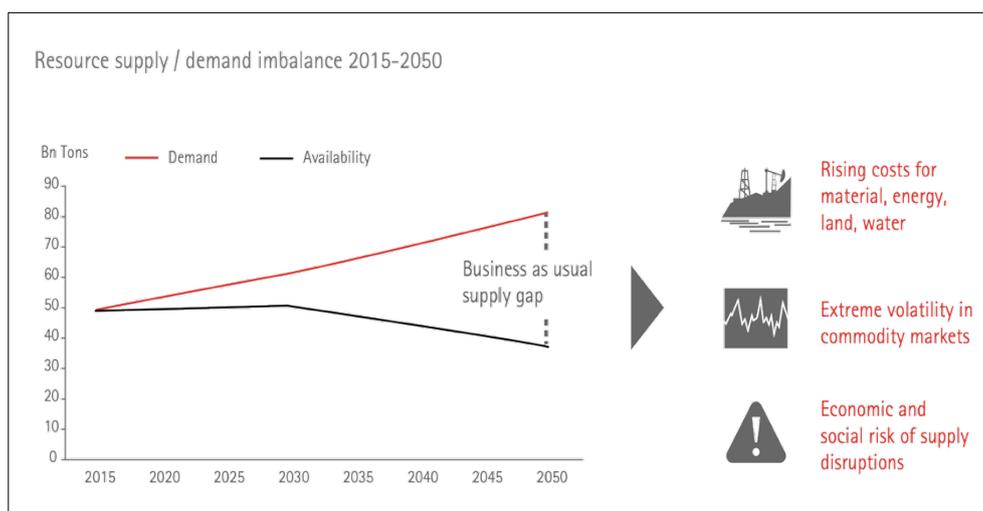
⁶⁹ ACCENTURE (2014) "Circular Advantage: Innovative Business Models and Technologies to Create Value in a World without Limits to Growth"

⁷⁰ ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2012)

⁷¹ CIRCLE ECONOMY (2020) "The Circularity Gap Report"

Quasi la metà delle materie prime provengono dal sottosuolo terrestre ed i costi di estrazione hanno intrapreso un trend di forte crescita a partire dal nuovo millennio. Ciò si è verificato principalmente per due ragioni. La prima risiede nell'esaurimento dei giacimenti noti e facilmente accessibili, che ha portato alla ricerca di nuove riserve, situate talvolta in luoghi più difficili da raggiungere. La seconda è riconducibile alla progressiva riduzione delle scorte di risorse, soprattutto metalli, oggi fondamentali per svariati settori produttivi, in primis i prodotti elettronici. La disponibilità di alcuni elementi risulta essere già scarsa, tant'è che le riserve di materiali come oro, argento, tungsteno e stagno, di vitale importanza per l'industria moderna, potrebbero esaurirsi in un intervallo temporale compreso tra 5 e 50 anni. Altri, come piombo, litio, alluminio, mercurio e rame hanno invece una disponibilità residua stimata in 50-100 anni. Queste previsioni potrebbero tuttavia essere riviste al ribasso qualora il tasso di estrazione e consumo di questi elementi dovesse aumentare negli anni a venire. Il gap tra le quantità richieste e quelle disponibili, già evidente, è quindi destinato a delinarsi in maniera sempre più marcata. Ciò avrà ripercussioni non solo economiche, legate all'aumento dei costi delle materie prime, e quindi dei prodotti, ma, molto probabilmente, anche politiche e sociali, dovute all'elevata volatilità dei prezzi e all'incertezza che caratterizzerà il mercato delle *commodities* nei prossimi decenni.

Figura 6 – Gap tra domanda e disponibilità di risorse



Fonte: ACCENTURE (2014)

I fenomeni appena descritti hanno portato a ripercussioni sui prezzi delle risorse: dopo un secolo di tendenziale decrescita si è infatti assistito ad un rimbalzo vertiginoso, che ha portato al raggiungimento dei nuovi massimi storici registrati nell'ultimo decennio. Ciò si è riflesso anche sul costo delle *commodities*, caratterizzate da una volatilità del prezzo su base decennale compresa tra il 25 e il 35% nel primo periodo del XXI secolo. Per le aziende che negli anni hanno basato la propria crescita economica sull'utilizzo di queste risorse naturali (scarse) si prospetta dunque uno scenario instabile ed incerto, che presenta diversi rischi. Il primo riguarda la riduzione delle entrate, minacciata soprattutto dall'incertezza nella fornitura di materie prime. Il secondo rischio, collegato al primo, è rappresentato dai crescenti costi di reperimento, che potrebbero ridurre la competitività dell'impresa. Infine, il terzo rischio minaccia di erodere gli asset intangibili della società, come il valore del marchio, nonché la sua reputazione. Da segnalare come sovente le scelte dei consumatori ricadano su aziende che adottano modelli di business sostenibili e le norme di legge penalizzino le imprese dall'elevato impatto ambientale.

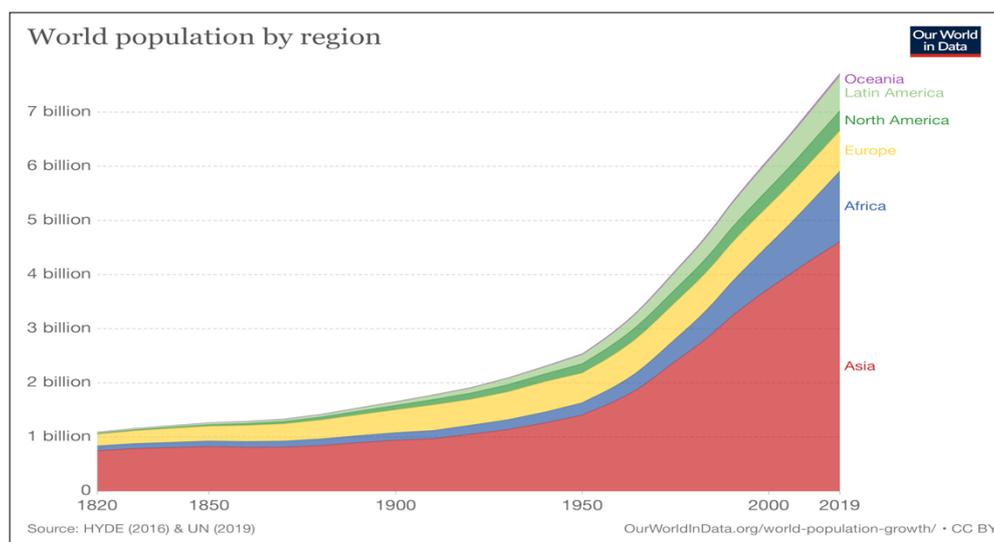
Nonostante le risorse naturali siano scarse, nella fase di reperimento delle stesse e, successivamente, in quella di produzione, ne vengono sprecate ingenti quantità. Si stima che questa perdita raggiunga ogni anno circa 21 miliardi di tonnellate nei soli Paesi OCSE. A queste vanno poi sommati i rifiuti generati dai consumatori che, tendenzialmente, dismettono un prodotto non appena questo ha esaurito la sua utilità. Ciò non significa però che il bene sia giunto al termine del suo ciclo di vita, anzi nella maggior parte dei casi è ancora perfettamente funzionante. Questi oggetti potrebbero quindi essere riutilizzati o rigenerati, riparati qualora presentino dei malfunzionamenti o destinati a processi di recupero dei materiali e riciclaggio. Si stima invece che solamente il 40% dei rifiuti vada incontro a questi trattamenti e un dato forse ancor peggiore emerge per i metalli che, seppur rappresentino un bene prezioso, vengono riciclati in una percentuale vicina al 25%⁷². Ciò rappresenta un'enorme perdita di risorse, ma anche di energia: i rifiuti destinati all'incenerimento permettono di recuperarne una piccola parte, infinitesimale rispetto a quella richiesta in fase di produzione, in quanto il modello lineare è

⁷² ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2012)

caratterizzato da processi a monte estremamente energivori e, spesso, anche inquinanti.

Una delle ragioni per cui è necessario abbandonare un modello di produzione e consumo lineare risiede nell'aumento della popolazione globale. Questa ammonta, secondo gli ultimi dati, a 7,8 miliardi ed è destinata a crescere ulteriormente⁷³: si stima raggiungerà i 9 miliardi nel 2050 e che aumenterà di un ulteriore miliardo entro la fine del secolo. Questi dati sono preoccupanti perché un aumento della popolazione globale equivale ad un aumento delle risorse necessarie e si stima che entro il 2030 i Paesi in via di sviluppo vedranno la nascita di circa 3 miliardi di consumatori appartenenti alla così detta classe media. L'attenzione è rivolta soprattutto al continente asiatico, che negli ultimi decenni ha fatto segnare la crescita di abitanti maggiore. In particolare, due Stati, Cina ed India, destano non poche preoccupazioni, dato che nel corso del secolo scorso hanno intrapreso una crescita demografica ed economica incontrollata, che le ha portate a raddoppiare il PIL pro capite rispettivamente in 12 e 16 anni, divenendo altresì le due nazioni più popolate. Ciò ha comportato, e comporta tutt'ora, un ingente consumo di risorse, che è destinato ad aumentare per far fronte alla crescente domanda di infrastrutture, beni ed energia.

Figura 7 – Crescita della popolazione globale negli ultimi due secoli.

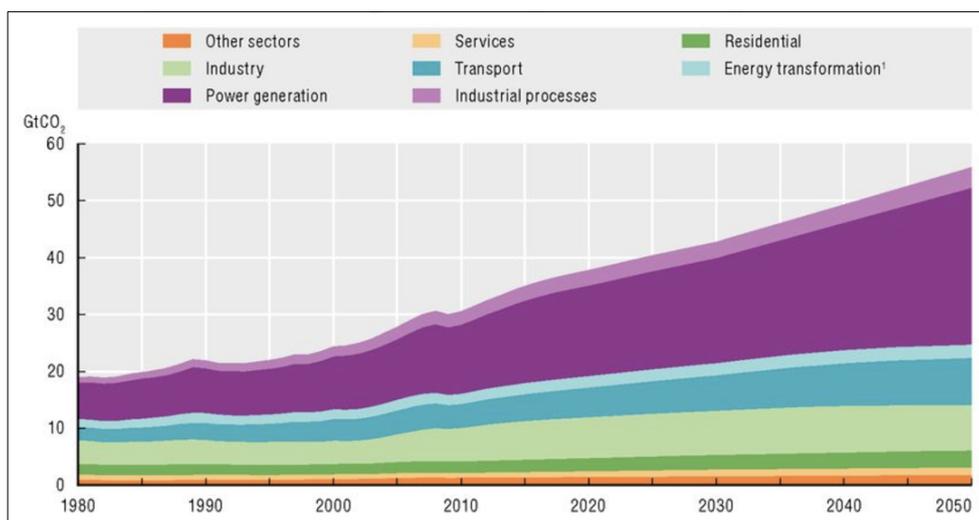


Fonte: OUR WORLD IN DATA

⁷³ UNITED NATIONS, <https://www.population.un.org/>

Tra le maggiori conseguenze del modello lineare attualmente in adozione vi è la crisi climatica, fenomeno dovuto soprattutto alle emissioni di gas serra. Questi comprendono sei diverse sostanze, da tre delle quali, ovvero anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄) e monossido di azoto (N₂O), dipendono circa il 98% delle emissioni totali, che nel 2010 hanno sfiorato i 50 miliardi di tonnellate l'anno⁷⁴. In particolare, le emissioni di anidride carbonica rappresentano circa il 75% del totale e derivano, per il 55% dalla produzione, gestione ed utilizzo di energia. Il restante 45% è generato invece dalla produzione di beni e dalla gestione delle terre, comprendendo quindi tutte le attività agricole ed industriali. Secondo le stime dell'OECD (*Organisation for Economic Cooperation and Development*) le emissioni di gas serra sono destinate ad aumentare in maniera pressoché costante nei prossimi decenni. Si prevede che nel 2050 l'aumento della domanda di energia dovrebbe segnare un +80%, accompagnato dalle maggiori emissioni di trasporti ed industria.

Figura 8 – Emissioni di gas serra suddivise in base per settori



Fonte: OECD (2012)

Questo scenario sembrerebbe destinato a verificarsi anche qualora si raggiungessero notevoli progressi sul piano dell'efficienza energetica, in quanto è attesa una notevole crescita della popolazione, come visto poc'anzi, nonché del PIL pro capite. Congiuntamente questi due fattori porterebbero ad un sostanziale aumento dei consumi, rendendo necessarie misure drastiche per contrastare il

⁷⁴ OECD (2012) "OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction"

cambiamento climatico. Questo fenomeno potrebbe arrecare numerosi danni all'economia globale, in particolar modo all'agricoltura, maggiormente soggetta alle variazioni di temperatura nonché all'irregolarità delle precipitazioni. Inoltre, si assiste ad un aumento degli eventi naturali e metereologici estremi, come terremoti, uragani, alluvioni e dissesti idrogeologici, che provocano ingenti danni nelle aree colpite.

Alla luce di quanto appena visto appare evidente come l'economia lineare rappresenti un modello che ha ormai raggiunto i propri limiti, per una serie di motivi:

- i processi produttivi sì delineati presentano ormai ben pochi margini di miglioramento dal punto di vista dell'efficienza e spesso richiederebbero uno sforzo energetico maggiore degli eventuali benefici;
- risulta essere altamente inefficiente da un punto di vista energetico, in quanto spreca buona parte del potenziale di un prodotto dismettendolo dopo il primo utilizzo;
- contribuisce alla progressiva erosione dell'ecosistema, con conseguente perdita, per l'umanità, di una serie di servizi svolti dalla natura e non replicabili dall'uomo (si pensi, per esempio, alle riserve d'acqua potabile disponibili oppure alla regolazione della composizione e della qualità dell'aria svolta dai vegetali);
- è estremamente soggetto alla volatilità dei prezzi, all'incertezza delle catene di fornitura e alla scarsità delle risorse;

Si può quindi considerare l'economia lineare un modello non sostenibile nel lungo periodo, orientato allo sfruttamento delle risorse e che rischia di peggiorare la già grave situazione del pianeta. È dunque necessario adottare dei processi che valorizzino non solo le materie impiegate, ma anche i beni già prodotti, in modo da non sprecare l'utilità e l'energia che questi racchiudono.

2.3 – Il modello di economia circolare

Dopo aver inizialmente definito il concetto di economia circolare, si è esaminato il modello di economia lineare: si è visto come questo richieda ingenti quantitativi di materie ed energia, risultando perciò inadeguato alla situazione attuale e non sostenibile nel lungo periodo. Gli sforzi operati in una prospettiva di maggior efficienza non risultano infatti sufficienti, potendo solo rimandare, ma non rimediare, al problema di scarsità delle risorse. Ciò rende necessario un cambiamento radicale, capace di ridisegnare il sistema produttivo e quello di consumo. Nel presente capitolo si procede all'analisi delle caratteristiche del modello circolare e dei modelli di business a questo collegati.

Per comprendere al meglio il modello di economia circolare è necessario richiamare la distinzione tra cicli biologici e cicli tecnici (ai quali si era accennato all'inizio del capitolo con riferimento agli studi di Braungart e McDonough). I primi prevedono l'impiego di nutrienti biologici, ovvero elementi naturali, come erba o legno, e cibo. Si tratta quindi di beni (almeno parzialmente) organici, che nel tempo, attraverso processi di compostaggio o digestione anaerobica, tornano a far parte del capitale naturale. I cicli biologici rigenerano le proprietà dei sistemi viventi, che sono così in grado di fornire nuove risorse. Alcuni nutrienti biologici possono inoltre essere utilizzati per la produzione di energia. I cicli tecnici sono invece quelli che prevedono il recupero o ripristino di componenti, materiali o prodotti attraverso processi di riutilizzo, riparazione, rigenerazione o riciclaggio. In tal caso si fa riferimento non a nutrienti, bensì a componenti tecnici, ovvero beni, semilavorati o prodotti destinati ad un uso durevole. Trattandosi principalmente di metalli e plastiche, questi sono incompatibili con un eventuale ritorno nella biosfera a causa della loro tossicità.

Il modello di economia circolare è concepito come un ciclo di sviluppo positivo e continuo, che preserva e valorizza il capitale naturale ottimizzando l'uso delle risorse e riduce i rischi di sistema attraverso la gestione di materie limitate e flussi rinnovabili. L'obiettivo ultimo è quello di eliminare i rifiuti e lo spreco di risorse nei cicli produttivi, cercando quindi di rendere le attività umane più simili a quelle poste in essere dalla natura, nonché di separare la crescita economica globale dall'uso delle materie prime scarse. L'economia circolare vuole altresì rappresentare un

mezzo per prevenire ed evitare gli impatti negativi dell'attività economica, che danneggiano l'ecosistema e la salute umana.

Il modello di economia circolare si basa su alcuni principi fondamentali:

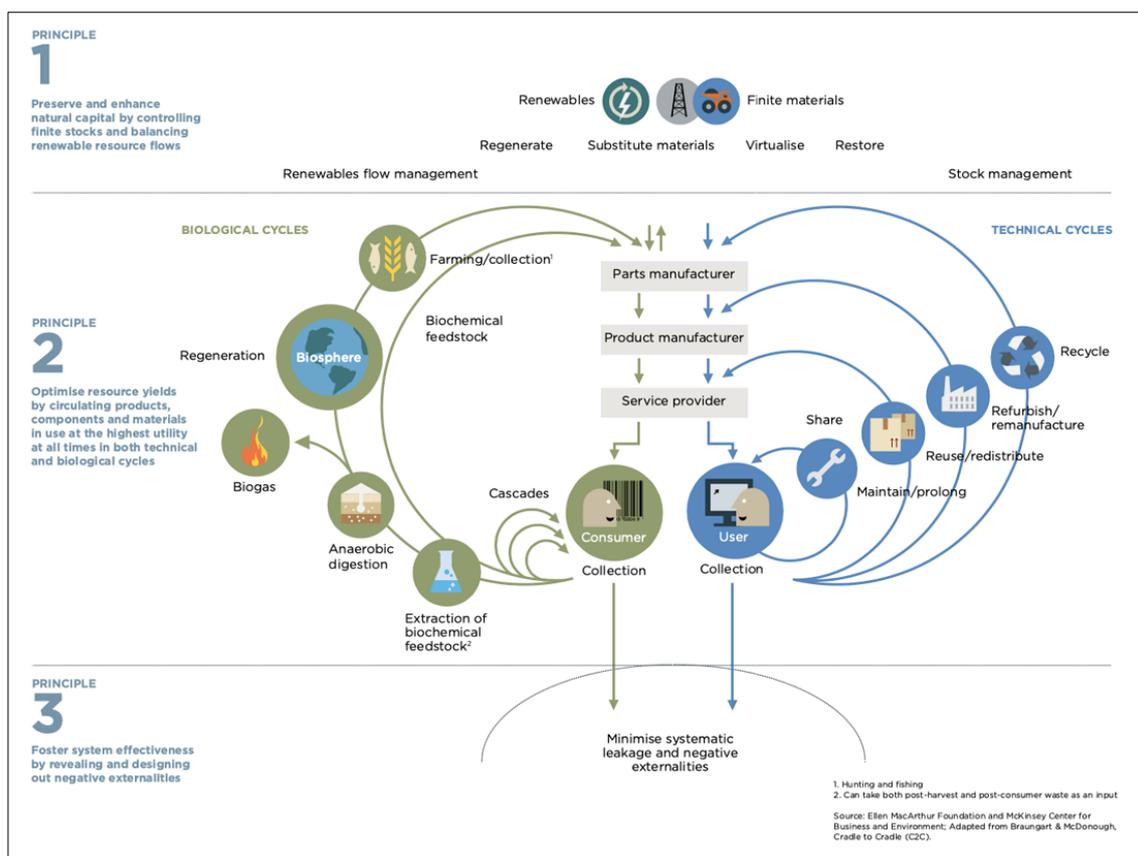
- Eliminare gli sprechi. L'ottimizzazione della fase di progettazione di un prodotto ha un ruolo cruciale in quanto permette di ridurre il consumo di materie ed energia necessarie, nonché la generazione di rifiuti lungo la *supply chain* e al momento della dismissione del prodotto. Le aziende produttrici devono inoltre creare le condizioni per consentire, attraverso successive attività di riuso, riciclo o rigenerazione, di recuperare quella parte di valore insita nei prodotti che non viene normalmente colta dai consumatori. Infatti, i nutrienti biologici possono essere facilmente compostati, mentre diversi componenti tecnici possono essere riutilizzati numerose volte senza evidenti perdite di qualità (si pensi, per esempio, ad alcuni polimeri della plastica come PET o PVC, oppure all'alluminio).
- Fare affidamento sull'energia rinnovabile. L'energia utilizzata per alimentare l'economia circolare dovrebbe provenire da fonti rinnovabili, non da fonti fossili, in modo da ridurre la dipendenza del sistema economico dalle risorse e, al contempo, limitare le emissioni di gas serra. L'adozione delle rinnovabili permette inoltre alle aziende di ridurre la propria esposizione al rischio e alla volatilità del mercato, creando sistemi resilienti.
- Pensare in modo sistemico. In un sistema economico circolare risulta fondamentale capire come le parti, all'interno di un sistema, si influenzino reciprocamente e come il sistema influenzi le parti. Vi sono infatti una serie di relazioni che coinvolgono persone, aziende ed ambiente che devono essere tenute in considerazione.
- Sfruttare la diversità come mezzo per costruire resilienza. La diversità rappresenta un fattore chiave per sopravvivere nelle fasi di cambiamento. Caratteristiche come versatilità, modularità e adattabilità devono essere incentivate in quanto permettono di affrontare al meglio l'incertezza e la rapidità di mutazione dell'attuale sistema economico, che risulta essere spesso instabile in quanto la rivoluzione industriale e la globalizzazione

hanno portato ad una maggior uniformità di sistema. Occorre invece ispirarsi ai sistemi naturali, capaci di continui ed infiniti adattamenti.

- Considerare gli sprechi come una risorsa. Il modello di economia circolare cerca di sfruttare al meglio le risorse introdotte nel sistema produttivo e di eliminare ogni forma di spreco. Ecco allora che gli scarti, ma anche i prodotti danneggiati o dismessi, rappresentano un elemento che può ancora apportare valore all'interno di un sistema circolare.

Il c.d. *"Butterfly Diagram"*, ideato dalla Ellen MacArthur Foundation, è probabilmente la rappresentazione grafica maggiormente utilizzata per descrivere i flussi generati dall'economia circolare.

Figura 9 – Rappresentazione dell'economia circolare



Fonte: ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2015) [A]

La parte centrale dell'infografica riporta lo schema di economia lineare, con le materie prime che scorrono dalla fase di estrazione a quella di produzione del

prodotto e al suo successivo utilizzo. In versioni precedenti⁷⁵ della Figura 9, nella parte inferiore del grafico, erano rappresentate, a conclusione del percorso previsto per l'economia lineare, le fasi di incenerimento e conferimento in discarica. La rimozione di questi elementi ha permesso di distogliere l'attenzione dagli stessi, che comportano perdite sistematiche di materie ed energia. Ai lati del modello lineare si trovano invece i cicli biologici e tecnici, di cui si è parlato in precedenza, tipici dell'economia circolare, all'interno dei quali le risorse fluiscono in maniera continua. Appare evidente come i cicli non siano rappresentati in maniera simmetrica, ma presentino alcuni tratti distintivi. Una ulteriore differenza tra i cicli tecnici e quelli biologici è rinvenibile nel nome attribuito al soggetto posto alla fine del modello lineare, definito utente od utilizzatore nel primo caso, consumatore nel secondo.

Per quanto concerne i cicli biologici, partendo dalla figura del consumatore, si individua un insieme di *feedback loop*, indicati con il termine “*cascades*”, che rappresentano le azioni di riutilizzo del medesimo nutrimento biologico. Impiegare più volte lo stesso bene, anche con scopi differenti, permette di sfruttarne a pieno il valore. Normalmente, ad ogni utilizzo corrisponde un certo degradamento del prodotto, che vede quindi ridotte le proprie qualità e la propria utilità per il consumatore. Quando, dopo un certo numero di riutilizzi, non è più possibile trarre valore dal bene, questo viene dismesso dal consumatore. Tuttavia, determinati prodotti possono essere sfruttati per l'estrazione di materie biochimiche e successivamente conferiti in appositi siti di recupero. Qui, attraverso processi di compostaggio o digestione anaerobica, producono, da un lato, dei biogas che possono essere impiegati, per esempio, per la produzione di energia, dall'altro, un rifiuto solido, che fa ritorno nella biosfera, per esempio, sotto forma di compost per fertilizzare il terreno. In alternativa, vi è un secondo *feedback loop* che permette al prodotto dismesso dal consumatore di essere reintrodotta nell'economia come materia prima biochimica senza subire processi di digestione. Questo prevede infatti l'utilizzo diretto del materiale di scarto, come avviene, per esempio, nel caso di Favini, che utilizza residui di lavorazioni agro-industriali per la realizzazione di speciali carte grafiche⁷⁶.

⁷⁵ ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2012)

⁷⁶ FAVINI, <https://www.favini.com/gs/carte-grafiche/crush/cos-e-crush/>

Per quanto concerne invece i cicli tecnici si può notare come il diagramma presenti un più ampio ventaglio di possibilità per valorizzare i componenti. La prima azione che viene proposta è quella di manutenzione, grazie alla quale il consumatore può continuare ad utilizzare il medesimo dispositivo, prolungandone di fatto il ciclo di vita. Si tratta di un'attività che oggi non viene presa spesso in considerazione per numerosi prodotti, talvolta per via dei costi elevati rispetto al valore del bene, oltre a causa di una mentalità consumistica. Il secondo *feedback loop* è accostato alle attività di riuso e redistribuzione del prodotto. In questo caso la proprietà del bene viene trasferita ad un soggetto diverso dal primo utilizzatore, seppur per il medesimo impiego. Si tratta di un processo divenuto maggiormente comune, negli ultimi anni, per prodotti di elettronica come smartphone e computer, che dopo alcuni controlli atti a verificarne lo stato ed il funzionamento, vengono immessi nuovamente nel mercato. Un terzo caso è rappresentato dalle azioni di rinnovamento e rigenerazione. La prima consiste nella riparazione di un prodotto danneggiato o non più funzionante, attraverso la sostituzione di alcuni suoi componenti, in modo da renderlo nuovamente fruibile. Qualora questa via non sia percorribile, si può adottare un processo di rigenerazione, attraverso il quale il prodotto viene disassemblato per recuperare le parti ancora utilizzabili. Talvolta i componenti provenienti da più device sono impiegati per l'assemblaggio di un unico dispositivo. Qualora nessuna delle alternative ora descritte risulti adottabile, si procede al riciclo del prodotto. In tal caso non si recuperano i componenti di un bene, bensì i materiali che li costituiscono. Nell'eventualità in cui questi mantengano le proprie qualità inalterate si parla di riciclo funzionale. Se subiscono un processo di conversione in un materiale che presenta qualità inferiori si tratta di un caso di *downcycling*. Al contrario, se si verifica un miglioramento nelle caratteristiche del materiale, il processo viene denominato *upcycling*.

Tutte le azioni ora descritte, facenti parte dei cicli tecnici, richiedono energia per essere messe in atto e ciò è vero in particolar modo per il riciclo. Risulta quindi necessario ottimizzare la fase di progettazione di un prodotto, in modo da facilitare le eventuali operazioni di manutenzione, riuso, rinnovamento e rigenerazione. In tal modo si contribuisce al prolungamento della vita utile del bene e ad allontanare il *feedback loop* del riciclo. Progettare e realizzare un prodotto in una prospettiva di

circularità consente di sfruttare al meglio e per il maggior tempo possibile il valore da questo racchiuso.

Vi è un ulteriore elemento che occorre prendere in considerazione ai fini dell'analisi del *Butterfly Diagram* e che finora è stato trascurato, ovvero l'energia. Questa è infatti fondamentale per alimentare il modello e, in una prospettiva di circolarità, dovrebbe provenire da fonti rinnovabili, così da ridurre la dipendenza dalle risorse ed incrementare la resilienza del sistema.

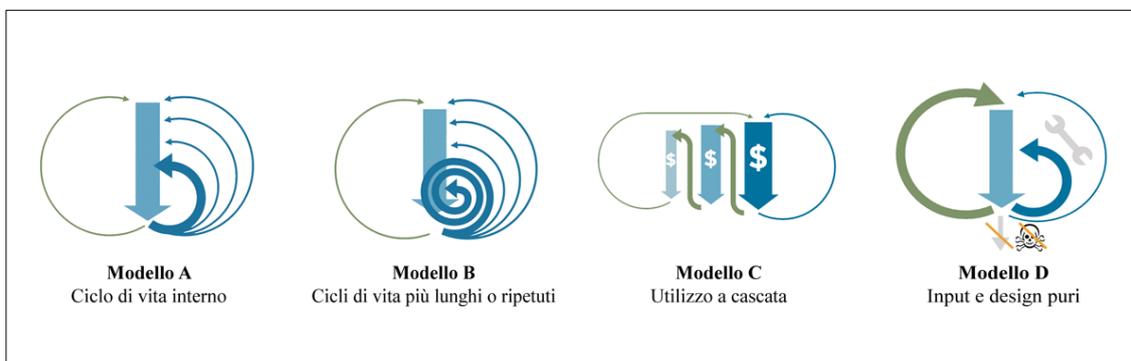
È importante notare come il punto di partenza in un modello di economia circolare sia rappresentato dalla normale conclusione del sistema lineare, ovvero il consumatore od utilizzatore del prodotto. Ciò sottolinea ancora una volta come questo nuovo modello voglia svincolare la crescita economica dall'impiego delle materie prime, utilizzando piuttosto quanto già in circolazione all'interno del sistema. Si delinea quindi un modello economico che, idealmente, non ha bisogno di nuove risorse per funzionare.

Sulla distinzione tra consumatore ed utilizzatore, della quale si è riferito all'inizio di questa disamina, si segnala inoltre come questa sia promotrice di un nuovo paradigma di godimento dei beni. Il modello di economia circolare incoraggia le aziende a conservare la proprietà dei prodotti, stipulando piuttosto con i propri clienti un contratto basato sulla fornitura di servizi. Si tratta tuttavia di un cambiamento già in atto e questo fenomeno, definito *servitization*, ha portato le aziende a ridefinire la propria offerta. In tal modo il consumatore può usufruire di un bene esclusivamente quando ne ha bisogno. I benefici sono riconducibili al sostenimento di un costo inferiore, nonché alla mancata sottoutilizzazione che caratterizza numerosi prodotti. Il maggior sfruttamento del valore di un prodotto è perseguibile anche attraverso la *sharing economy*, nella quale le persone, in una relazione di tipo orizzontale, condividono beni mobile ed immobili. La condivisione è riportata anche in Figura 9, dove la Ellen MacArthur Foundation la accosta alle azioni che permettono un prolungamento del ciclo di vita di un prodotto.

I principi presentati in precedenza e il *Butterfly Diagram* ora analizzato offrono un'accurata descrizione del modello di economia circolare e permettono al contempo di individuare le fonti di creazione di valore insite nello stesso. A diversi prodotti e mercati di riferimento corrispondono differenti modelli circolari, che variano sotto un profilo economico e di attrattività. Queste peculiarità permettono

di identificare quattro diversi schemi di creazione di valore, accomunati, tuttavia, da due fondamenti: conservare il valore delle risorse convertendo i flussi di rifiuti in sottoprodotti e mantenere l'efficacia complessiva del sistema⁷⁷.

Figura 10 – Le fonti di creazione di valore nel modello circolare.



Fonte: Elaborazione personale a partire da ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2013)

Si analizza ora ognuna delle quattro fonti di creazione di valore nel modello circolare, riportate nella Figura 10.

IL CICLO DI VITA INTERNO (MODELLO A).

Il riutilizzo diretto di un prodotto permette di preservarne maggiormente il valore, nonché di evitare l'impiego di ulteriori materiali, energia e lavoro. Consente quindi di minimizzare l'impiego di materie prime lungo la catena del valore. Tanto più è stretto il cerchio, tanto maggiore sarà il risparmio legato ai costi operativi. La migliore delle ipotesi è quindi quella che prevede azioni di manutenzione e riparazione, per poi passare al riuso delle componenti e al riciclo dei materiali.

CICLI DI VITA PIÙ LUNGI O RIPETUTI (MODELLO B).

Il secondo modello di creazione di valore consiste nel prolungamento del ciclo di vita del prodotto, dei componenti e dei materiali. Ciò si ottiene massimizzando il numero di cicli consecutivi in cui un prodotto rientra oppure aumentando la durata dei singoli cicli. Ogni ciclo aggiuntivo, nonché la maggior durata di un singolo ciclo, contribuiscono ad evitare il consumo di materie prime, energia e lavoro necessari per la realizzazione di nuovi prodotti, componenti o materiali. Creare una maggior consapevolezza circa l'importanza del recupero e riciclaggio dei materiali

⁷⁷ ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2013) "Towards the Circular Economy Vol. 2: opportunities for the consumer goods sector"

permetterebbe di raggiungere un maggior tasso di ritenzione degli stessi all'interno dei cicli.

UTILIZZO A CASCATA (MODELLO C).

L'impiego di un modello a cascata permette di reintrodurre nei cicli produttivi prodotti, componenti o materiali precedentemente scartati e perciò considerati "sottoprodotti". In tal modo è possibile ridurre l'impiego di materie prime mediante la loro sostituzione con materiali di scarto. Un ulteriore vantaggio è rappresentato dal fatto che i costi marginali di riutilizzo in un modello a cascata sono inferiori al costo delle materie prime vergini.

INPUT E DESIGN PURI (MODELLO D).

Questo quarto ed ultimo modello di creazione del valore funge da leva per ampliare l'effetto dei primi tre. L'impiego di materie pure e non tossiche permette infatti di migliorare l'efficienza delle fasi di recupero e riutilizzo dei materiali, conservandone maggiormente la qualità. Ciò consente di estendere il ciclo di vita dei prodotti, aumentare il numero di cicli di riutilizzo e facilitare il riciclo dei materiali che li compongono. È dunque richiesta alle aziende produttrici un'attenzione particolare nelle fasi di design e scelta dei materiali: progettare un bene in modo tale che risulti facilmente scomponibile nelle materie prime che lo costituiscono permette di non sprecare il valore del prodotto.

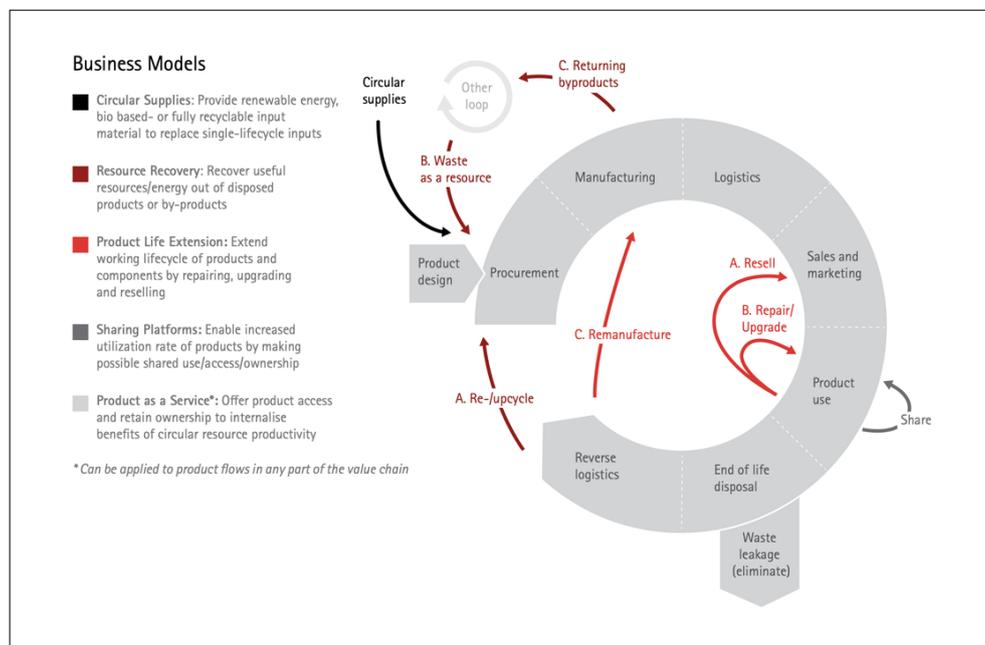
L'applicazione degli schemi ora analizzati permette di massimizzare l'efficienza produttiva di un'azienda, ridurre i costi operativi, minimizzare il consumo di materie prime ed eliminare il concetto di spreco. Si tratta di situazioni non esclusive, bensì complementari, la cui applicazione congiunta permetterebbe all'impresa di amplificarne gli effetti in termini di creazione di maggior valore e di minor impatto ambientale.

2.3.1 – I circular business model

Oggi giorno un numero sempre maggiore di imprese ha capito come non sia più possibile fare affidamento sul modello di economia lineare, focalizzato sulla generazione di profitti attraverso l'aumento dei volumi da un lato, e la riduzione dei costi dall'altro. Queste dovrebbero perciò muovere verso l'adozione di un modello di economia circolare, procedendo alla ridefinizione dei propri prodotti lungo

l'intera catena del valore. L'implementazione di una "strategia circolare", incentrata su un ricircolo efficiente dei materiali, potrebbe infatti essere fonte di un notevole vantaggio competitivo. Tuttavia, la maggior parte delle aziende non è in grado di cogliere le opportunità offerte dall'economia circolare, in quanto dispone di strutture e strategie profondamente radicate in un approccio di tipo lineare. Nonostante la consapevolezza della necessità di cambiamento, risulta complicato abbandonare un modello economico che, seppur ricco di sprechi, difetti e responsabile del depauperamento dell'ecosistema, ha garantito un periodo di benessere e crescita economica senza precedenti. L'adozione di un nuovo modello di business, di tipo circolare, presuppone, per le aziende, un allontanamento dal "business as usual", e la disponibilità ad abbracciare condizioni di fare impresa radicalmente diverse. A differenza di quanto avvenuto finora, non è più sufficiente un'evoluzione del business model, atta a limitare gli effetti negativi dell'attività economica. Ciò che si richiede oggi è una rivoluzione del modo in cui l'impresa crea profitto, vincolando la crescita economica alla generazione di esternalità positive.

Figura 11 – Cinque modelli di business circolari



Fonte: ACCENTURE (2014)

Nella Figura 11 è rappresentato un sistema di produzione circolare, all'interno del quale sono integrati i cinque business model (circolari) individuati da Accenture al

termine di uno studio⁷⁸ che ha coinvolto oltre un centinaio di aziende. Questi modelli trovano applicazione fin dalla fase di progettazione del prodotto, nella quale si può inserire il ricorso alla filiera circolare, e in quella di reperimento delle materie necessarie alla sua realizzazione, dove è possibile impiegare materiali di recupero o riciclati. Nelle fasi di distribuzione, vendita ed uso del prodotto è possibile porre in essere operazioni di riparazione, riuso o rigenerazione del prodotto così da allungarne il ciclo di vita, oppure abbandonare il paradigma di proprietà di un bene e cogliere i benefici della *sharing economy*. Nel momento in cui il prodotto giunge al termine della propria vita utile l'azienda potrà infine scegliere tra la rigenerazione dello stesso o il recupero dei materiali. Si procede ora all'analisi dei business model circolari e delle loro peculiarità.

LA FILIERA CIRCOLARE.

Questo modello richiede il coinvolgimento dei fornitori e dei partner con cui l'impresa interagisce nello svolgimento di tutte le attività lungo la *supply chain*. Un'attenzione particolare è rivolta alle fasi iniziali, ovvero quelle di selezione e reperimento delle materie prime da impiegare nei processi produttivi. In un modello di filiera circolare le imprese utilizzano energia proveniente da fonti rinnovabili e materiali non tossici, riutilizzabili, riciclabili o biodegradabili. Il passaggio dalle materie prime vergini, scarse, soggette a incertezza nella fornitura e alla volatilità dei prezzi, permette alle aziende di limitare costi e rischi. Al contempo, si riducono fortemente scarti e sprechi, eliminando le inefficienze del modello lineare. Il modello di filiera circolare comporta vantaggi non solo per le aziende produttrici, ma per tutte quelle coinvolte nella catena di fornitura, grazie al vantaggio competitivo offerto dagli input circolari. Si instaura così un circolo virtuoso che porta ad un crescente impiego di materiali puri e riutilizzabili, incentivando l'adozione di pratiche circolari, di cui beneficiano anche i consumatori, grazie alla progressiva riduzione dei prezzi e dell'impiego di sostanze nocive o inquinanti. Infatti, l'impiego di materiali tossici, seppur nell'ottica della realizzazione di un prodotto più affidabile, duraturo e riutilizzabile, non rappresenterebbe comunque un processo completamente circolare. Lo sviluppo e la diffusione di una filiera sì delineata potrebbero essere incoraggiati anche da

⁷⁸ ACCENTURE (2014) "Circular Advantage: Innovative Business Models and Technologies to Create Value in a World without Limits to Growth"

eventuali normative o sussidi. Restano tuttavia numerosi fattori che rallentano ed ostacolano l'adozione di una catena di fornitura circolare. I principali sono rappresentati dagli elevati tempi di implementazione, gli ingenti investimenti in ricerca e sviluppo inizialmente richiesti e la ridefinizione della fase di progettazione del prodotto, che deve risultare completamente circolare per tutto il suo ciclo di vita. La maggior parte dei beni sono infatti realizzati in un'ottica lineare ed è ora necessario adottare un paradigma differente, che punti alla realizzazione di prodotto "*made to be made again*".

IL RECUPERO DELLE RISORSE.

Il modello di recupero delle risorse pone rimedio al contempo a più problemi. Il primo è relativo all'accelerazione nel consumo delle risorse che si è verificata a livello globale, rendendole sempre più scarse e costose. Una seconda problematica attiene invece alla generazione di rifiuti, che oltre a rappresentare un'inefficienza da punto di vista dello sfruttamento del valore delle materie prime ed un crescente pericolo per l'ecosistema, rappresenta altresì un onere per le aziende, che si devono adoperare per il loro smaltimento. L'obiettivo del modello di business del recupero delle risorse è quello di cogliere appieno il valore insito nei materiali utilizzati attraverso processi di riuso oppure riciclaggio. In quest'ultimo caso vi è una predilezione per le operazioni di upcycling, che consentono non solo di riciclare un prodotto, bensì di ottenerne uno di valore maggiore. Per facilitare questi processi è necessario intervenire fin dalla fase di progettazione di un bene, rendendolo più facile da disassemblare e prediligendo l'impiego di materie pure, così da evitare complicazioni in fase di riciclaggio. Un ulteriore sforzo richiesto alle imprese produttrici è quello di creare un *supply chain* di ritorno, in modo da far rientrare nei propri processi circolari quei beni che hanno raggiunto il termine della propria vita utile o che comunque sono stati dismessi dai consumatori. Oggigiorno, numerose aziende stanno riorganizzando i propri processi produttivi ponendo l'attenzione sulla valorizzazione di rifiuti e scarti, in modo da trasformarli in nuove materie prime. I rifiuti, finora considerati un problema dalle aziende, rappresentano quindi un'opportunità, una risorsa, nonché possibili nuovi flussi di entrate. Il modello di recupero delle risorse, abbracciando gli obiettivi di economia circolare, mira inoltre all'eliminazione del concetto di spreco. Le aziende capaci di implementare questo modello di business, eventualmente con l'adozione di una catena di fornitura di

ritorno, potranno giovare di diversi benefici riconducibili all'assenza di sprechi, alla minor dipendenza dalle materie prime vergini e alla fidelizzazione dei consumatori.

L'ESTENSIONE DELLA VITA DEL PRODOTTO.

Negli ultimi decenni la durata della vita utile dei prodotti ha osservato una costante riduzione, dovuta a diversi fattori. Da un lato vi è stato un tendenziale calo nella qualità dei materiali costruttivi, che ha portato a più facili e frequenti rotture, dall'altro si sono verificati fenomeni di obsolescenza (talvolta programmata) sempre più frequenti. Resta il fatto che, al giorno d'oggi, gran parte dei prodotti che vengono dismessi sono ancora funzionanti o riutilizzabili, ma vengono comunque conferiti in discarica. Tutto ciò ha provocato, e provoca tutt'ora, due principali conseguenze negative: la crescente scarsità di alcune risorse naturali e l'inquinamento ambientale dovuto all'accumulo di rifiuti difficilmente smaltibili. Lo scenario sarebbe nettamente diverso qualora le aziende produttrici cercassero di massimizzare la vita utile dei beni e i consumatori ne sfruttassero a pieno il valore. Il modello di business basato sull'estensione della vita utile del prodotto cerca di ritardare il più possibile il momento della sua dismissione, mantenendolo in uso finché risulta tecnicamente ed economicamente conveniente. Per far ciò vengono poste in essere alcune delle azioni descritte analizzando i cicli tecnici all'interno del *Butterfly Diagram*, quali manutenzione, riparazione, rinnovamento e rigenerazione. Queste operazioni permettono di conservare, se non addirittura incrementare, il valore di un oggetto che diverrebbe altrimenti rifiuto. Inoltre, possono rivelarsi fonte di entrate per le imprese produttrici, che avrebbero così modo di guadagnare dalla fornitura di un servizio, e non solo dalla vendita di un prodotto. Questo modello si presta, in particolar modo, ai mercati B2B, ma anche ai mercati B2C nei quali la compravendita di prodotti usati è divenuta ormai comune. Inoltre, il focus dei produttori sull'estensione della vita utile, potrebbe favorire lo sviluppo di nuove conoscenze e tecniche da applicare in fase di progettazione, così da rendere i prodotti più resistenti, e favorendo altresì le fasi di riparazione e riciclaggio. Anche questo business model presenta tuttavia alcune possibili barriere alla sua implementazione. La più significativa è rappresentata dal rischio che le aziende, vista la maggiore longevità del prodotto, ne aumentino il prezzo per far fronte al calo delle vendite. Ciò potrebbe destare il malcontento nei clienti e, per evitare questa eventualità, l'azienda avrebbe dunque convenienza a rivedere il proprio modello di

ricavi, creando un nuovo mercato per la fornitura di aggiornamenti, parti di ricambio, interventi di manutenzione programmata od accessori. Occorre inoltre riconoscere come questo modello favorisca l'instaurarsi di una relazione maggiormente stabile e longeva con il consumatore, che generalmente apprezza gli sforzi delle case produttrici per migliorare le funzionalità e la qualità di un bene.

LE PIATTAFORME DI CONDIVISIONE.

Il processo di digitalizzazione e la diffusione delle tecnologie basate sull'uso di internet hanno portato alla nascita di numerose piattaforme di condivisione. Negli ultimi anni si è infatti assistito all'esplosione della *sharing economy*, un modello economico basato sullo scambio e sulla condivisione di beni, servizi o conoscenze. Ciò ha generato un cambiamento nel modo in cui i consumatori soddisfano le proprie esigenze e richiede, di conseguenza, una trasformazione del business model delle imprese. Un modello basato sulle piattaforme di condivisione rivoluziona infatti il concetto di godimento di un bene, storicamente legato al paradigma di proprietà dello stesso. Le piattaforme di condivisione sono il risultato di una specifica esigenza del mercato. Vi sono infatti dei soggetti, sia privati sia aziende, che necessitano di un prodotto, ma solamente in via occasionale oppure non sono disposti a sopportarne l'acquisto. Al contempo, vi sono altri individui che acquistano un bene, ma poi lo utilizzano raramente. Questo prodotto viene quindi sottoutilizzato, con conseguente spreco di valore. Attraverso le piattaforme di condivisione i soggetti che hanno disponibilità di un bene, ma non ne necessitano, possono offrirlo in godimento a terzi in cambio di un corrispettivo. I benefici di questo modello sono riconducibili, in primis, ad una maggior flessibilità e disponibilità, con i clienti che possono accedere ai prodotti in vari luoghi e solamente quando ne hanno bisogno. Vi è inoltre un maggior sfruttamento dei beni ed un contenuto impiego di risorse ed energia, frutto della minor richiesta di nuovi prodotti. Maggiore è il bacino di utenti coinvolti, migliori saranno i risultati che questo modello di business permetterà di raggiungere. Esso richiede però la presenza di un rapporto di fiducia tra il proprietario e l'utilizzatore del prodotto, senza il quale la relazione non potrebbe aver luogo.

IL PRODOTTO COME SERVIZIO

Il quinto ed ultimo modello di business si basa sulla considerazione del prodotto come servizio: la proprietà del prodotto rimane in capo all'azienda, che lo cede in godimento al consumatore. Il produttore, storicamente orientato a massimizzare le vendite, assume ora il ruolo di fornitore di servizi in risposta alle esigenze del cliente. Questo modello di business, infatti, non è nato in un'ottica di circolarità delle risorse e riduzione degli sprechi, bensì con l'obiettivo di migliorare la fidelizzazione del consumatore. Permette infatti una più stretta relazione fornitore-cliente, della quale beneficiano entrambi i soggetti: il primo è in grado di cogliere e soddisfare tempestivamente le esigenze del consumatore, con un conseguente aumento dei profitti; il secondo gode invece dell'accesso a prodotti di qualità, modellati sulle proprie necessità, e ad un prezzo contenuto. Questo modello comporta un cambiamento anche per quanto riguarda i flussi di liquidità, rappresentati non più dal costo di acquisto (o dal ricavo della vendita), quanto da un importo corrisposto periodicamente, portando all'esigenza, per le imprese, di elaborare un nuovo modello di ricavi. Oltre ai già citati vantaggi per produttori e consumatori, questo modello permette di conseguire anche dei benefici di tipo ambientale e sociale: mantenendo la proprietà del prodotto, l'azienda stessa sarà incentivata ad estenderne il ciclo di vita, in modo da massimizzarne la redditività. Si assisterà perciò ad azioni di riparazione e riuso, fino al recupero dei componenti, permettendo così di ridurre l'impiego di materie prime ed energia, oltre alla generazione di rifiuti.

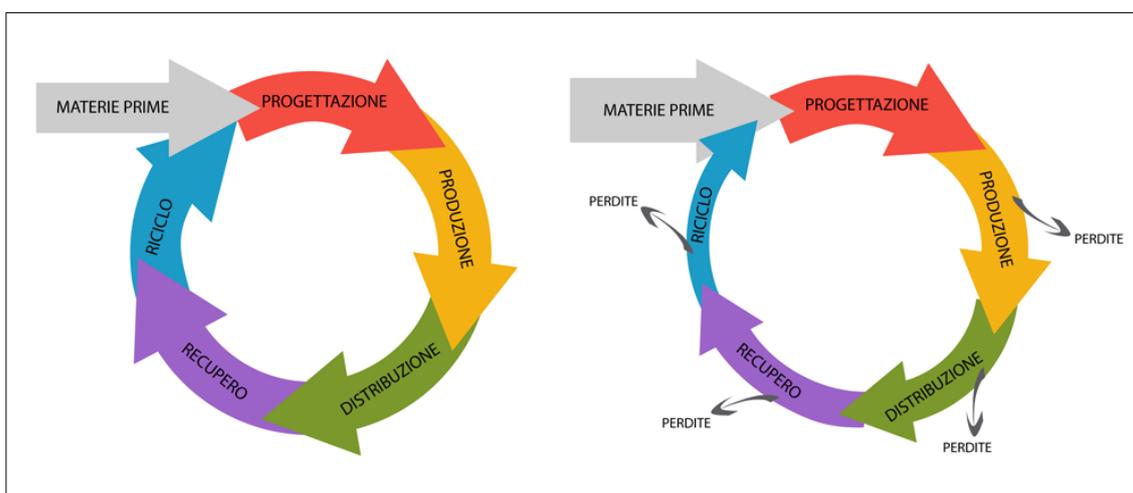
Ognuno dei modelli di business appena analizzati ha le proprie caratteristiche distintive. Questi possono trovare applicazione singolarmente, oppure essere utilizzati in combinazione tra loro così da massimizzarne i benefici, principalmente riconducibili a: aumento della produttività delle risorse, della differenziazione e del valore per il cliente, riduzione dei costi di gestione e proprietà, generazione di nuovi ricavi e riduzione dei rischi⁷⁹.

⁷⁹ ACCENTURE (2014)

2.3.2 – Criticità e punti deboli del modello di economia circolare

Nel corso del presente capitolo si è fornita una rappresentazione del modello di economia circolare, analizzandone principi, caratteristiche, fonti di creazione del valore e business model ad esso collegati. Tuttavia, quanto finora descritto dovrebbe essere considerato come un “modello ideale” di economia circolare, in quanto non riflette la realtà odierna del sistema produttivo, di consumo, di recupero e valorizzazione degli scarti. Infatti, si registrano ancora quantitativi di rifiuti e scarti non trascurabili, soprattutto se considerati in relazione all’ammontare totale delle materie impiegate. Il tanto bramato “closing the loop” resta dunque una prospettiva ancora lontana, seppur non manchino iniziative e sforzi per il raggiungimento di una reale circolarità delle risorse. Le già eccessive quantità di materie prime vergini introdotte nei processi produttivi lasciano segnare, da diversi anni, un trend di forte crescita. Sul fronte del recupero delle risorse è invece evidente come le attuali capacità siano alquanto limitate e, purtroppo, insufficienti. Nella Figura 8 è rappresentato il modello di economia circolare ideale, seguito da quello reale. Si nota come, nel secondo caso, il flusso di materie prime sia maggiore e come, nel susseguirsi dei processi di produzione e consumo, si verifichi un progressivo assottigliamento del valore trasmesso all’interno del percorso circolare, dovuto alle numerose perdite.

Figura 12 – Modello ideale e reale di economia circolare



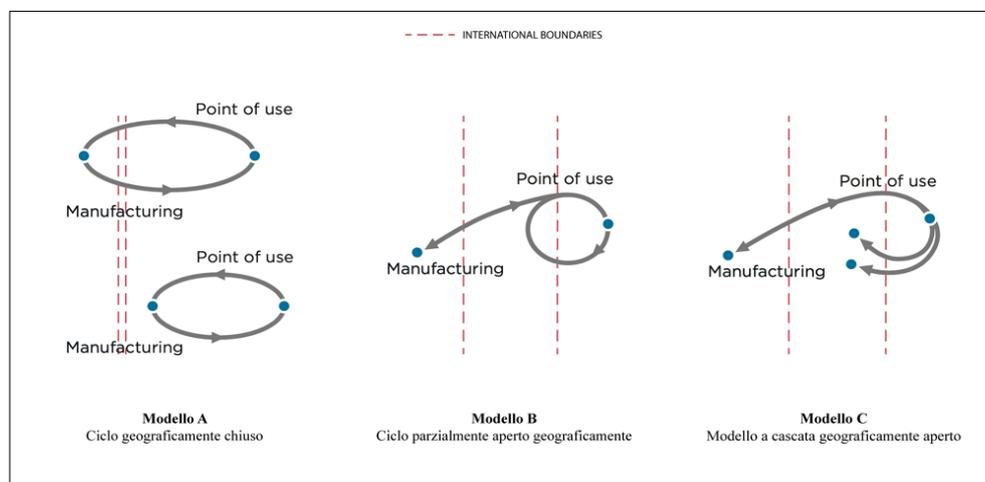
Fonte: ELABORAZIONE PERSONALE

Per far fronte a queste problematiche è necessario raggiungere due obiettivi (in realtà uno, quello più ambizioso, comprende l'altro). Lo scopo di più facile realizzazione prevede la riduzione del numero e della portata delle perdite cui si assiste in ogni fase del sistema di produzione e consumo. Queste rappresentano i punti, all'interno del percorso circolare, in cui si verifica una fuoriuscita dal sistema di produzione e consumo di materie ancora utilizzabili e dalle quali è quindi ancora possibile ricavare del valore. In questi casi non si assiste dunque alla chiusura del ciclo attraverso attività di riuso, recupero o riciclaggio. Il secondo obiettivo prevede, invece, non solo la completa eliminazione, ma anche la prevenzione di queste perdite di materie (e valore). Le misure preventive potrebbero comprendere, per esempio, disposizioni atte a controllare e limitare il flusso di materie prime introdotte nei sistemi produttivi, così da incoraggiare l'impiego di materiali riciclati e favorire una maggior efficienza nelle fasi di recupero. Ciò porterebbe alla realizzazione di modelli maggiormente efficienti, nonché ad una maggior percezione e consapevolezza delle problematiche attinenti alla scarsità delle risorse. Le perdite di cui si è detto poc'anzi sono riconducibili a diverse cause, che variano per la natura degli attori coinvolti e la fase del modello di produzione e consumo in cui si verificano. Si citano, a titolo esemplificativo, asimmetrie informative, abitudini e procedimenti standard (sia nelle fasi di produzione che in quelle di consumo), barriere di mercato (in primis, distorsioni del prezzo dei prodotti) e limiti infrastrutturali (che spesso rendono difficoltose le operazioni di recupero di prodotti e materiali usati).

Un secondo evidente punto debole del modello di economia circolare è legato al tema della globalizzazione e, in particolar modo, alla distanza geografica che caratterizza diverse fasi nei processi di produzione, consumo, recupero e valorizzazione. Negli anni passati un elevato numero di aziende ha trasferito i propri processi produttivi, od alcune loro fasi, in aree geografiche capaci di fornire loro un vantaggio competitivo, generalmente rappresentato dai minori costi della manodopera e, talvolta, di approvvigionamento. Il desiderio di minimizzazione dei costi ha spinto dunque le imprese ad abbracciare il fenomeno della delocalizzazione e, di conseguenza, ad attuare una frammentazione del processo produttivo. Quest'ultimo effetto rappresenta però un ostacolo per l'implementazione di tutti quei modelli economici che necessitano di una certa vicinanza fisica tra gli attori

coinvolti e tra i vari processi produttivi. L'economia circolare rientra tra questi: la distanza geografica rende infatti difficile, e in alcuni casi impossibile, raggiungere la chiusura dei cicli. Lo spostamento della produzione dai Paesi industrializzati alle economie emergenti ha dato forma a filiere sempre più complesse e fragili. La dispersione geografica è uno dei punti di perdita più frequentemente riscontrati e uno dei più difficili da superare⁸⁰. L'analisi di questa problematica e di come la stessa impatti sull'implementazione del modello di economia circolare, ha portato la Ellen MacArthur Foundation ad individuare tre archetipi, tre configurazioni di *supply chain* caratterizzate da diversi gradi di circolarità⁸¹.

Figura 13 – Archetipi di *supply chain*



Fonte: ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2014)

CICLO GEOGRAFICAMENTE CHIUSO (MODELLO A)

In questa prima configurazione, i prodotti o componenti in disuso vengono raccolti e fanno ritorno agli impianti produttivi, dove sono utilizzati nella produzione degli stessi prodotti o di beni simili, in gran parte a livello di materiale riciclato. La restituzione di ingenti quantità di materiali di recupero permette di ridurre il fabbisogno di materie prime vergini e componenti. Questo archetipo presenta diverse varianti, che differiscono per la distanza tra il luogo di produzione e di utilizzo del bene. Qualora le due sedi si trovino in Paesi diversi si avrà un ciclo globale: la riduzione dei costi di trasporto, anche per le tratte internazionali, ha reso

⁸⁰ ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2014) "Towards the Circular Economy Vol. 3: Accelerating the scale-up across global supply chains"

⁸¹ ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2014)

i cicli globali chiusi maggiormente frequenti. Fino a qualche anno addietro rappresentavano una rarità ed erano posti in essere solamente per il recupero di beni dal valore elevato. La loro implementazione dovrebbe continuare a prendere piede nei prossimi decenni, complici l'aumento del costo delle materie prime e una maggior efficienza nella gestione della logistica internazionale. Nel caso in cui un prodotto sia invece realizzato ed utilizzato nello stesso Paese si parlerà di un ciclo regionale o locale, a seconda della distanza tra le due sedi. Questi rappresentano l'ipotesi più attraente, in quanto la vicinanza tra i punti di produzione, utilizzo, recupero e riciclo permette di godere di costi di trasporto esigui ed evitare eventuali complicazioni legate all'attraversamento dei confini internazionali. Nella Figura 13, modello A, il ciclo globale è rappresentato nella parte superiore dell'immagine, mentre quello locale nella parte inferiore.

CICLO PARZIALMENTE APERTO GEOGRAFICAMENTE (MODELLO B)

Questo secondo archetipo rappresenta una soluzione ibrida: la parte iniziale della catena di approvvigionamento adotta un modello lineare, cui fa seguito un circuito chiuso a livello regionale o locale. Prodotti e componenti dismessi non fanno quindi ritorno presso gli stabilimenti di produzione, ma sono soggetti ad operazioni di manutenzione, riparazione, riuso e rigenerazione all'interno del Paese di utilizzo. Questa configurazione di *supply chain* permette quindi di estendere la vita utile di un prodotto a livello locale, ma i beni sono fabbricati attraverso reti di fornitura globali. I vantaggi di questo archetipo, in un'ottica di circolarità, sono rappresentati dall'uso prolungato e ripetuto di prodotti e componenti, nonché dal minor impiego di materie prime vergini frutto della minor domanda di nuovi prodotti.

MODELLO A CASCATA GEOGRAFICAMENTE APERTO (MODELLO C)

La prima peculiarità di questo archetipo è la perdita della denominazione di "ciclo". Si tratta infatti di un modello aperto, una situazione limite tra l'economia lineare e quella circolare. In questa configurazione lo stabilimento produttivo si trova in un Paese diverso rispetto a quello in cui il prodotto verrà utilizzato. Quest'ultimo, una volta dismesso, gode di una seconda vita grazie alle operazioni di riuso, riparazione o rigenerazione, ma in un Paese terzo, diverso sia da quello che produzione che da quello di utilizzo. In tal modo si assiste ad un'estensione del ciclo di vita del prodotto, ma al contempo si abbandona il modello circolare: i Paesi che acquistano i beni usati

attraverso questo meccanismo a cascata costituiscono mercati secondari, nei quali non sono ancora presenti logiche di recupero e riciclo dei materiali, né tantomeno strutture ed infrastrutture necessarie a queste operazioni.

Il primo archetipo, il ciclo geograficamente chiuso, è il più vicino al modello di economia circolare; restano tuttavia le complessità legate al trasporto dei materiali (talvolta su scala internazionale). La distanza geografica tra i vari stabilimenti rappresenta perciò una criticità e, se da un lato il modello permette di ridurre l'impiego di materie prime e riciclare i prodotti usati, dall'altro è responsabile delle emissioni causate dal trasporto degli stessi. La seconda configurazione, seppur parzialmente lineare, permette di limitare l'inquinamento legato alle fasi di recupero e riciclaggio, in quanto queste si svolgono nello stesso Paese in cui il prodotto viene utilizzato. Per queste ragioni, e per la minor complessità, rappresenta, probabilmente, l'approccio di più facile implementazione. Il terzo archetipo resta il meno efficiente e, come si è fatto notare in precedenza, il più vicino ad un modello di economia lineare.

La terza causa di perdite all'interno di un modello circolare è rappresentata dalla crescente quantità e complessità dei materiali comunemente impiegati a livello produttivo. Negli ultimi decenni le imprese produttrici hanno ampliato lo spettro delle possibili soluzioni adottabili, in particolare nel mondo della plastica: il numero dei polimeri è cresciuto in maniera esponenziale, principalmente a causa di nuove combinazioni tra i monomeri esistenti. L'aggiunta degli additivi ha poi accelerato ulteriormente questo processo. La varietà e complessità dei materiali a disposizione permette alle imprese di disporre sempre della soluzione ideale, ma al contempo rappresenta un grave ostacolo per l'implementazione del modello di economia circolare. Inoltre, sebbene moderni metodi e strumentazioni permettano di dar vita a questi prodotti, mancano, attualmente, le capacità per identificare e separare i materiali che li compongono senza alterarne la qualità e la purezza. Ciò impatta in maniera rilevante sulla capacità di porre in essere pratiche di recupero e riciclo. Le maggiori fragilità riguardano:

- la separazione di prodotti e materiali. Come accennato, la separazione dei diversi materiali impiegati rappresenta una delle maggiori problematiche e numerosi prodotti di consumo contengono componenti integrati. Talvolta,

l'applicazione di processi chimico-fisici per la separazione dei materiali non risulta economicamente conveniente, oppure risulta eccessivamente lesiva delle qualità delle materie recuperate;

- la purezza e la qualità dei materiali. Dopo numerosi cicli di utilizzo diventa sempre più difficile ottenere un materiale dalla purezza e qualità pari alla materia prima vergine, anche a causa delle contaminazioni subite a causa degli additivi;
- l'identificazione dei materiali. A differenza di quanto avviene per i metalli, i polimeri presentano numerose difficoltà non solo in fase di riciclaggio, ma anche per la mera identificazione. Ciò è dovuto al fatto che essi non presentino proprietà fisiche distintive e le loro peculiarità siano evidenti solamente a livello molecolare, con un conseguente aumento dei costi;
- l'affidabilità della fornitura e la sua portata. L'elevata aleatorietà che caratterizza volume e composizione dei flussi di materiali di recupero rende questa attività, nonché il successivo riciclaggio, inefficienti e, talvolta, economicamente non convenienti.

Accanto ai punti di debolezza ora analizzati si collocano anche alcune barriere, che impediscono una piena adozione del modello di economia circolare. Queste sono rappresentate: da incentivi non adeguati, che si traducono spesso nell'impossibilità di coinvolgere l'intera catena del valore; dalla scarsa sensibilità e conoscenza, da parte del consumatore, dei temi di sostenibilità e circolarità delle risorse; dalla resistenza al cambiamento da parte delle aziende, restie a rivedere i propri modelli di business in un'ottica circolare e a dar vita ad una catena di fornitura inversa per il recupero dei prodotti dismessi. Ulteriori ostacoli sono poi legati alla distribuzione del valore lungo la *supply chain* o attraverso le diverse aree geografiche coinvolte.

2.3.3 – La necessità di un agire comune

Nel corso di questo capitolo si è detto più volte come l'economia lineare rappresenti oramai un modello superato, non più sostenibile, e come vi sia perciò necessità di adottare al più presto un nuovo modello economico di riferimento, ovvero quello circolare. Questo cambiamento potrebbe risultare di più facile accettazione ed implementazione adottando una prospettiva differente: la transizione verso

l'economia circolare non è solo una necessità, è anche un'opportunità. Vi è infatti l'occasione di ripensare gli attuali schemi di produzione e consumo, di definirne di nuovi, progettare un sistema capace non solo di eliminare il rifiuto, ma anche di trasformarlo in risorsa, e di portare ingenti benefici a tutti gli attori, economici e non. Tra i benefici, ve ne sono di carattere ambientale e sociale, come la salvaguardia dell'ecosistema e dei servizi che questo offre, la minor pressione sulle scorte di risorse naturali, il minor consumo di suolo e la maggior salubrità di aria ed acqua. Per quanto concerne i benefici di tipo economico, l'adozione del modello di economia circolare stimola la creatività del sistema imprenditoriale, favorendo l'innovazione e gli investimenti in ricerca e sviluppo. Il recupero e riciclaggio dei materiali di scarto e il loro successivo impiego nei processi produttivi consente inoltre una minor dipendenza dalle materie prime, soprattutto per quei Paesi che ne dispongono in minor misura⁸². Ciò implica un'inferiore vulnerabilità alla volatilità dei prezzi, una maggior efficienza delle attività produttive e un rafforzamento della competitività. Infine, la richiesta di professionisti con competenze nuove e specifiche porta alla creazione di nuovi posti di lavoro, favorendo così la lotta alla disoccupazione ed alimentando ulteriormente l'economia. Si tratta quindi di un'opportunità unica che, a livello globale, si stima possa valere trilioni di dollari⁸³. Il modello di economia circolare offre quindi molteplici occasioni per un maggior sviluppo economico a livello mondiale. Si tratta spesso di situazioni *win-win*, anche se non si possono escludere a priori alcuni svantaggi per i soggetti che resteranno ancorati al modello lineare. Nonostante gli evidenti benefici, l'economia circolare rappresenta ancora un concetto astratto e lontano per un gran numero di persone. Vi è una crescente attenzione ai temi di sostenibilità, ecologia, riduzione dei consumi, ma manca una piena consapevolezza del cambiamento da porre in essere per garantire crescita e benessere sostenibili nel lungo periodo⁸⁴. Per far sì che un'economia basata sul modello circolare diventi realtà, è dunque necessario sviluppare una conoscenza diffusa, in quanto una tale transizione richiede un'azione concertata da parte di tutti gli *stakeholders*. Le sfide economiche da affrontare, a

⁸² MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE, MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO (2017) "Towards a Model of Circular Economy for Italy: Overview and Strategic Framework"

⁸³ ACCENTURE (2014)

⁸⁴ AGENZIA EUROPEA DELL'AMBIENTE, <https://www.eea.europa.eu/it/articles/l2019economia-circolare-in-europa-tutti>

partire dall'eliminazione delle perdite nel sistema di produzione e consumo, non sono insormontabili, ma richiedono una certa cooperazione, un approccio sistemico, un agire comune. Di seguito, si cerca di delineare come ogni soggetto, dalle imprese ai consumatori, dal mondo accademico a quello politico, possa fare la propria parte per favorire l'implementazione del modello di economia circolare.

Le istituzioni internazionali dovrebbero indicare la via da seguire ai singoli Stati attraverso la definizione degli standard, nonché incoraggiando e coordinando la transizione verso l'economia circolare. In particolare, dovrebbero:

- includere sempre i temi di sostenibilità e di economia circolare nell'agenda internazionale;
- consentire e favorire il commercio di prodotti e materiali riciclati, attraverso la definizione di standard internazionali in materia di riciclabilità, riparabilità, ecodesign, impiego di prodotti chimici. In tal modo verrebbero meno le barriere che attualmente ostacolano il commercio di materie prime secondarie e prodotti rigenerati;
- coordinare le politiche d'azione contro il cambiamento climatico, così da favorire il raggiungimento degli SDGs e una maggior prosperità economica;
- stimolare la crescita sostenibile attraverso l'uso di politiche finanziarie a sostegno dell'economia circolare;
- incoraggiare e supportare la cooperazione internazionale.

Il principale compito dei decisori politici è quello di incentivare e coordinare l'adozione del modello di economia circolare. Dovrebbero quindi:

- favorire la scalabilità di nuove soluzioni circolari e gli investimenti nell'economia circolare, anche attraverso finanziamenti diretti;
- pianificare una ristrutturazione delle infrastrutture, prendendo in considerazione l'efficienza energetica, i livelli di emissioni, l'impiego di prodotti modulari e facilmente riparabili, l'uso di materiali riciclati;
- utilizzare le leve fiscali per incentivare aziende e consumatori ad adottare pratiche circolari.

Le aziende dovrebbero investire in ricerca e sviluppo, favorire l'innovazione e cogliere le opportunità offerte dall'economia circolare attraverso:

- l'integrazione dell'economia circolare nei propri modelli di business;
- la sperimentazione di nuove soluzioni di business circolari, così da ampliare i benefici di questo modello per le imprese, la società e l'ambiente;
- la promozione di campagne informative, atte a rendere i consumatori maggiormente consapevoli dei benefici dell'economia circolare. Ciò può anche portare ad una maggior fiducia nei confronti delle materie prime secondarie e dei prodotti rigenerati, nonché favorire l'adozione di pratiche circolari tra i consumatori. Le aziende, in tal modo, permetteranno ai consumatori di conoscere meglio i propri prodotti, instaurando così con i clienti una relazione trasparente, di fiducia, dalla quale discenderanno anche benefici economici.

Il mondo accademico dovrebbe ricercare, dimostrare e diffondere i benefici e le opportunità di crescita offerte dall'economia circolare, integrandone i principi nei propri insegnamenti e supportando la formazione di futuri leader dalla "mentalità circolare". Dovrebbe inoltre:

- favorire la ricerca sull'economia circolare, così da ampliare le conoscenze sull'argomento e stimolare i processi di cambiamento;
- incoraggiare l'innovazione da parte degli studenti e guidare la transizione nelle comunità locali;
- applicare i principi di economia circolare nella gestione delle proprie attività e proprietà, fungendo così da esempio per gli studenti e la comunità stessa⁸⁵.

Infine, i consumatori. Questi, attraverso le proprie scelte, possono favorire od ostacolare in maniera significativa l'adozione del modello di economia circolare. Il loro ruolo è quindi quello di scegliere correttamente, con consapevolezza, nonché di provare a ridurre i propri consumi attraverso operazioni di riuso e riparazione dei prodotti, favorire il recupero di beni e materiali destinati al riciclo, e utilizzare energia da fonti rinnovabili. Essi possono giocare un ruolo cruciale se sono in grado di discriminare tra prodotti e servizi simili, privilegiando quelli di maggior qualità o

⁸⁵ ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2019) "Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change"

dal minore impatto sull'ambiente. Ad ostacolare scelte maggiormente accorte in un'ottica di sostenibilità vi è tuttavia il fattore prezzo, che continua a giocare un ruolo molto importante, tant'è che anche i consumatori maggiormente "*green*" sono talvolta costretti a scegliere prodotti differenti da quelli desiderati.

Il cambiamento dei modelli di produzione e consumo rappresenta un potente volano per l'adozione dell'economia circolare, ma per essere innescato necessita di una spinta ulteriore rispetto a quella dei consumatori. Il contributo delle aziende risulta infatti fondamentale per la promozione del modello circolare e, al contempo, governi ed istituzioni internazionali rivestono un ruolo cruciale nel promuoverne l'adozione. Spetta infatti agli organi politici il compito di plasmare le condizioni di mercato nazionale ed internazionale, creando i presupposti per il cambiamento. Solo così gli sforzi posti in essere in un'ottica di sostenibilità e circolarità potranno portare ad una trasformazione radicale, e non più a limitati e sporadici miglioramenti.

2.4 – Il Piano d’azione europeo

Nel dicembre 2015 la Commissione Europea ha approvato una Comunicazione, dal titolo “L’anello mancante – Piano d’azione dell’Unione europea per l’economia circolare”. La Comunicazione è stata proposta come architrave per uno sviluppo economico sostenibile, caratterizzato da minori emissioni e da un più efficiente impiego delle risorse⁸⁶. Con questo documento l’Unione ha avviato la transizione verso l’economia circolare del più grande mercato unico al mondo⁸⁷.

Come riportato nella Comunicazione, il Piano è incentrato su misure disposte ed attuate a livello di Unione, ma queste richiedono un impegno comune, anche a livello nazionale, regionale e locale. Al contempo, si sottolinea la volontà dell’Unione di rappresentare una guida per le altre nazioni, così da far assumere all’economia circolare una portata mondiale. Si ritiene infatti che, qualora quest’ultimo obiettivo non dovesse essere raggiunto, gli sforzi posti in essere nell’Unione sarebbero pressoché inutili. Il Piano serve inoltre per raggiungere gli SDGs previsti dall’Agenda 2030 delle Nazioni Unite, in particolare l’Obiettivo numero 12, volto a garantire modelli di produzione e consumo sostenibili.

Le macro-direttrici previste nel Piano d’azione sono:

- produzione. Particolare enfasi è posta sulla fase di progettazione, che rappresenta il punto d’inizio dell’economia circolare. La Commissione promuove perciò una progettazione ecocompatibile che consenta una maggior durabilità dei prodotti, nonché un maggior grado di riparabilità e riciclabilità. Si prevedono specifiche obbligatorie di progettazione atte a favorire il risparmio di risorse, il cui approvvigionamento dovrà essere sostenibile, e la riduzione dei costi di fine vita;
- consumo. La Commissione invita gli Stati membri ad avvalersi di strumenti economici per far sì che i prezzi di vendita rispecchino i costi a carico dell’ambiente. La stessa lavora inoltre alla maggior attendibilità delle etichette verdi e promuove la progettazione ecocompatibile e le attività di riuso e riparazione per prolungare la vita utile dei prodotti. In un’ottica di

⁸⁶ MURATORI, A. (2018) "Al rush finale il pacchetto di direttive per gestire i rifiuti secondo l’Economia Circolare", *Ambiente e sviluppo*, 3, pp. 141-146

⁸⁷ ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2020) "The EU's Circular Economy Action Plan" [A]

protezione del consumatore, nonché di riduzione dei rifiuti e circolarità delle risorse, la Commissione intende combattere l'obsolescenza programmata attraverso una serie di test indipendenti;

- gestione rifiuti. La Commissione riconosce l'importanza strategica della gestione dei rifiuti per l'implementazione dell'economia circolare. Le azioni di conferimento devono rappresentare solamente l'ultima ipotesi, ed essere precedute da attività di prevenzione, riutilizzo, riciclaggio e recupero di energia. Si pongono obiettivi di riciclaggio a lungo termine e si sottolinea l'importanza delle attività di raccolta e cernita dei rifiuti. La Commissione intende intensificare la collaborazione all'interno dell'Unione così da promuovere la riduzione e la miglior gestione dei rifiuti;
- da rifiuti a risorse: stimolare il mercato delle materie prime secondarie e il riutilizzo dell'acqua. La Commissione incoraggia all'adozione di disposizioni che permettano di rendere le materie prime secondarie equiparate a quelle vergini, rimuovendo gli ostacoli alla loro circolazione. Si riconosce la necessità di far venir meno l'incertezza circa la qualità delle materie prime secondarie, obiettivo raggiungibile mediante l'introduzione di norme comuni. Al contempo sono necessarie misure per il riutilizzo dell'acqua e dei materiali organici, per un minor impiego di risorse chimiche e per la loro tracciabilità;
- settori prioritari. La Commissione riconosce la presenza di materiali o prodotti che abbisognano di strategie mirate e specifiche per la loro gestione ottimale all'interno dell'economia circolare. Questi comprendono:
 - plastica, per la quale è fondamentale porre ambiziosi obiettivi di recupero e riciclaggio in tutte le fasi della catena del valore, riducendo l'impiego di sostanze chimiche e i rifiuti marini;
 - rifiuti alimentari, che comportano ingenti perdite di valore lungo tutta la filiera, nonché perdite finanziarie. Si ritengono necessari interventi di sensibilizzazione e di revisione dei termini di conservazione;
 - materie prime essenziali, delle quali occorre incoraggiare il recupero e riciclaggio alla luce dei rischi di interruzione del loro

- approvvigionamento e dei danni che la loro estrazione causa all'ambiente;
- rifiuti da costruzione e demolizione, soggetti a scarsi tassi di riutilizzo nonostante rappresentino il 35% dei rifiuti speciali generati all'interno dell'Unione. Sono pertanto incoraggiate pratiche di separazione e riciclaggio delle risorse di valore e la valutazione delle prestazioni ambientali degli edifici;
 - biomasse e prodotti biologici, risorse biologiche che possono essere impiegate per la realizzazione di prodotti e la produzione di energia. La Commissione incoraggia l'uso a cascata delle risorse, l'innovazione nel campo della bioeconomia e la raccolta differenziata dei biorifiuti;
- innovazione, investimenti e altre misure orizzontali. La Commissione riconosce in questi fattori le condizioni necessarie per l'adozione e la prosperità dell'economia circolare.

Infine, la Commissione comunica l'intenzione di elaborare un quadro di monitoraggio, frutto della collaborazione con l'Agenzia Europea per l'Ambiente e gli Stati membri. Questo servirà per valutare i progressi compiuti e l'efficacia delle azioni intraprese dall'Unione e dai singoli Stati.

A cinque anni di distanza, nel marzo 2020, la Commissione europea ha approvato la comunicazione dal titolo "Un nuovo piano d'azione per l'economia circolare: per un'Europa più pulita e più competitiva". Il Piano mira ad accelerare il cambiamento richiesto dal Green Deal europeo partendo dalle basi gettate nel 2015 con la Comunicazione vista poc'anzi. Contiene una serie di iniziative tra loro collegate volte a *"istituire un quadro strategico [...] in cui i prodotti, i servizi e i modelli imprenditoriali sostenibili costituiranno la norma"*, ridurre i rifiuti e ad aumentare l'impiego di materie prime secondarie di qualità all'interno dell'Unione. Il programma intende dar vita ad un'Europa sostenibile e competitiva *"in co-creazione con gli operatori economici, i consumatori, i cittadini e le organizzazioni della società civile"*. Viene ribadito il ruolo guida verso l'implementazione di un'economia circolare mondiale ricoperto dall'Europa, che rinnova il proprio impegno per attuare gli Obiettivi dell'Agenda 2030. L'obiettivo del Piano è quello di adottare un modello di economia circolare che vada a beneficio delle persone e che contribuisca

alla piena neutralità climatica attraverso lo sfruttamento della ricerca, dell'innovazione e della digitalizzazione. La transizione verso un modello di crescita rigenerativo offrirà alle imprese nuove opportunità, sia nell'Unione che al di fuori, permettendo altresì di accrescere il PIL dell'UE di mezzo punto percentuale e creare oltre 700 mila posti di lavoro entro il 2030.

Nella fase di progettazione di un prodotto è possibile determinare la quasi totalità del suo impatto ambientale, ma il modello di produzione lineare non incentiva l'adozione di pratiche sostenibili, né la circolarità di prodotti e risorse. Per questo motivo, come nel Piano precedente, la Commissione pone particolare enfasi sulla progettazione ecocompatibile e si propone di estendere la normativa in materia di prodotti sostenibili, attualmente prevista solo per i prodotti connessi all'energia, alla più ampia gamma possibile di prodotti. La stessa prevede di stabilire dei principi di sostenibilità per disciplinare: contenuto riciclato nei prodotti, rifabbricazione dei prodotti, riciclaggio di alta qualità, divieto di distruzione dell'invenduto, impiego di prodotti monouso, aspetti legati alla durabilità, riparabilità, riutilizzabilità e rigenerazione dei prodotti.

Il secondo punto del quadro strategico riguarda i consumatori e la disponibilità di informazioni attendibili nella fase di acquisto. La Commissione vuole infatti garantire che i consumatori ricevano informazioni veritiere, anche in merito alla durata di vita dei prodotti, alla disponibilità e al costo dei pezzi di ricambio e dei servizi di riparazione, direttamente presso il punto di vendita. La Commissione intende poi rafforzare la protezione dei consumatori, continuando a combattere fenomeni come l'obsolescenza programmata o prematura e il *green washing*. Provvederà inoltre a istituire un "diritto alla riparazione", al contempo a tutela del consumatore e dell'ecosistema.

Il terzo punto del quadro strategico concerne la circolarità dei processi produttivi, prerogativa per l'adozione del modello circolare e il raggiungimento della neutralità climatica. Per favorirne l'implementazione la Commissione prevede di istituire un sistema di tracciabilità, rintracciabilità e mappatura delle risorse, promuovere la bioeconomia e la cooperazione industriale. Per incentivare l'adozione di pratiche circolari nell'industria si valuterà la revisione della direttiva sulle emissioni industriali, risalente al 2010, così da plasmare le *best available techniques* ai criteri

di circolarità. Infine, la strategia per le PMI predisporrà attività di formazione e consulenza ai fini della promozione di collaborazioni industriali circolari.

Al quadro strategico in materia di prodotti sostenibili segue un focus sulle principali catene di valore individuate dalla Commissione:

- elettronica e ICT. Circa il 40% dei rifiuti elettronici non viene riciclato e il loro flusso cresce del 2% annuo. La Commissione, in un'ottica di estensione della vita utile di questi prodotti, promuoverà: progettazione ecocompatibile, pratiche di manutenzione, riuso, riparazione, *upgrading* e riciclaggio, restrizioni sull'uso di sostanze pericolose nelle apparecchiature elettroniche, miglioramento nel recupero e trattamento dei rifiuti elettronici. Vi è, inoltre, la previsione di stabilire il "diritto alla riparazione" e l'introduzione di un modello universale per i caricabatterie di alcuni dispositivi elettronici;
- batterie e veicoli. La mobilità elettrica riveste un ruolo centrale per il raggiungimento della neutralità climatica. Pertanto, la Commissione proporrà un nuovo quadro normativo per le batterie, così da renderle un prodotto maggiormente sostenibile ed incrementare i tassi di recupero e riciclaggio delle stesse. Vi è l'ipotesi di prevedere una percentuale minima di materiali riciclati sia nella produzione dei veicoli che delle batterie;
- imballaggi. La Commissione intende agire per ridurre i rifiuti degli imballaggi e produrne di riutilizzabili e riciclabili. Il tutto cercando di ridurre la complessità dei materiali impiegati, aspetto che spesso rende complicate le fasi di recupero e riciclaggio. Si valuta la possibilità di introdurre un sistema di etichettatura comune per tutti i Paesi dell'Unione nonché di limitare l'uso degli imballaggi tradizionali qualora non siano necessari oppure siano disponibili materiali alternativi;
- plastica. La Commissione adotterà misure atte alla riduzione dei rifiuti in plastica, che si stima potrebbero raddoppiare entro 20 anni. Una seconda problematica concerne la presenza delle microplastiche nell'ambiente, fenomeno che la Commissione cercherà di arginare mediante etichettatura, standardizzazione e certificazione in materia. Nel quadro strategico rientrano anche l'impiego di plastiche a base organica, plastiche biodegradabili o compostabili e l'eliminazione dei prodotti monouso;

- prodotti tessili. I prodotti tessili hanno una percentuale di riciclaggio stimata in meno dell'1%, una catena di valore complessa e sono tra i maggiori responsabili delle emissioni di gas serra. Per questo settore la Commissione ha disposto misure di progettazione ecocompatibile e incentivi a sostegno dell'implementazione di processi circolari che prevedano il recupero e riciclaggio dei rifiuti tessili. La *"fast fashion"* rappresenta uno dei principali ostacoli per la realizzazione di un mercato per il riutilizzo dei prodotti tessili e per l'adozione di un modello circolare dei materiali tessili;
- costruzioni ed edilizia. Una maggior efficienza dei materiali impiegati in questo settore permetterebbe di ridurre emissioni e rifiuti. Il settore è responsabile di circa il 50% delle estrazioni minerarie e del 35% del totale dei rifiuti dell'Unione. Attraverso requisiti in materia di contenuto riciclato, misure volte ad estendere la vita utile degli edifici e nuovi obiettivi di recupero e riciclo dei materiali, la Commissione promuoverà la circolarità lungo l'intero ciclo di vita degli edifici. È prevista inoltre la riduzione dell'impermeabilizzazione del suolo e il sostegno all'iniziativa del Green Deal "Ondata di ristrutturazioni", atta a migliorare l'efficienza energetica, in linea con i principi di economia circolare;
- prodotti alimentari, acque e nutrienti. La Commissione si impegna a garantire la sostenibilità dei nutrimenti biologici e a ridurre sprechi degli stessi. Saranno riviste le direttive relative al trattamento delle acque reflue e saranno incentivati i processi di riutilizzo e recupero delle acque impiegate nell'industria.

La Comunicazione prosegue trattando il problema dei rifiuti, per i quali la Commissione prevede una sostanziale riduzione entro il 2030. Inoltre, potrebbe essere definito un modello armonizzato a livello comunitario per la gestione della raccolta differenziata e l'etichettatura dei rifiuti. Una seconda problematica concerne la presenza delle sostanze chimiche nei rifiuti, aspetto che spesso compromette il riciclaggio degli stessi e la sicurezza delle materie prime secondarie. Per aumentare la fiducia nell'utilizzo di queste ultime la Commissione intende disporre un sistema comune di tracciamento e gestione delle sostanze pericolose, ridurre la loro presenza nei materiali riciclati e migliorarne la classificazione e la

gestione. Tuttavia, le materie prime vergini sono talvolta preferite alle secondarie per ragioni di prestazioni, costo o disponibilità delle stesse. Per incentivare l'utilizzo di queste ultime e creare un mercato comunitario efficiente la Commissione adotterà una serie di misure, per esempio, la previsione di un contenuto riciclato minimo in determinati prodotti.

Nella parte conclusiva della Comunicazione, la Commissione torna sul ruolo cardine dell'economia circolare per raggiungere la neutralità climatica, sull'importanza di misure decise per orientare i finanziamenti verso modelli circolari, sulla centralità della ricerca e dell'innovazione nel processo di transizione. Quest'ultimo deve avere carattere globale, in modo tale da definire uno "spazio operativo sicuro" così che il prelievo di risorse non superi le capacità rigenerative dell'ecosistema. La Commissione aggiornerà il quadro di monitoraggio dell'economia circolare e provvederà inoltre a rafforzare il monitoraggio dei piani e delle misure nazionali per accelerare la transizione a un'economia circolare.

Un modello sostenibile per il settore dell'edilizia

3.1 – Il settore dell'edilizia in Italia e in Europa

Nell'economia del XXI secolo, l'edilizia è considerata un'industria chiave per un gran numero di Paesi, tra cui l'Italia, dalla cui attività dipendono molti altri settori, che ne costituiscono l'indotto. L'industria delle costruzioni va infatti a coinvolgere, oltre alle aziende costruttrici, diversi professionisti, come ingegneri, geometri ed architetti, nonché produttori di materiali, che comprendono sabbie, cementi, legname, metalli e vetri, fino al più recente impiego di prefabbricati e della stampa 3D⁸⁸. Oggigiorno il termine edilizia ricopre tuttavia un significato più ampio, che va oltre il tradizionale riferimento alla costruzione di edifici pubblici e privati. Nell'Enciclopedia Treccani il termine è definito come⁸⁹:

“il momento operativo che traduce in una ‘realtà costruita’ l’assetto del territorio, sia come insieme delle attività [...] finalizzate a tale scopo, sia come insieme delle opere necessarie all’insediamento umano. [...] l’e. indica l’attività e le opere dell’uomo per rendere il territorio agibile a fini insediativi.”

Vi rientrano quindi tutte le opere connesse alla realizzazione di edifici, ma anche di infrastrutture, indispensabili per la fruizione del territorio, che congiuntamente rappresentano il contesto edilizio.

Per una miglior comprensione di quelle che sono le attività economiche riconducibili al settore delle costruzioni, si può far riferimento alle classificazioni comunemente utilizzate a livello nazionale, quali i codici ATECO, oppure a livello comunitario, ovvero i codici NACE. La nomenclatura NACE (classificazione statistica delle attività economiche nella Comunità europea), introdotta dall'Eurostat a partire dal 1970, viene recepita e “tradotta” attraverso una tabella di conversione dall'ISTAT nei codici ATECO. Per quanto riguarda il settore in analisi, la

⁸⁸ ENCICLOPEDIA TRECCANI, [https://www.treccani.it/enciclopedia/industria-delle-costruzioni_\(Dizionario-di-Economia-e-Finanza\)](https://www.treccani.it/enciclopedia/industria-delle-costruzioni_(Dizionario-di-Economia-e-Finanza))

⁸⁹ ENCICLOPEDIA TRECCANI, https://www.treccani.it/enciclopedia/edilizia_%28Enciclopedia-Italiana%29

classificazione adottata dalle due nomenclature combacia e le attività di costruzione (sezione F) vengono suddivise in divisioni e gruppi come segue^{90 91}.

41 Costruzione di edifici

41.1 Sviluppo di progetti immobiliari

41.2 Costruzione di edifici residenziali e non residenziali

42 Ingegneria civile

42.1 Costruzione di strade e ferrovie

42.2 Costruzione di opere di pubblica utilità

42.3 Costruzione di altre opere di ingegneria civile

43 Lavori di costruzione specializzati

43.1 Demolizione e preparazione del cantiere

43.2 Installazione di impianti elettrici, idraulici, ed altri lavori di costruzione e installazione

43.3 Completamento e finitura di edifici

43.4 Altri lavori specializzati di costruzione

Il settore delle costruzioni fa quindi riferimento a numerose e differenti attività che comprendono non solo la realizzazione, ma anche la manutenzione, riparazione ed eventuale rimozione di opere, fin dalla fase di pianificazione delle stesse.

In apertura si è detto come il settore delle costruzioni sia un'industria chiave per diversi Paesi: questo è vero per l'Italia, ma anche per gli altri membri dell'Unione Europea. A livello comunitario l'edilizia vale tra il 9% e il 10% del PIL, con un giro d'affari di oltre 1.893 miliardi di euro nel 2018⁹². In Italia, nello stesso anno, il settore ha generato un volume d'affari di 274,6 miliardi di euro a fronte di un PIL pari a 1.615 miliardi, rappresentando perciò circa il 17% del prodotto interno lordo⁹³. Sul fronte dell'occupazione, in Italia il settore conta circa 2,3 milioni di posti di lavoro⁹⁴, per un dato che varia tra i 18 e i 20 milioni se si considera l'intero

⁹⁰ CODICI NACE, https://ec.europa.eu/eurostat/ramon/nomenclatures/index.cfm?TargetUrl=LST_NOM_DTL&StrNom=NACE_REV2&StrLanguageCode=IT&IntPcKey=&StrLayoutCode=

⁹¹ CODICI ATECO, <https://www.codiceateco.it/sezione?q=F>

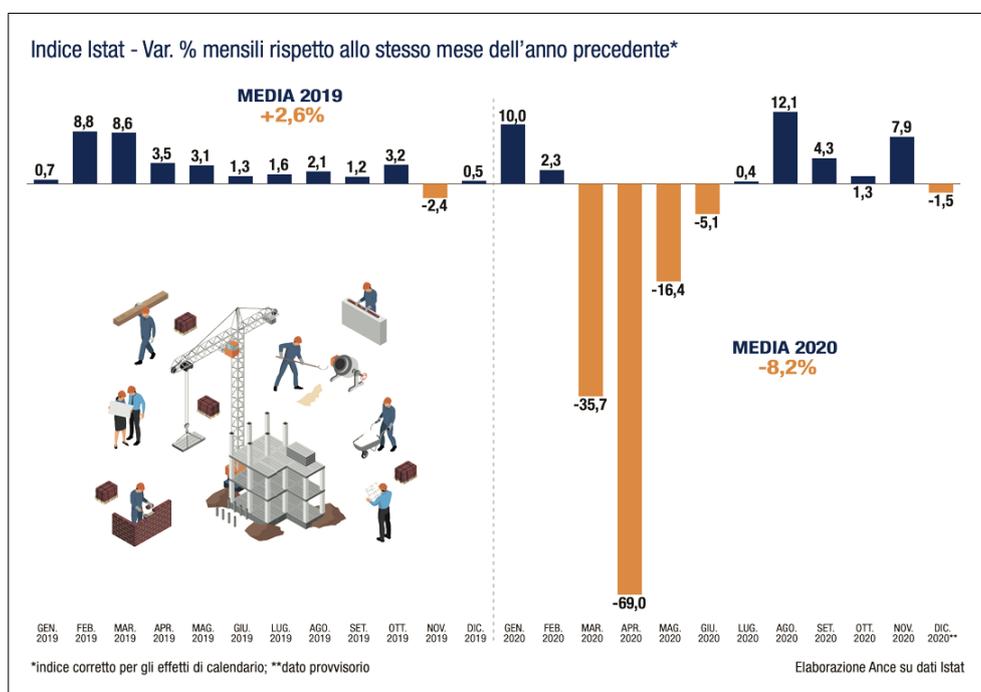
⁹² STATISTA, <https://www.statista.com/statistics/964601/construction-industry-turnover-eu-28/>

⁹³ ECSO (2020) "Country profile Italy: November 2019" [A]

⁹⁴ ECSO (2020) [A]

mercato dell'Unione^{95 96}. Il settore rappresenta altresì un importante consumatore di materiali, semilavorati e servizi correlati. Data la sua rilevanza, si ritiene che il suo andamento possa incidere in modo significativo sullo sviluppo dell'intera economia. Nel 2020 la crisi pandemica ha impattato in maniera alquanto rilevante sul normale sviluppo economico e sociale in tutto il mondo. I lockdown generalizzati e la conseguente sospensione della quasi totalità delle attività lavorative hanno portato ad una situazione senza precedenti. La forte incertezza si è infatti tradotta in un rinvio delle decisioni di spesa, con un parziale blocco sia della domanda che dell'offerta⁹⁷.

Figura 14 – Variazione produzione edilizia durante la crisi pandemica



Fonte: ANCE (2021) [C]

L'industria delle costruzioni, già gravemente colpita dalla crisi finanziaria del 2008, dalla quale non si era ancora del tutto ripresa, ha così visto crollare i primi segnali di ripresa rilevati nel 2019 (+2,2% sull'anno precedente) e nei primi mesi del 2020

⁹⁵EUROPEAN COMMISSION (2016) "The European construction sector: A global partner"

⁹⁶COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO E AL CONSIGLIO, del 31 luglio 2012, "Strategia per la competitività sostenibile del settore delle costruzioni e delle sue imprese", COM(2012) 433 FINAL

⁹⁷ANCE (2021) "Osservatorio congiunturale sull'industria delle costruzioni: Febbraio 2021", a cura della Direzione Affari Economici, Finanza e Centro Studi [B]

(+4,5% rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente). Si ritiene che, per il settore dell'edilizia, il maggior pericolo della pandemia sia rappresentato dal fatto che la stessa, a differenza degli altri rischi in cui incorrono solitamente le attività economiche, abbia colpito l'intera filiera produttiva. Ciò ha comportato interruzioni nella catena di approvvigionamento, con conseguenti dilazioni nei tempi di reperimento e, talvolta, aumenti di prezzo. Per alcuni materiali, i problemi di fornitura persistono ancor oggi, dopo oltre un anno dall'inizio della crisi. Se per il PIL italiano l'ISTAT ha previsto una contrazione pari all'8,9%, per gli investimenti in costruzioni si stima un -10,1% rispetto all'anno precedente⁹⁸. Si assiste ad un calo generalizzato che investe tutti i comparti, dall'edilizia residenziale al recupero abitativo.

Oltre alla contrazione del volume d'affari il 2020 ha portato anche ad un forte mutamento del mix degli investimenti in edilizia, con una brusca frenata delle strutture alberghiere e turistiche da un lato, e l'accelerazione degli investimenti residenziali di qualità e logistici dall'altro⁹⁹. Gli investimenti legati alla realizzazione di nuove abitazioni e alla manutenzione straordinaria di quelle già esistenti rappresentano poco meno del 50% del totale. Questo comparto ha subito una flessione del 10,5% rispetto al 2019, presentando dunque un dato in linea con quelli dell'industria di appartenenza. Gli investimenti in nuove abitazioni ammontano a oltre 15 miliardi di euro nel 2020, a fronte di un mercato della riqualificazione degli edifici residenziali che supera i 43 miliardi. Quest'ultimo risulta danneggiato in misura minore dall'emergenza sanitaria e continua perciò a sostenere il mercato, come negli anni precedenti. Ciò è dovuto, in via preponderante, ai numerosi interventi legati al Superbonus 110%, che hanno permesso a molti consumatori di vincere lo stato di incertezza che ha caratterizzato il settore nell'ultimo periodo. L'incentivo per gli interventi per la riqualificazione del patrimonio abitativo ha alimentato anche le speranze delle imprese, che nutrono aspettative elevate nei confronti della misura e si aspettano un incremento del fatturato di circa il 10%¹⁰⁰. Per quanto concerne le costruzioni non residenziali, che rappresentano la restante

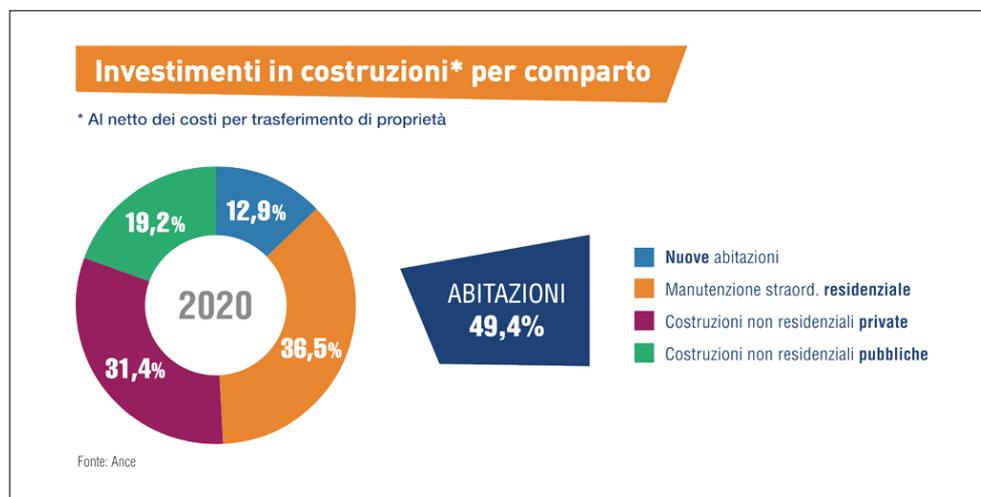
⁹⁸ ANCE (2021) "Edilizia Flash: Gennaio 1/2021", a cura della Direzione Affari Economici e Centro Studi [A]

⁹⁹ GUAMARI (2020) "Rapporto Classifiche 2020: le prime 50 imprese dell'edilizia privata", a cura di Norsa A.

¹⁰⁰ ANCE (2021) [B]

parte degli investimenti in costruzioni, si segnala un calo consistente, riconducibile principalmente alla componente privata, che vale oltre 37 miliardi di euro, ma fa segnare un calo del 13,5% rispetto all'anno precedente. La componente pubblica ammonta invece a oltre 22 miliardi ed ha fatto registrare una flessione minima, grazie agli investimenti, purtroppo necessari, per far fronte all'emergenza sanitaria.

Figura 15 – Investimenti in costruzioni per comparto



Fonte: ANCE (2021) [B]

Anche il mercato immobiliare residenziale è stato duramente colpito dalla pandemia, registrando un calo di oltre 21 punti nel primo semestre del 2020, cui ha fatto seguito una lieve ripresa (+3,1%) nel terzo trimestre dello stesso anno, seguita da un più deciso +8,8% nell'ultimo trimestre. Si tratta di un recupero che permette di limitare i danni, ma non di invertire la tendenza negativa per i 12 mesi, che si attesta al -7,7%¹⁰¹.

Per il nuovo anno si prevede un discreto rimbalzo per il PIL (+4,1%) ed una decisa ripresa per l'edilizia (+8,6%), trainata, in via preponderante, dal recupero abitativo, per il quale si prevede un +14% rispetto all'anno precedente, ma anche da una graduale ripresa degli investimenti nelle costruzioni non residenziali, sia private che pubbliche. Per la nuova edilizia abitativa le stime sono di un aumento degli investimenti di circa il 3,5% rispetto al 2020. Un altro segnale incoraggiante arriva dal numero di permessi di costruire riferiti all'edilizia residenziale e non, che l'ISTAT

¹⁰¹ ANCE (2021) [B]

riferisce essere in aumento dello 0,8% nel 2019 rispetto all'anno precedente. Questi si possono infatti considerare un indicatore della produzione futura e lasciano ben sperare per il periodo a venire, anche dinanzi alla forte contrazione dello stesso indicatore (-13,6%) registrata nei primi mesi del 2020 a causa dell'emergenza sanitaria.

Poc'anzi, nell'ambito della riqualificazione degli edifici residenziali, si è accennato al Superbonus 110%, elemento che sta contribuendo ad una certa ripresa del settore delle costruzioni nonostante la situazione di emergenza ancora in corso. La misura è stata introdotta con il c.d. decreto Rilancio (d.l. 34/2020 convertito con modificazione con la l. 77/2020) per far fronte all'emergenza pandemica nell'ambito delle misure urgenti in materia di salute, sostegno al lavoro e all'economia. Il Superbonus comprende due tipologie di interventi: quelli di efficientamento energetico, rientranti nel Super Ecobonus; e quelli di adeguamento antisismico, riguardanti invece il Super Sismabonus. L'incentivo consiste, qualora siano soddisfatti alcuni requisiti, in una detrazione dall'imposta lorda pari al 110% delle spese sostenute per interventi effettuati su: parti comuni di edifici, unità immobiliari funzionalmente indipendenti e con uno o più accessi autonomi dall'esterno, site all'interno di edifici plurifamiliari, singole unità immobiliari. Inizialmente erano oggetto di detrazione le spese sostenute tra il 1° luglio 2020 e il 31 dicembre 2021, ma la legge di bilancio 2021 (l. 178/2020) ha prorogato la scadenza al 30 giugno 2022 (sono previste ulteriori proroghe per condomini e IACP, rispettivamente al 31 dicembre 2022 e al 30 giugno 2023, qualora lo stato dei lavori abbia superato il 60%). Per poter godere dell'incentivo è necessaria la realizzazione di almeno un intervento c.d. "trainante", ovvero: isolamento termico dell'involucro dell'edificio, sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale, interventi antisismici. Rispettato questo requisito, il Superbonus spetta anche per interventi di: efficientamento energetico rientranti nell'Ecobonus, eliminazione di barriere architettoniche, installazione di impianti solari fotovoltaici, installazione di sistemi di accumulo, installazione di infrastrutture per la ricarica dei veicoli elettrici. È tuttavia necessario che l'insieme di questi interventi porti ad un miglioramento minimo di due classi energetiche dell'edificio.

Secondo una prima stima, alquanto prudentiale, elaborata da ANCE, questo passaggio dovrebbe comportare una riduzione dei consumi di circa il 45%. In

termini monetari si stima invece un risparmio di circa 180 milioni di euro, ovvero, di media, circa 600 euro annui a famiglia¹⁰². Ai benefici per i privati si aggiungono le ricadute sull'economia e l'occupazione, con una spesa aggiuntiva legata al Superbonus stimata in oltre 6 miliardi di euro l'anno ed un effetto totale generato sull'economia di circa 21 miliardi. Si prevede inoltre un aumento di circa 64 mila posti di lavoro nel settore delle costruzioni, 100 mila considerando l'intero indotto. Un ulteriore beneficio economico risiede nella rivalutazione dell'immobile, in media del 15%, che permetterebbe di compensare la tendenziale decrescita dei prezzi osservata negli ultimi anni. Infine, è doveroso considerare tra i benefici degli incentivi, quelli legati alla messa in sicurezza del patrimonio immobiliare italiano, una necessità non più rimandabile, anche considerando il rischio sismico che caratterizza gran parte del territorio nazionale.

Per fronteggiare lo scenario socioeconomico descritto in precedenza, la capacità di dar vita a nuovi investimenti riveste un ruolo cruciale. Le misure attualmente previste, che non si limitano al Superbonus 110%, ma comprendono altresì diversi sgravi ed agevolazioni, rappresentano un vero e proprio antidoto contro lo stato di crisi odierno e produrranno effetti importanti già a partire dall'anno in corso. Le previsioni sono dunque ottimistiche, nutrite anche della speranza di assistere ad una ripresa del turismo nei mesi estivi, settore che prima dell'emergenza sanitaria valeva il 13% del PIL ed era in continua crescita. Negli anni a venire l'andamento del settore delle costruzioni dipenderà anche dalla capacità di destinare adeguatamente i fondi europei di Next Generation EU. Trattasi di uno strumento per il rilancio dell'economia comunitaria che prevede un duplice obiettivo: stimolare gli investimenti necessari per la ripresa della domanda e aumentare la resilienza economica degli Stati membri¹⁰³. Il provvedimento mette a disposizione un ingente ammontare di risorse, pari a 750 miliardi di euro totali, di cui 209 destinati all'Italia, da spendere entro il 2026. A queste si vanno poi ad aggiungere i fondi stanziati con la Legge di bilancio 2021 e quelli previsti dalla politica di coesione nazionale ed europea della programmazione 2021-2027. Circa il 44% del totale di questi fondi saranno destinati ad interventi legati al settore delle costruzioni, rappresentando

¹⁰² ANCE (2021) [B]

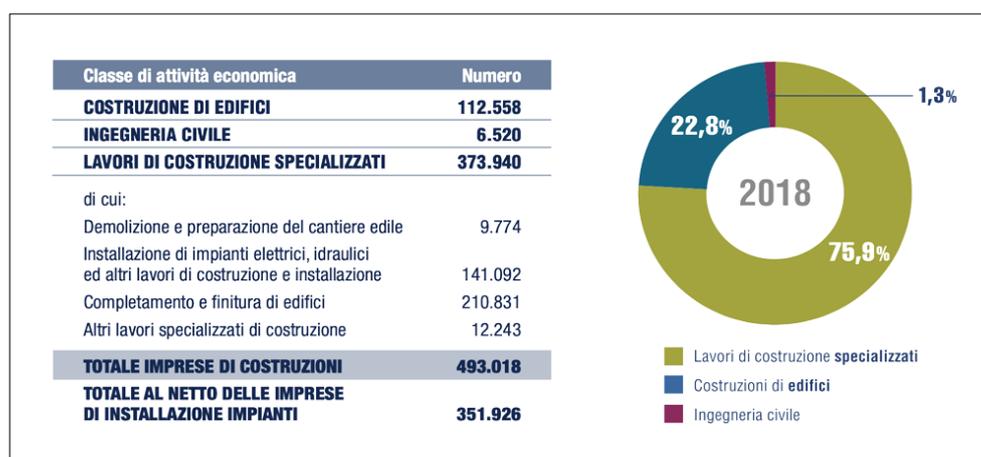
¹⁰³ COMMISSIONE EUROPEA, https://ec.europa.eu/info/strategy/recovery-plan-europe_it

perciò un'importante opportunità per riavviare un percorso di crescita e guidare transizione sostenibile guidata dal digitale.

3.1.1 – Le aziende italiane operanti nel settore

Nella prima parte del capitolo si è analizzata la suddivisione prevista dai codici NACE e dai codici ATECO per il settore delle costruzioni, così da comprendere quali siano le attività riconducibili allo stesso. Secondo i dati ISTAT, riportati da ANCE, nel 2018 il settore contava 493 mila imprese, ovvero circa il 10% del totale delle aziende italiane¹⁰⁴ ¹⁰⁵. Di queste, una minima parte operava nell'ingegneria civile (1,3%) e circa il 22,8% si occupava della costruzione di edifici. La maggior parte delle aziende era invece attiva nel comparto dei lavori di costruzione specializzati (75,9%), con una predilezione per le attività di completamento e finitura di edifici, seguite da quelle di installazione di impianti elettrici, idraulici, ed altri lavori di costruzione e installazione.

Figura 16 – Imprese di costruzioni per attività economica



Fonte: ANCE (2021) [B]

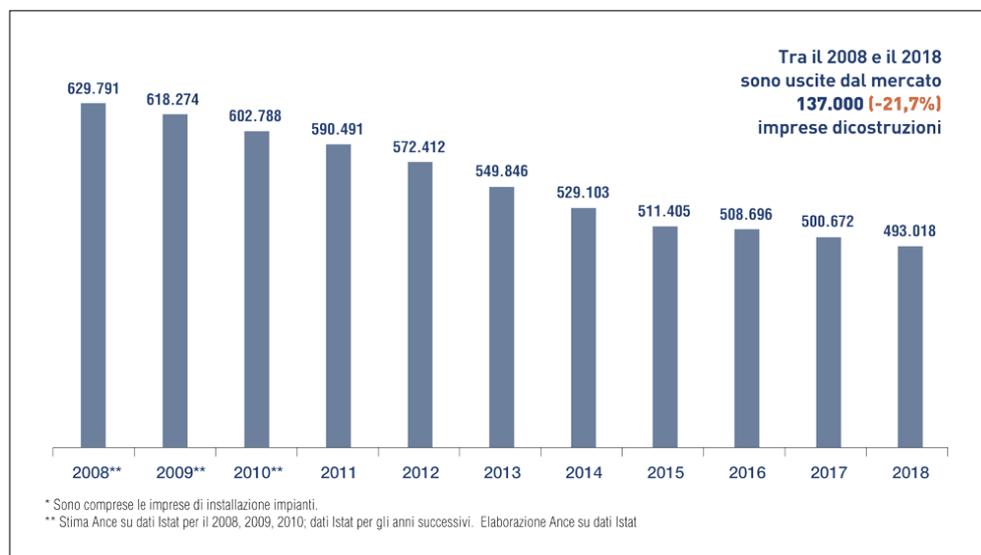
Tornando al numero di imprese presenti nel settore, è interessante notare come questo dato sia in continua flessione dal 2008. Nel 2018 si è verificato un decremento dell'1,5%, pari a circa 7600 aziende, ma se si guarda al decennio che intercorre tra le due annate ora citate (2008-2018), la perdita complessiva conta

¹⁰⁴ ANCE (2021) [B]

¹⁰⁵ ISTAT (2019) "Annuario Statistico Italiano: 14 – imprese", consultato in data 24 marzo 2021, da <https://www.istat.it/it/files/2019/12/C14.pdf>

oltre 137 mila imprese, pari ad un calo del 21,7%. A risultare maggiormente colpite da questo trend sono le medie imprese, ovvero quelle con un numero di dipendenti compreso tra 10 e 49, per le quali si registra un tasso di scomparsa dal mercato pari al 40%. Il fenomeno si è manifestato dunque con una certa asimmetria, che ha portato le realtà più piccole ad acquisire una maggior quota di mercato.

Figura 17 – Numero di imprese nel settore delle costruzioni



Fonte: ANCE (2021) [B]

Sotto il profilo dimensionale, il tessuto imprenditoriale italiano è tipicamente frammentato, caratterizzato da una moltitudine di piccole e microimprese da un lato, e da un numero esiguo di grandi imprese ben strutturate dall'altro. Queste peculiarità possono essere rinvenute anche nel settore dell'edilizia, dove oltre 60% delle aziende presenta un unico addetto, mentre le grandi realtà, quelle con oltre 50 dipendenti, sono solamente lo 0,3%. Un ulteriore dato a conferma di questo aspetto che caratterizza le imprese italiane è rappresentato dal fatto che le 50 maggiori aziende attive nell'edilizia privata generano un fatturato inferiore al 4% del totale del comparto. Le grandi aziende italiane, a differenza dei loro competitor di grandi dimensioni, comunitari e non, sono comunque orientate in misura alquanto prevalente al mercato domestico, con una quota dell'export che vale circa il 18% del fatturato. All'interno di questo gruppo di imprese è possibile distinguere tra due categorie: imprese che costruiscono per il gruppo di appartenenza, caratterizzate da una forte componente immobiliare, ed aziende che lavorano conto terzi, dedite alla

realizzazione di opere di tipologia sia industriale, che commerciale, ma anche alberghiera ed abitativa. Esattamente la metà delle aziende considerate in questa analisi riferisce che oltre l'85% del proprio fatturato è generato da rapporti con privati¹⁰⁶.

La società di ricerca Guamari, all'interno del proprio report, considera la forte frammentazione aziendale come un problema strutturale del settore, in quanto l'offerta, spesso a gestione familiare, si ritrova ad affrontare una domanda che si rafforza e diviene sempre più aggregata di anno in anno. Altra problematica è quella connessa all'organizzazione aziendale, dove una diversificazione "a tutto campo" appare una prospettiva di difficile realizzazione anche per le imprese più strutturate. Nel territorio nazionale si assiste piuttosto al fenomeno opposto, ovvero un'estrema specializzazione, che permetterebbe " , con tutti i rischi e gli imprevisti del caso, [...] di diventare tanto performanti da non temere concorrenze sul prezzo e sulla qualità"¹⁰⁷. Ne è un esempio Webuild, azienda che ha rinunciato ad ogni diversificazione e prima delle italiane nella classifica delle 50 maggiori imprese di costruzioni europee (Figura 18). Tuttavia, la tendenza nel panorama internazionale sembra andare nella direzione opposta. Infatti, nella classifica europea appena citata, nella quale si rinvengono solamente tre italiane (Webuild, Astaldi e Pizzarotti), si può notare come i grandi gruppi nelle posizioni di testa, come Vinci, Acs e Bouygues, operino non solo in diverse attività, ma anche in diversi settori, che spaziano dai trasporti alle telecomunicazioni.

Un'altra nota dolente è rappresentata dall'internazionalizzazione delle imprese, strategia che Guamari considera un *must* per le aziende maggiormente qualificate. Ciò nonostante, resta una strada raramente intrapresa dalle aziende italiane, per le quali, quello estero, continua ad essere un mercato alquanto marginale. Non mancano le eccezioni, rappresentate, per esempio, da Impresa Pizzarotti & C., azienda a conduzione familiare molto attiva all'estero, con una sussidiaria negli Stati Uniti specializzata nella realizzazione di edifici di valore a Manhattan. Pizzarotti è attiva principalmente nel settore privato, con una quota internazionale dell'89,5%, e collabora anche con l'australiana RF Holdings per la realizzazione di una joint

¹⁰⁶ GUAMARI (2020) "Rapporto Classifiche 2020: le prime 50 imprese dell'edilizia privata", a cura di Norsa A. [A]

¹⁰⁷ GUAMARI (2020) [A]

venture. Altro esempio è Rizzani de Eccher, gruppo friulano attivo principalmente nell'edilizia privata che deve alle commesse estere circa il 75% dei propri ricavi.

Figura 18 – Imprese italiane di costruzione nella Top 50 Europea

Pos. 2019	Pos. 2018	Pos. 2017	Group	Country	Revenues 2019	Revenues 2018	Revenues 2017	Var. % 2019/2018	% abroad 2019
1	1	1	VINCI (1)	FR	48.053	43.519	40.248	10,4	45,0
2	2	2	ACS (2)	ES	39.049	36.659	34.898	6,5	86,1
3	3	3	BOUYGUES (Pôle Construction) (3)	FR	29.575	27.966	25.790	5,8	nd
4	5	5	EIFFAGE (4)	FR	18.143	16.577	15.081	9,4	25,8
5	4	4	SKANSKA	SE	16.743	16.585	16.038	1,0	80,0
6	6	6	STRABAG (5)	AT	15.669	15.222	13.509	2,9	84,0
7	7	8	BALFOUR BEATTY (6)	UK	9.850	8.666	9.273	13,7	60,1
8	9	10	ROYAL BAM	NL	7.209	7.208	6.535	0,0	60,4
9	8	9	ACCIONA	ES	7.191	7.510	7.254	-4,2	nd
10	11	13	VOLKER WESSELS	NL	6.642	5.924	5.714	12,1	29,0
11	10	12	FCC (7)	ES	6.276	5.990	5.802	4,8	44,8
12	12	7	FERROVIAL (8)	ES	6.054	5.737	12.208	5,5	nd
13	13	14	NCC	SE	5.573	5.578	5.547	-0,1	nd
14	15	15	PEAB	SE	5.168	5.081	5.088	1,7	24,0
15	14	11	WEBUILD (9)	IT	5.130	5.198	5.561	-1,3	82,8
47	-	27	ASTALDI (15)	IT	1.475	984	3.061	49,9	68,0
48	48	50	PIZZAROTTI	IT	1.299	1.317	1.161	-1,4	65,2

Fonte: GUAMARI (2020) [B]

3.2 – L’impatto ambientale del settore dell’edilizia

Nella prima parte di questo capitolo si è discusso circa la rilevanza del settore delle costruzioni per l’economia italiana e comunitaria. L’edilizia rappresenta infatti una quota rilevante del PIL per entrambe le realtà e ricopre altresì un ruolo fondamentale, in quanto contribuisce a definire l’assetto del territorio, rendendolo agibile ai fini insediativi e permettendo la realizzazione di tutte le altre attività economiche. Le opere costruttive non sono però prive di effetti negativi, anzi. Queste sono responsabili di una parte alquanto significativa dell’impatto ambientale antropogenico.

I danni ecosistemici prodotti assumono varia natura e si presentano in diversi momenti dell’attività edilizia, riguardando non solo la costruzione in senso stretto, ma anche la precedente fase di approvvigionamento e quelle successive di utilizzo e gestione del bene.

L’industria delle costruzioni può essere considerata tra i maggiori responsabili del riscaldamento globale. Si stima infatti che circa il 35% delle emissioni globali di CO₂ siano riconducibili a processi di costruzione, così come il 30% circa delle emissioni totali di gas serra¹⁰⁸. In particolar modo, è la produzione di alcune materie prime, come acciaio e cemento, a pesare sul bilancio delle emissioni, per circa il 40% del totale, seguita dal trasporto di materiali e macchinari, al quale si deve una quota vicina al 18%^{109 110}. Al settore delle costruzioni, secondo dati elaborati nel 2010, si riconduce poi la causa di circa il 40% dell’inquinamento dell’acqua, sia esso dovuto al riversamento nei corsi d’acqua di materiali di scarto e rifiuti, o all’uso di sostanze nocive che, una volta filtrate nel terreno, raggiungono le falde acquifere¹¹¹.

Un secondo aspetto da considerare riguarda l’impiego di risorse naturali, il cui consumo è aumentato ad un ritmo vertiginoso in tutti i settori. Tuttavia, l’edilizia rappresenta l’industria che, più di tutte le altre, ha manifestato questo trend, spinta da una rapida urbanizzazione, fenomeno che si osserva soprattutto nei Paesi in via

¹⁰⁸ LIMA, L. et al. (2021) "Sustainability in the construction industry: A systematic review of the literature", *Journal of Cleaner Production*, 289, 125730

¹⁰⁹ NUßHOLZ, J., MILIOS, L. (2017) "Applying circular economy principles to building materials: Front-running companies' business model innovation in the value chain for buildings", presentato alla SustEcon Conference di Berlino

¹¹⁰ LIMA, L. et al. (2021)

¹¹¹ YILMAZ, M., BAKIŞ, A. (2015) "Sustainability in Construction Sector", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, pp. 2253-2262

di sviluppo, maggiormente soggetti all'aumento demografico. In tutto il mondo si assiste inoltre ad un processo di "*de-densification*", ovvero un progressivo aumento del suolo urbano, che si espande di circa il 2% ogni anno, minacciando i terreni destinati ad uso agricolo posti nelle immediate vicinanze delle città. Si stima che, qualora questi trend dovessero confermarsi negli anni a venire, il consumo di materiali potrebbe più che raddoppiare entro il 2050. Ad oggi il settore delle costruzioni utilizza ogni anno circa la metà delle materie prime estratte¹¹². Basti pensare che il calcestruzzo rappresenta la seconda sostanza maggiormente prodotta ed utilizzata al mondo, seconda soltanto all'acqua, con una produzione media annua pro-capite che supera le 3,8 tonnellate¹¹³. La Ellen MacArthur Foundation stima, inoltre, che a livello globale, nell'arco di 40 anni, si costruirà l'equivalente di una città come Parigi ogni settimana¹¹⁴. Si tratta di un ritmo insostenibile per il pianeta, che non è in grado di rigenerare così velocemente le risorse prelevate.

Al contempo, è necessario prendere in considerazione un terzo elemento, ovvero i rifiuti. Nel 2010 in Europa ne sono state generate 2,7 miliardi di tonnellate e circa il 40% dei rifiuti solidi urbani è rappresentato da "*construction and demolition waste*" (C&DW)^{115 116}. Di questi, nel 2012, oltre la metà veniva conferita in discarica e solamente una percentuale tra il 20 ed il 30% era soggetta ad operazioni di riciclaggio o riuso. Il tasso di conferimento risulta essere ora molto più basso, grazie alla maggior frequenza di recupero dei materiali, specie quelli minerali. Il cambio di rotta è stato incoraggiato anche dalle politiche comunitarie, in particolar modo la Waste Framework Directive varata nel 2008, che ha fissato, per il 2020, un tasso di recupero dei rifiuti da costruzione e demolizione pari almeno al 70%. L'obiettivo è stato raggiunto da molti Paesi già nel 2016, quando i tassi di conferimento in discarica avevano subito una decisa contrazione.

¹¹² ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2019) "Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change"

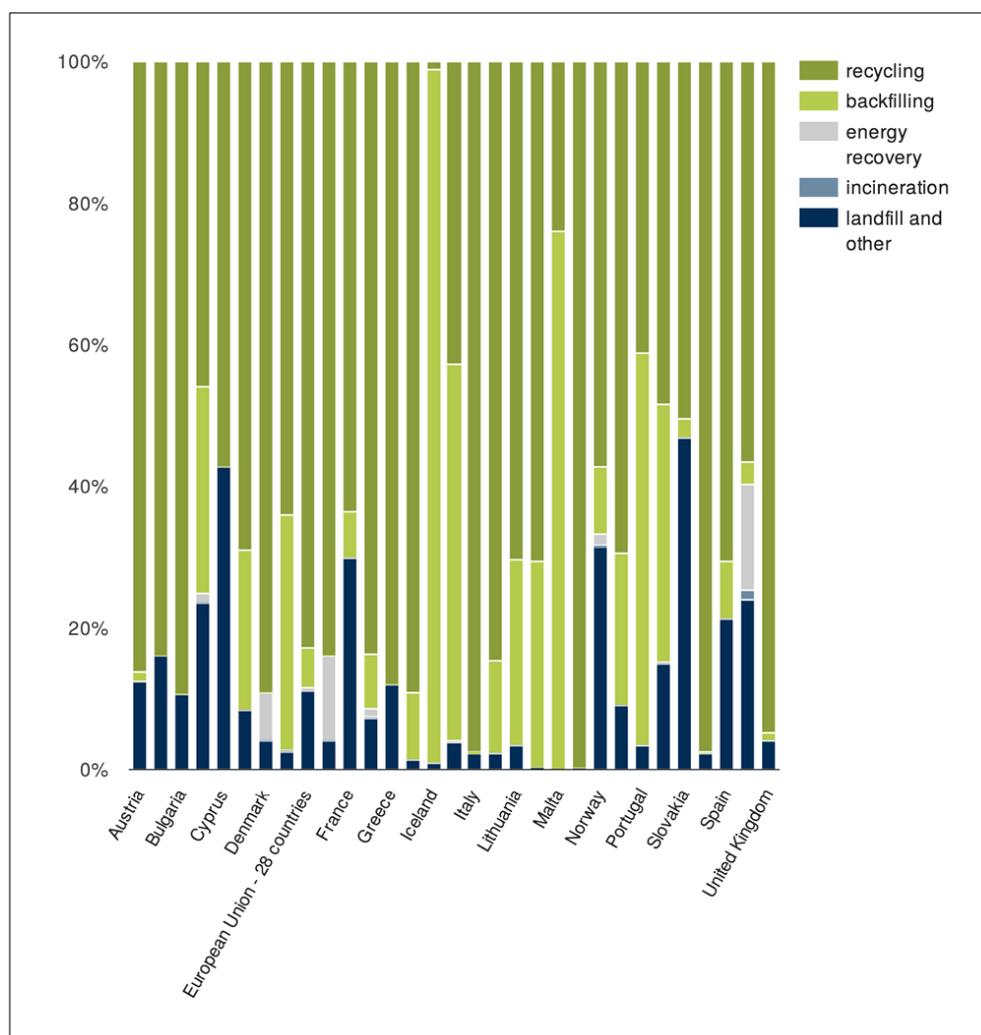
¹¹³ AKAN, M.Ö.A., DHAVALA, D.G., SARKIS, J. (2017) "Greenhouse gas emissions in the construction industry: An analysis and evaluation of a concrete supply chain", *Journal of Cleaner Production*, 167, pp. 1195-1207

¹¹⁴ ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2019)

¹¹⁵ ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2012) "Towards the Circular Economy Vol. 1: economic and business rationale for an accelerated transition"

¹¹⁶ ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2019)

Figura 19 – Recupero dei C&DW nei Paesi dell’Unione nel 2016



Fonte: EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2020)

Tuttavia, i dati sulla gestione di questi rifiuti devono essere accolti con cauto ottimismo, per due ragioni. La prima risiede nel fatto che tra le pratiche di recupero è prevista anche quella di *“backfilling”*, ovvero di utilizzo degli inerti per il riempimento di uno scavo. Solo nel 2018, con la revisione della Waste Framework Directive, si è assistito all’adozione di alcune restrizioni per quanto riguarda le operazioni di recupero, in particolare per la pratica del *backfilling*, che deve essere limitata alla misura strettamente necessaria al raggiungimento dello scopo della bonifica. La seconda ragione è invece rappresentata dalla natura dei processi di riciclo dei materiali, trattandosi, nella quasi totalità dei casi, di *“downcycling”*¹¹⁷.

¹¹⁷ AGENZIA EUROPEA PER L’AMBIENTE (2020) "Construction and demolition waste: challenges and opportunities in a circular economy", consultato in data 07 gennaio 2021, da

Pertanto, il valore delle materie prime viene disperso ed eroso ad ogni passaggio, impendendo un recupero di qualità. A ciò va poi ad aggiungersi un'ulteriore problematica, ovvero la tossicità di alcuni materiali presenti nei rifiuti da demolizione. Considerando il lungo ciclo di vita che caratterizza gli edifici, quelli che oggi sono soggetti a processi di demolizione, sono stati realizzati ormai da diversi decenni, quando erano minori, se non assenti, sia alcune conoscenze in ambito di tossicità e dannosità dei materiali, sia l'attenzione all'ambiente. Ciò ha comportato l'impiego di sostanze che risultano ora difficili da separare, gestire e trattare, rendendo il recupero dei rifiuti da demolizione complesso e poco attraente. Ne sono un esempio diverse formulazioni di PVC, realizzate con plastificanti e metalli pesanti come il piombo, comunemente utilizzati in passato all'interno di serramenti, strati isolanti e rivestimenti. Altrettanto diffuso era l'impiego di sostanze volatili presenti in vernici o tessuti rivelatesi poi essere cancerogene¹¹⁸. Le tre problematiche ora affrontate sono riconducibili ad operazioni di realizzazione di edifici, nonché alle successive fasi di restauro o demolizione degli stessi. Le conseguenze di queste criticità sono dunque imputabili alle attività poste in essere dal settore delle costruzioni e dalla sua filiera a monte. Volendo trattare i temi di sostenibilità e circolarità correlati all'edilizia è però necessario prendere in considerazione anche la fase centrale della vita di un edificio, ovvero quella del suo utilizzo. Questa ha infatti una durata alquanto estesa, generalmente superiore ai 30 anni, ma si stima che la vita tecnica di un edificio sia normalmente compresa tra i 50 e i 100 anni¹¹⁹. Negli edifici si verifica infatti circa il 45% dei consumi di energia a livello globale e lo stesso dato si attesta al 41% all'interno dell'Unione Europea; l'utilizzo di acqua sfiora invece la soglia del 50% su scala mondiale^{120 121}. Ne risulta che, in un'ottica "life cycle", la fase di utilizzo degli immobili è quella che comporta il maggior impatto ambientale. Secondo quanto riportato da Lavagna *et al.*, alla fase di godimento degli edifici si può infatti imputare una percentuale di impatto

<https://www.eea.europa.eu/publications/construction-and-demolition-waste-challenges/construction-and-demolition-waste-challenges> [A]

¹¹⁸ ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2015) "Growth within: A circular economy vision for a competitive Europe" [B]

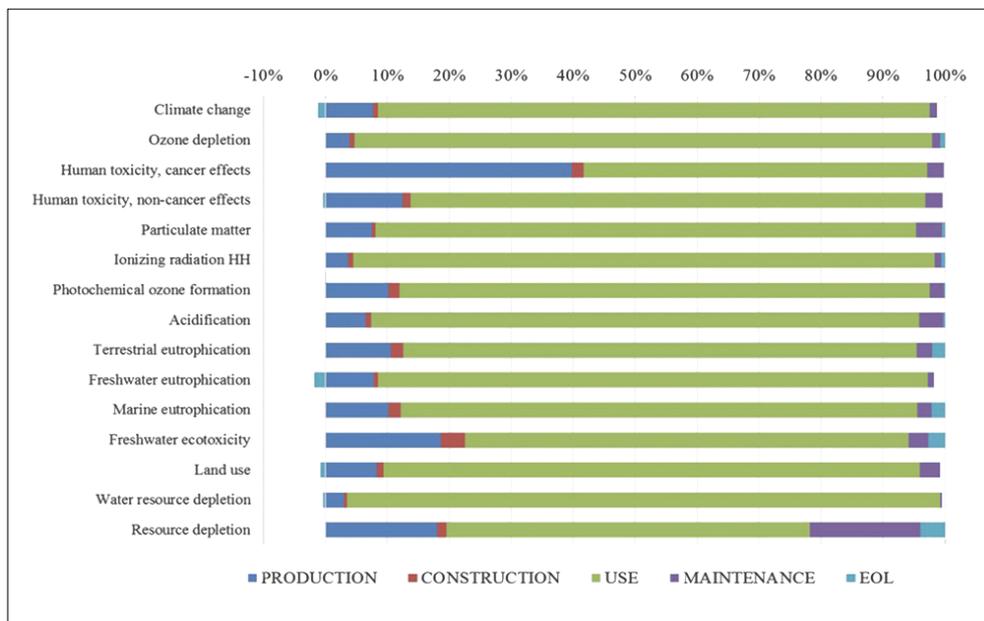
¹¹⁹ ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2019)

¹²⁰ YILMAZ, M., BAKIŞ, A. (2015)

¹²¹ LAVAGNA, M. *et al.* (2018) "Benchmarks for environmental impact of housing in Europe: Definition of archetypes and LCA of the residential building stock", *Building and Environment*, 145, pp. 260-275

ambientale che varia dal 56% al 97%, anche se attualmente in casi davvero limitati scende al di sotto dell'80%¹²². Secondo gli studi del Concrete Sustainability Hub presso il Massachusetts Institute of Technology la fase di utilizzo rappresenta tra l'88% e il 98% del potenziale di riscaldamento globale calcolato sul ciclo di vita di un edificio¹²³. Questa misura, nota anche come “*Global Warming Potential*” o GWP, permette di esprimere il contributo di un determinato gas serra al riscaldamento globale e viene calcolata confrontando il gas serra oggetto di analisi con la CO₂ in riferimento ad un determinato arco temporale.

Figura 20 – Impatto ambientale di un edificio in ottica *life cycle* (2010)

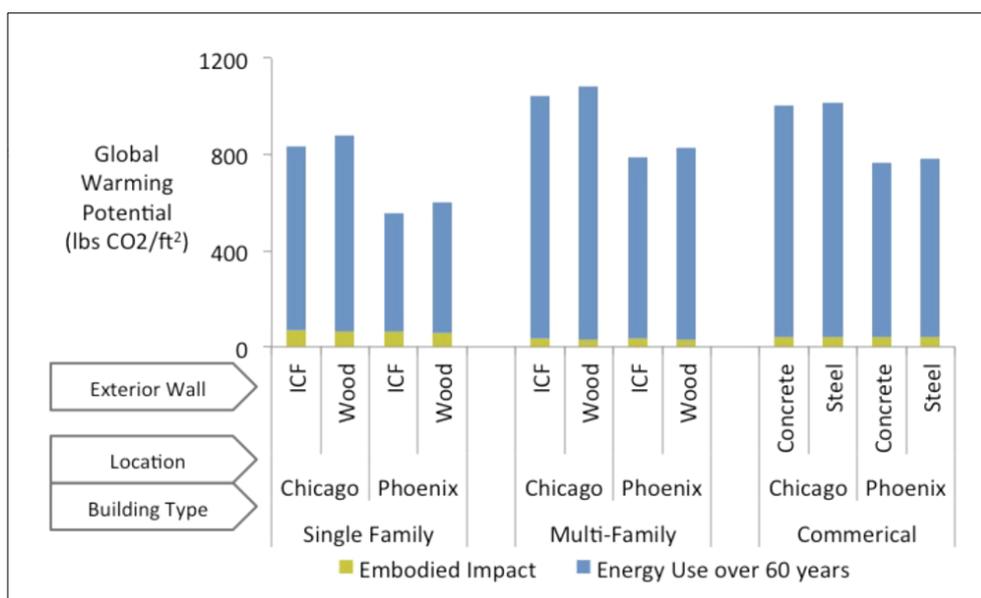


Fonte: LAVAGNA *et al.* (2018)

¹²² LAVAGNA, M. *et al.* (2018)

¹²³ MIT CSHUB (2016) “Building Life Cycle Assessment”, consultato in data 14 aprile 2021, da https://cshub.mit.edu/sites/default/files/documents/Building%20LCA_Final.pdf

Figura 21 – *Embodied e operational GWP*



Fonte: MIT CSHUB (2016)

Come visto ora, l’impatto ambientale attribuito agli edifici può far riferimento a momenti diversi della vita utile degli stessi. Per quanto riguarda le emissioni totali di gas serra, normalmente espresse in chilogrammi o tonnellate di CO₂ equivalenti, si esegue spesso una classificazione delle stesse in due categorie, grazie ad una discriminazione su base causale¹²⁴. Si distingue infatti tra “*embodied carbon*” e “*operational carbon*”. Le prime fanno riferimento alle emissioni di gas serra rilasciate lungo la catena di fornitura di un materiale o un prodotto. Comprendono quindi tutte le emissioni associate alle fasi di estrazione, trasporto e lavorazione delle materie prime, la realizzazione dei semilavorati e dei prodotti impiegati nelle attività costruttive, oltre alle stesse attività edilizie, dalla progettazione agli interventi di manutenzione o demolizione di un immobile¹²⁵. Nelle seconde rientrano invece tutte le emissioni generate nella fase di mero utilizzo dell’edificio: vi sono ricondotte le diverse fonti energetiche necessarie alle attività umane ed adoperate quindi per le operazioni di ventilazione, riscaldamento, raffrescamento ed illuminazione dell’edificio, nonché per l’alimentazione dei vari dispositivi¹²⁶. Il

¹²⁴ AKAN, M.Ö.A., DHAVALA, D.G., SARKIS, J. (2017)

¹²⁵ AHMED, N. et al. (in press) "Impact of sustainable design in the construction sector on climate change", Ain Shams Engineering Journal

¹²⁶ SUSTAINABLE BRANDS, <https://sustainablebrands.com/read/product-service-design-innovation/operating-vs-embodied-carbon-in-the-built-environment-the-difference-and-why-it-matters>

fatto che si adotti il diossido di carbonio equivalente come unità di misura permette una valutazione ponderata dell'impatto ambientale generato da diverse fonti, consentendo altresì di prendere in considerazione tutte le emissioni rilasciate durante l'intero ciclo di vita di un prodotto. Solo in tal modo si può infatti procedere ad una corretta misurazione e valutazione. A tale scopo si adotta quindi il *"Life Cycle Assessment"* o LCA, un metodo di valutazione e quantificazione dei carichi ambientali associabili ad un prodotto, processo o attività lungo il suo intero ciclo di vita, dalla fase di acquisizione delle materie prime a quella di dismissione e smaltimento¹²⁷. Questo strumento consente dunque di considerare tutte le fasi di realizzazione di un prodotto come correlate e dipendenti, permettendo l'identificazione di materiali ed energia impiegati, scarti e rifiuti prodotti, impatto ambientale generato. Al contempo, come sostengono Lavagna *et al.*: *"Life cycle assessment (LCA) plays a strategic role [...] in supporting the identification of actions, policies and strategies that can help to reduce environmental impacts, verifying their environmental effectiveness"*¹²⁸. Il LCA sta riscontrando una sempre maggior adozione sia a livello nazionale che internazionale. La metodologia è regolamentata da norme ISO, che ne definiscono fasi e criteri di valutazione. Oltre a rappresentare un utile strumento per la tutela dell'ambiente, il LCA può essere utilizzato dalle aziende in un'ottica di analisi e riduzione dei costi. Presenta tuttavia alcune difficoltà attuative, legate a limitazioni nella sua applicazione, nonché all'ingente costo economico e temporale. A livello comunitario si è più volte riconosciuta l'importanza strategica dell'adozione di una prospettiva *life cycle* e l'utilizzo di questo strumento è consigliato da alcuni Regolamenti, nonché dalla Commissione Europea, che lo considera utile per il miglioramento della strategia di sviluppo delle politiche comunitarie¹²⁹.

¹²⁷ ISPRA, <https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/certificazioni/ipp/lca>

¹²⁸ LAVAGNA, M. *et al.* (2018)

¹²⁹ AHMED, N. *et al.* (in press)

3.3 – Edilizia sostenibile

Quanto trattato finora in merito al settore dell'edilizia ha permesso di fornire una panoramica circa le caratteristiche dello stesso, il suo contributo economico ed occupazionale, ma anche le conseguenze relate alle attività di costruzione. In quest'ultimo campo spiccano quattro problematiche principali, quali: l'eccessivo consumo di risorse, criticità che desta crescenti preoccupazioni; lo smaltimento dei rifiuti generati durante le fasi di costruzione e demolizione, nonché in occasione di eventuali interventi di manutenzione, che rappresentano una quota parte significativa dei rifiuti cumulati ogni anno; i danni ecosistemici, che spaziano dal consumo di suolo alle emissioni di gas serra, principali responsabili del riscaldamento terrestre, ma anche la perdita di biodiversità e l'inquinamento delle acque; infine, l'ingente consumo di energia ed acqua durante la fase di utilizzo degli edifici, con tutte le conseguenze che ne discendono¹³⁰. Pertanto, il settore delle costruzioni, stanti la propria rilevanza e il proprio impatto ambientale, può rivestire un ruolo chiave nella lotta al cambiamento climatico, nonché nel contribuire a raggiungere gli obiettivi di sviluppo sostenibile (SDGs) previsti dall'Agenda 2030 delle Nazioni Unite. Questa consapevolezza si è via via sviluppata in un crescente numero di attori. Negli ultimi decenni il mondo scientifico ha dimostrato una sempre maggiore attenzione per il settore delle costruzioni, spaziando dal tema della riduzione dei consumi generati nella fase di utilizzo degli edifici, all'adozione di una valutazione basata su un approccio *life cycle*.¹³¹ L'idea di un'edilizia fondata su un modello di sviluppo sostenibile è divenuta nel tempo un interesse diffuso e il settore si è ritrovato ad affrontare crescenti pressioni governative, sociali ed economiche¹³². Il concetto di edilizia sostenibile è stato introdotto da Kibert, che l'ha definita "*the creation and responsible management of a healthy built environment based on resource efficient and ecological principles*"¹³³. Nonostante la tendenza prevalente sia quella di accostare il concetto di sostenibilità alla presa di coscienza e

¹³⁰ MD. HOSSAIN, U. (2018) "Critical consideration of buildings' environmental impact assessment towards adoption of circular economy: An analytical review", *Journal of Cleaner Production*, 205, pp. 763-780

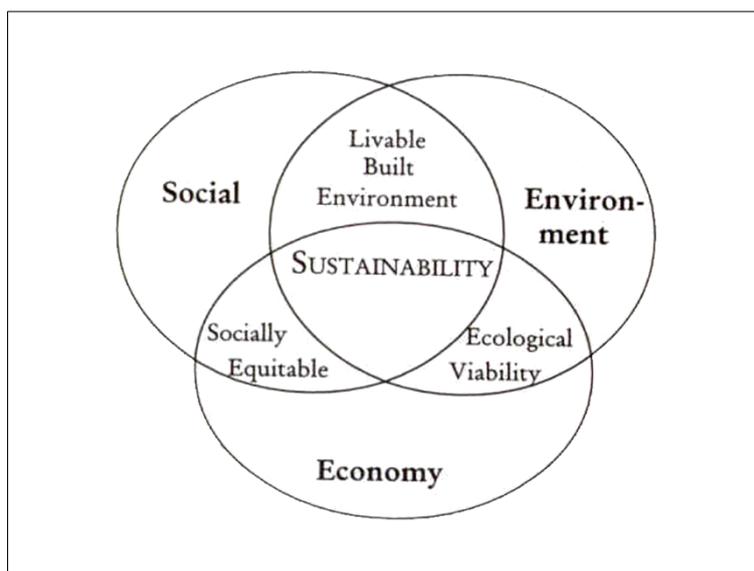
¹³¹ MUNARO, M.R., TAVARES, S.F., BRAGANÇA, L. (2020) "Towards circular and more sustainable buildings: A systematic literature review on the circular economy in the built environment", *Journal of Cleaner Production*, 260, 121134

¹³² AKAN, M.Ö.A., DHAVALA, D.G., SARKIS, J. (2017)

¹³³ GOH, G.S. et al. (2020) "Revisiting triple bottom line within the context of sustainable construction: A systematic review", *Journal of Cleaner Production*, 252, 119884

all'impegno nella risoluzione delle problematiche ambientali, è importante ricordare il concetto di Triple Bottom Line. Per il settore in analisi quello della sostenibilità ambientale è, certamente, il pilastro di più facile identificazione, orientato al raggiungimento dell'armonia tra l'ambiente naturale e quello costruito dall'uomo. È dunque collegato ad obiettivi come l'uso efficiente delle risorse, la riduzione degli sprechi, dei rifiuti e degli impatti ambientali, la conservazione della biodiversità. La sostenibilità economica riguarda la possibilità, per tutti i portatori di interesse collegati in vario modo ad un progetto costruttivo, di ottenere un'equa remunerazione. Infine, la sostenibilità sociale concerne comfort, salute e sicurezza dei singoli, accessibilità ai servizi, ma anche lo sviluppo di una comunità fondata su principi di uguaglianza e rispetto della diversità¹³⁴.

Figura 22 – Triple Bottom Line applicata all'edilizia



Fonte: PRATI, D. (2018)

Idealmente un'edilizia sostenibile dovrebbe quindi garantire l'equilibrio tra i tre pilastri, senza che si verificano situazioni di predominanza dell'uno o trascuratezza dell'altro. Tuttavia, il pilastro ambientale risulta essere considerato con maggior frequenza, complici anche la crescente attrattività dello stesso nei confronti del mercato e le pressioni politiche e sociali manifestatesi negli anni¹³⁵. Al contempo, il pilastro sociale risulta essere il più impegnativo in quanto, per sua natura, coinvolge

¹³⁴ GOH, G.S. et al. (2020)

¹³⁵ LIMA, L. et al. (2021)

un gran numero di parti, tipicamente caratterizzate da obiettivi, valori e priorità differenti¹³⁶.

Yilmaz e Bakiş riconoscono il ruolo centrale ricoperto dalla fase di progettazione, che ritengono dover essere “consapevole”, e definiscono l’edilizia sostenibile come:

“(the) application of sustainable development principles to a building life cycle [...]. It is a holistic process which aims to sustain harmony between the nature and constructed environment by creating settlements which suit human and support economic equality” ¹³⁷.

La sicurezza e la comodità di chi utilizza un edificio non devono quindi andare a discapito dell’integrità dell’ambiente, ma incoraggiare l’armonia e lo sviluppo di un’uguaglianza socioeconomica. Il settore dell’edilizia può contribuire inoltre al miglioramento delle condizioni di vita della fascia di popolazione a basso reddito, fornendo opportunità di lavoro e favorendo una maggior accessibilità economica delle abitazioni, agendo in tal modo sul pilastro sociale della sostenibilità¹³⁸.

Una dettagliata interpretazione del concetto di edilizia sostenibile è rinvenibile nella legislazione della Regione Veneto. La L.R. n.4 del 09 marzo 2007 sancisce infatti:

“Per edilizia sostenibile deve intendersi l’osservanza di teorie progettuali che fondano l’ideazione e la realizzazione del manufatto edilizio su principi di compatibilità dello stesso con l’ambiente e di miglioramento della qualità della vita umana. [...] s’intende per interventi di edilizia sostenibile, comunemente indicata anche come bioedilizia, edilizia naturale, edilizia ecologica, edilizia bio-etico-compatibile, edilizia bio-ecologica, gli interventi di edilizia pubblica o privata che siano caratterizzati dai seguenti requisiti:

- a) favoriscano il risparmio energetico, l’utilizzo delle fonti rinnovabili ed il riutilizzo delle acque piovane;*
- b) garantiscano il benessere, la salute e l’igiene dei fruitori;*

¹³⁶ GOH, G.S. et al. (2020)

¹³⁷ YILMAZ, M., BAKIŞ, A. (2015)

¹³⁸ YILMAZ, M., BAKIŞ, A. (2015)

- c) *si avvalgano di materiali da costruzione, di componenti per l'edilizia, di impianti, di elementi di finitura, di arredi fissi selezionati tra quelli che non determinano lo sviluppo di gas tossici, emissione di particelle, radiazioni o gas pericolosi, inquinamento dell'acqua o del suolo;*
- d) *privilegino l'impiego di materiali e manufatti di cui sia possibile il riutilizzo anche al termine del ciclo di vita dell'edificio e la cui produzione comporti un basso consumo energetico;*
- e) *conservino, qualora si tratti di interventi di ristrutturazione, i caratteri tipo morfologici di interesse storico.”¹³⁹*

La sostenibilità nel settore dell'edilizia guarda dunque all'intero ciclo di vita del suo prodotto, dalla fase di progettazione a quella di demolizione e smaltimento dell'edificio, ed abbraccia una triplice prospettiva: ambientale, economica, sociale. Il concetto di sostenibilità dovrebbe quindi divenire parte integrante del settore delle costruzioni, permeare il processo produttivo, così da limitare il prelievo di risorse e l'impatto ambientale, garantendo così alle future generazioni la possibilità di soddisfare i propri bisogni, ma anche al fine di migliorare le condizioni di vita dei cittadini e dar vita ad immobili di valore, in un'ottica di lungo periodo che consideri tutte le fasi del ciclo di vita di un edificio¹⁴⁰.

Vi sono inoltre aspetti apparentemente non correlati alla costruzione o all'utilizzo degli edifici, ma dei quali si tiene conto in sede di certificazione della sostenibilità degli stessi, come, per esempio, l'accessibilità al trasporto pubblico. Ciò permette di ottenere una valutazione più completa e una comprensione a tutto tondo del concetto di edilizia sostenibile.

3.3.1 – La riduzione dei consumi di energia...

A livello comunitario sono state varate numerose linee guida e direttive europee in merito alla sostenibilità degli edifici, orientate, in via preponderante, alla riduzione dell'impatto ambientale delle costruzioni attraverso il contenimento dei consumi energetici nella fase di utilizzo degli edifici. Tuttavia, queste politiche non hanno

¹³⁹ LEGGE REGIONALE 09 marzo 2007, n. 4 "Iniziativa ed interventi regionali a favore dell'edilizia sostenibile"

¹⁴⁰ PRATI, D., "Tecniche costruttive innovative per l'edilizia sostenibile", tesi di dottorato, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, a.a. 2018, supervisore R. Gulli

considerato l'intero ciclo di vita degli immobili, né la totalità dei danni ecosistemici provocati, ma si sono soffermate sulla fase maggiormente impattante e sui principali driver dell'impatto ambientale, con il rischio di provocare una mera traslazione di carico¹⁴¹. Negli anni sono stati definiti dei requisiti minimi per quanto concerne le prestazioni energetiche degli immobili, mediante la Direttiva sull'efficienza energetica e la Direttiva sul rendimento energetico degli edifici (EPBD). Queste costituiscono un tassello fondamentale per il raggiungimento della neutralità climatica entro il 2050, in particolar modo la seconda, che richiede una profonda trasformazione al settore dell'edilizia¹⁴². La EPBD offre infatti una definizione generale di “*nearly net Zero Energy Building*” (nnZEB), ovvero¹⁴³:

“edificio ad altissima prestazione energetica [...] (in cui) il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili, compresa l'energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze.”

La stessa prevede inoltre che gli edifici realizzati dal 2021 in poi (dal 2019 per gli edifici pubblici) debbano soddisfare tali requisiti. Spetta tuttavia agli Stati membri il compito di redigere un piano d'azione nazionale, sicché, fermo l'obbligo di raggiungere degli standard energetici più elevati, la misura in cui ciò avverrà e le specifiche tecniche variano a livello nazionale¹⁴⁴. In Italia la Direttiva sul rendimento energetico degli edifici (EPBD) è stata recepita con decreto legge 63/2013, convertito in legge n. 90/2013. Le caratteristiche previste per gli edifici ad energia quasi zero sono poi state definite dal Decreto Ministeriale 26 giugno 2015 del Ministero dello Sviluppo Economico, che ha altresì stabilito ulteriori requisiti in aggiunta al limite complessivo sul consumo di energia¹⁴⁵. Sul territorio nazionale, la realizzazione di nnZEB ha preso il via già a partire dal 2016, complice anche la decisione di alcune regioni, come Lombardia ed Emilia Romagna, di anticipare le

¹⁴¹ LAVAGNA, M. et al. (2018)

¹⁴² CLARKE, L., SAHIN-DIKMEN, M. (2020) “Unions and the green transition in construction in Europe: Contrasting visions”, *European Journal of Industrial Relations*, 26 (4), pp. 401-418

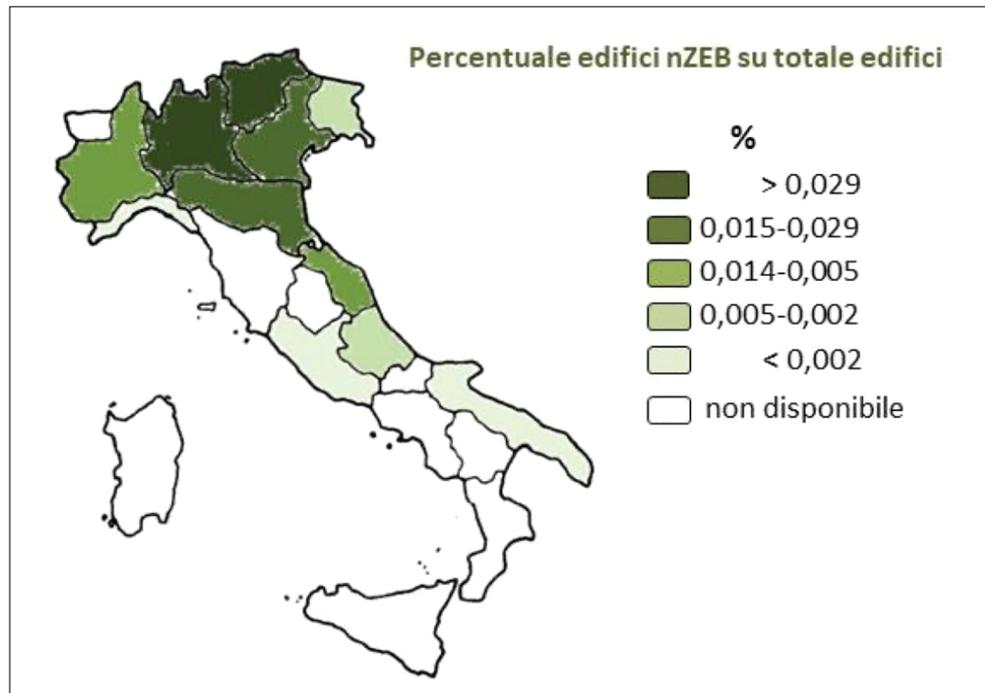
¹⁴³ DIRETTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 19 maggio 2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia (rifusione)

¹⁴⁴ COMMISSIONE EUROPEA, https://ec.europa.eu/energy/content/nzeb-24_en

¹⁴⁵ ENEA, <https://www.energiaenergetica.enea.it/servizi-per/pubblica-amministrazione/riqualificazione-energetica-degli-edifici-della-pubblica-amministrazione/edilizia-pubblica-e-scolastica/gli-edifici-a-consumo-energetico-quasi-zero.html>

scadenze previste dalla Direttiva. In queste regioni la percentuale di nnZEB rispetto ai nuovi edifici realizzati ha manifestato una rapida crescita di anno in anno ed ENEA stima che al 30 settembre 2018 fossero stati edificati circa 1500 edifici ad energia quasi zero ¹⁴⁶. Si tratta principalmente di edifici ad uso residenziale (85%) di nuova realizzazione (90%)¹⁴⁷.

Figura 23 – Percentuale di nZEB al 30.06.2018



Fonte: ENEA (2019)

Il concetto di edificio ad energia quasi zero appare di facile comprensione e, al contempo, potrebbe essere considerato un sinonimo del termine “*green building*”. Vi sono tuttavia una molteplicità di espressioni utilizzate per indicare immobili caratterizzati da un consumo di energia limitato o nullo tra le quali è necessario distinguere. Il primo tentativo di riduzione dei consumi energetici degli edifici risale infatti agli anni '60 e può essere ricondotto all'architettura passiva. Successivamente, si è poi assistito alla nascita di numerose teorie orientate

¹⁴⁶ ENEA, <https://www.energiaenergetica.enea.it/servizi-per/pubblica-amministrazione/riqualificazione-energetica-degli-edifici-della-pubblica-amministrazione/edilizia-pubblica-e-scolastica/gli-edifici-a-consumo-energetico-quasi-zero.html>

¹⁴⁷ ENEA (2019) “Osservatorio degli edifici ad energia quasi zero (nZEB) in Italia”, a cura di Ezilda Costanzo

all'efficienza energetica, ma caratterizzate da contesti socioeconomici, climatici e culturali differenti¹⁴⁸:

- *Off Grid Home*, un edificio autosufficiente dal punto di vista energetico e fisicamente scollegato da ogni infrastruttura energetica.
- *Zero Energy Home*, un'immobile dai consumi energetici ridotti che gode della produzione in loco di energia da fonti rinnovabili. È allacciato all'infrastruttura energetica, ma l'energia da questa prelevata è pari (o inferiore) alla quantità prelevata.
- *Zero Energy Building (ZEB)*. Questo concetto si sviluppa nel contesto statunitense, deriva dal precedente ed indica un edificio caratterizzato da consumi energetici estremamente ridotti e soddisfatti attraverso l'energia da fonti rinnovabili prodotto *in situ*.
- *net Zero Energy Building (nZEB)*. In seguito ad una riflessione sul significato del termine precedente, l'archetipo viene rinominato *net Zero Energy Building (nZEB)*, a sottolineare come il concetto non faccia riferimento ad un edificio che non consuma energia, ma piuttosto ad uno caratterizzato da una somma algebrica dei flussi energetici in ingresso e in uscita pari a zero.
- *nearly net Zero Energy Building (nnZEB)*. Un edificio si definito presenta un bilancio dei flussi energetici molto ridotto, ma comunque superiore allo zero. Il termine ha una definizione solamente europea e corrisponde ai requisiti richiesti dalla Direttiva vista in precedenza.
- *Green Building*. Trattasi di un edificio dal ridotto consumo di energia ed orientato alla riduzione delle emissioni, oltre che dei consumi, integrato nel contesto urbano e naturale, realizzato con materiali riciclati e riciclabili.

Quest'ultimo termine riveste quindi un significato più ampio rispetto agli altri, va oltre la riduzione dei consumi e l'utilizzo di energia da fonti rinnovabili. Rappresenta al meglio la definizione di edificio sostenibile e, grazie alle sue caratteristiche costruttive, può migliorare la qualità della vita di chi lo abita, la produttività di chi vi

¹⁴⁸ FILIPPI, M., FABRIZIO, E. (2011) "Il concetto di Zero Energy Building", presentato al convegno "Verso gli edifici a 'Energia quasi zero': le tecnologie disponibili", Bologna

lavora all'interno, nonché la salubrità dell'ambiente in cui si trova¹⁴⁹. Diversi studi hanno dimostrato l'assenza di costi di realizzazione maggiori rispetto a quelli previsti per gli edifici tradizionali, sottolineando al contempo i diversi benefici, economici e non, che si hanno in fase di godimento dell'immobile¹⁵⁰. I *Green Building* possono inoltre essere soggetti a certificazione della sostenibilità attraverso protocolli di valutazione ad adesione volontaria, come LEED, BREEAM, ECOLABEL, ITACA¹⁵¹.

3.3.1.1 – ... e la necessità di andare oltre

Nonostante solo negli ultimi anni, come visto, siano stati definiti a livello normativo dei requisiti energetici minimi per gli edifici, l'attenzione a questo aspetto si è sviluppata ben prima. Si è così assistito ad una decisa riduzione dei consumi di energia e, di conseguenza, delle emissioni classificabili come “*operational carbon*”. In ottica *life cycle*, ne è risultata una maggior rilevanza delle “*embodied carbon*”, tant'è che in molti casi l'impatto derivante dalla produzione dei materiali e dalle operazioni di costruzione, restauro e demolizione ha superato quello legato alla fase di utilizzo dell'immobile¹⁵². È quindi possibile affermare che le strategie di efficienza energetica, nonostante vadano a colpire la fase del ciclo di vita responsabile del maggior quantitativo di emissioni, possono risultare insufficienti ai fini della riduzione dell'impatto ambientale complessivo. Al contempo, è necessario considerare una molteplicità di fattori, per esempio, la data di costruzione dell'immobile, che influenza fortemente l'efficacia delle misure adottate. Come fanno notare Lavagna *et al.*:

“while in old buildings the ratio of impacts between the production of materials and the impact of energy consumption on the use phase is 1:10, in low-energy buildings the embodied energy can represent the 45% of the lifecycle energy. [...] adopting a life cycle approach, the impacts of the production, maintenance, and

¹⁴⁹ IBERDROLA, <https://www.iberdrola.com/sustainability/sustainable-green-buildings>

¹⁵⁰ WEERASINGHE, A.S., RAMACHANDRA, T., ROTIMI, J.O.B. (2021) "Comparative life-cycle cost (LCC) study of green and traditional industrial buildings in Sri Lanka", *Energy & Buildings*, 234, 110732

¹⁵¹ FILIPPI, M., FABRIZIO, E. (2011)

¹⁵² NUßHOLZ, J., RASMUSSEN, F.N., MILIOS, L. (2019) "Circular building materials: Carbon saving potential and the role of business model innovation and public policy", *Resources, Conservation and Recycling*, 141, pp. 308-316

*end-of-life phases can be higher than the impacts of the use phase in low-energy buildings and zero- energy buildings, even in the case of refurbishment*¹⁵³.

Inoltre, considerare solamente gli effetti negativi relativi alle emissioni di CO₂, e non l'impatto ambientale nella sua totalità, rappresenta una visione alquanto limitata di quelli che sono i danni generati dal settore delle costruzioni. Così facendo si ignorerebbero altri problemi, altrettanto rilevanti ed urgenti, e non sarebbe perciò possibile ottenere una valutazione affidabile e veritiera, né predisporre adeguatamente le misure necessarie a sopperirvi. Sul fronte normativo accade sovente, specie a livello comunitario, che diverse problematiche afferenti allo stesso settore o campo di intervento siano regolamentate separatamente: ne sono un esempio la Waste Framework Directive e la EPBD, alla prima si è precedentemente fatto riferimento in merito ai rifiuti da costruzione e demolizione, la seconda concerne invece l'efficienza energetica degli edifici. Il tutto avviene però senza controllare se si verifichino eventuali spostamenti di carico tra differenti tipi di impatto ambientale¹⁵⁴. Per queste ragioni si ribadisce ancora una volta come l'impiego di una valutazione in ottica *life cycle* sia fondamentale.

3.3.2 – La riduzione dell'impiego di risorse e della generazione di rifiuti attraverso l'adozione di un modello circolare

La realizzazione di edifici caratterizzati da consumi energetici fortemente ridotti, sospinta anche dall'adozione di politiche orientate nella medesima direzione, ha portato ad una rapida riduzione dell'impatto ambientale legato alla fase di utilizzo degli immobili. Ne sono conseguite una maggior rilevanza delle *embodied carbon emissions* (destinata ad aumentare ulteriormente con la diffusione degli nnZEB) e la necessità di ampliare l'ambito di intervento, rivolgendo maggior attenzione alle attività di costruzione, manutenzione e demolizione, responsabili della produzione di ingenti quantitativi di rifiuti, nonché alla supply chain del settore, fortemente coinvolta nel depauperamento delle risorse naturali. Stante il loro elevato impatto ambientale, la riduzione dell'impiego di risorse da un lato e della generazione di rifiuti dall'altro, dovrebbero quindi rappresentare un obiettivo prioritario. Si tratta

¹⁵³ LAVAGNA, M. et al. (2018)

¹⁵⁴ LAVAGNA, M. et al. (2018)

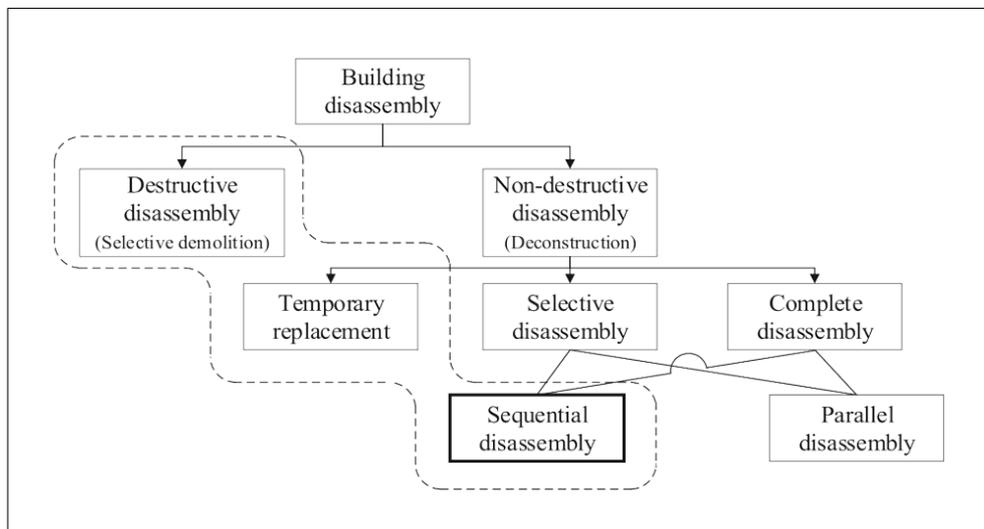
di due aspetti fortemente interrelati, nonostante si collochino agli estremi della fase di vita di un edificio. Dalle risorse utilizzate nella fase costruttiva dipendono infatti la quantità e la natura dei rifiuti da costruzione e demolizione generati, nonché la possibilità di recuperare o meno materiali utili da questi ultimi. Al contempo, dalla qualità delle operazioni di demolizione e separazione discendono differenti possibilità di riutilizzo delle risorse recuperate in questa fase, che potrebbero divenire nuove materie prime per la realizzazione di altri edifici. Sebbene i C&DW siano solitamente associati alle attività di demolizione di un immobile, in quanto generati soprattutto in tale fase, questi rifiuti dovrebbero essere considerati frutto dell'intero ciclo di vita. Sovente vi è una mancanza di considerazione della gestione e riduzione dei rifiuti, aspetto che dovrebbe invece essere sviluppato già a partire dal momento della pianificazione e progettazione, così da guidare le successive fasi di realizzazione, utilizzo e manutenzione dell'edificio¹⁵⁵. Agire su questi due aspetti potrebbe rivelarsi un metodo alquanto efficace per la trasformazione dell'edilizia in un settore maggiormente sostenibile e portare sostanziali benefici non solo in termini ambientali, ma anche economici e sociali. Le scelte attuate in fase di pianificazione determinano dunque la misura in cui le strategie sostenibili possono essere effettivamente realizzate al termine del ciclo di vita degli edifici. Un'attenta progettazione *ab origine* potrebbe consentire addirittura una programmazione del recupero delle risorse, limitando fortemente la generazione di rifiuti a fine vita e il fabbisogno di risorse necessarie per il progetto successivo. Diversi studi hanno dimostrato la possibilità di evitare, in alcuni casi, la demolizione di parte degli edifici, ricorrendo piuttosto ad operazioni di decostruzione degli immobili e riutilizzo delle componenti¹⁵⁶. Ciò consentirebbe di prolungare la vita di un edificio attraverso la rimozione, riparazione o sostituzione di alcune sue parti; in alternativa, qualora non fosse possibile evitare la demolizione, l'impatto ambientale relato ai C&DW verrebbe comunque ridotto, grazie al recupero e reimpiego di quelle porzioni di immobile che ancora non hanno raggiunto il proprio fine vita. Il riutilizzo adattivo permetterebbe quindi di massimizzare la vita utile degli edifici e di conseguire ingenti benefici di carattere economico, ambientale e sociale, legati al pieno

¹⁵⁵ BENACHIO, G.L.F., FREITAS, M.D.C.D., TAVARES, S.F. (2020) "Circular economy in the construction industry: A systematic literature review", *Journal of Cleaner Production*, 260, 121046

¹⁵⁶ SANCHEZ, B., HAAS, C. (2018) "A novel selective disassembly sequence planning method for adaptive reuse of buildings", *Journal of Cleaner Production*, 183, pp. 998-1010

sfruttamento dell'immobile. Affinché risulti possibile porre in essere le pratiche ora descritte è però necessario che vi sia, *ab origine*, un'attenta fase di “*planning for disassembly*”, un processo atto ad individuare “*an optimal disassembly sequence for retrieving components from a building*”¹⁵⁷. Stante l'importanza di un'adeguata progettazione iniziale, la decostruzione degli edifici esistenti per il loro riuso adattivo risulta essere un'operazione complessa, talvolta addirittura non realizzabile, con un tasso di difficoltà che solitamente aumenta di pari passo con l'età dell'edificio. Per immobili più recenti o di nuova realizzazione, lo studio e l'implementazione di una sequenza di smontaggio ottimale rappresentano operazioni meno complesse. Si tratta di processi caratterizzati da una natura riparativa, rigenerativa, e perciò in linea con principi di sostenibilità, che negli anni hanno goduto di crescenti sviluppo ed adozione. Ciò nonostante, si riscontra la necessità di ulteriori studi, così da far fronte agli attuali gap di conoscenza. In particolare, come riportano Sanchez e Haas, occorre superare le attuali procedure di pianificazione, definite “intuitive” e che permettono di raggiungere solamente risultati sub-ottimali, supportati da scarse misurazioni e giustificazioni ¹⁵⁸.

Figura 24: Building disassembly



Fonte: SANCHEZ, B., HAAS, C. (2018)

¹⁵⁷ SANCHEZ, B., HAAS, C. (2018)

¹⁵⁸ SANCHEZ, B., HAAS, C. (2018)

Il modello di economia circolare si propone di cambiare gli attuali schemi di produzione e consumo, eccessivamente gravosi per l'ambiente, così da ripristinare gli equilibri ecosistemici. Si fonda principalmente su una miglior gestione delle risorse e richiede non solo la chiusura dei cicli, che permetterebbe di ridurre le perdite di valore e la dipendenza da mercati globali estremamente volatili, ma anche un rallentamento degli stessi, così da estendere la vita utile di prodotti e materiali¹⁵⁹ ¹⁶⁰. Negli ultimi anni il concetto di economia circolare ha goduto di crescenti attenzioni, ed i principi da questo espressi sono divenuti parte delle politiche di diversi Stati ed organizzazioni, in primis Cina ed Unione Europea. Più recentemente il mondo scientifico ed accademico hanno manifestato un certo interesse per l'applicazione del modello di economia circolare nel settore delle costruzioni. Si ritiene infatti che questo potrebbe rivestire un ruolo centrale per la risoluzione di problemi come l'eccessivo consumo di risorse ed i cambiamenti climatici, e che i principi di economia circolare possano ridurre in modo significativo l'impatto ambientale degli edifici. A partire dal 2017 si è così assistito ad un crescente numero di pubblicazioni al riguardo e numerosi autori hanno fornito la propria definizione. Pomponi e Moncaster descrivono i *circular buildings* come "*a building that is designed, planned, built, operated, maintained, and deconstructed in a manner consistent with CE principles*"¹⁶¹. Leising, Quist e Bocken definiscono invece l'approccio all'economia circolare per l'edilizia come "*A lifecycle approach that optimizes the buildings' useful lifetime, integrating the end-of-life phase in the design and uses new ownership models where materials are only temporarily stored in the building that acts as a material bank*"¹⁶². In entrambe le definizioni è presente l'attenzione all'intero ciclo di vita, quasi a sottolineare la necessità di ampliare l'approccio rispetto a quanto fatto in passato, quando l'adozione di misure volte al raggiungimento di una maggior sostenibilità del settore hanno portato ad un focus esclusivo sull'utilizzo di energia e il raggiungimento di una maggior efficienza energetica nella fase di utilizzo degli edifici. Leising, Quist e Bocken enfatizzano il

¹⁵⁹ HEISEL, F. RAU-OBERHUBER, S. (2020) "Calculation and evaluation of circularity indicators for the built environment using the case studies of UMAR and Madaster", *Journal of Cleaner Production*, 243, 118482

¹⁶⁰ LEISING, E., QUIST, J., BOCKEN, N. (2018) "Circular Economy in the building sector: Three cases and a collaboration tool", *Journal of Cleaner Production*, 176, pp. 976-989

¹⁶¹ POMPONI, F., MONCASTER, A. (2017) "Circular economy for the built environment: A research framework", *Journal of Cleaner Production*, 143, pp. 710-718

¹⁶² LEISING, E., QUIST, J., BOCKEN, N. (2018)

collegamento tra la fase di progettazione e quella di fine vita, proponendo l'integrazione della seconda nella prima. Gli autori introducono inoltre il concetto di *"building as a material bank"* che rappresenta forse la massima espressione dei principi di economia circolare applicati al settore construction: gli edifici sono infatti visti non come un prodotto finale, ma come uno "stato temporaneo" assunto dai materiali nel corso del loro ciclo di vita. Il concetto di *"building as a material bank"* viene ripreso anche da Benachio, Freitas e Tavares. Le origini dello stesso sono però da ricondurre all'omonimo progetto intrapreso nel 2015 e sviluppato nell'ambito del programma Horizon 2020, finanziato dall'Unione Europea. Building As Material Bank (BAMB) vede la partecipazione di 15 partner ed ha l'obiettivo di consentire un cambiamento sistemico nel settore dell'edilizia attraverso l'adozione di soluzioni circolari¹⁶³. In particolare, il progetto intende agire sui materiali impiegati nelle operazioni di costruzione e restauro degli edifici, ed attribuisce alla qualità dei materiali un ruolo chiave per l'adozione di pratiche circolari. Nel proprio report, il consorzio responsabile del progetto spiega come l'utilizzo di materie prime di qualità nella fase costruttiva possa permettere di trasformare un edificio giunto al termine della sua vita utile in una nuova fonte di risorse di valore, indirizzando il settore verso un modello in cui *"buildings and building materials are used, reused, adapted and re-built over and over again"* ¹⁶⁴. Grande importanza viene attribuita alla fase di progettazione e design, nonché all'adozione di catene del valore circolari, grazie alle quali si ritiene possibile conservare caratteristiche e funzionalità delle risorse. Nel corso del progetto sono stati inoltre sviluppati due strumenti ritenuti fondamentali per consentire il cambiamento nel settore. Il primo è il *"Building Material Passport"*, un passaporto digitale contenente dettagliate informazioni circa quanto utilizzato nella costruzione dell'edificio. Fornisce, quindi, quello che si potrebbe definire un inventario di tutti i materiali, i componenti e i prodotti utilizzati per la realizzazione dell'immobile, nonché informazioni dettagliate su quantità, qualità, dimensioni e posizione degli stessi¹⁶⁵. La disponibilità di questi dati permetterebbe una miglior gestione delle risorse al momento della dismissione degli immobili, mantenendole in circolo attraverso operazioni di riutilizzo o

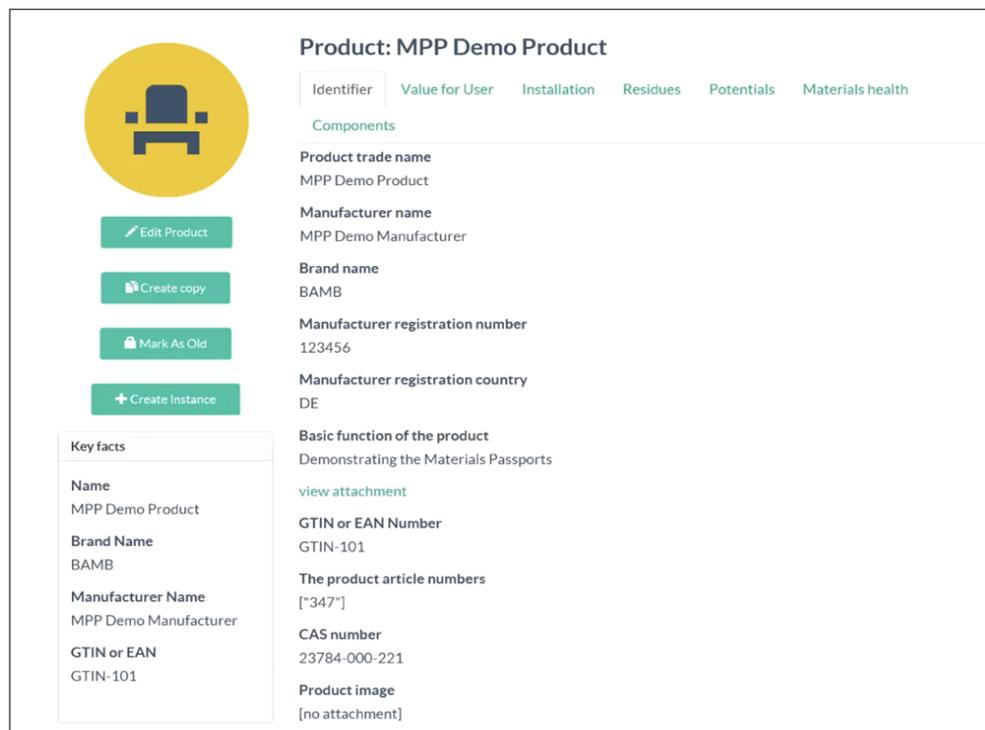
¹⁶³ BAMB, <https://www.bamb2020.eu/> [A]

¹⁶⁴ BAMB – Building As Material Bank (2016) "D1 Synthesis of the State-of-Art"

¹⁶⁵ HEISEL, F. RAU-OBERHUBER, S. (2020)

riciclaggio¹⁶⁶. I benefici di questo primo strumento possono inoltre essere amplificati dall'adozione del secondo, ovvero il “*Reversible Building Design*”. Trattasi di una progettazione edilizia che semplifica la decostruzione a fine vita, nonché l'eventuale sostituzione o riparazione di alcune parti dell'edificio, anche durante la fase di utilizzo, senza arrecare alcun danno a materiali e componenti. Permette quindi una maggior riparabilità dell'immobile e di conservare il valore delle materie prime impiegate nella realizzazione dello stesso, delle quali può anche essere prevista la destinazione al fine della vita utile¹⁶⁷. Questo protocollo può essere adoperato per la realizzazione di edifici “flessibili”, per i quali risulterà più semplice e meno invasivo un eventuale cambio di destinazione.

Figura 25 – BAMB Material Passport in versione demo



Fonte: BAMB [C]

Il concetto e modello di *building as material bank* propone quindi di un cambiamento radicale rispetto a quanto avviene solitamente nell'edilizia lineare, nella quale le materie prime vengono utilizzate “*in ways that cannot be deconstructed, becoming*

¹⁶⁶ BAMB – Bulding As Material Bank (2017) “Framework for Material Passports”

¹⁶⁷ BAMB, <https://www.bamb2020.eu/topics/reversible-building-design/> [B]

*obsolete at the end of life of the building*¹⁶⁸. Tuttavia, la possibilità di porre in essere un modello costruttivo simile su un'ampia scala appare ancora remota e si ritiene necessario lo sviluppo di ulteriori conoscenze e strumenti ai fini dell'adozione massiva dello stesso. Gli strumenti sviluppati nell'ambito del progetto BAMB sono senz'altro promettenti e sono stati oggetto di numerosi test negli ultimi anni, ma attualmente presentano ancora diverse problematiche. Per quanto concerne il *Reversible Building Design* lo stesso consorzio responsabile del progetto riconosce come il protocollo sia ancora lontano da un'adozione commerciale¹⁶⁹. In merito al *Material Passport* si segnala invece la necessità di ulteriori ricerche e di una maggior collaborazione tra i vari attori coinvolti, così da rendere il processo di più facile realizzazione^{170 171}. Inoltre, occorre riconoscere come il settore delle costruzioni richieda solitamente un tempo maggiore per l'implementazione di pratiche innovative, tanto da essere definito come "un'industria conservatrice"¹⁷². Tra le cause di questa resistenza al cambiamento vi sono gli ingenti capitali necessari e l'elevato payback period, ma anche la natura dei prodotti di questo settore, ovvero gli edifici, che rappresentano, nella quasi totalità dei casi, progetti unici con una lunga e complessa catena di fornitura^{173 174}. La supply chain rappresenta un punto cruciale nel processo di implementazione di un modello circolare nel settore delle costruzioni, proprio in ragione della sua complessità. Risulta perciò fondamentale includerla *in toto*, andando a coinvolgere tutti le parti interessate, dalla fase di progettazione a quella di utilizzo, in quanto solo attraverso una stretta relazione e collaborazione tra gli stakeholder è possibile arrivare alla chiusura dei cicli e al rallentamento dei flussi di materiali al loro interno¹⁷⁵.

Al concetto di *building as material bank* può essere accostato, sebbene i due differiscano sotto diversi punti di vista, quello di "*urban mining*", con il quale si fa riferimento all'idea di recuperare metalli ed altre risorse da fonti antropogeniche. Il termine risale alla fine degli anni '60 ed è attribuito a Jane Jacobs, secondo il quale

¹⁶⁸ BENACHIO, G.L.F., FREITAS, M.D.C.D., TAVARES, S.F. (2020)

¹⁶⁹ BAMB, <https://www.bamb2020.eu/topics/reversible-building-design/> [B]

¹⁷⁰ BENACHIO, G.L.F., FREITAS, M.D.C.D., TAVARES, S.F. (2020)

¹⁷¹ MUNARO, M.R., TAVARES, S.F., BRAGANÇA, L. (2020)

¹⁷² PELLI, P. (2021) "Service innovation and sustainable construction: Analyses of wood vis-a-vis other construction projects", *Cleaner Engineering and Technology*, 2, 100061

¹⁷³ PELLI, P. (2021)

¹⁷⁴ BENACHIO, G.L.F., FREITAS, M.D.C.D., TAVARES, S.F. (2020)

¹⁷⁵ LEISING, E., QUIST, J., BOCKEN, N. (2018)

le città del futuro sarebbero diventate “*huge, rich and diverse mines of raw materials*”¹⁷⁶. Al giorno d’oggi gli stock urbani di determinati minerali presentano già quantitativi maggiori di quelle disponibili in natura, specie per alcuni metalli. La scarsità di risorse e la volatilità dei rispettivi mercati potrebbero perciò incoraggiare lo sviluppo delle attività di *urban mining*. La principale barriera, di carattere tecnico-scientifico, è la fattibilità delle operazioni di recupero dei metalli: ne è un esempio il litio, per il quale non si dispone ancora di pratiche efficienti¹⁷⁷. Da un punto di vista economico la redditività delle operazioni sta migliorando, tanto che le pratiche di recupero di alcuni metalli sono oramai competitive rispetto all’estrazione di materie prime vergini. I processi di *urban mining* rappresentano un utile strumento per una gestione sostenibile dello stock urbano esistente e per favorire la transizione verso un modello di economia circolare, ma non quello ottimale, ragion per cui dovrebbero avere un carattere di temporaneità. Gli edifici di nuova realizzazione dovranno invece essere concepiti come “*material bank*” fin dalla fase di progettazione, permettendo così di massimizzare l’efficacia delle operazioni di riuso e riciclaggio delle risorse in essi custodite¹⁷⁸.

3.3.2.1 – Benefici e barriere all’adozione

Nel capitolo precedente si è presentato il modello di economia circolare, per discutere poi circa i benefici ambientali, sociali ed economici derivanti dalla sua adozione. Si può affermare che i vantaggi discendenti dall’implementazione di tale modello assumerebbero una triplice natura anche con riferimento al settore delle costruzioni. Tuttavia, dato l’elevato impatto in termini di inquinamento di acqua, aria e suolo, consumo di risorse e produzione di rifiuti, quello di carattere ambientale rappresenterebbe sicuramente il beneficio maggiore. Si stima infatti che l’applicazione del modello di economia circolare al settore *construction* potrebbe consentire una riduzione del 38% delle emissioni di CO₂, pari a oltre 2 miliardi di tonnellate annue, entro il 2050¹⁷⁹. Secondo la Ellen MacArthur Foundation il maggior contributo al taglio delle emissioni giungerebbe da una miglior fase di

¹⁷⁶ HEISEL, F. RAU-OBERHUBER, S. (2020)

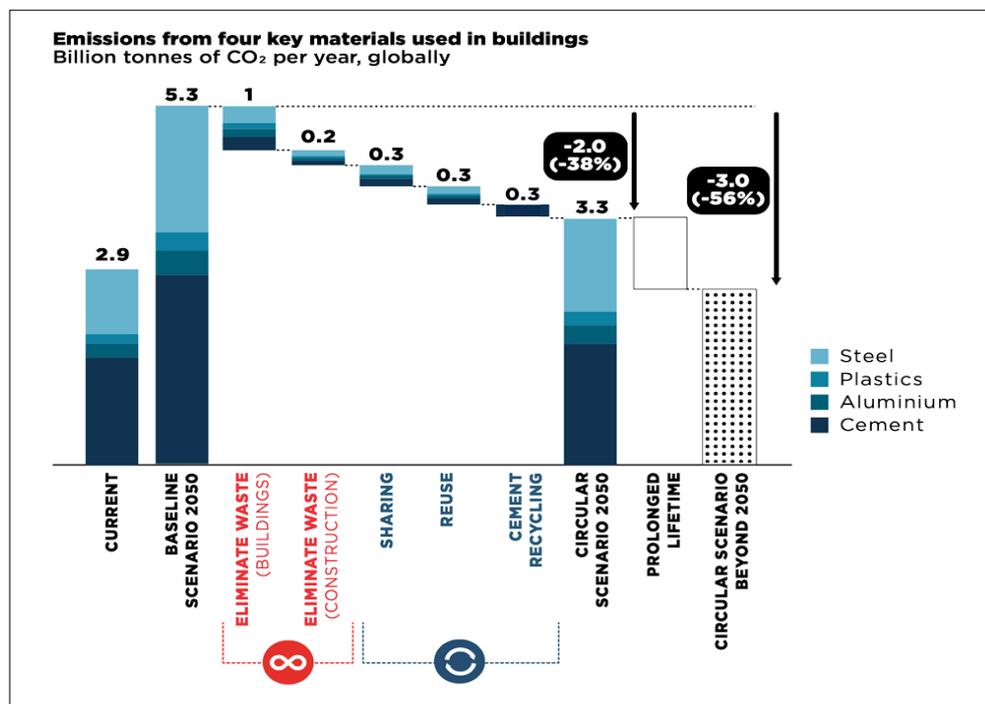
¹⁷⁷ JOENSUU, T., EDELMAN, H., SAARI, A. (2020) “Circular economy practices in the built environment”, *Journal of Cleaner Production*, 276, 124215

¹⁷⁸ HEISEL, F. RAU-OBERHUBER, S. (2020)

¹⁷⁹ ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2019)

progettazione e design degli edifici, responsabile di prevedere l'impiego di un quantitativo eccessivo di risorse. Si ritiene sia possibile ottenere la medesima resistenza e solidità strutturale utilizzando tra il 40 e il 50% del cemento in meno rispetto a quanto avviene normalmente¹⁸⁰. Dal contenimento dei materiali da costruzione usati discenderebbe poi un minor quantitativo di C&DW al termine della vita utile, nonché un minor costo di realizzazione dell'immobile. Un contributo minore, ma comunque non trascurabile, viene poi attribuito all'adozione di modelli di condivisione degli spazi di lavoro, oltre la metà dei quali risulta essere inutilizzata, nonché di quelli residenziali, dove si segnala la "sotto-occupazione" di un'elevata percentuale di abitazioni. Vi è poi il tema del riuso e riciclo dei materiali da costruzioni, che avviene in media solamente nel 25% dei casi, spesso a causa della mancanza di informazioni circa la composizione dell'edificio. Queste attività, oltre al contenimento dei rifiuti, permetterebbero di limitare la domanda di materie prime, nonché le emissioni relate alle fasi di estrazione, lavorazione e trasporto di queste ultime.

Figura 26 – Benefici ambientali di un'edilizia circolare



Fonte: ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2019)

¹⁸⁰ ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2019)

Infine, un ulteriore contributo discenderebbe dall'estensione del ciclo di vita degli immobili, che spesso non vengono sfruttati adeguatamente, con casi di demolizione dopo appena un terzo della loro vita utile¹⁸¹. Un'accorta fase di progettazione, capace di predisporre l'immobile per i futuri interventi di riparazione, riuso adattivo o eventuale riconversione, permetterebbe di estenderne la vita funzionale, con una ulteriore riduzione delle emissioni di CO₂ stimata in un miliardo di tonnellate all'anno entro il 2050¹⁸².

In tutto ciò, la progettazione urbana gioca un ruolo fondamentale, in quanto capace non solo di definire la disposizione degli edifici, ma anche di influenzare il modo in cui gli stessi vengono realizzati. La pianificazione del tessuto cittadino rappresenta quindi un'opportunità per l'adozione di pratiche sostenibili su grande scala, agendo sui problemi ambientali, ma anche sulle loro cause come, per esempio, la crescita incontrollata delle città, di cui si è discusso in precedenza. Intervenire sulla struttura dei centri urbani, mantenendo una certa compattezza degli stessi, permetterebbe di limitare le infrastrutture necessarie, contenendo costi pubblici, consumo di risorse ed emissioni, e renderebbe le città maggiormente efficienti, funzionali e godibili. La densificazione della città può aumentarne il tasso di produttività da quattro a dieci volte tanto, riducendo al contempo le emissioni fino al 90% a parità di popolazione¹⁸³.

L'abbandono di uno schema di produzione e consumo lineare rappresenta un passo fondamentale ai fini del superamento delle odierne sfide economiche ed ambientali, un passo necessario per la creazione di un'economia resiliente¹⁸⁴. Il settore delle costruzioni rappresenta il maggior consumatore di risorse a livello globale ed è perciò necessario che, nell'ottica di una transizione verso il circolare, ci si adoperi per una ridefinizione di quelli che sono gli schemi e le pratiche dell'industria. L'adozione di un modello di economia circolare nel settore dell'edilizia è ancora agli arbori ed attualmente circoscritta alla minimizzazione di sprechi e rifiuti da un lato, e alla massimizzazione del riuso e riciclo dall'altro¹⁸⁵. Si segnala tuttavia la

¹⁸¹ ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2019)

¹⁸² ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2019)

¹⁸³ NEW CLIMATE ECONOMY (2014) "Better growth, better climate: the new climate economy report"

¹⁸⁴ HEISEL, F. RAU-OBERHUBER, S. (2020)

¹⁸⁵ BUYLE, M. *et al.* (2019) "Sustainability assessment of circular building alternatives: Consequential LCA and LCC for internal wall assemblies as a case study in a Belgian context", *Journal of Cleaner Production*, 218, pp. 141-156

mancanza di metodi e pratiche standard per le operazioni di recupero e riciclaggio dei materiali, aspetto che rappresenta al contempo un ostacolo all'implementazione del modello circolare ed un segnale di allerta, che invita alla definizione di pratiche comuni idonee ad essere adottate dall'intera industria delle costruzioni¹⁸⁶. Questa problematica è stata evidenziata anche da Munaro, Tavers e Bragança, i quali, alla mancanza di pratiche standard, accostano la frammentazione della catena di valore e la necessità di un cambio di mentalità da parte dei professionisti del settore¹⁸⁷. Gli stessi autori segnalano inoltre l'assenza di metriche adeguate alla selezione e valutazione dei materiali destinati alle operazioni di recupero, nonché di informazioni circa le loro potenzialità: aspetti tecnici assolutamente non trascurabili come, per esempio, capacità strutturale, solidità e garanzia degli stessi¹⁸⁸. Il settore è quindi chiamato a sviluppare nuovi modelli di business, capaci di discostarsi da un uso lineare e sconosciuto delle risorse. Da questi discenderanno numerose nuove opportunità economiche, in quanto le aziende abbineranno di nuovi prodotti e servizi, dal supporto alle operazioni di decostruzione e recupero, alla fornitura di materiali edili alternativi.

In conclusione, si ritengono necessarie alcune precisazioni riguardanti i concetti di economia circolare e sostenibilità. Si vuole infatti sottolineare il fatto che ad una crescente circolarità non corrisponde automaticamente una maggior sostenibilità degli edifici o dei prodotti utilizzati per la loro costruzione. Come spiegano Buyle *et al.*, l'impiego di C&DW in sostituzione alle materie prime vergini non garantisce necessariamente una riduzione dell'impatto ambientale¹⁸⁹. La circolarità è un aspetto specifico della sostenibilità, ciò che potremmo definire una sua evoluzione, o addirittura una sua estremizzazione, ma non sempre si può arrivare alla piena adozione di strategie di circolarità. Si può quindi affermare che la sostenibilità ha l'obiettivo di ridurre gli impatti ambientali e ripristinare gli equilibri ecosistemici; qualora fosse applicata alla lettera dovrebbe tendere alla circolarità.

¹⁸⁶ BENACHIO, G.L.F., FREITAS, M.D.C.D., TAVARES, S.F. (2020)

¹⁸⁷ MUNARO, M.R., TAVARES, S.F., BRAGANÇA, L. (2020)

¹⁸⁸ MUNARO, M.R., TAVARES, S.F., BRAGANÇA, L. (2020)

¹⁸⁹ BUYLE, M. *et al.* (2019)

Soluzioni sostenibili per la filiera edilizia

Nel capitolo precedente si è discusso dell'impatto ambientale causato dalle attività di costruzione, dovuto principalmente alle ingenti emissioni di CO₂ e all'eccessivo prelievo di materie prime. Si sono poi analizzate quelle che sono, attualmente, le soluzioni maggiormente adottate per far fronte alla problematica, ovvero la riduzione dei consumi di energia, da un lato, e una miglior gestione delle risorse, dall'altro. Nel presente capitolo si assisterà ad un prosieguo di quest'ultima analisi, ma in un'ottica maggiormente orientata all'individuazione delle soluzioni pratiche ad oggi disponibili ed implementabili. Verrà inizialmente preso in considerazione il mercato delle materie prime secondarie, frutto delle operazioni di riuso e riciclaggio dei rifiuti da costruzione e demolizione, per passare poi al tema dell'innovazione del business model in ottica circolare e concludere con alcuni casi concreti.

4.1 – Riuso e riciclo dei C&DW: il mercato delle materie prime secondarie

L'industria delle costruzioni è responsabile di circa il 35% delle emissioni globali di CO₂ e del 30% circa delle emissioni totali di gas serra; di queste, una quota vicina al 40% è dovuta alla produzione di materie prime come acciaio e cemento^{190 191}. Il calcestruzzo, prodotto fondamentale per il settore, tanto da rappresentare la seconda sostanza maggiormente prodotta ed utilizzata al mondo, richiede ingenti quantitativi di risorse naturali, impiegate in processi altamente energivori¹⁹². I rifiuti da costruzione e demolizione rappresentano il principale flusso di rifiuti (per peso) in Europa e, secondo i dati Eurostat, hanno raggiunto i 374 milioni di tonnellate nel 2016¹⁹³. Grazie al Piano d'azione dell'Unione Europea per l'economia circolare, che nel 2015 ha definito i C&DW come un'area d'intervento prioritaria, e alla Waste Framework Directive, si è assistito ad un consistente aumento dei casi di

¹⁹⁰ LIMA, L. et al. (2021)

¹⁹¹ NUßHOLZ, J., MILIOS, L. (2017)

¹⁹² ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2019)

¹⁹³ AGENZIA EUROPEA PER L'AMBIENTE (2020)

recupero e riciclaggio di questi rifiuti¹⁹⁴. Tuttavia, sovente si tratta di operazioni di downcycling, od attività che comunque non valorizzano appieno le risorse in questione, dando vita a degli sprechi. L'industria delle costruzioni è dunque caratterizzata da ingenti flussi di materie prime in entrata ed altrettanto importanti flussi di scarti e rifiuti in uscita. La transizione verso un'economia più circolare rappresenta una soluzione promettente per il settore dell'edilizia. Tuttavia, si stima che l'attuale tasso di circolarità dell'economia globale si attesti al 6% circa, segno che permane ancora una certa distanza tra politiche, aspirazioni politiche e pratiche attuali¹⁹⁵.

Storicamente la gestione dei rifiuti si è concentrata sull'eliminazione delle sostanze pericolose per la salute umana¹⁹⁶. Successivamente si è via via cercato di evolvere tale gestione, rendendola maggiormente orientata alla sostenibilità attraverso la riduzione della generazione di rifiuti, nonché il loro riutilizzo e riciclaggio: in tal modo le materie scartate possono rappresentare nuove risorse, ma sono necessari ingenti sforzi per dar vita ai *feedback loops* tipici del modello circolare. La conoscenza e l'esperienza sulle opzioni di riutilizzo dei prodotti da costruzione sono molto limitate¹⁹⁷.

Le operazioni di riuso e riciclo dei rifiuti, generati non solo dall'industria delle costruzioni, ma anche da altri settori, possono quindi sostituire le materie prime vergini nei processi produttivi. Ciò porta ad un duplice beneficio ai fini della riduzione dell'impatto ambientale: la diminuzione dei rifiuti destinati al conferimento in discarica da un lato, quella dei prelievi di risorse naturali dall'altro¹⁹⁸. Una riduzione delle attività estrattive gioverebbe non solo al pianeta, ma anche alle aziende produttrici e ai consumatori. Affrontando il tema dei limiti del modello lineare, nel secondo capitolo del presente elaborato, si è infatti visto come

¹⁹⁴ COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI, del 2 dicembre 2015, "L'anello mancante - Piano d'azione dell'Unione europea per l'economia circolare", COM(2015) 614 FINAL

¹⁹⁵ GHAFAR, S.H., BURMAN, BRAIMAH, N. (2020) "Pathways to circular construction: An integrated management of construction and demolition waste for resource recovery", *Journal of Cleaner Production*, 244, 118710

¹⁹⁶ CALDERA, S., RYLEY, T., ZATYKO, N. (2020) "Enablers and Barriers for Creating a Marketplace for Construction and Demolition Waste: A Systematic Literature Review", *Sustainability*, 12, 9931

¹⁹⁷ GHAFAR, S.H., BURMAN, BRAIMAH, N. (2020)

¹⁹⁸ ROBALO, K. et al. (in press) "Experimental development of low cement content and recycled construction and demolition waste aggregates concrete", *Construction and Building Materials*

le riserve naturali di numerose materie prime stiano ormai volgendo al termine, con conseguenti aumenti dei prezzi in un mercato di per sé già altamente volatile. Il recupero e reimpiego dei materiali di scarto e demolizione permetterebbero così di contenere i costi produttivi, per le aziende, e quelli di acquisto, per i consumatori. Non bisogna inoltre trascurare le opportunità economiche relate alle attività di riciclaggio, che consentirebbero la creazione di migliaia di posti di lavoro e una crescita economica di circa mezzo punto del PIL dell'Unione¹⁹⁹. Stando ai dati OCSE il mercato comunitario del riciclaggio dei rifiuti da costruzione e demolizione valeva circa 13,8 miliardi nel 2013, con una crescita stimata fino a 17,6 miliardi entro il 2020, frutto dell'aumento del flusso di rifiuti e, al contempo, della maggior richiesta di soluzioni alternative al conferimento in discarica²⁰⁰. Le normative, nazionali e sovranazionali, in materia di ambiente e gestione dei rifiuti, nonché gli strumenti sanzionatori e di incentivazione disposti ai fini della loro implementazione, la sensibilità dei consumatori ai temi ambientali e di sostenibilità, e la domanda di materie prime secondarie da parte degli stessi, rappresentano i principali fattori capaci di influenzare questo mercato. Di Maria, Eyckmans e Van Acker sottolineano l'importanza di prevedere tasse cospicue come strumento di disincentivazione del conferimento in discarica dei C&DW, in modo tale da spingere le aziende verso l'adozione di pratiche di riuso e riciclo degli stessi²⁰¹. Secondo Ghaffar, Burman e Braimah, l'imposizione di una tassa sul conferimento ha un ruolo fondamentale nella diffusione dei siti di frantumazione e riciclaggio di C&DW²⁰².

La richiesta di una tariffa ridotta per il servizio di riciclaggio permetterebbe di finanziare gli impianti di trattamento dei C&DW, rendendoli al contempo un'alternativa più economica ed attrattiva rispetto al conferimento, gravato dalle tasse di conferimento. Il costo del trattamento e del riciclaggio C&DW è molto elevato, a causa di diversi passaggi richiesti, dallo screening dei materiali al loro

¹⁹⁹ COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI, del 11 marzo 2020, " Un nuovo piano d'azione per l'economia circolare - Per un'Europa più pulita e più competitiva", COM(2020) 98 FINAL

²⁰⁰ ECSO (2019) "EU construction sector: in transition towards a circular economy"

²⁰¹ DI MARIA, A., EYCKMANS, J., VAN ACKER, K. (2018) "Downcycling versus recycling of construction and demolition waste: Combining LCA and LCC to support sustainable policy making", Waste Management, 75, p. 3-21

²⁰² GHAFAR, S.H., BURMAN, BRAIMAH, N. (2020)

trattamento²⁰³. Un altro elemento di fondamentale importanza è il prezzo delle materie prime secondarie, che dovrebbe garantire un'adeguata remunerazione allo stabilimento di riciclaggio, senza superare però il costo delle materie prime vergini. Nella definizione dello stesso i costi di trasporto delle materie, prima e dopo le operazioni di riciclaggio, rappresentano talvolta l'ago della bilancia: una distanza eccessiva tra il sito di demolizione e quello di riciclaggio possono infatti incidere eccessivamente sulla definizione del prezzo, portare ad un calo dell'attrattività economica dei materiali riciclati ed incentivare così aziende e consumatori all'acquisto di materie prime vergini²⁰⁴. Secondo quanto riportato dall'Agenzia Europea per l'Ambiente *"Manufacturing processes using waste as input material will only work when production costs are lower than the cost of using virgin materials and market uptake can be assured. [...] a shortage in primary resources may change these market conditions in regions with limited mineral resources"*²⁰⁵. Lo sviluppo di tecnologie innovative, capaci di consentire la produzione di materiali caratterizzati da maggior grado di purezza da C&DW può segnare un punto di svolta per il raggiungimento di un'edilizia completamente circolare²⁰⁶. Attualmente, la transizione del settore delle costruzioni verso un'economia circolare presenta diversi ostacoli, in primis l'attuale ampia diffusione di pratiche edilizie lineari e la resistenza al cambiamento tipica del settore, di cui si è discusso nel capitolo precedente²⁰⁷. Tuttavia, l'analisi svolta da Di Maria, Eyckmans e Van Acker ha dimostrato come già al giorno d'oggi sia possibile ottenere un risultato economico, oltre che ambientale, positivo²⁰⁸. Gli autori hanno analizzati i diversi driver economici ed ambientali in quattro diverse ipotesi di fine vita, ovvero conferimento in discarica, downcycling, riciclaggio avanzato e riciclaggio previa demolizione selettiva, per i rifiuti da costruzione e demolizione. Gli scenari di riciclaggio e demolizione selettiva permettono una riduzione degli impatti ambientali pari al 36% e al 59% rispetto al conferimento²⁰⁹. I principali vantaggi ambientali consistono nel mancato smaltimento in discarica di CDW e nell'impiego di materiali

²⁰³ GHAFAR, S.H., BURMAN, BRAIMAH, N. (2020)

²⁰⁴ DI MARIA, A., EYCKMANS, J., VAN ACKER, K. (2018)

²⁰⁵ AGENZIA EUROPEA PER L'AMBIENTE (2020) "Construction and demolition waste: challenges and opportunities in a circular economy" [D]

²⁰⁶ GHAFAR, S.H., BURMAN, BRAIMAH, N. (2020)

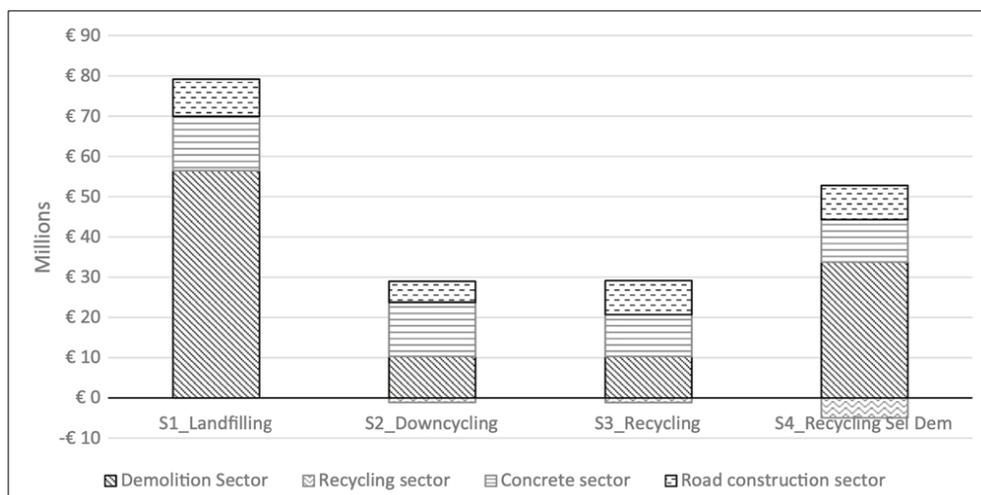
²⁰⁷ AGENZIA EUROPEA PER L'AMBIENTE (2020) [D]

²⁰⁸ DI MARIA, A., EYCKMANS, J., VAN ACKER, K. (2018)

²⁰⁹ DI MARIA, A., EYCKMANS, J., VAN ACKER, K. (2018)

riciclati in sostituzione delle risorse naturali vergini, oltre al recupero di materiali come ferro e legno qualora sia posta in essere la demolizione selettiva. Dall'adozione di pratiche sostenibili discendono inoltre, come accennato, benefici di natura economica. Come si può osservare in figura 27, il conferimento in discarica si è infatti rivelato essere l'alternativa più esosa, con un costo di circa 79 milioni di euro l'anno, seguito dalla demolizione selettiva (47,8 milioni), il riciclo (27,9 milioni) e il downcycling (27,8 milioni)²¹⁰.

Figura 27 – Costi totali in scenari alternativi di fine vita



Fonte: DI MARIA, A., EYCKMANS, J., VAN ACKER, K. (2018)

A livello comunitario si riscontrano notevoli differenze nei C&DW, sia per quanto riguarda la composizione, sia in termini quantitativi, oltre alla naturale eterogeneità del composto da un punto di vista dimensionale²¹¹. I rifiuti da costruzione e demolizione comprendono principalmente calcestruzzo, mattoni, piastrelle e calcinacci, che possono essere riciclati e riutilizzati come aggregati, ma anche tondi per cemento armato, legno, vetro, plastica, alluminio, cartone, terra e materiali rocciosi, che rappresentano delle impurità ai fini del riuso²¹². Pertanto, prima di poter procedere con il riciclo, si rendono necessari diversi trattamenti dei rifiuti, che comprendono operazioni di analisi, pulizia e frantumazione, così ottenere aggregati

²¹⁰ DI MARIA, A., EYCKMANS, J., VAN ACKER, K. (2018)

²¹¹ IACOBONEA, C., ALDEA, M., PETRESCY, F. (2019) "Construction and Demolition Waste: A challenge for the European Union?", *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*, 14, 1, pp. 30-52

²¹² HE, Z. *et al.* (2021) "Research progress on recycled clay brick waste as an alternative to cement for sustainable construction materials", *Construction and Building Materials*, 274, 122113

puri ed uniformi. Secondo Xiao approssimativamente l'80% dei C&DW è rappresentato da calcestruzzo e mattoni e ciò ha favorito lo sviluppo di maggiori conoscenze ed esperienza nel loro trattamento ²¹³. I rifiuti da costruzione e demolizione possono essere utilizzati per la produzione di cemento oppure di altri aggregati, da impiegare congiuntamente a, o in sostituzione di, quelli naturali.

4.1.1 – Recupero e riciclaggio del calcestruzzo e dei mattoni

Eccellenti prestazioni e durabilità, abbondanza delle materie prime necessarie, disponibili in natura e reperibili ad un prezzo esiguo, un processo produttivo rapido e semplice. Sono questi gli elementi che hanno portato alla diffusione del calcestruzzo, fino a renderlo il materiale principe nel settore delle costruzioni. Lo stesso presenta però un impatto ambientale di non poca importanza, in ragione: del processo produttivo del cemento, altamente energivoro e dal quale si stima derivino emissioni pari ad una tonnellata di CO₂ per ogni tonnellata di prodotto; della considerevole quantità di risorse necessarie alla sua realizzazione, specie aggregati naturali, che compongono generalmente il 60-75% del calcestruzzo in termini di peso²¹⁴. I rifiuti da costruzione e demolizione, ed in particolare il calcestruzzo riciclato, possono essere impiegati in questi processi produttivi in sostituzione delle materie prime vergini.

La maggior parte dei casi analizzati in letteratura in merito al riciclaggio del calcestruzzo hanno ad oggetto la produzione di aggregati riciclati, da impiegare poi per la produzione di nuovo calcestruzzo o per condurre test sulla realizzazione di composti alternativi. Dagli stessi studi emerge inoltre come gli aggregati riciclati presentino caratteristiche fisiche differenti rispetto a quelli naturali, specie per quanto concerne la superficie, più ruvida (anche a causa dei residui di malta) e talvolta segnata da alcune fessure²¹⁵. Queste diversità microstrutturali portarono inizialmente a temere un'alterazione della durabilità, della resistenza meccanica o di alte proprietà ingegneristiche del nuovo calcestruzzo. Tuttavia, numerosi studi hanno dimostrato che la sostituzione di aggregati naturali con quelli riciclati, in una

²¹³ XIAO, J., MA, Z., DING, T. (2016) "Reclamation chain of waste concrete: A case study of Shanghai", *Waste Management*, 48, p. 334-343

²¹⁴ HE, Z. *et al.* (2021)

²¹⁵ CHEN, W. *et al.* (2019) "Adopting recycled aggregates as sustainable construction materials: A review of the scientific literature", *Construction and Building Materials*, 218, pp. 483-496

percentuale compresa tra il 25 e il 50%, conferisce al calcestruzzo una resistenza meccanica paragonabile o addirittura superiore, in ragione della presenza di cemento negli aggregati riciclati²¹⁶. Resta fermo il fatto che le proprietà del calcestruzzo contenente aggregati riciclati dipendono dalla qualità e composizione di quello oggetto di riciclaggio, nonché dall'eventuale presenza di altri materiali. Ulteriori mutamenti qualitativi possono poi derivare dall'eventuale presenza di sostanze chimiche nei C&DW, soprattutto qualora gli immobili oggetto di demolizione risalgano a diversi decenni addietro. Tutti gli aspetti ora analizzati potrebbero influire sulla peculiarità degli aggregati riciclati, alterando, per esempio, il tasso di assorbimento d'acqua o la durezza del composto.

Oltre a *Chen et al.*, anche altri autori riportano di variazioni nelle capacità di assorbimento dell'acqua, oltre a cali nel volume del composto in seguito alla sua asciugatura, e riduzioni nella resistenza alla compressione²¹⁷. Tuttavia, si ritiene che la pulizia del calcestruzzo da C&DW prima delle operazioni di riciclaggio permetterebbe di ridurre, se non eliminare, il gap prestazionale tra il calcestruzzo comunemente realizzato e quello contenente aggregati riciclati²¹⁸. Robalo *et al.* segnalano inoltre la presenza di edifici realizzati con calcestruzzo contenente, in alcuni casi, oltre il 50% di aggregati derivati da calcestruzzo riciclato; tali edifici, ad oltre vent'anni dalla loro costruzione, non hanno presentato alcuna problematica, dimostrando così la fattibilità di tale soluzione²¹⁹.

La sostituzione degli aggregati naturali con materiale riciclato comporta indubbi benefici ambientali, in quanto agisce: sul prelievo di risorse minerarie, e sulla conseguente perdita di biodiversità nell'area estrattiva in seguito all'intervento dell'uomo; sull'eliminazione di una parte sostanziale dei rifiuti da costruzione e demolizione. Per quanto concerne le emissioni di CO₂, si stima una riduzione compresa tra il 20 e il 50% del Global Warming Potential²²⁰. Ai fini di una corretta valutazione degli impatti ambientali è però necessario prendere in considerazione ulteriori fattori, come il trasporto delle materie (sia vergini che riciclate), nonché gli effetti delle operazioni di riciclaggio, definite spesso "*labour intensive*". L'utilizzo di

²¹⁶ CHEN, W. et al. (2019)

²¹⁷ XIAO, J., LI, J., ZHANG, C. (2005) "Mechanical properties of recycled aggregate concrete under uniaxial loading", *Cement and Concrete Research*, 35, p. 1187-1194

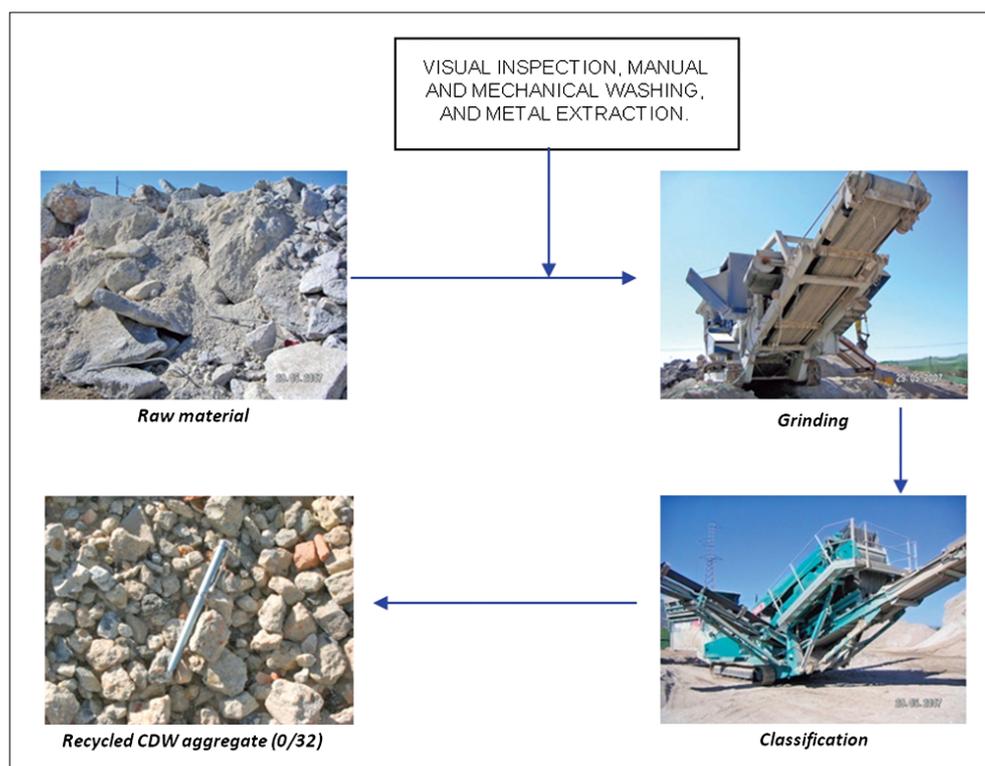
²¹⁸ CHEN, W. et al. (2019)

²¹⁹ ROBALO, K. et al. (in press)

²²⁰ ROBALO, K. et al. (in press)

una valutazione in ottica *life cycle*, già impiegata al fine di confrontare l'impatto degli aggregati riciclati rispetto a quelli naturali, permetterebbe dunque di ottenere una corretta quantificazione di costi e benefici, economici e non, tenuto conto di tutte le variabili in gioco²²¹.

Figura 28 – Processo di riciclaggio di C&DW



Fonte: HERRADOR, R. et al. (2012)

Ad oggi, la maggior parte degli studi e delle pubblicazioni si sono concentrate sull'utilizzo di aggregati riciclati per la produzione di calcestruzzo, ignorando possibilità applicative differenti, per esempio, la malta premiscelata. Al contempo, la quasi totalità delle indagini condotte ha avuto ad oggetto le prestazioni "tecniche" del calcestruzzo a base di aggregati riciclati, concentrandosi sulle proprietà fisico-meccaniche, ed ignorando altre proprietà, come la funzione di protezione ambientale²²². Inoltre, l'incertezza circa la provenienza dei C&DW potrebbe influenzare le operazioni di riciclaggio e destinazione degli aggregati riciclati. Il loro impiego nella costruzione di strade, sottofondo di pavimentazioni od operazioni di

²²¹ CHEN, W. et al. (2019)

²²² CHEN, W. et al. (2019)

backfilling comporterebbe infatti una sub-valorizzazione del potenziale di questi materiali. Alla luce di quanto detto finora si ritengono perciò opportuni ulteriori studi e si sottolinea altresì la necessità di linee guida, standard o persino legislazioni in materia, così da definire ambito, modalità e limiti di utilizzo degli aggregati da operazioni di riciclaggio di C&DW²²³. Per sopperire alla mancanza di dati circa i C&DW introdotti nei processi di riciclaggio, potrebbe risultare utile un sistema di tracciamento contenente informazioni inerenti all'edificio d'origine, come l'anno di costruzione, la provenienza e le condizioni al momento della demolizione, oltre a caratteristiche tecniche, specifiche dei materiali, derivanti da test eventualmente condotti. Infine, è necessario fornire ai consumatori maggior informazione, consapevolezza e fiducia nei confronti dell'impiego di materiali riciclati ai fini costruttivi, così da diffondere l'adozione di pratiche edilizie maggiormente sostenibili.

Negli ultimi anni si sono registrati notevoli progressi nella produzione di cemento con aggregati riciclati da C&DW, tant'è che si sta ora lavorando all'implementazione delle operazioni di riciclaggio di questi rifiuti su larga scala²²⁴. Inoltre, il riciclaggio del calcestruzzo è stato oggetto di maggiori studi rispetto a quello dei rifiuti in mattoni. Il riciclaggio di questi ultimi prevede solitamente la frantumazione degli stessi e il loro impiego in parziale sostituzione degli aggregati naturali. Tuttavia, questa pratica presenta un tasso di adozione alquanto basso, specie nelle miscele di calcestruzzo, a causa delle problematiche correlate all'elevato assorbimento di acqua. La polvere di mattoni riciclati, ottenuta dalla frantumazione e macinazione dei mattoni, sembrerebbe invece avere maggiori ambiti applicativi, diversi dalla sostituzione degli aggregati naturali, ed un conseguente tasso di adozione più alto. He *et al.* segnalano come la polvere di mattoni riciclati possa essere utilizzata anche nella preparazione di mattoni ecologici e blocchi da muratura stabilizzata con cemento e nella produzione di intonaci decorativi rossi a base di cemento per pareti²²⁵. Dalla ricerca degli stessi autori emerge come l'aumento del contenuto o della finezza della polvere di mattoni riciclati riduca la lavorabilità dei compositi, a

²²³ CHEN, W. *et al.* (2019)

²²⁴ HE, Z. *et al.* (2021)

²²⁵ HE, Z. *et al.* (2021)

causa dell'elevato assorbimento d'acqua, inficiando altresì le proprietà meccaniche del composto.

Il riciclaggio dei rifiuti di mattoni per la produzione di aggregati riciclati da usare in sostituzione di quelli naturali, per esempio, per la realizzazione di pavimentazioni stradali, comporta però vantaggi economico-ambientali alquanto contenuti²²⁶. In sostituzione parziale del cemento, consente maggiori benefici ambientali, discendenti dal minor dispendio di energia e dalla riduzione di emissioni, cui si accompagna però un impatto negativo, seppur limitato, dovuto alle operazioni di riciclaggio. Una terza ipotesi di riciclaggio prevede invece la totale sostituzione del cemento con la polvere di mattoni e l'attivazione alcalina (ovvero la reazione tra un sale di un metallo alcalino e una polvere di silicati) del composto mediante l'aggiunta di idrossido o silicato di sodio^{227 228}. Nonostante l'ingente beneficio derivante dall'eliminazione del cemento, la cui produzione si è riscontrato essere altamente energivora ed inquinante, quest'ultima alternativa è ritenuta controversa, stanti i possibili rischi, anche gravi, per la salute umana²²⁹.

Nonostante il potenziale del mercato delle materie prime secondarie, la reintroduzione di C&DW riciclati come prodotti a valore aggiunto nell'industria delle costruzioni, è ancora ostacolata da molte barriere²³⁰. Secondo un'indagine condotta da Ghaffar, Burman e Braimah, le difficoltà nel riciclaggio dei rifiuti da costruzione e demolizione sono riconducibili in primis a problemi di natura logistica, a quali seguono costi e normative in materia di salute e sicurezza²³¹. A ciò si aggiungono altre questioni già citate in precedenza, come il prezzo delle materie prime vergini, i costi di trattamento e riciclaggio, l'assenza di una standardizzazione in materia di prodotti riciclati, la scarsa conoscenza e fiducia da parte dei consumatori, ma anche di alcuni stakeholder del settore.

Affinché queste attività diventino economicamente convenienti, e perciò attrattive per le imprese, lo sviluppo di conoscenze e tecniche per il trattamento dei rifiuti

²²⁶ FORT, J. ČERNÝ, R. (2020) "Transition to circular economy in the construction industry: Environmental aspects of waste brick recycling scenarios", *Waste Management*, 118, p. 510-520

²²⁷ GHIOTTI, S. "Scarti di lavorazione della pietra ornamentale: analisi di reimpiego in formulazioni geopolimeriche contenenti loppa d'altoforno.", tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino, a.a. 2017, relatore P. Palmero

²²⁸ FORT, J. ČERNÝ, R. (2020)

²²⁹ FORT, J. ČERNÝ, R. (2020)

²³⁰ GHAFAR, S.H., BURMAN, BRAIMAH, N. (2020)

²³¹ GHAFAR, S.H., BURMAN, BRAIMAH, N. (2020)

deve essere accompagnato dallo sviluppo di adeguati modelli di business, capaci di commercializzare prodotti concorrenziali, rispettosi degli standard normativi, e sostenibili²³². Secondo Nußholz, Rasmussen e Milios *“Innovating a company’s business model helps align the company’s logic of doing business with a secondary material strategy. This can help remove barriers to using secondary materials [...]. Despite the enabling role of business model innovation, utilisation of secondary materials in construction of new buildings remains low. In a predominantly linear sector [...] companies still encounter numerous barriers to using secondary materials”*²³³. Oltre all’adozione di un cambiamento da parte delle aziende, attuato mediante l’innovazione del modello di business, resta quindi necessario un deciso intervento politico ed istituzionale, fondamentale ai fini della rimozione delle barriere ancora presenti e dell’incentivazione delle pratiche sostenibili e circolari.

²³² NUßHOLZ, J. et al. (2020) "Material reuse in buildings: Implications of a circular business model for sustainable value creation", *Journal of Cleaner Production*, 245, 118546

²³³ NUßHOLZ, J., RASMUSSEN, F.N., MILIOS, L. (2019)

4.2 – Innovazione del modello di business in ottica circolare

Il concetto di modello di business ha guadagnato popolarità e ha iniziato ad evolversi, nella sua interpretazione moderna, a partire dagli anni '90, durante il boom delle dot.com, in un contesto caratterizzato dall'introduzione di nuovi meccanismi per generare ricavi. Seppur al giorno d'oggi esistano numerose definizioni di modello di business, non ve n'è una universalmente accettata come corretta. Tuttavia, quella fornita da Osterwalder e Pigneur, secondo i quali "*Un modello di business describe la logica con cui un'organizzazione crea, distribuisce e acquisisce valore*" risulta essere una tra le maggiormente apprezzate e conosciute. Si può quindi affermare che il business model spiega come opera un'azienda, dal principio della catena di fornitura, fino al cliente finale, e restituisce un'istantanea delle logiche sottostanti il suo agire²³⁴. È definito da un minimo di tre elementi²³⁵:

- *Value proposition*, ovvero il bene o servizio offerto dall'azienda;
- *Value creation and delivery system*, cioè il modo in cui l'azienda genera ed offre una serie di beni e servizi ai propri clienti a partire dalle proprie risorse e capacità;
- *Value capture system*, che definisce come l'azienda genera ricavi e profitto.

La capacità di un'azienda di innovare ed adattarsi velocemente ai cambiamenti del mercato può risultare cruciale per il successo della stessa. A tale cambiamento, deve sempre accompagnarsi una ridefinizione del modello di business, così da integrare prodotti, processi o qualsiasi altro componente innovativo nelle logiche produttive dell'azienda. Dall'innovazione del modello di business possono conseguire, non solo maggiori ricavi, ma anche un vantaggio competitivo sostenibile*²³⁶.

Il concetto di *circular business model* è emerso più recentemente rispetto a quello di economia circolare. La prima pubblicazione al riguardo si ha nel 2006, ma occorre attendere fino al 2016 per assistere ad una maggior diffusione del concetto. Mentre un modello di business lineare crea valore economico esclusivamente per gli attori

²³⁴ GULDMANN, E., HUULGAARD, R.D. (2020) "Barriers to circular business model innovation: A multiple-case study", *Journal of Cleaner Production*, 243, 118160

²³⁵ GULDMANN, E., HUULGAARD, R.D. (2020)

²³⁶ GEISSDOERFER, M et al. (2020) "Circular Business Models: A Review", *Journal of Cleaner Review*, 277, 23741

*In tal caso, con il termine "sostenibile" non si fa riferimento ad un beneficio socio-economico-ambientale, bensì alla capacità (del vantaggio competitivo) di perdurare nel tempo.

della catena del valore, un modello di business sostenibile implica una comprensione più ampia del valore e delle parti interessate, poiché cattura valore economico mantenendo o rigenerando il capitale naturale, sociale ed economico oltre i suoi confini organizzativi²³⁷. Un *circular business model* altro non è che un particolare modello di business sostenibile, integrante una creazione di valore, sia economico che ambientale, e che genera profitti da un flusso continuo di materiali e prodotti riutilizzati nel tempo²³⁸. Geissdoerfer *et al.* definiscono il modello di business circolare come “*business models that are cycling, extending, intensifying, and/or dematerialising material and energy loops to reduce the resource inputs into and the waste and emission leakage out of an organisational system [...]*”. Nella propria definizione gli autori presentano quattro strategie per modelli di business circolari, ovvero: il riuso di prodotti e materiali, l'estensione della vita utile, maggior utilizzo del bene, dematerializzazione (o servitization). Un modello di business circolare è quindi orientato ad un miglior utilizzo delle risorse, attraverso il rallentamento e la chiusura dei cicli di risorse, così da coglierne completamente il valore ed evitare sprechi, con l'obiettivo di ridurre i consumi ed il conseguente impatto ambientale.

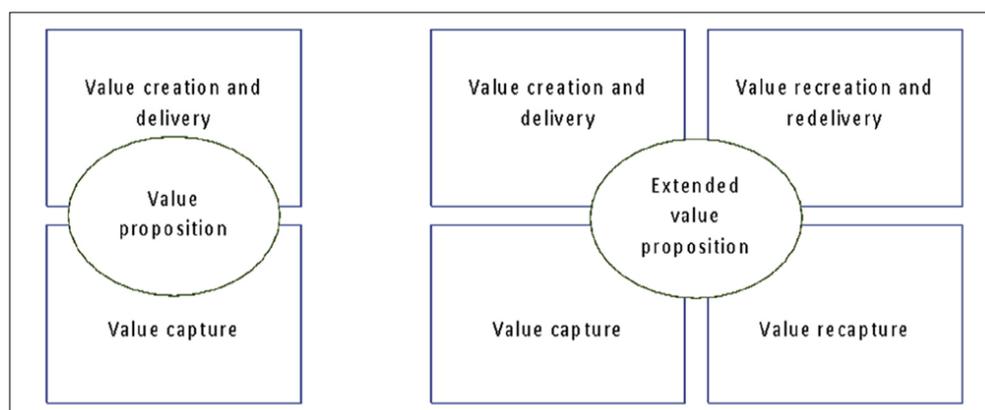
I benefici di carattere economico-ambientale relativi al rallentamento e alla chiusura dei cicli di risorse possono essere incrementati dall'azienda perseguendo una maggior efficienza nella gestione delle risorse, fin dalla fase di design del prodotto, e valutando l'impiego di materie prime riciclate in sostituzione di quelle vergini. Come rappresentato in Figura 29, secondo Guldmann e Huulgaard, l'adozione di strategie circolari legate al rallentamento e alla chiusura dei cicli porta all'inserimento di due nuovi elementi nel business model dell'azienda: *value recreation and redelivery* e *value recapture*. Questi fanno riferimento al valore creato, distribuito e acquisito mediante l'adozione di strategie circolari. Il primo elemento riguarda la (ri)generazione di valore attraverso le operazioni di manutenzione, riparazione e riutilizzo di un bene, messo a disposizione del consumatore con un normale processo di vendita, un contratto di leasing o mediante piattaforme di condivisione. Il secondo elemento, la (ri)acquisizione di valore, concerne i ricavi generati dalle attività circolari appena descritte. Appare quindi evidente che il

²³⁷ GULDMANN, E., HUULGAARD, R.D. (2020)

²³⁸ GULDMANN, E., HUULGAARD, R.D. (2020)

modello di business circolare ha una struttura maggiormente complessa rispetto a quello lineare, anche in ragione del fatto che il primo modello include sempre il secondo. Infatti, non esistono né modelli di business circolari al 100% né modelli di business lineari al 100%²³⁹.

Figura 29 – Modello di business lineare e circolare



Fonte: GULDMANN, E., HUULGAARD, R.D. (2020)

Il processo che prevede di modificare un modello di business esistente per giungere ad una nuova configurazione o di creare un business model *ex novo* completamente diverso dal precedente si definisce innovazione del modello di business. La transizione da un modello di business lineare ad uno circolare rappresenta un esempio di innovazione e, nello specifico, questo viene denominato *circular business model innovation*²⁴⁰. Geissdoerfer *et al.* individuano quattro diversi tipi di innovazione del modello di business circolare, riportati in Figura 30:

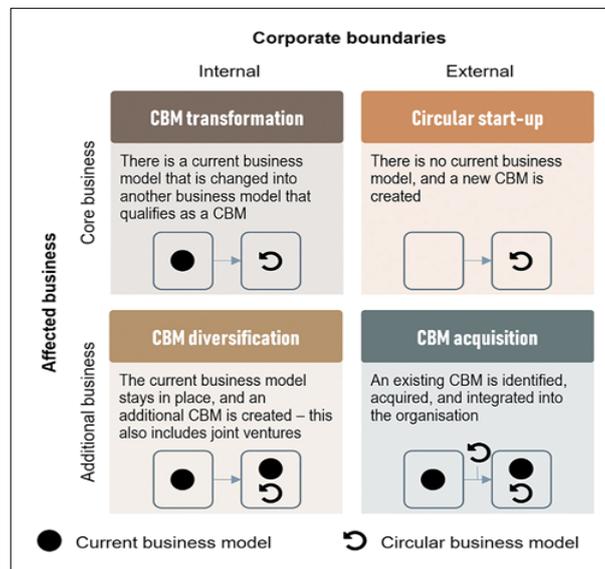
- *Circular business model transformation*, ovvero l'integrazione di strategie circolari in un business model lineare esistente;
- *Circular start-ups*, che consiste nella creazione *ex novo* di un modello di business circolare e, al contempo, di una nuova azienda, indipendente da quella originaria;
- *Circular business model diversification*, caso in cui business model lineare e circolare coesistono all'interno della stessa azienda;

²³⁹ ANTIKAINEN, M., VALKOKARI, K. (2016) "A Framework for Sustainable Circular Business Model Innovation", *Technology Innovation Management Review*, 6, 7

²⁴⁰ GULDMANN, E., HUULGAARD, R.D. (2020)

- *Circular business model acquisition*, ovvero l'acquisizione di un modello di business circolare esistente; anche in tal caso coesistono due business model, uno lineare ed uno circolare.

Figura 30 – Circular business model innovation



Fonte: GEISSDOERFER, M et al. (2020)

Gli autori sottolineano come questi siano i casi di innovazione più frequenti, ma non gli unici a cui si possa assistere. Le organizzazioni potrebbero infatti ricorrere a soluzioni alternative o ad una combinazione di quelle presentate. Come emerso poc'anzi, un'azienda può dunque gestire anche più modelli di business allo stesso tempo, ricorrendo ad uno o all'altro, per esempio, a seconda della tipologia di clientela o della fascia di prezzo dei prodotti o servizi offerti.

La lentezza e la resistenza al cambiamento che storicamente caratterizzano il settore delle costruzioni si riscontrano anche per quanto concerne l'innovazione del modello di business. Questo aspetto viene segnalato da Nußholz *et al.*, che constatano come nuovi modelli di business per il riutilizzo e riciclaggio dei materiali da costruzione siano già presenti e come la loro scarsa diffusione sia dovuta all'esistenza di numerose barriere²⁴¹. Nel settore edile l'adozione di un modello di business circolare consentirebbe una piena valorizzazione degli edifici e delle risorse impiegate per la loro costruzione, mantenendole in circolo anche oltre il

²⁴¹ NUßHOLZ, J. et al. (2020)

normale ciclo di vita dell'immobile. L'industria delle costruzioni presenta una catena di fornitura estremamente lunga e complessa e questo aspetto renderà necessario il ricorso a più modelli di business ed il coinvolgimento di un gran numero di attori. Dalla loro adozione discenderebbero però numerosi benefici, non solo economici, per esempio, un maggior controllo dei flussi di risorse attraverso la catena del valore ed una crescente collaborazione all'interno della catena di fornitura tra tutti i portatori di interesse²⁴². Secondo Büchele e Schober, l'industria delle costruzioni, specie in Europa, conoscerà crescite dei profitti fino al 30% annuo grazie all'adozione del modello circolare; ed il settore sarà sospinto, in via prevalente, dal mercato delle materie prime secondarie, che attualmente rappresentano oltre il 70% del mercato delle costruzioni circolari²⁴³.

Affinché il modello di economia circolare possa funzionare correttamente è necessario che i diversi tipi di *circular business model* interagiscano tra loro. Il vantaggio insito nella transizione al circolare si realizzerà integralmente soltanto se le logiche ed i meccanismi di economia circolare saranno fatti propri da tutti gli attori coinvolti, lungo tutto il ciclo di vita. Occorre quindi procedere ad una ridefinizione delle catene di fornitura, così da creare un ambiente maggiormente collaborativo ed orientato alla gestione dell'intero processo²⁴⁴.

Di seguito, saranno ora presentati tre *case study*, ognuno dei quali riporterà il percorso di transizione verso un modello di business circolare intrapreso da una o più aziende operanti del settore delle costruzioni.

²⁴² ARUP, BAM (2015) "Circular Business Models for the Built Environment"

²⁴³ BÜCHELE, R., SCHOBBER, K. (2021) "It's Time for Construction to Embrace the Circular Economy", consultato in data 25 maggio 2021, da <https://www.rolandberger.com/en/Insights/Publications/It's-time-for-construction-to-embrace-the-circular-economy.html>

²⁴⁴ BÜCHELE, R., SCHOBBER, K. (2021)

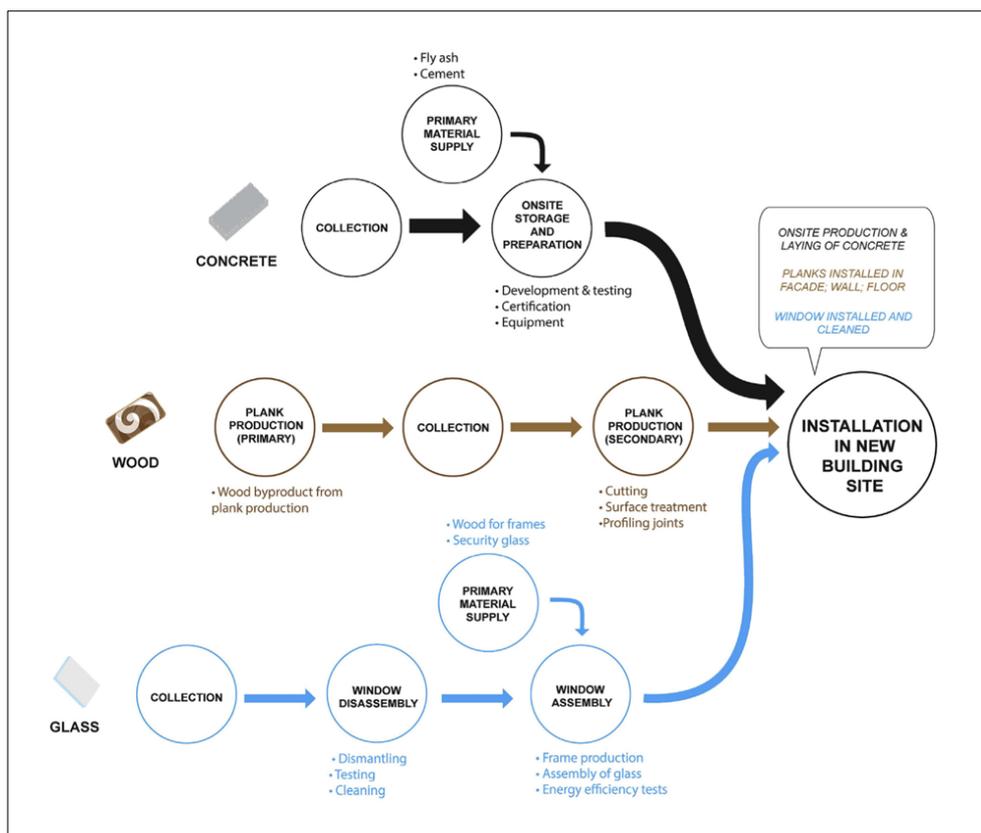
CASE STUDY N. 1

Il primo caso di seguito presentato è stato oggetto di analisi da parte di Nußholz *et al.*²⁴⁵. Trattasi di un'azienda scandinava (della quale l'autrice non ha rivelato la ragione sociale) attiva nel commercio di calcestruzzo, rivestimenti in legno e finestre realizzati con materiali riciclati e recuperati attraverso operazioni di urban mining. Tutti i processi di lavorazione, dalla raccolta di scarti e prodotti dismessi, all'installazione di quelli nuovi, passando ovviamente per le operazioni di riciclaggio, sono state assegnate in outsourcing; l'azienda oggetto di studio, si è dunque limitata alla gestione e coordinamento dei processi, nonché alla commercializzazione dei prodotti. Questi sono stati installati nell'ambito di un progetto di edilizia residenziale che ha visto la costruzione di 20 unità tra il 2017 e il 2018. L'obiettivo del progetto era quello di realizzare degli immobili conformi agli standard previsti per gli edifici "lineari" in termini di prezzo, qualità, estetica, funzionalità e sicurezza, garantendo al contempo un ridotto impatto ambientale. I soggetti responsabili del progetto, "*two Scandinavian building developers and investors*", rappresentano perciò i clienti dell'azienda studio.

Come riportato graficamente in figura 31, per ognuno dei tre materiali l'azienda ha predisposto una diversa strategia di riutilizzo. Il legno è ottenuto principalmente da sottoprodotti e, in una minima parte, da scarti di lavorazione di un piccolo produttore di tavole locale; successivamente ad un processo di taglio, trattamento e riassettaggio, il legno riciclato viene impiegato per la realizzazione di rivestimenti per pavimenti e facciate, sia interne che esterne. Il vetro è soggetto ad operazioni di riutilizzo: le finestre dismesse vengono raccolte e conferite in siti di smontaggio. Il vetro recuperato viene quindi assemblato, in duplice strato, all'interno di cornici in legno, per dar vita a nuove finestre. Il calcestruzzo subisce invece un vero e proprio processo di riciclaggio, simile a quello visto all'inizio di questo capitolo. In seguito alla demolizione dell'immobile, il calcestruzzo da C&DW viene quindi frantumato, separato da eventuali altri materiali, ed utilizzato, come aggregato, per la realizzazione di nuovo calcestruzzo. Sia nel caso del vetro, che in quello del calcestruzzo, si rende necessario il ricorso a materie prime vergini, rispettivamente vetro e cornici in legno, nel primo caso, cemento ed additivi sostitutivi, nel secondo.

²⁴⁵ NUßHOLZ, J. et al. (2020)

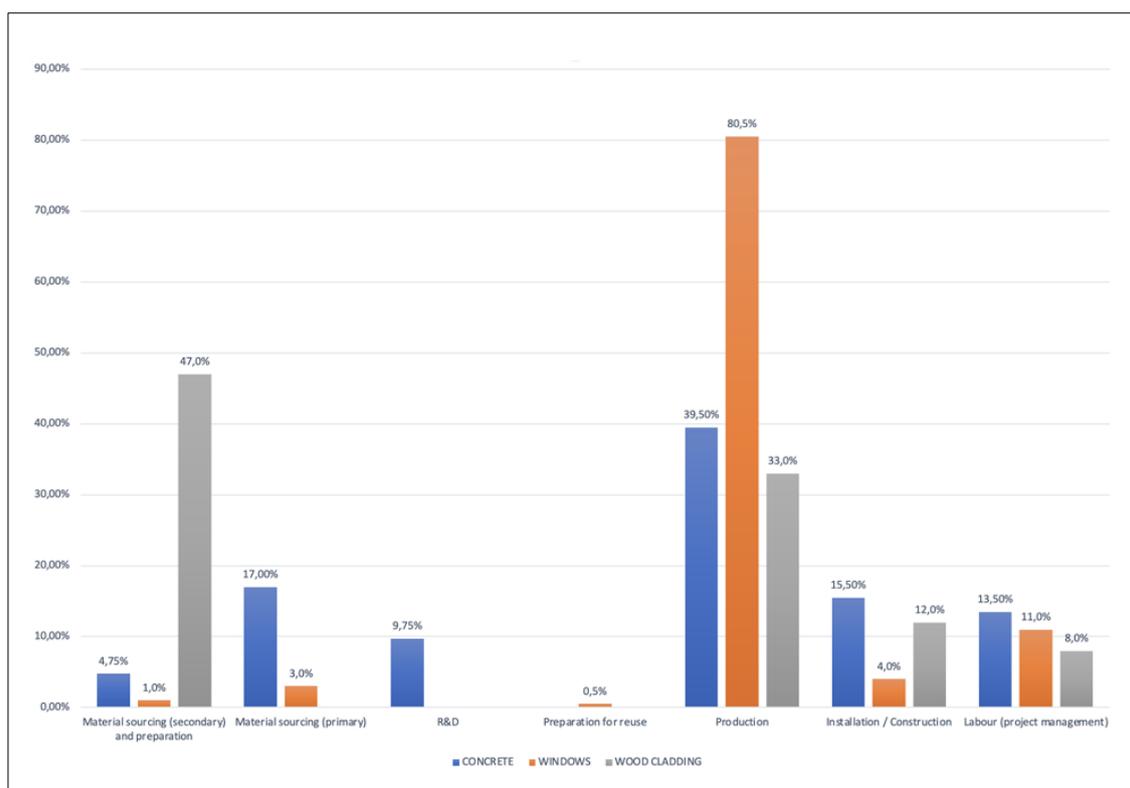
Figura 31 – Panoramica dei processi di riciclaggio



Fonte: NUßHOLZ, J. et al. (2020)

Il riutilizzo dei materiali è sovente associato ad un beneficio di natura economica, stante il minor costo d'acquisto delle materie oggetto di lavorazione. Al contempo, risulta di fondamentale importanza tenere in considerazione alcune voci di costo, come il prezzo delle materie prime secondarie, spesso incerto, e gli eventuali costi di manodopera e logistica inversa, quest'ultima considerata da molti un fattore cruciale per l'economicità delle operazioni di riuso e riciclo. Nel caso analizzato il flusso di ricavi è rappresentato dalla vendita dei prodotti. Per quanto concerne le voci di costo si osservano notevoli differenze tra diversi beni realizzati. Le finestre presentano un costo di produzione che incide per l'80% del totale, cui si contrappongono costi di approvvigionamento ed installazione limitati. Nel caso del legno, la maggior parte dei costi è imputabile all'approvvigionamento dei materiali di scarto, seguito dai costi di produzione e da quelli di installazione. Il riciclaggio del calcestruzzo ha richiesto il noleggio di attrezzature apposite, ragion per cui la quota principale di costi è imputata alla produzione. Da segnalare la presenza di costi di ricerca e sviluppo, assenti per gli altri materiali, con un'incidenza del 10% circa.

Figura 32 – Voci di costo nei processi di riciclaggio



Fonte: elaborazione personale a partire da NUSCHOLZ, J. et al. (2020)

L'azienda è riuscita a far fronte a tutti i costi sostenuti, conservando però un profitto modesto. La presenza di costi di ricerca e sviluppo, la cui incidenza sarà progressivamente ridotta in futuro, e la prospettiva di una maggior efficienza nei processi produttivi, anche mediante l'adozione di economie di scala, permettono di valutare l'attività come redditizia²⁴⁶. Tuttavia, il raggiungimento del profitto economico rappresenta un elemento da non dare per scontato, stanti l'elevata incidenza dei costi relativi ai processi di riciclaggio e la frequenza con cui varia la disponibilità di C&DW, soprattutto su basi territoriali circoscritte.

Al riutilizzo dei materiali viene associata anche la creazione di posti di lavoro, talvolta perfino la nascita di nuove professioni, oltre ad un maggior valore di varia natura per i partner della *supply chain*. Infatti, i *feedback loops* caratteristici del modello circolare prevedono solitamente attività definite *labour intensive*, che richiedono maggior manodopera rispetto a quanto avviene nei processi tradizionali. Questa peculiarità è emersa anche nel caso oggetto di analisi: le attività di recupero,

²⁴⁶ NUSCHOLZ, J. et al. (2020)

riuso e riciclaggio hanno infatti richiesto 16 370 ore di lavoro, equivalenti ad un fabbisogno di oltre 18 lavoratori*²⁴⁷. Il valore maggiore, pari ad oltre il 70% delle ore di lavoro, è attribuibile alle attività di profilatura ed installazione dei rivestimenti in legno. Si può quindi affermare che il riuso dei materiali, paragonato ad una produzione lineare degli stessi, può comportare una maggiore occupazione²⁴⁸.

Alle attività di riutilizzo dei materiali viene spesso attribuito un maggior valore per il cliente. Nel caso del settore dell'edilizia, la costruzione di immobili dal minor impatto ambientale e la definizione di una filiera maggiormente sostenibile, comportano una sostanziale riduzione dei costi in ottica *life cycle*. Permane la convinzione, errata, che la sostenibilità ambientale rappresenti una voce di costo. Il maggior valore per il cliente può emergere anche in termini di vantaggio competitivo o visibilità del brand superiore. I clienti dell'azienda riferiscono un deciso apprezzamento dell'innovazione e della generazione di conoscenze insite nel progetto, nonché *"the opportunity to respond to societal trends [...], to gain a frontrunner advantage, and to realise their company's strategic vision"*²⁴⁹.

La riduzione dell'impatto ambientale discendente dall'utilizzo di materie prime secondarie nel settore dell'edilizia è stata ampiamente dimostrata. La misura in cui ciò avviene varia di caso in caso, e dipende, per esempio, dal materiale, dal processo di riciclaggio o dalla presenza di eventuali requisiti funzionali. Tuttavia, si è dimostrata la possibilità di ridurre le emissioni di CO₂ fino al 99% attraverso il riuso dei materiali²⁵⁰. I tre prodotti riciclati sono stati oggetto di una valutazione in ottica *life cycle*. Per ognuno di essi si è calcolato il Carbon Saving Potential (CSP), misura che indica il tasso di riduzione dell'impatto ambientale, sia in termini assoluti, che percentuali. Nel caso del calcestruzzo si osserva un risparmio di CO₂ equivalente minimo, pari al 4%. Ciò è dovuto al fatto che il 91% delle emissioni normalmente

²⁴⁷ NURHOLZ, J. et al. (2020)

²⁴⁸ NURHOLZ, J. et al. (2020)

²⁴⁹ NURHOLZ, J. et al. (2020)

²⁵⁰ NURHOLZ, J., RASMUSSEN, F.N., MILIOS, L. (2019)

*I presenti calcoli si fondano sul presupposto che:

- si è considerata una settimana lavorativa di 37 ore, come previsto nel Paese in cui è locata l'azienda;
- si è considerato un totale di 48 settimane annue, ovvero 4 per ogni mese;
- l'intero lavoro è stato svolto nell'arco di 6 mesi.

causate dal materiale discendono dal cemento, e solamente il 5% di esse deriva invece dall'utilizzo di aggregati naturali. La sostituzione di questi ultimi con aggregati secondari comporta perciò un beneficio alquanto contenuto. Tuttavia, si segnalano i notevoli benefici in termini di consumo di suolo relati all'uso di aggregati riciclati. Per quanto concerne le finestre il CSP si attesta al 77%, mentre tale indicatore non risulta calcolabile nel caso del legno. Si può quindi affermare che all'adozione di pratiche di riutilizzo e riciclo dei materiali non corrisponda sempre ed automaticamente un minor impatto ambientale, in quanto questo varia, anche notevolmente, di caso in caso, soprattutto in ragione dei processi lavorativi richiesti dalle materie prime vergini.

L'analisi condotta da Nußholz *et al.* ha permesso di definire il modo in cui l'azienda, attraverso le attività di recupero e riciclaggio, crea valore in termini di: struttura finanziaria e redditività per la società; creazione di posti di lavoro e valore per i partner nella *supply chain*; valore per il consumatore; riduzione dell'impatto ambientale²⁵¹. L'adozione di un modello di business circolare ha quindi permesso all'azienda di conseguire vantaggi di diversa natura.

²⁵¹ NUßHOLZ, J. et al. (2020)

CASE STUDY N. 2

Il presente case study vede la partecipazione congiunta di tre aziende ed assume perciò una natura maggiormente comparativa rispetto a quello visto poc'anzi. Originariamente oggetto di analisi da parte di Nußholz, Rasmussen e Milios al fine di dimostrare il contributo delle materie prime secondarie nel processo di decarbonizzazione del settore, verrà ora preso in considerazione per indagare i benefici discendenti dall'innovazione del business model in ottica circolare²⁵².

Le tre aziende, come nel caso precedente, sono di origine scandinava ed operano nell'industria delle costruzioni; le stesse sono accomunate dall'adozione di strategie per la produzione e/o vendita di materiali riciclati, ma al contempo si collocano in "posizioni differenti" lungo la *supply chain* del settore.

La prima azienda, PolyPlank, ha sede in Svezia ed ha sviluppato un processo di trasformazione che, a partire da fibre di legno e rifiuti in plastica, le permette di ottenere un materiale composito (denominato PolyPlank) riciclabile, resistente all'umidità e alla decomposizione cui sarebbe naturalmente soggetto il legno ²⁵³. Detto materiale risulta inoltre essere altamente lavorabile, il che consente all'azienda di realizzare una gran varietà di beni, caratterizzati, tra l'altro, da un notevole valore estetico. I prodotti destinati al settore delle costruzioni comprendono divisori per terrazze, schermature solari, recinzioni, parapetti e schermature per balconi, profili in legno per la posa da esterno. Inoltre, l'azienda produce barriere fonoassorbenti e riflettenti, tettoie per deposito di biciclette, ed altre strutture ad uso pubblico, condominiale od industriale. Oltre ad aver adottato una strategia di recupero, riciclaggio ed utilizzo dei materiali secondari, PolyPlank favorisce la longevità e la riciclabilità dei propri prodotti, garantendo, al contempo, necessità e costi di mantenimento minimi. I clienti sono rappresentati da imprese di costruzione, ma anche società immobiliari ed associazioni di edilizia popolare²⁵⁴. L'azienda ritiene di godere di un ampio mercato, in espansione grazie alla maggior attenzione alla sostenibilità manifestata dalle aziende costruttrici²⁵⁵. Il processo di riciclaggio a circuito chiuso brevettato da PolyPlank rappresenta la chiave nella

²⁵² NUßHOLZ, J., RASMUSSEN, F.N., MILIOS, L. (2019)

²⁵³ POLYPLANK, <https://www.polyplank.se>

²⁵⁴ NUßHOLZ, J., RASMUSSEN, F.N., MILIOS, L. (2019)

²⁵⁵ POLYPLANK, <https://www.polyplank.se>

creazione di valore. I ricavi derivano dalla vendita dei prodotti e le principali voci di costo comprendono l'acquisto dei materiali da riciclare, i processi di produzione e la manodopera²⁵⁶.

La seconda, Lendager, è una società danese specializzata nella realizzazione di edifici sostenibili a costo zero con un focus specifico sull'economia circolare²⁵⁷. Il gruppo comprende, tra le altre: Lendager ARC, una società di architettura sostenibile; Lendager UP, specializzata nella gestione di materie di scarto e rifiuti, e nella fornitura di materiali da costruzione riciclati²⁵⁸. L'azienda ha quindi l'obiettivo di offrire soluzioni costruttive caratterizzate da un impatto ambientale contenuto o nullo, garantendo, al contempo, gli stessi standard in termini di prezzo, qualità, valore estetico, funzionalità e sicurezza offerti da un edificio tradizionale²⁵⁹. Ha così preso parte alla sperimentazione di un impianto per il riciclaggio del calcestruzzo e collaborato con una società attiva nel settore estrattivo, al fine di incrementare la produzione di calcestruzzo riciclato e permetterne una miglior compatibilità dello stesso con le materie prime vergini. Lendager nasce con l'obiettivo di diventare l'azienda leader nel campo dell'architettura sostenibile e circolare in Danimarca, ed è ora attiva nella gestione dell'intero ciclo di vita. I clienti comprendono principalmente organizzazioni per l'edilizia pubblica interessate al riutilizzo dei materiali e all'implementazione di soluzioni costruttive sostenibili, anche ai fini del conseguimento di certificazioni ambientali. I flussi di ricavi sono rappresentati dalle consulenze, dai corrispettivi ricevuti dagli appaltatori e, talvolta, da finanziamenti pubblici legati allo sviluppo di nuove tecniche costruttive sostenibili. Le principali voci di costo comprendono la manodopera, l'acquisto dei materiali e costi di ricerca e sviluppo.

La terza azienda, Gamle Mursten, anch'essa con sede in Danimarca, si definisce una "*cleantech company*" e si occupa della raccolta, pulizia, predisposizione al riutilizzo e vendita di mattoni²⁶⁰. La società ha sviluppato e brevettato una tecnologia di smistamento e pulizia che le permette di riciclare parte dei rifiuti da costruzione e demolizione. In particolare, i mattoni provenienti da cantieri o siti di demolizione

²⁵⁶ NUßHOLZ, J., RASMUSSEN, F.N., MILIOS, L. (2019)

²⁵⁷ LENDAGER, <https://www.lendager.com>

²⁵⁸ LENDAGER, <https://www.lendager.com>

²⁵⁹ NUßHOLZ, J., RASMUSSEN, F.N., MILIOS, L. (2019)

²⁶⁰ GAMLE MURSTEN, <http://en.gamlemursten.dk>

vengono puliti, smistati manualmente o meccanicamente, impilati da robot e venduti per nuovi progetti di costruzione e ristrutturazione²⁶¹. Il riutilizzo dei mattoni permette di ridurre in maniera significativa la generazione di C&DW e l'azienda stima che all'impiego di ogni mattone riciclato corrisponda un risparmio di circa 0,5 kg di CO₂²⁶². Oltre al ridotto impatto ambientale, il prodotto offerto da Gamle Mursten vanta un'estetica unica e risulta perfettamente paragonabile ad un mattone nuovo in termini di qualità e prezzo. I ricavi sono generati attraverso la vendita dei mattoni, mentre i costi sostenuti da Gamle Mursten derivano principalmente dall'acquisto di mattoni usati, manodopera, impianti di produzione e sviluppo tecnologico. L'innovazione e la ricerca hanno giocato un ruolo fondamentale nella definizione del processo di preparazione al riuso, definito nel rispetto di standard qualitativi ed oggetto di certificazione; inoltre, numerose energie sono state spese anche per la costituzione di una fitta rete di fornitori, necessaria per garantire un approvvigionamento sufficiente e costante²⁶³.

Tra le principali barriere incontrate, non solo nella fase di avvio dell'attività, ma anche successivamente, le aziende segnalano: la scarsità di materie prime secondarie di qualità, l'assenza di infrastrutture adeguate ai fini del recupero e della gestione dei materiali, notevoli difficoltà nell'accrescere le vendite e la propria quota di mercato, mancanza di cooperazione tra i vari attori operanti nella catena di fornitura dei C&DW e delle materie prime secondarie.

²⁶¹ GAMLE MURSTEN, <http://en.gamlemursten.dk>

²⁶² GAMLE MURSTEN, <http://en.gamlemursten.dk>

²⁶³ NUßHOLZ, J., RASMUSSEN, F.N., MILIOS, L. (2019)

Figura 33 – Comparativa delle tre aziende in analisi

	PolyPlank	Lendager	Gamle Mursten
Ambito di attività	Realizzazione e commercializzazione di prodotti a base di un composto riciclato.	Architettura sostenibile, riciclaggio di materiali da costruzione	Recupero, smistamento, pulizia, predisposizione al riutilizzo e vendita di mattoni
Materiale riciclato	Fibre di legno e rifiuti in plastica	Calcestruzzo da C&DW	Mattoni estratti da C&DW
Prodotto realizzato	Divisori per terrazze, schermature solari, recinzioni, parapetti e schermature per balconi, profili in legno per la posa da esterno, barriere fonoassorbenti e riflettenti, tettoie per deposito di biciclette, strutture ad uso pubblico, condominiale od industriale; tutti i prodotti sono a base di un composto riciclato e riciclabile	Aggregati secondari ottenuti dal riciclaggio del calcestruzzo (l'azienda offre anche servizi di consulenza per la progettazione di edifici sostenibili)	Mattoni usati qualitativamente pari al nuovo
Prodotto che si propone di sostituire	Prodotti equivalenti tradizionalmente realizzati con materie prime vergini e spesso non riciclabili	Aggregati naturali utilizzati nella produzione del calcestruzzo	Mattoni di nuova produzione
Clienti	Imprese di costruzione, associazioni di edilizia popolare, società immobiliari	Organizzazioni per l'edilizia pubblica	Imprese di costruzione
Principali voci di costo	Acquisto di materie prime secondarie, manodopera, processi di produzione	Acquisto di materie prime secondarie, manodopera, costi di ricerca e sviluppo	Acquisto di mattoni usati, manodopera, impianti produttivi, sviluppo tecnologico
Principali fonti di ricavi	Vendita di prodotti	Consulenze, appalti, finanziamenti pubblici per l'innovazione e la ricerca	Vendita di mattoni
Barriere affrontate	Difficoltà nel reperimento delle materie prime secondarie	Assenza di cooperazione tra gli attori operanti nella fornitura delle materie prime secondarie	Assenza di cooperazione tra gli attori operanti nella fornitura delle materie prime secondarie

Fonte: elaborazione personale partire da NUßHOLZ, J., RASMUSSEN, F.N., MILIOS, L. (2019), POLYPLANK, LENDAGER, GAMLE MURSTEN

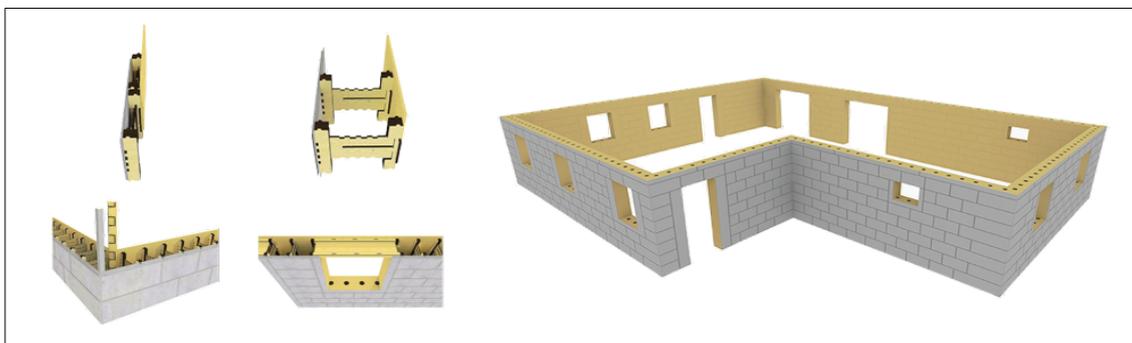
Le tre aziende esaminate hanno dovuto provvedere ad una decisa ridefinizione del proprio modello di business. In particolare, l'innovazione ha riguardato tecnologie ed abilità alla base della creazione di valore, la rete di fornitori necessari per avere accesso alle materie prime secondarie, l'identificazione di un adeguato mercato di riferimento, attento ai temi della sostenibilità e circolarità. Il tutto in un contesto non favorevole, talvolta ostile, caratterizzato dalla presenza di numerose barriere, prima fra tutte l'incertezza circa quantità e qualità delle forniture di materie prime, aspetto che ha richiesto alle aziende una notevole flessibilità organizzativa ed operativa. Nonostante le aziende siano state in grado di far fronte ad alcune delle barriere citate attraverso l'innovazione del proprio modello di business, le stesse ritengono ora necessario l'intervento di attori politici ed istituzionali per la rimozione degli ostacoli ancora presenti e l'incentivazione dell'uso delle materie prime secondarie²⁶⁴.

²⁶⁴ NUßHOLZ, J., RASMUSSEN, F.N., MILIOS, L. (2019)

CASE STUDY N. 3

Il terzo, ed ultimo, case study riguarda REXCON system Aps, azienda con sede in Danimarca attiva nella riduzione dell'impatto ambientale causato dal settore delle costruzioni. La società ha ideato un innovativo sistema costruttivo modulare e pieghevole per la realizzazione delle pareti perimetrali: ReBLOCK²⁶⁵. I blocchi sono realizzati in compensato e presentano un profilo in acciaio zincato sugli spigoli della facciata esterna. Sulla stessa è altresì installato un pannello in cemento, utilizzato per proteggere la struttura ed isolare dal clima esterno. I blocchi sono uniti tra loro meccanicamente: ciò consente ed agevola eventuali operazioni di smontaggio, rimontaggio o sostituzione di uno o più blocchi. Inoltre, il design pieghevole di ReBLOCK permette di movimentare i blocchi necessari per la realizzazione di diverse abitazioni in un solo carico, riducendo nettamente costi ed impatto ambientale relati al trasporto. L'azienda produce attualmente un solo formato di blocchi, ma prevede la realizzazione di versioni dallo spessore più contenuto (e quindi capaci di contenere una minor quantità di materiale isolante), adatte a climi meno impervi rispetto a quello scandinavo.

Figura 34 – Il sistema costruttivo REXCON



Fonte: REXCON SYSTEM APS

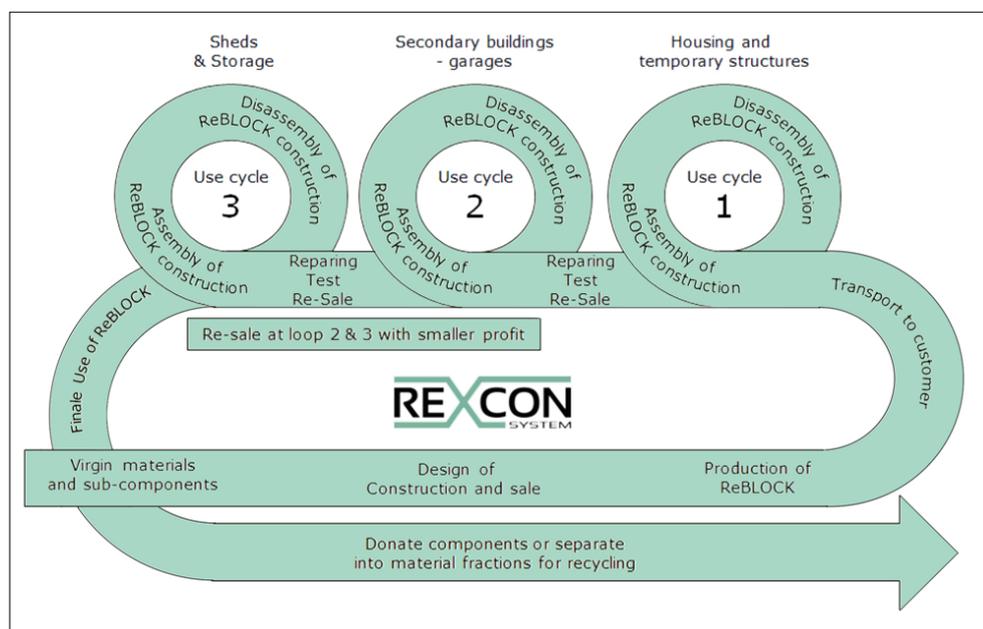
Oltre ad intervenire sulle emissioni relate al trasporto dei prodotti, REXCON ha l'obiettivo di rendere ReBLOCK un sistema costruttivo completamente circolare. La modularità del prodotto permette una facile sostituzione del singolo blocco in caso di eventuali danni ed i materiali che lo compongono possono essere riutilizzati o riciclati a seconda delle condizioni in cui versano. L'azienda sta lavorando ad un

²⁶⁵ REXCON SYSTEM APS, <https://www.rexconsystem.com>

sistema di tracciamento dei propri blocchi, in modo da agevolare la valutazione delle condizioni degli stessi ed accelerare le eventuali fasi di ricondizionamento²⁶⁶. La principale sfida che l'azienda dovrà affrontare concerne i consumatori e la loro attitudine al riciclo dei prodotti. ReBLOCK è costruito in modo tale da consentire la separazione ed il riutilizzo dei componenti, ma affinché ciò avvenga, i prodotti devono essere restituiti dopo l'uso.

REXCON sta provvedendo alla definizione di un nuovo modello di business che le permetta di integrare il ritiro di ReBLOCK una volta giunto al termine della vita utile²⁶⁷. Ciò permetterebbe una maggior circolarità del prodotto e dei materiali, evitando che siano conferiti in discarica. Resta da capire come l'azienda intenda rendere profittevole tale modello. Dovrebbe essere previste due opzioni di godimento del bene, in base alla tipologia di clientela e alle esigenze della stessa: la prima prevede la vendita ed il successivo riacquisto del prodotto da parte dell'azienda; la seconda consiste invece nella stipula di un contratto di leasing e il pagamento di un canone da parte del consumatore²⁶⁸.

Figura 35 – Ciclo di vita di ReBLOCK



Fonte: C-VOUCHER

²⁶⁶ C-VOUCHER, <https://c-voucher.com/a-circular-economy-in-the-construction-industry/>

²⁶⁷ CIRCIT NORDEN, <https://circuitnord.com/inspiration-cases/cecace-77/>

²⁶⁸ C-VOUCHER, <https://c-voucher.com/a-circular-economy-in-the-construction-industry/>

CASE STUDY – CONCLUSIONI

I case study ora presentati hanno fornito una panoramica di quattro aziende attive nel riciclaggio di rifiuti da costruzione e demolizione e, nell'ultimo caso, di una operante nella produzione e fornitura di un prodotto costruttivo alternativo. Le aziende sono accomunate dalla provenienza scandinava, il che permette di comparare realtà produttive sorte in un ambito territoriale, sociale, economico e legislativo simile, specie per le tre società danesi.

Tutte le aziende oggetto di analisi hanno dovuto provvedere ad una ridefinizione del modello business in ottica circolare. Sia nel primo case study, che nel secondo, tale processo di innovazione ha riguardato soprattutto le tecnologie e le abilità alla base della creazione di valore. L'ultima azienda, REXCON system Aps, nasce come produttrice di sistemi costruttivi modulari e, a differenza delle altre, non ha quindi dovuto rivedere tecnologie ed abilità richieste ai fini dei processi produttivi. In tal caso, la definizione di un nuovo modello di business riguarda la gestione del termine del ciclo di vita del prodotto: REXCON, infatti, vorrebbe provvedere al ritiro dei blocchi usati, così da garantirne il riutilizzo o il riciclo, a seconda delle condizioni in cui versano. Un secondo aspetto fondamentale nel business model di REXCON concerne la *value capture*, in quanto l'azienda sta cercando di affiancare alla tradizionale vendita del prodotto la possibilità di stipulare un contratto di leasing dello stesso, così da agevolarne il ritiro a fine vita.

Per quanto concerne i partner, PolyPlank, Lendager e Gamble Mursten, le società presentate nel secondo case study, riferiscono di aver dovuto rinnovare la propria rete di fornitori, così da godere di un adeguato accesso alle materie prime secondarie. A tal riguardo non si hanno specifiche informazioni per le aziende del primo e del terzo caso; tuttavia, la società presentata nel primo caso riferisce di notevoli costi legati alla logistica inversa, fattore cruciale per le operazioni di recupero e riciclaggio, nonché per l'economicità delle stesse operazioni. Si ritiene quindi probabile che l'azienda abbia dovuto rivedere od ampliare i propri partner di logistica inversa, sia a causa dei costi ora citati, sia in ragione della minor diffusione di tale servizio rispetto a quello tradizionale. Lo stesso si può affermare per quanto concerne REXCON, impegnata nella definizione della propria logistica inversa, aspetto originariamente non previsto nel modello di business dell'azienda.

Infine, per quanto riguarda le barriere incontrate dalle organizzazioni, PolyPlank, Lendager e Gamble Mursten, hanno riscontrato approssimativamente le stesse problematiche. Segnalano, in particolare: difficoltà nel reperimento di materie prime secondarie di qualità ed incertezza sulla stabilità della fornitura, l'assenza di infrastrutture adeguate ai fini del recupero e della gestione dei materiali, notevoli difficoltà nell'accrescere le vendite e la propria quota di mercato, mancanza di cooperazione tra i vari attori operanti nella catena di fornitura dei C&DW e delle materie prime secondarie. REXCON system Aps non riferisce di particolari barriere od ostacoli. Appare quindi evidente come le maggiori difficoltà operative ed organizzative riguardino le aziende attive nel recupero e riciclaggio di rifiuti da costruzione e demolizione, settore caratterizzato dall'assenza di standard, requisiti, e talvolta persino di normative in materia.

CONCLUSIONI

Nel presente elaborato si sono voluti esaminare due concetti, quali sostenibilità ed economia circolare, che al giorno d'oggi rivestono un ruolo centrale nei processi decisionali della quasi totalità dei soggetti economici, per poi passare all'analisi del settore dell'edilizia e alla ricerca di un modello sostenibile per lo stesso.

Il celebre Rapporto Brundtland del 1987 ha espresso l'urgente necessità di rivedere il modello economico in adozione e di ricercare un'equità intragenerazionale ed intergenerazionale. Il concetto di sviluppo sostenibile ha così assunto un ruolo guida nelle politiche delle Nazioni Unite, e dei suoi Stati membri, ed ha portato alla previsione dei *Millennium Development Goals*, prima, e dei *Sustainable Development Goals*, poi. Sul fronte comunitario, la Commissione Europea ha presentato il *Green Deal* europeo, un insieme di misure per la neutralità climatica nei Paesi dell'Unione. Accanto al filone della sostenibilità globale, si è poi sviluppato quello della sostenibilità aziendale. Il paradigma della Triple Bottom Line, coniato da John Elkington nel 1997, rappresenta oramai un punto di riferimento per le aziende di tutto il mondo, tant'è che la sostenibilità in azienda è oramai considerata da alcuni autori come una "*common practice*", un requisito per la sopravvivenza dell'organizzazione stessa. A partire dagli anni '90 il concetto di sostenibilità ha infatti goduto di crescente popolarità, tanto da diventare un aspetto ricercato dai consumatori. Al contempo, le stesse aziende hanno sviluppato una maggior sensibilità alle stesse tematiche, che le ha portate ad agire non più per il mero profitto economico, ma anche per il benessere della comunità e ai fini della tutela dell'ecosistema. Si è così assistito ad una sempre maggior attenzione a tali temi da parte dei vertici aziendali, con la sostenibilità a permeare l'agire imprenditoriale e, più recentemente, anche il mondo della finanza e degli investimenti, mediante il forte ricorso ai rating ESG.

Il concetto di economia circolare va ad inserirsi all'interno del contesto appena descritto e rappresenta un modello di produzione e consumo rigenerativo e sostenibile nel lungo periodo, atto a mantenere in circolo le risorse il più a lungo possibile, così da sfruttarne appieno il valore ed evitare ogni qual tipo di spreco. Si

pone quindi in forte contrasto rispetto al modello lineare e d'impostazione consumistica che ha caratterizzato gli ultimi 150 anni di evoluzione industriale. Al contempo, l'economia circolare si propone come soluzione alla critica situazione in cui versa oggi il pianeta, dalla scarsità di risorse naturali, agli eccessivi livelli d'inquinamento. Oltre a tali problematiche, occorre tenere in considerazione le prospettive future, tutt'altro che rosee, che prevedono un ingente crescita della popolazione globale e dell'attività industriale, nonché un peggioramento della situazione emergenziale dovuta al surriscaldamento terrestre. Alla presa di coscienza manifestata negli ultimi anni dai leader di tutto il mondo, deve ora far seguito un deciso intervento, attraverso iniziative normative e fiscali atte ad instaurare un cambiamento radicale negli attuali schemi di produzione e consumo, cui si dovrà affiancare da un profondo cambiamento culturale.

Seppur negli ultimi anni il concetto di economia circolare abbia goduto di maggiori attenzioni rispetto a quello di sostenibilità, complici anche politiche comunitarie ed internazionali incentrate sull'adozione del modello e gli ingenti sforzi compiuti per la diffusione dello stesso, in primis ad opera della Ellen MacArthur Foundation, è necessario ricordare il rapporto che intercorre tra i due concetti. Come riportato nel terzo capitolo dell'elaborato, la circolarità è un aspetto specifico della sostenibilità, ma non sempre si può arrivare alla piena adozione di strategie circolari. Si può quindi affermare che la sostenibilità ha l'obiettivo di ridurre gli impatti ambientali e ripristinare gli equilibri ecosistemici; qualora fosse applicata alla lettera dovrebbe tendere alla circolarità.

Per quanto concerne l'industria delle costruzioni, il presente elaborato ha dapprima presentato una panoramica del settore, sia nazionale, che comunitario, in termini di fatturato, impiego e trend legati all'emergenza pandemica e alla successiva ripresa, per poi dedicarsi alle tematiche di sostenibilità legate allo stesso. Si è discusso dell'impatto ambientale causato dalle attività di costruzione, dovuto principalmente alle ingenti emissioni di CO₂ e all'eccessivo prelievo di materie prime. Si sono poi analizzate quelle che sono, attualmente, le soluzioni maggiormente adottate per far fronte alla problematica, ovvero la riduzione dei consumi di energia, da un lato, e una miglior gestione delle risorse, dall'altro. Per quanto concerne l'efficienza energetica, questa è stata fortemente incoraggiata dalle numerose linee guida e direttive europee, consentendo una consistente riduzione dei consumi di energia

nella fase di utilizzo dell'immobile. In ottica *life cycle* questa contava storicamente una quota molto elevata, talvolta pari al 90% dei consumi totali. Negli edifici ad elevata efficienza energetica e, ancor di più, negli *nearly net Zero Energy Building* (nnZEB) i consumi legati alla fase di utilizzo sono drasticamente crollati, fino a raggiungere una soglia prossima allo zero. Tali progressi rappresentano un ingente beneficio per l'ambiente, ed un risparmio significativo per i consumatori. Tuttavia, vi è la necessità di agire anche sul consumo di risorse e sulla produzione di *construction and demolition waste*. Si sono così presi in considerazione il mercato delle materie prime secondarie e le operazioni di riciclaggio delle stesse, che nel mercato comunitario valevano all'incirca 13,8 miliardi di euro nel 2013, con una crescita stimata fino a 17,6 miliardi entro il 2020.

I casi aziendali riportati nella parte conclusiva hanno permesso di dare evidenza dei benefici discendenti dalle operazioni di riuso e riciclaggio di materiali di scarto o frutto di demolizione, identificabili in termini di redditività per l'azienda, creazione di posti di lavoro, valore per il consumatore e per i partner della *supply chain*. A ciò va ovviamente ad aggiungersi la diminuzione dell'impatto ambientale, mediante una triplice riduzione, che interessa le emissioni di CO₂, il prelievo di risorse naturali ed il conferimento in discarica di rifiuti da costruzione e demolizione. Al contempo è doveroso segnalare la presenza delle numerose barriere riscontrate dalle aziende, prima fra tutte l'incertezza circa quantità e qualità delle forniture di materie prime secondarie, aspetto che ha richiesto alle società campione una notevole flessibilità organizzativa ed operativa. Altre sono rappresentate dall'assenza di cooperazione tra gli attori operanti lungo la catena di fornitura, nonché dall'assenza di standard, requisiti, e talvolta persino di normative, in materia di gestione e riciclaggio dei C&DW. Nonostante le aziende siano state in grado di far fronte ad alcune delle barriere citate attraverso l'innovazione del proprio modello di business, le stesse ritengono ora necessario l'intervento di attori politici ed istituzionali per la rimozione degli ostacoli ancora presenti e l'incentivazione dell'uso delle materie prime secondarie.

Infine, si vuole sottolineare l'importanza rivestita dal modello di business, ed in particolare dal processo di innovazione dello stesso, ai fini di una maggior sostenibilità nel settore delle costruzioni. È dunque necessario un radicale cambiamento organizzativo e strategico all'interno dell'impresa rispetto a quanto

avviene solitamente nell'edilizia, un'industria tradizionalmente "lenta" e "conservatrice".

BIBLIOGRAFIA UTILIZZATA E CONSULTATA

ACCENTURE (2014) "Circular Advantage: Innovative Business Models and Technologies to Create Value in a World without Limits to Growth"

ADAM, S. et al. (2017) "Taking Part in the Circular Economy: Four Ways to Designing Circular Business Models", consultato in data 11 gennaio 2021, da https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2908107

AECOM (2018) "People's Republic of China: Construction and Demolition Waste Management and Recycling"

AGENZIA EUROPEA PER L'AMBIENTE (2020) "Construction and demolition waste: challenges and opportunities in a circular economy" [D]

AGENZIA EUROPEA PER L'AMBIENTE (2020) "Construction and demolition waste: challenges and opportunities in a circular economy", consultato in data 07 gennaio 2021, da <https://www.eea.europa.eu/publications/construction-and-demolition-waste-challenges/construction-and-demolition-waste-challenges> [A]

AGENZIA EUROPEA PER L'AMBIENTE (2020) "The case for increasing recycling: Estimating the potential for recycling in Europe", consultato in data 07 gennaio 2021, da <https://www.eea.europa.eu/publications/the-case-for-increasing-recycling> [B]

AGENZIA EUROPEA PER L'AMBIENTE (2020) "Verso un'Europa a inquinamento zero" [C]

AHMED, N. et al. (in press) "Impact of sustainable design in the construction sector on climate change", *Ain Shams Engineering Journal*

AKAN, M.Ö.A., DHAVALA, D.G., SARKIS, J. (2017) "Greenhouse gas emissions in the construction industry: An analysis and evaluation of a concrete supply chain", *Journal of Cleaner Production*, 167, pp. 1195-1207

AKANBI, L.A. et al. (2020) "Deep learning model for Demolition Waste Prediction in a circular economy", *Journal of Cleaner Production*, 274, 122843

AKHIMIEN, N.G., LATIF, E., HOU, S.S. (2021) "Application of circular economy principles in buildings: A systematic review", *Journal of Building Engineering*, 38, 102041

ALHADDI, H. (2015) "Triple Bottom Line and Sustainability: A Literature Review", *Business and Management Studies*, 1 (2), pp. 6-10

ALLEGATO DELLA COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI, del 11 marzo 2020, " Un nuovo piano d'azione per l'economia circolare - Per un'Europa più pulita e più competitiva", COM(2020) 98 FINAL ANNEX

AMETEPEY, S.O., ANSAH, S.K. (2015) "Impacts of Construction Activities on the Environment: The Case of Ghana", *Journal of Environment and Earth Science*, 5, 3

ANCE (2019) "Le Imprese nel Settore delle Costruzioni | Estratto dall'Osservatorio Congiunturale sull'Industria delle Costruzioni – Gennaio 2019", a cura della Direzione Affari Economici e Centro Studi

ANCE (2021) "Edilizia Flash: Gennaio 1/2021", a cura della Direzione Affari Economici e Centro Studi [A]

ANCE (2021) "Edilizia Flash: Marzo 4/2021", a cura della Direzione Affari Economici, Finanza e Centro Studi [C]

ANCE (2021) "Osservatorio congiunturale sull'industria delle costruzioni: Febbraio 2021", a cura della Direzione Affari Economici, Finanza e Centro Studi [B]

ANTIKAINEN, M., VALKOKARI, K. (2016) "A Framework for Sustainable Circular Business Model Innovation", *Technology Innovation Management Review*, 6, 7

ARORA, M. et al. (2019) "Residential building material stocks and component-level circularity: The case of Singapore", *Journal of Cleaner Production*, 216, p. 239-248

ARORA, M. et al. (2020) "Buildings and the circular economy: Estimating urban mining, recovery and T reuse potential of building components", *Resources, Conservation & Recycling*, 154, 104581

ARUP, BAM (2015) "Circular Business Models for the Built Environment"

ASVIS (2020) "L'Italia e gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile: Rapporto ASviS 2020"

ATASU, A. et al. (2018) "Rethinking Sustainability in Light of the EU's New Circular Economy Policy", consultato in data 12 gennaio 2021, da <https://hbr.org/2018/07/rethinking-sustainability-in-light-of-the-eus-new-circular-economy-policy>

BAMB – Bulding As Material Bank (2016) "D1 Synthesis of the State-of-Art"

BAMB – Bulding As Material Bank (2017) "Framework for Material Passports"

BATEH, J. et al. (2013) "Defining Sustainability In The Business Setting", *American Journal of Business Education*, 6 (3)

BENACHIO, G.L.F., FREITAS, M.D.C.D., TAVARES, S.F. (2020) "Circular economy in the construction industry: A systematic literature review", *Journal of Cleaner Production*, 260, 121046

BERNS, M. et al. (2009) "Sustainability and Competitive Advantage", *MITSloan Management Review*, 51 (1), pp. 18-26

BILAL, M. et al. (2020) "Current state and barriers to the circular economy in the building sector: Towards a mitigation framework", *Journal of Cleaner Production*, 276, 123250

BOLDRINI, J., ANTREAUME, N. (2021) "Designing and testing a new sustainable business model tool for multi-actor, multi-level, circular, and collaborative contexts", *Journal of Cleaner Production*, 309, 127209

BOULDING, K.E. (1966) "The Economics of the Coming Spaceship Earth", *Environmental Quality Issues in a Growing Economy*, pp. 3-14.

BÜCHELE, R., SCHOBER, K. (2021) "It's Time for Construction to Embrace the Circular Economy", consultato in data 25 maggio 2021, da <https://www.rolandberger.com/en/Insights/Publications/It's-time-for-construction-to-embrace-the-circular-economy.html>

BUILDING PERFORMANCE INSTITUTE EUROPE (2020) "Industrial net-zero renovation in Europe: experience of the Energiesprong approach in the Netherlands, France and UK"

BUYLE, M. et al. (2019) "Sustainability assessment of circular building alternatives: Consequential LCA and LCC for internal wall assemblies as a case study in a Belgian context", *Journal of Cleaner Production*, 218, pp. 141-156

CALDAS, L.R. et al. (2021) "Building materials in a circular economy: The case of wood waste as CO₂-sink in bio concrete", *Resources, Conservation & Recycling*, 166, 105346

CALDERA, S., RILEY, T., ZATYKO, N. (2020) "Enablers and Barriers for Creating a Marketplace for Construction and Demolition Waste: A Systematic Literature Review", *Sustainability*, 12, 9931

CARADONNA, J.L. (2014) "Sustainability: A history", Oxford University Press, New York

CENTRO STUDI CONFINDUSTRIA (2019) "Dove va l'industria italiana"

CENTRO STUDI CONFINDUSTRIA (2020) "Innovazione e resilienza: I percorsi dell'industria italiana nel mondo che cambia"

CHEN, C. (2020) "Improving Circular Economy Business Models: Opportunities for Business and Innovation", *Johnson Matthey Technol. Rev.*, 64 (1), pp. 48-58

CHEN, H., ZHOU, B. (in press) "Environmental performance evaluation of green buildings based on machine learning and IOT systems", *Microprocessors and Microsystems*

CHEN, K. et al. (2021) "Critical evaluation of construction and demolition waste and associated environmental impacts: A scientometric analysis", *Journal of Cleaner Production*, 287, 125071

CHEN, W. et al. (2019) "Adopting recycled aggregates as sustainable construction materials: A review of the scientific literature", *Construction and Building Materials*, 218, pp. 483-496

CHEONG, F. (2019) "Kenneth E. Boulding (1966), The Economics of the Coming Spaceship Earth: A Review", consultato in data 28 gennaio 2021, da <https://www.linkedin.com/pulse/kenneth-e-boulding-1966-economics-coming-spaceship-earth-cheong/>

CIRCLE ECONOMY (2019) "A future-proof Built Environment: Putting Circular Business Models into Practice"

CIRCLE ECONOMY (2020) "The Circularity Gap Report"

CLARKE, L., SAHIN-DIKMEN, M. (2020) "Unions and the green transition in construction in Europe: Contrasting visions", *European Journal of Industrial Relations*, 26 (4), pp. 401-418

COMMISSIONE EUROPEA "L'economia circolare: collegare, generare e conservare il valore", consultato in data 21 gennaio 2021, da https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/economia_circolare/ce_economia_circolare_depliant.pdf

COMMISSIONE EUROPEA (2019) "Costruire e ristrutturare: il Green Deal europeo"

COMMISSIONE EUROPEA (2019) "Dal produttore al consumatore: il Green Deal europeo"

COMMISSIONE EUROPEA (2019) "Eliminazione dell'inquinamento: il Green Deal europeo"

COMMISSIONE EUROPEA (2019) "Energia pulita: il Green Deal europeo"

COMMISSIONE EUROPEA (2019) "Industria sostenibile: il Green Deal europeo"

COMMISSIONE EUROPEA (2019) "Mobilità sostenibile: il Green Deal europeo"

COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO E AL CONSIGLIO, del 31 luglio 2012, "Strategia per la competitività sostenibile del settore delle costruzioni e delle sue imprese", COM(2012) 433 FINAL

COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI, del 1° luglio 2014, "Opportunità per migliorare l'efficienza delle risorse nell'edilizia, COM(2014) 445 final

COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI, del 11 marzo 2020, " Un nuovo piano d'azione per l'economia circolare - Per un'Europa più pulita e più competitiva", COM(2020) 98 FINAL

COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI, del 2 dicembre 2015, "L'anello mancante - Piano d'azione dell'Unione europea per l'economia circolare", COM(2015) 614 FINAL

COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI, dell'11 dicembre 2019, "Il Green Deal Europeo", COM(2019) 640 final

CRISTIANO, S. et al. (2021) "Construction and demolition waste in the Metropolitan City of Naples, Italy: State of the art, circular design, and sustainable planning opportunities", Journal of Cleaner Production, 293, 125856

DE ANGELIS, R. (2021) " Circular economy and paradox theory: A business model perspective", Journal of Cleaner Production, 285, 124823

DELOITTE (2018) "European Construction Monitor | 2017-2018: A looming new construction crisis?"

DELOITTE (2019) "Osservatorio Nazionale sulla Rendicontazione Non Finanziaria"

DELOITTE (2020) "Climate change: Un'opportunità per veicolare un'informativa consapevole e responsabile al mercato"

DESROCHES, C.T. (2021) "The Concept of Sustainability", In Byron Williston (ed.), Environmental Ethics for Canadians.

DI MARIA, A., EYCKMANS, J., VAN ACKER, K. (2018) "Downcycling versus recycling of construction and demolition waste: Combining LCA and LCC to support sustainable policy making", *Waste Management*, 75, p. 3-21

DÌAZ-LÒPEZ, C. et al. (in press) "Defining strategies to adopt Level(s) for bringing buildings into the circular economy. A case study of Spain", *Journal of Cleaner Production*

DIRETTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO 2008/98/CE del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive

DIRETTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 19 maggio 2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia (rifusione)

DUONG, L.N.K. et al. (2021) "The value of incremental environmental sustainability innovation in the construction industry: an event study", *Construction Management and Economics*, 39, 5, p. 398-418

EASME (2018) "Deep renovation using prefabricated components: a first for Norway", consultato in data 20 gennaio 2021, (pagina web non più disponibile)

EASME (2020) "Using prefabrication to accelerate building renovation", consultato in data 20 gennaio 2021, da (pagina web non più disponibile)

ECCLES, R.G. et al. (2020) "The board's role in sustainability", *Harvard Business Review*, 98 (5), pp. 48-51

ECCLES, R.G., IOANNOU, I., SERAFEIM, G. (2011) "The Dollar Payoff from CSR and Sustainability", consultato in data 12 gennaio 2021, da <https://www.strategy-business.com/article/re00173?gko=28758>

ECSO (2017) "Fostering the international competitiveness of EU construction enterprises"

ECSO (2018) "Country profile Italy: June 2018"

ECSO (2019) "Building Information Modelling in the EU construction sector" [A]

ECSO (2019) "Integrating digital innovations in the construction sector: The case of 3D Printing and Drones in construction" [B]

ECOSO (2019) "EU construction sector: in transition towards a circular economy" [B]

ECOSO (2020) "Country profile Italy: November 2019" [A]

ECOSO (2020) "Improving the human capital basis" [B]

ELKINGTON, J. (1997) "Partnerships from cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century", Environmental Quality Management, 8, 1, P. 37-51

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2012) "Towards the Circular Economy Vol. 1: economic and business rationale for an accelerated transition"

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2013) "Towards the Circular Economy Vol. 2: opportunities for the consumer goods sector"

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2014) "Towards the Circular Economy Vol. 3: accelerating the scale-up across global supply chains"

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2015) "Delivering the Circular Economy: A Toolkit for Policymakers" [C]

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2015) "Growth within: A circular economy vision for a competitive Europe" [B]

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2015) "Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition" [A]

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2017) "Finding and utilising 'waste' materials for construction purposes", consulato in data 07 aprile 2021, da <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies/finding-and-utilising-waste-materials-for-construction-purposes> [B]

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2017) "Achieving 'Growth Within'" [A]

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2017) "Achieving 'Growth Within'" [A]

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2019) "Completing the Picture: How the Circulare Economy Tackles Climate Change"

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2020) "Financing the Circular Economy: Capturing the Opportunity" [B]

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2020) "The Circular Economy: a Transformative Covid-19 Recovery Strategy" [C]

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2020) "The EU's Circular Economy Action Plan" [A]

ELNAKLAH, R., WALKER, I., NATARAJAN, S. (2021) "Moving to a green building: Indoor environment quality, thermal comfort and health", Building and Environment, 191, 107592

ENEA (2019) "Osservatorio degli edifici ad energia quasi zero (nZEB) in Italia", a cura di Ezilda Costanzo

ENEA (2020) "Rapporto sull'economia circolare in Italia: con focus sulla bioeconomia"

ESPOSITO, M., TSE, T., SOUFANI, K. (2016) "Companies are working with consumers to reduce waste", consultato in data 14 gennaio 2021, da <https://hbr.org/2016/06/companies-are-working-with-consumers-to-reduce-waste>

EUROPEAN COMMISSION (2016) "The European construction sector: A global partner"

EUROPEAN COMMISSION (2020) "Circular Economy: Principles for Buildings Design"

EUROPEAN FOUNDATION FOR THE IMPROVEMENT OF LIVING AND WORKING CONDITIONS (2005) "Trends and drivers of change in the European construction sector: Mapping report"

EUROPEAN PARLIAMENT (2017) "Supporting the Market for Secondary Raw Materials in a Circular Economy"

FENEAL UIL, FILCA CISL, FILLEA CGIL, LEGAMBIENTE (2015) "Innovazione e sostenibilità nel settore edilizio: costruire il futuro | Quarto rapporto dell'osservatorio congiunto"

FILIPPI, M., FABRIZIO, E. (2011) "Il concetto di Zero Energy Building", presentato al convegno "Verso gli edifici a 'Energia quasi zero': le tecnologie disponibili", Bologna

FINCH, G. et al. (2021) "Building envelope systems for the circular economy; Evaluation parameters, current performance and key challenges", *Sustainable Cities and Society*, 64, 102561

FONDAZIONE NAZIONALE DEI COMMERCIALISTI (2020) "Osservatorio sui bilanci delle SRL 2018 - Focus settore costruzioni"

FORT, J. ČERNÝ, R. (2020) "Transition to circular economy in the construction industry: Environmental aspects of waste brick recycling scenarios", *Waste Management*, 118, p. 510-520

FRANKENBERGER, ., TAKACS, F. (2021) "A Step Toward Making Your Company More Sustainable", consultato in data 14 gennaio 2021, da <https://hbr.org/2021/01/a-step-toward-making-your-company-more-sustainable>

GALÁN, J.I.S. (2020) "The CEO of Iberdrola on committing the clean energy", *Harvard Business Review*, 98 (6), pp. 33-37

GALLEGO-SCHMID, A. et al. (2020) "Links between circular economy and climate change mitigation in the built environment", *Journal of Cleaner Production*, 260, 121115

GEISSDOERFER, M et al. (2020) "Circular Business Models: A Review", *Journal of Cleaner Review*, 277, 23741

GHAFFAR, S.H., BURMAN, BRAIMAH, N. (2020) "Pathways to circular construction: An integrated management of construction and demolition waste for resource recovery", *Journal of Cleaner Production*, 244, 118710

GHIOTTI, S. "Scarti di lavorazione della pietra ornamentale: analisi di reimpiego in formulazioni geopolimeriche contenenti loppa d'altoforno.", tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino, a.a. 2017, relatore P. Palmero

GHISELLINI, P., CIALANI, C., ULGIATI, S. (2016) "A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems", *Journal of Cleaner Production*, 114, pp. 11-32

GHISELLINI, P., RIPA, M., ULGIATI, S. (2018) "Exploring environmental and economic costs and benefits of a circular economy approach to the construction and demolition sector. A literature review", *Journal of Cleaner Production*, 178, p. 618-643

GOH, G.S. et al. (2020) "Revisiting triple bottom line within the context of sustainable construction: A systematic review", *Journal of Cleaner Production*, 252, 119884

GÒRECKI, J. et al. (2019) "How to convince players in construction market? Strategies for effective implementation of circular economy in construction sector", *Cogent Engineering*, 6, 1, 1690760

GREEN BUILDING COUNCIL ITALIA (2019) "Economia Circolare in edilizia" [A]

GREEN BUILDING COUNCIL ITALIA (2019) "Life Cycle Assessment in edilizia" [B]

GREEN BUILDING COUNCIL ITALIA (2020) "Linee guida per la progettazione circolare di edifici | Gruppo di lavoro Economia Circolare di GBC Italia"

GRITTANI, M. (2020) "Il cemento low-carbon per combattere il climate change", consultato in data 20 gennaio 2021, da <https://www.rinnovabili.it/greenbuilding/cemento-low-carbon/>

GUAMARI (2020) "Rapporto Classifiche 2020: le prime 50 imprese dell'edilizia privata", a cura di Norsa A. [A]

GUAMARI (2020) "Report 2020 on the Italian Construction, Architectur and Engineering Industry", a cura di Norsa A. [B]

GULDMANN, E., HUULGAARD, R.D. (2020) "Barriers to circular business model innovation: A multiple-case study", *Journal of Cleaner Production*, 243, 118160

HAWKEN, P., LOVINS, A., LOVINS, P. H. (1999) "Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution", Little, Brown & Company, New York

HE, Z. et al. (2021) "Research progress on recycled clay brick waste as an alternative to cement for sustainable construction materials", *Construction and Building Materials*, 274, 122113

HEAD, M. et al. (2020) "Dynamic greenhouse gas life cycle inventory and impact profiles of wood used in Canadian buildings", *Building and Environment*, 173, 106751

HEINBERG, R., LERCH, D. (2010) "The post carbon reader: managing the 21st century's sustainability crises"

HEISEL, F. RAU-OBERRHUBER, S. (2020) "Calculation and evaluation of circularity indicators for the built environment using the case studies of UMAR and Madaster", *Journal of Cleaner Production*, 243, 118482

HERRADOR, R. et al. (2012) "Use of Recycled Construction and Demolition Waste Aggregate for Road Course Surfacing", *Journal of Transportation Engineering*, 138, 2, p. 182-190

HERWEIJER, C., EVISON, W. (2020) "The environmental opportunity created by COVID-19", consultato in data 15 gennaio 2021, da <https://www.strategy-business.com/article/The-environmental-opportunity-created-by-COVID-19?gko=0051f>

HILDEBRANDT, J., HAGEMANN, N., THRÄN, D. (2017) "The contribution of wood-based construction materials for leveraging a low carbon building sector in europe", *Sustainable Cities and Society*, 34, p. 405-418

HIMES, A., BUSBY, G. (2020) "Wood buildings as a climate solution", *Developments in the Built Environment*, 4, 100030

HONIC, M., KOVACIC, I., RECHBERGER, H. (2019) "Improving the recycling potential of buildings through Material Passports (MP): An Austrian case study", *Journal of Cleaner Production*, 217, p. 787-797

HUANG, L., ZHEN, L., YIN, L. (2020) "Waste material recycling and exchanging decisions for industrial symbiosis network optimization", *Journal of Cleaner Production*, 276, 124073

IACOBOAEA, C., ALDEA, M., PETRESCY, F. (2019) "Construction and Demolition Waste: A challenge for the European Union?", *Theoretical and Empirical Researchers in Urban Management*, 14, 1, pp. 30-52

INNOWO (2019) "Circular Construction in practice"

IOANNOU, I., SERAFEIM, G. (2019) "Yes, Sustainability Can Be a Strategy", consultato in data 12 gennaio 2021, da <https://hbr.org/2019/02/yes-sustainability-can-be-a-strategy>

IRALDO, F., BRUSCHI, I., a cura di, (2015) "Economia circolare: principi guida e casi studio"

ISPRA (2018) "EMAS ed economia circolare"

ISRANGKURA, A., YASEN, K., KOVAVISARACH, C. (2020) "Blue Economy for the New Normal", *TDRI Quarterly Review*, 35(2), pp. 3–15

ISTAT (2019) "Annuario Statistico Italiano: 14 – imprese", consultato in data 24 marzo 2021, da <https://www.istat.it/it/files/2019/12/C14.pdf>

JAIN, M. et al. (2020) "Assessing governance of low energy green building innovation in the building sector: Insights from Singapore and Delhi", *Energy Policy*, 145, 111752

JAYANTHA, K., ARIYAWANSA, R.G., ANURA KUMARA, U. (2020) "Sustainability: Definitions Vs Interpretations", *International Journal of Scientific and Research Publications*, 10 (9), pp. 334-340

JIMÉNEZ-RIVERO, A., GARCÍA-NAVARRO, J. (2017) "Best practices for the management of end-of-life gypsum in a circular economy", *Journal of Cleaner Production*, 167, pp. 1335-1344

JOENSUU, T., EDELMAN, H., SAARI, A. (2020) "Circular economy practices in the built environment", *Journal of Cleaner Production*, 276, 124215

JOHARI, R. (2019) "Blue Economy Narratives: Considerations for Economic Growth, Environment and Sustainability", *Abhigyān*, XXXVII (3)

JONES, P., COMFORT, D. (2018) "The construction industry and the circular economy", *International Journal of Management Cases*, 20, 1, p. 4-15

KATERUSHA, D. (2021) "Attitude towards sustainability, study contents and the use of recycled concrete in building construction - case study Germany and Switzerland", *Journal of Cleaner Production*, 289, 125688

KENNEDY, C. (2020) "Future of Housing | Prefabrication is revolutionising refurbishments", consultato in data 20 gennaio 2021, da <https://www.newcivilengineer.com/the-future-of/future-of-housing-prefabrication-is-revolutionising-refurbishments-11-04-2020/>

KIRCHHERR, J., REIKE, D., HEKKERT, M. (2017) "Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions", *Resources, Conservation and Recycling*, 127, pp. 221-232

KOPNINA, H. (2019) "Green-washing or best case practices? Using circular economy and Cradle to Cradle case studies in business education", *Journal of Cleaner Production*, 219, pp. 613-621

KPMG (2017) "Benchmarking city services"

KPMG (2019) "Getting ahead in the circular economy: how KPMG can help"

KPMG (2020) "The ESG imperative for technology companies"

KUHLMAN, T., FARRINGTON, J. (2010) "What is Sustainability?", *Sustainability*, 2 (11), pp. 3436-3448

LAVAGNA, M. et al. (2018) "Benchmarks for environmental impact of housing in Europe: Definition of archetypes and LCA of the residential building stock", *Building and Environment*, 145, pp. 260-275

LEGGE REGIONALE 09 marzo 2007, n. 4 "Iniziativa ed interventi regionali a favore dell'edilizia sostenibile"

LEISING, E., QUIST, J., BOCKEN, N. (2018) "Circular Economy in the building sector: Three cases and a collaboration tool", *Journal of Cleaner Production*, 176, pp. 976-989

"LEONTIEF, W. (1991) ""The economy as a circular flow"", Structural Change and Economic Dynamics, 2 (1), pp. 181-212 tradotto da LEONTIEF, W. (1928) ""Die Wirtschaft als Kreislauf"", Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik, 60, pp. 577-623"

LIEDER, M., RASHID, A. (2016) "Towards circular economy implementation: a comprehensive review in contrxt of manufacturing industry", Journal of Cleaner Production, 115, pp. 36-51

LIMA, L. et al. (2021) "Sustainability in the construction industry: A systematic review of the literature", Journal of Cleaner Production, 289, 125730

LIMA, L. et al. (2021) "Sustainability in the construction industry: A systematic review of the literature", Journal of Cleaner Production, 289, 125730

LÓPEZ RUIZ, L.A., ROCA RAMÓN, X., GASSÓ DOMINGO, S. (2020) "The circular economy in the construction and demolition waste sector - A review and an integrative model approach", Journal of Cleaner Production, 248, 119238

LUBIM, D.A., ETSY, D.C. (2010) "The Sustainability Imperative", consultato in data 15 gennaio 2021, da <https://hbr.org/2010/05/the-sustainability-imperative>

LYLE, J. T. (1996) "Regenerative Design for Sustainable Development", John Wiley & Sons, New York

MACI, L. (2020) "Circular Economy: cos'è e come mantiene l'Europa competitiva", consultato in data 21 gennaio 2021, da <https://www.economyup.it/innovazione/che-cos-e-la-circular-economy-e-perche-puo-mantenere-l-europa-competitiva/>

MACI, L. (2020) "Economia circolare: cos'è, esempi, vantaggi dell'economia 'green'", consultato in data 21 gennaio 2021, da <https://www.economyup.it/innovazione/economia-circolare-che-cose-gli-esempi-i-vantaggi-delleconomia-che-vuole-rigenerare-il-pianeta/>

MACMAHON, S. (2020) "The challenge of rating ESG performance", Harvard Business Review, 98 (5), pp. 53-54

MARTINE, G., ALVES, J.E.D. (2015) "Economy, society and environment in the 21st century: three pillars or trilemma of sustainability?", *Revista Brasileira de Estudos de População*, 32 (3), pp. 433-460

MCKINSEY & COMPANY (2019) "Modular construction: From projects to products"

MD. HOSSAIN, U. (2018) "Critical consideration of buildings' environmental impact assessment towards adoption of circular economy: An analytical review", *Journal of Cleaner Production*, 205, pp. 763-780

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE, MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO (2017) "Towards a Model of Circulare Economy for Italy: Overview and Strategic Framework"

MINUNNO, R. et al. (2018) "Strategies for Applying the Circular Economy to Prefabricated Buildings", *Buildings*, 8, 125

MIO, C. (2013) "Programmazione e controllo delle vendite: Una prospettiva di sostenibilità", Egea

MIO, C. (2021) "L'azienda sostenibile", Gius. Laterza & Figli Spa

MIT CSHub (2016) "Building Life Cycle Assessment", consultato in data 14 aprile 2021, da https://cshub.mit.edu/sites/default/files/documents/Building%20LCA_Final.pdf

MOHAN, H.T., JAYANARAYANAN, K., MINI, K.M. (in press) "Recent trends in utilization of plastics waste composites as construction materials", *Construction and Building Materials*

MUNARO, M.R., TAVARES, S.F., BRAGANÇA, L. (2020) "Towards circular and more sustainable buildings: A systematic literature review on the circular economy in the built environment", *Journal of Cleaner Production*, 260, 121134

MURATORI, A. (2018) "Al rush finale il pacchetto di direttive per gestire i rifiuti secondo l'Economia Circolare", *Ambiente e sviluppo*, 3, pp. 141-146

MURRAY, A., SKENE, K., HAYNES, K. (2017) "The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context", *J Bus Ethics*, 140, pp. 369-380

MURTAGH, N., SCOTT, L., JINGLI, F. (2020) "Sustainable and resilient construction: Current status and future challenges", *Journal of Cleaner Production*, 268, 122264

NEW CLIMATE ECONOMY (2014) "Better growth, better climate: the new climate economy report"

NIDUMOLU, R., PRAHALAD, C.K., RANGASWAMI, M.R. (2009) "Why Sustainability Is Now the Key Driver of Innovation", *Harvard Business Review*, 87 (9), pp. 57-64

NUßHOLZ, J. et al. (2020) "Material reuse in buildings: Implications of a circular business model for sustainable value creation", *Journal of Cleaner Production*, 245, 118546

NUßHOLZ, J., MILIOS, L. (2017) "Applying circular economy principles to building materials: Front-running companies' business model innovation in the value chain for buildings", presentato alla conferenza "SustEcon Conference", Berlino

NUßHOLZ, J., RASMUSSEN, F.N., MILIOS, L. (2019) "Circular building materials: Carbon saving potential and the role of business model innovation and public policy", *Resources, Conservation and Recycling*, 141, pp. 308-316

OECD (2012) "OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction"

OKINADE, O.O., OYEDELE, L.O. (2019) "Integrating construction supply chains within a circular economy: An ANFIS-based waste analytics system (A-WAS)", *Journal of Cleaner Production*, 229, p. 863-873

PATNAIK, D., LORET, M., BATES, B. (2021) "Creating a Post-Covid Business Plan", consultato in data 14 gennaio 2021, da <https://hbr.org/2021/01/creating-a-post-covid-business-plan>

PEARCE, D.W. TURNER, K.R. (1991), *Economia delle risorse naturali e dell'ambiente*, il Mulino.

- PELLI, P. (2021) "Service innovation and sustainable construction: Analyses of wood vis-a-vis other construction projects", *Cleaner Engineering and Technology*, 2, 100061
- PLIČANIČ, S. et al. (2020) "Mining waste in circular economy: legislative aspect", *Geologica Macedonica*, 34 (2), pp. 149–156
- POMPONI, F., MONCASTER, A. (2017) "Circular economy for the built environment: A research framework", *Journal of Cleaner Production*, 143, pp. 710-718
- PORTER, M.E., KRAMER, M.R. (2011) "Creating Shared Value", *Harvard Business Review*, 89, 1/2, p. 62-77
- PRATI, D. "Tecniche costruttive innovative per l'edilizia sostenibile", tesi di dottorato, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, a.a. 2018, supervisore R. Gulli
- PURVIS, B., MAO, Y., ROBINSON, D. (2019) "Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins", *Sustainability Science*, 14, pp. 681-695
- RAMAGE, M.H. et al. (2017) "The wood from the trees: The use of timber in construction", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, p. 333-359
- REVELL, A., BLACKBURN, R. (2007) "The Business Case for Sustainability? An Examination of Small Firms in the UK's Construction and Restaurant Sectors", *Business Strategy and the Environment*, 16, pp. 404-420
- ROBALO, K. et al. (in press) "Experimental development of low cement content and recycled construction and demolition waste aggregates concrete", *Construction and Building Materials*
- SALMENPERÄ, H. et al. (2021) "Critical factors for enhancing the circular economy in waste management", *Journal of Cleaner Production*, 280, 124339
- SANCHEZ, B., HAAS, C. (2018) "A novel selective disassembly sequence planning method for adaptive reuse of buildings", *Journal of Cleaner Production*, 183, pp. 998-1010

SERAPEIM, G. (2020) "Social-impact efforts that create real value", Harvard Business Review, 98 (5), pp. 38-48

SHIH, W.C. (2020) "Global Supply Chains in a Post- Pandemic World", Harvard Business Review, 98 (5), pp. 82-89

SHOOSHTARIAN, S. et al. (2020) "Market development for construction and demolition waste stream in Australia", Journal of Construction Engineering, Management & Innovation, 3, 3, p. 220-231

SMOL, M. et al. (2015) "The possible use of sewage sludge ash (SSA) in the construction industry as a way towards a circular economy", Journal of Cleaner Production, 95, p. 45-54

SPITZER, S.W., MANDYCK, J. (2019) "What Boards Need to Know About Sustainability Ratings", consultato in data 12 gennaio 2021, da <https://hbr.org/2019/05/what-boards-need-to-know-about-sustainability-ratings>

STAHEL, W. R. (1981) "Jobs for tomorrow: The potential for substituting manpower for energy", Vantage Press, New York

STAHEL, W. R. (2016) "The Circular Economy", Nature, 531, pp. 435-438

STEPHAN, A., ATHANASSIADIS, A. (2018) "Towards a more circular construction sector: Estimating and spatialising current and future non-structural material replacement flows to maintain urban building stocks", Resources, Conservation & Recycling, 129, p. 248-262

TAZI, N., IDIR, R., FRAJ, A.B. (2021) "Towards achieving circularity in residential building materials: Potential stock, locks and opportunities", Journal of Cleaner Production, 281, 124489

TERIÖ, O., HONKANEN, J. (2013) "Environmental impact of Building Construction Projects in Northern Europe", Construction Management, 2

TETRO, T. (2020) "Costruttori di fronte all'emergenza coronavirus: produzione 2020 crollata del 13%", consultato in data 20 gennaio 2021, da <https://www.rinnovabili.it/greenbuilding/ance-costruttori-emergenza-coronavirus/>

The Cradle to Cradle Movement (2020) *Journal of International Affairs*, 73(1), pp. 299–303.

TORCELLINI, P. et al. (2006) "Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition", presentato al ACEEE Summer Study, California

TOWNLEY, E. (2020) "The CEO of Cabot Creamery on beating sustainability benchmarks", *Harvard Business Review*, 98 (3), pp. 35-39

TSE, T., ESPOSITO, M., SOUFANI, K. (2016) "How Businesses Can Support a Circular Economy", consultato in data 15 gennaio 2021, da <https://hbr.org/2016/02/how-businesses-can-support-a-circular-economy>

ÜNAL, E. et al. (2019) "Value Creation in Circular Business Models: The case of a US small medium enterprise in the building sector", *Resources, Conservation & Recycling*, 146, p. 291-307

UNITED NATIONS (1987) "Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future"

UNITED NATIONS ECONOMIC AND SOCIAL COUNCIL (2021) "Progress towards the Sustainable Development Goals: Report of the Secretary General"

UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION (2017) "Circular Economy"

UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION (2019) "Development of recycling industries within the UNIDO circular economy approach"

URBINATI, A. et al. (2020) "Circular business models in the European manufacturing industry: A multiple case study analysis", *Journal of Cleaner Review*, 274, 122964

"VAN BUREN, N. et al. (2016) ""Towards a Circular Economy: The Role of Dutch Logistics Industries and Governments"", *Sustainability*, 8, 647 - (Si noti che dal primo numero del 2016, le riviste MDPI utilizzano i numeri degli articoli invece dei numeri di pagina)

VERAART, F. (2018) "Building Materials and Construction: Sustainability, Dependency and Foreign Suppliers", da "Well-being, Sustainability and Social Development"

- VICKERT, C., DE BAKKER, F.G.A. (2019) "How CSR Managers Can Inspire Other Leaders to Act on Sustainability", consultato in data 12 gennaio 2021, da <https://hbr.org/2019/01/how-csr-managers-can-inspire-other-leaders-to-act-on-sustainability>
- VIHOLAINEN, N. et al. (2021) "Bringing ecosystem thinking to sustainability-driven wooden construction business", *Journal of Cleaner Production*, 292, 126029
- VILLENA, V.H., GIOIA, D.A. (2020) "A more sustainable supply chain", *Harvard Business Review*, 98 (2), pp. 84-93
- VISWANATHAN, L., VARGHESE, G. (2018) "Greening of business: A step towards sustainability", *Journal of Public Affairs*, 18 (2)
- VON BERTALANFFY, L. (1971) "Teoria generale dei sistemi. Fondamenti, sviluppi, applicazioni", ISEDI, Milano
- WEERASINGHE, A.S., RAMACHANDRA, T., ROTIMI, J.O.B. (2021) "Comparative life-cycle cost (LCC) study of green and traditional industrial buildings in Sri Lanka", *Energy & Buildings*, 234, 110732
- WHITE, K., HARDISTY, D.J., HABIB, R. (2019) "The Elusive Green Consumer", *Harvard Business Review*, 97 (4), pp. 125-133
- WORLD GREEN BUILDING COUNCIL (2020) "Annual report 2020"
- WUYTS, W. et al. (2019) "Extending or ending the life of residential buildings in Japan: A social circular economy approach to the problem of short-lived constructions", *Journal of Cleaner Production*, 231, p. 660-670
- XIAO, J., LI, J., ZHANG, C. (2005) "Mechanical properties of recycled aggregate concrete under uniaxial loading", *Cement and Concrete Research*, 35, p. 1187-1194
- XIAO, J., MA, Z., DING, T. (2016) "Reclamation chain of waste concrete: A case study of Shanghai", *Waste Management*, 48, p. 334-343
- YILMAZ, M., BAKIŞ, A. (2015) "Sustainability in Construction Sector", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, pp. 2253-2262

YU, Y. et al. (2021) "Towards Circular Economy through Industrial Symbiosis in the Dutch construction industry: A case of recycled concrete aggregates", Journal of Cleaner Production, 293, 126083

YUAN, Z., BI, J., MORIGUICHI, Y. (2008) "The Circular Economy: A New Development Strategy in China", Journal of Industrial Ecology, 10 (1-2), pp. 4-8

ZANNI, S. et al. (2018) "Life Cycle Assessment applied to circular designed construction materials", presentato alla CIRP Life Cycle Engineering (LCE) Conference, 30 aprile - 2 maggio 2018, Copenhagen

"Bridging the gap between construction and the circular economy" (2017) Construction Engineering Australia

SITOGRAFIA UTILIZZATA E CONSULTATA

AGENZIA EUROPEA DELL'AMBIENTE

<https://www.eea.europa.eu/it/articles/l2019economia-circolare-in-europa-tutti>
consultato in data 04.03.2021

ASVIS

<https://asvis.it/home/4-9849/nonostante-i-progressi-la-strada-per-il-raggiungimento-dei-17-sdgs-resta-in-salita>
consultato in data 15.06.2021

BAMB

<https://vimeo.com/238909741> [C]
consultato in data 12.05.2021

BAMB

<https://www.bamb2020.eu/> [A]
consultato in data 11.05.2021

BAMB

<https://www.bamb2020.eu/topics/reversible-building-design/> [B]
consultato in data 11.05.2021

BIOMIMICRY

<https://biomimicry.org>
consultato in data 24.01.2021

C-VOUCHER

<https://c-voucher.com/a-circular-economy-in-the-construction-industry/>
consultato in data 01.06.2021

CIRCIT NORDEN

<https://circuitnord.com/inspiration-cases/cecase-77/>
consultato in data 01.06.2021

CODICI ATECO

<https://www.codiceateco.it/sezione?q=F>

consultato in data 16.03.2021

CODICI NACE

https://ec.europa.eu/eurostat/ramon/nomenclatures/index.cfm?TargetUrl=LST_NOM_DTL&StrNom=NACE_REV2&StrLanguageCode=IT&IntPcKey=&StrLayoutCode=

consultato in data 16.03.2021

COMMISSIONE EUROPEA

https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action/law_it

consultato in data 15.06.2021

COMMISSIONE EUROPEA

<https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris>

consultato in data 09.06.2021

COMMISSIONE EUROPEA

https://ec.europa.eu/energy/content/nzeb-24_en

consultato in data 20.04.2021

COMMISSIONE EUROPEA

https://ec.europa.eu/environment/strategy/biodiversity-strategy-2030_it

consultato in data 15.06.2021

COMMISSIONE EUROPEA

https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it

consultato in data 15.06.2021

COMMISSIONE EUROPEA

https://ec.europa.eu/info/strategy/recovery-plan-europe_it

consultato in data 24.03.2021

CRADLE TO CRADLE INSTITUTE AND CERTIFICATE

<https://www.c2ccertified.org>

consultato in data 27.01.2021

ECONOMY UP

<https://www.economyup.it/innovazione/economia-circolare-tutte-le-opportunita-di-business-nel-report-re-think-2019/>

consultato in data 20.01.2021

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org>

consultato in data 10.01.2021

ENCICLOPEDIA TRECCANI

https://www.treccani.it/enciclopedia/edilizia_%28Enciclopedia-Italiana%29/

consultato in data 16.03.2021

ENCICLOPEDIA TRECCANI

[https://www.treccani.it/enciclopedia/industria-delle-costruzioni_\(Dizionario-di-Economia-e-Finanza\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/industria-delle-costruzioni_(Dizionario-di-Economia-e-Finanza)/)

consultato in data 16.03.2021

ENCICLOPEDIA TRECCANI

<https://www.treccani.it/enciclopedia/wassily-leontief/>

consultato in data 20.01.2021

ENEA

<https://www.energiaenergetica.enea.it/servizi-per/pubblica-amministrazione/riqualificazione-energetica-degli-edifici-della-pubblica-amministrazione/edilizia-pubblica-e-scolastica/gli-edifici-a-consumo-energetico-quasi-zero.html>

consultato in data 21.04.2021

ESG360

<https://www.esg360.it>

consultato in data 14.06.2021

EUROCITIES

<https://eurocities.eu/latest/circular-economy-offers-a-path-to-sustainable-recovery/>

consultato in data 04.03.2021

FAVINI

<https://www.favini.com/gs/carte-grafiche/crush/cos-e-crush/>
consultato in data 18.02.2021

GAMLE MURSTEN

<http://en.gamlemursten.dk>
consultato in data 01.06.2021

GLOBAL COMPACT NETWORK

<https://www.globalcompactnetwork.org/it/>
consultato in data 15.06.2021

IBERDROLA

<https://www.iberdrola.com/sustainability/sustainable-green-buildings>
consultato in data 07.04.2021

IL POST

<https://www.ilpost.it/2020/02/02/green-deal-europeo/>
consultato in data 15.06.2021

ISPRA

<https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/cambiamenti-climatici/convenzione-quadro-sui-cambiamenti-climatici-e-protocollo-di-kyoto>
consultato in data 09.06.2021

LAFARGE-HOLCIM

<https://www.lafargeholcim.com/circular-economy-recycling>
consultato in data 26.05.2021

LENDAGER

<https://www.lendager.com>
consultato in data 01.06.2021

MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA

<https://www.minambiente.it/pagina/cbd-convenzione-di-rio-de-janeiro>
consultato in data 09.06.2021

MSCI

<https://www.msci.com/our-solutions/esg-investing>

consultato in data 14.06.2021

ORGANIZZAZIONE DELLE NAZIONI UNITE

<https://www.population.un.org/>

consultato in data 02.02.2021

OUR WORLD IN DATA

<https://ourworldindata.org/world-population-growth/>

consultato in data 02.02.2021

POLYPLANK

<https://www.polyplank.se>

consultato in data 01.06.2021

REXCON SYSTEM APS

<https://www.rexconsystem.com>

consultato in data 01.06.2021

RINNOVABILI

<https://www.rinnovabili.it/economia-circolare/riciclo/riciclo-in-edilizia-software>

consultato in data 20.01.2021

RINNOVABILI

<https://www.rinnovabili.it/greenbuilding/calcestruzzo-fibrorinforzato-stampa-3d>

consultato in data 20.01.2021

RINNOVABILI

<https://www.rinnovabili.it/greenbuilding/case-galleggianti-stampa-3d-prvok/>

consultato in data 20.01.2021

RINNOVABILI

<https://www.rinnovabili.it/greenbuilding/condominio-stampato-in-3d-germania/>

consultato in data 20.01.2021

RINNOVABILI

<https://www.rinnovabili.it/greenbuilding/edifici-in-legno-roadmap-emissioni/>
consultato in data 20.01.2021

RINNOVABILI

<https://www.rinnovabili.it/greenbuilding/edificio-in-legno-piu-alto-italia-vaia/>
consultato in data 20.01.2021

RINNOVABILI

<https://www.rinnovabili.it/greenbuilding/la-prima-casa-a-2-piani-realizzata-dalla-piu-grande-stampante-3d-deuropa/>
consultato in data 20.01.2021

STATISTA

<https://www.statista.com/statistics/1201202/gdp-italy-current-prices/>
consultato in data 17.03.2021

STATISTA

<https://www.statista.com/statistics/533884/annual-turnover-of-the-italian-construction-industry/>
consultato in data 17.03.2021

STATISTA

<https://www.statista.com/statistics/964601/construction-industry-turnover-eu-28/>
consultato in data 17.03.2021

SUSTAINABLE BRANDS

<https://sustainablebrands.com/read/product-service-design-innovation/operating-vs-embodied-carbon-in-the-built-environment-the-difference-and-why-it-matters>
consultato in data 15.05.2021

UNRIC

<https://unric.org/it/agenda-2030/>
consultato in data 14.06.2021