

## Strategia per l'Economia Circolare nella Provincia Autonoma di Bolzano

### Analisi dello stato dell'arte

P.A.1

#### Report sui settori e attività produttive per promuovere l'Economia Circolare

Joana Bastos, Matteo Rizzari, Elisa Agosti, Valentina D'Alonzo, Christian Hoffmann, Daniele Vettorato  
Eurac Research

Versione 1.0 (01 ottobre 2021)

DOI: 10.5281/zenodo.6389393



MINISTERO DELLA  
TRANSIZIONE ECOLOGICA



strategia nazionale per  
lo sviluppo sostenibile

*Ministero della Transizione Ecologica – Progetti di ricerca a supporto dei processi di elaborazione e attuazione delle strategie regionali e provinciali per lo sviluppo sostenibile*

## Indice

Acronimi e abbreviazioni.....	3
1. Introduzione .....	4
2. L'economia circolare: contesto e definizioni .....	4
2.1. L'economia circolare come paradigma della sostenibilità ambientale.....	4
2.2. I principi, le strategie e gli ostacoli all'Economia Circolare.....	7
3. L'economia circolare nella UE e in Italia.....	13
3.1. Esempi di buone pratiche nell'Unione Europea.....	15
3.2. L'economia circolare in Italia: normativa e policy .....	19
3.3. L'economia circolare in Italia: pratiche .....	21
4. L'economia circolare nella PAB: contesto .....	27
4.1. Gli Obiettivi di sviluppo sostenibile nella PAB .....	29
5. Caratterizzazione dei settori economici da potenziare nella PAB.....	33
5.1. Le opportunità circolari nel settore edile.....	36
5.2. Il potenziale dalla bioeconomia.....	38
6. Dalla bioeconomia al settore edile: applicazioni potenziali .....	42
7. Conclusioni .....	47
Bibliografia .....	48

## Acronimi e abbreviazioni

ASVIS	Alleanza per lo Sviluppo Sostenibile
BP	Buona Pratica
CEN	Circular Economy Network (Rete Economia Circolare, in inglese)
CE	Commissione Europea
C&D	Costruzione e Demolizione
DMC	Domestic Material Consumption (Consumo Materiale Interno, in inglese)
DOC	Denominazione di Origine Controllata
EC	Economia Circolare
EI	Ecologia Industriale
EMF	Ellen MacArthur Foundation
EPD	Environmental Product Declaration (Dichiarazione Ambientale di Prodotto, in inglese)
EPS	Expanded Polystyrene Insulation (Isolante in polisterene espanso, in inglese)
GPP	Green Public Procurement (Appalti Pubblici Verdi, in inglese)
H2020	Programma Europeo di ricerca ed innovazione <i>Horizon 2020</i> (2014-2020)
ICT	Information and Communication Technology (Tecnologia di Informazione e Comunicazione, in inglese)
IGT	Indicazione Geografica Tipica
IFEU	Institut für Energie-und Umweltforschung (Istituto di Ricerca per l'Energia e l'Ambiente, in tedesco)
IO	Input – Output
IRP	International Resource Panel
LCA	Life-Cycle Assessment (Valutazione di Ciclo di Vita, in inglese)
MATTM	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
MISE	Ministero dello Sviluppo Economico
ONG	Organizzazione non governativa
ONU	Organizzazione delle Nazioni Unite
PAB	Provincia Autonoma di Bolzano
PAT	Provincia Autonoma di Trento
PGR	Piano di Gestione dei Rifiuti
PIL	Prodotto Interno Lordo
PMI	Piccole e Medie Imprese
R&S	Ricerca e Sviluppo
RSU	Rifiuti Solidi Urbani
SDG	Sustainable Development Goal (Obiettivo di Sviluppo Sostenibile, in inglese)
SEC	Strategia per l'Economia Circolare (acronimo del progetto)
SEV	Südtiroler Energieverband (Unione Energia Alto Adige, in tedesco)
SI	Simbiosi Industriale
SNSS	Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile
UE	Unione Europea
UNEP	United Nations Environment Programme (Programma Ambientale delle Nazioni Unite, in inglese)

## 1. Introduzione

L'obiettivo dell'azione A.1 del progetto *Strategia per l'Economia Circolare nella Provincia Autonoma di Bolzano* (SEC) è quello di analizzare lo stato dell'arte sulla penetrazione dell'economia circolare (EC) nella Provincia Autonoma di Bolzano (PAB). Questo report dell'azione A.1 contiene una breve descrizione dello stato dell'arte con lo scopo di contestualizzare e supportare la definizione dell'ambito e della strategia del progetto. In particolare, il presente report giustifica la selezione dei settori e delle attività produttive sulle quali si focalizzeranno le fasi successive, includendo:

- la definizione e l'evoluzione del concetto di economia circolare;
- il contesto legislativo-normativo e buone pratiche a livello europeo e in Italia;
- il contesto e gli elementi esistenti di economia circolare nelle attività economiche e produttive nel territorio della PAB; e
- la selezione e caratterizzazione dei settori economici e delle attività da potenziare nel territorio della PAB.

Partendo da una base analitica, il progetto si concentrerà sul settore edile e sulla bioeconomia, che sono descritti sinteticamente in questo documento. Il presente report è da intendersi come complementare agli altri tre report dell'azione A.1 (i) sui processi da monitorare nel progetto, (ii) sugli stakeholders e (iii) sui modelli di business. Insieme, i quattro report elaborano e propongono contenuti tecnici a supporto delle azioni del progetto, funzionali ai decisori politici nella definizione di strategie regionali e aziendali per lo sviluppo sostenibile, nell'ambito dell'economia circolare applicato ai settori pubblico e privato. I contenuti e le analisi sono intesi come un supporto ai decisori politici e forniscono una base per la creazione di politiche future di promozione dell'EC nella PAB.

## 2. L'economia circolare: contesto e definizioni

### 2.1. L'economia circolare come paradigma della sostenibilità ambientale

Le radici dell'economia circolare (EC) risalgono al 1966, quando Boulding nel suo articolo "*The Economics of the Coming Spaceship Earth*" affermò che l'economia globale doveva adottare sistemi circolari per sostenere la vita umana nel lungo periodo. Sebbene il concetto si sia evoluto per oltre mezzo secolo, ha ricevuto una maggiore attenzione negli ultimi anni. Oggi l'EC è un paradigma di sostenibilità al centro delle strategie di sviluppo dell'Unione Europea (UE). Non esiste, ad oggi, una definizione di Economia Circolare condivisa in modo unanime; tuttavia, l'EC è incentrata su un "*uso rigenerativo delle risorse*", che è fortemente associato al rapporto tra sviluppo economico e sostenibilità ambientale e, in particolare, alla separazione tra crescita economica e domanda di risorse, dalla produzione di rifiuti e dagli impatti ambientali (Bassi & Dias, 2019; Camilleri, 2018; Ghisellini et al., 2016; Homrich et al., 2018; Kirchherr et al., 2017). In questo contesto, l'EC è stata discussa in contrapposizione all'economia lineare: i modelli economici tradizionali si basano su sistemi lineari di crescita, in cui le materie prime e le risorse (*inputs*) sono convertite in prodotti per essere utilizzati fino alla fine del loro ciclo di vita, fase nella quale vengono percepiti come rifiuti. Il modello tradizionale di economia lineare, noto anche come "*prendere-fare-consumare-scartare*" presuppone una capacità illimitata del pianeta di fornire risorse naturali, e di assorbire rifiuti e inquinamento (Camilleri, 2018). La prospettiva dell'EC, invece, si basa sulla consapevolezza che le risorse sono finite e devono essere gestite in modo sostenibile. Come tale, il modello circolare considera i prodotti, le componenti e i materiali a fine ciclo di vita come risorse che possono essere reintegrate nell'economia (Bassi & Dias, 2019). In sostanza, l'EC mira a "*chiudere il cerchio*" ("*closing the loop*", in inglese) e ad aumentare l'efficienza nell'uso delle risorse, contribuendo così a due importanti obiettivi: mitigare gli impatti ambientali e aumentare i benefici economici dell'uso dei materiali (Bassi & Dias, 2019; Camilleri, 2018; Camilleri, 2019). Ad oggi, il concetto di EC è un motore fondamentale per lo sviluppo sostenibile (Camilleri, 2018; Farooque et al., 2019).

Sebbene i concetti fondamentali siano largamente condivisi, esistono delle differenti definizioni di EC - anche a causa dell'ampia diversità di attori e stakeholder coinvolti nei processi economici (Homrich et al., 2018; Kirchherr et al., 2017), . Una delle definizioni più conosciute è quella della Ellen MacArthur Foundation (EMF, 2015) che definisce l'EC come:

***"un'economia industriale che mira al ripristino ed alla rigenerazione, oltre a mantenere prodotti, componenti e materiali alla loro massima utilità e valore in ogni momento, distinguendo tra cicli tecnici e biologici."***

Questa definizione evidenzia dunque due cicli, presenti nel noto diagramma a farfalla della Figura 1: il primo ciclo si riferisce ai **materiali biologici** (o nutrienti) che dovrebbero essere restituiti in sicurezza alla natura per poter essere successivamente riutilizzati come input; l'altro si riferisce ai **materiali tecnici**, che dovrebbero essere progettati per il recupero, attraverso la riparazione, il rinnovamento, la rigenerazione e il riciclo, cioè, tenuti all'interno delle dinamiche economiche senza entrare nella biosfera (Weetman, 2017).

La Commissione Europea (CE), nel suo piano d'azione (CE, 2015), aggiunge che in un'EC:

***"il valore dei prodotti, dei materiali e delle risorse è mantenuto nell'economia il più a lungo possibile, con la generazione di rifiuti che è ridotta al minimo, e le risorse sono mantenute all'interno dell'economia quando un prodotto ha raggiunto la fine del suo ciclo di vita, per essere utilizzate ancora e ancora per creare ulteriore valore."***

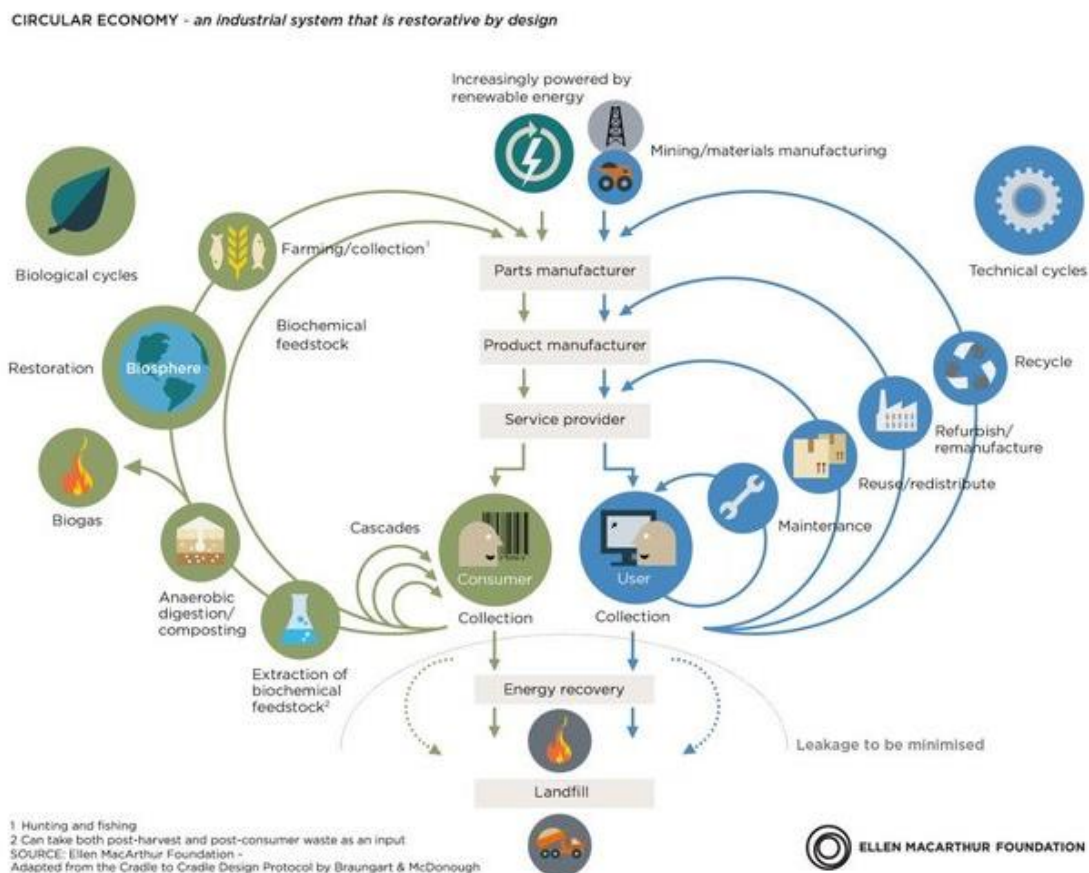


Fig. 1 - Il diagramma "a farfalla" per l'economia circolare (Fonte: Ellen MacArthur Foundation).

Se da un lato un uso responsabile delle risorse a livello ambientale è intrinseco al concetto di EC, dall'altro i principi e gli obiettivi della circolarità sono anche fortemente associati all'efficienza e alla redditività. Inoltre, l'EC può contribuire allo sviluppo sostenibile in modo sistemico, migliorando aspetti sociali, economici e ambientali (Geisendorf & Pietrulla, 2018; Geissdoerfer et al., 2017). Geisendorf & Pietrulla (2018) hanno fornito una revisione della letteratura accademica sulle definizioni di EC e dei concetti ad essa correlati (tra cui *cradle-to-cradle*, *ecologia industriale* ed *economia blu*), per proporre di nuove, facendo una distinzione tra le caratteristiche primarie e generali dell'EC e definendo le condizioni specifiche che ne permettano l'attuazione. In particolare, gli autori sottolineano che in un'EC:

**"il valore dei prodotti e dei materiali è mantenuto, i rifiuti sono evitati, e le risorse sono mantenute all'interno dell'economia quando un prodotto ha raggiunto la fine della sua vita".**

Tuttavia, l'analisi dei concetti legati all'EC ha fornito anche importanti spunti sullo sviluppo di un quadro normativo e attuativo. Si evidenziano qui due concetti strettamente legati all'EC per la loro particolare rilevanza nella progettazione e implementazione dei principi di circolarità: *cradle-to-cradle* ed ecologia industriale.

#### **Cradle-to-cradle (C2C)**

Questo concetto fu introdotto per la prima volta negli anni Settanta e sviluppato in modo particolare in seguito alla pubblicazione di "*Cradle to Cradle: Rethinking the Way We Make Things*" (McDonough & Braungart, 2002). Essenzialmente, l'obiettivo del C2C (dalla culla alla culla, in inglese) consiste nel minimizzare gli impatti ambientali associati ai processi di produzione, distribuzione e smaltimento attraverso un abbandono del modello "cradle-to-grave" (dalla culla alla tomba) e della conseguente chiusura del ciclo. Dal momento che si tratta di una struttura teorica olistica volta alla riduzione dei rifiuti e alla creazione di sistemi più efficienti e sostenibili, il C2C è in linea con (e si sovrappone a) i concetti e i principi dell'EC.

#### **Ecologia industriale**

La nascita della Ecologia Industriale (EI) è spesso associata all'articolo "*Strategies for Manufacturing*" (Frosch and Gallopoulos, 1989), dove fu proposto il modello dell'"ecosistema industriale", il quale mira all'uso efficiente di energia e materiali, oltre che alla riduzione di rifiuti e inquinamento, tramite l'applicazione delle sinergie osservate negli ecosistemi naturali a livello industriale. In questi termini, l'accento viene posto sull'interazione tra i sistemi tecnologici e quelli industriali con l'ambiente (la biosfera). Di conseguenza, l'EI è una disciplina cardine della ricerca sull'EC (Geisendorf & Pietrulla, 2018) grazie all'importanza ricoperta da approcci e strumenti che spaziano dall'analisi dei sistemi industriali alla valutazione degli impatti ambientali associati a prodotti, servizi e sistemi. Questi strumenti e approcci hanno un ruolo chiave nel supporto all'EC; tra gli esempi di questi approcci ci sono il metabolismo urbano (MU), l'analisi dei flussi di materiali (AFM) e la valutazione del ciclo di vita (life-cycle assessment, LCA, in inglese).

L'EC emerge per rispondere specificamente al problema della *scarsità delle risorse* e promuove l'integrazione di diverse aree di conoscenza per migliorare l'utilizzo delle risorse, massimizzandone il valore e portando benefici (ambientali, sociali ed economici) per tutta la società che ne hanno motivato la crescente e diffusa applicazione negli ultimi anni.

## 2.2. I principi, le strategie e gli ostacoli all'Economia Circolare

I principi dell'EC consistono nel **ridurre al minimo gli input e gli output dei processi su cui si basa l'economia, comprese le materie prime, le emissioni e i rifiuti**. Ciò può essere ottenuto non solo chiudendo i cicli delle risorse, ma anche diminuendo la domanda, estendendo, rallentando e modificando gli usi di materiali e prodotti, attraverso una progettazione ottimizzata, la manutenzione, la riparazione, il riuso, la rigenerazione e il riciclo (Camilleri, 2018; Camilleri, 2019). Ci sono diverse strategie e interventi che possono contribuire alla transizione verso un'EC, in diverse fasi delle catene di produzione e consumo: dalla progettazione e produzione, ai modelli di consumo e smaltimento dei rifiuti. Come tale, l'EC può essere affrontata su diverse scale: dai processi all'interno delle aziende, a livello "meso" di gestione locale e regionale, fino a sistemi di valore completi o applicata all'economia nel suo complesso (Geisendorf & Pietrulla, 2018). Tutti gli attori che compongono la società sono coinvolti: l'industria e i sistemi di governo sono coinvolti nella circolarità della progettazione e della produzione, gli utenti sono coinvolti nella domanda, fornitura e l'utilizzo, mentre durante il fine vita dei prodotti sia l'industria, che i sistemi di governo che gli utenti sono attori rilevanti. (Bressanelli et al., 2020). Ciononostante, la ricerca e la pratica dell'EC si è spesso concentrata sulle fasi di recupero, consumo e uso attraverso la catena del valore, mentre la produzione, la distribuzione e la vendita sono state affrontate in modo meno approfondito (Kalmykova et al., 2018).

Essenzialmente, qualsiasi strategia che possa (i) diminuire il volume (cioè, "*restringere il flusso*"), (ii) rallentare o (iii) chiudere i cicli dei flussi (dove i flussi includono flussi di materiali, risorse, prodotti o emissioni), può contribuire a ridurre gli input e/o gli output dei nostri sistemi economici e quindi favorire un'economia più circolare (Bassi & Dias, 2019; Fan et al., 2019). Queste strategie includono, ad esempio, l'estensione della durata di vita dei prodotti, la ripianificazione dell'uso (per minimizzare la domanda e massimizzare il riutilizzo e il recupero), la riduzione delle perdite di materiale, la promozione dell'uso condiviso di beni e servizi (ad esempio, la mobilità condivisa piuttosto che la proprietà di veicoli privati), il riciccolo dei materiali, dei prodotti e delle loro componenti (incluso il riutilizzo e il riciclaggio), la prevenzione del *downcycling* (cioè la diminuzione della qualità di un materiale o prodotto riutilizzato o riciclato, rispetto all'utilizzo o allo scopo originale) e la riduzione delle emissioni di gas serra associate ai prodotti e alle attività economiche (ad esempio, utilizzando fonti di energia rinnovabili). I modelli di EC sono spesso associati ai cosiddetti schemi delle "R" (Bressanelli et al., 2020; Camilleri, 2018; Morsetto, 2020), tra i quali:

- **Ridurre**, cioè utilizzare meno risorse naturali. In questo modo diminuiscono non solo la domanda di uso finale, ma anche l'uso di materie prime, l'energia consumata e i rifiuti, e si aumenta l'efficienza delle risorse. Questa riduzione si ottiene quando la quantità di prodotti in circolazione è minore per effetto del prolungamento del ciclo di vita utile o della condivisione, che permettono di sfruttare il potenziale inutilizzato;
- **Riutilizzare**, ovvero far ricircolare i prodotti donando una "*seconda vita*" a quelli che sono in buone condizioni;
- **Riparare**, ovvero rimettere a nuovo o sostituirle di parti danneggiate;
- **Rifabbricare**, che significa rimettere in circolo parti secondarie. È possibile, utilizzando parti di prodotti scartati come pezzi di ricambio o fabbricandone di nuovi che idealmente abbiano le prestazioni, ristabilire la qualità e la funzione originali (o simili all'originale); e
- **Riciclare**, ovvero estrarre i materiali (provenienti da prodotti o parti scartate) e lavorarli per ottenerne di nuovi con una qualità uguale (o inferiore, nel caso di *downcycling*); in pratica vuol dire estendere il ciclo di vita del materiale stesso.

È importante considerare le diverse strategie R in modo complementare e non singolarmente, in modo da poter amplificare i loro benefici all'interno delle filiere produttive.

Promuovendo un'ottimizzazione dal design e manifattura dei prodotti e sistemi, l'EC può ridurre i costi sia a livello di produzione che di imballaggio, così come i costi di smaltimento (per le imprese e per gli utenti finali). Inoltre, la conversione di sottoprodotti e materiali precedentemente indesiderati in risorse preziose per nuovi prodotti può portare profitto e altri benefici alle aziende, che stanno aderendo in modo sempre maggiore all'EC (Camilleri, 2018). Farooque et al. (2019, p.884) hanno proposto una definizione di **gestione circolare delle filiere**:

*"l'integrazione del pensiero circolare nei processi di produzione e distribuzione e degli ecosistemi industriali e naturali coinvolti [che] permette di ripristinare sistematicamente i materiali tecnici e di rigenerare i materiali biologici verso una visione a rifiuti zero attraverso l'innovazione di sistema nei modelli di business e nelle funzioni della catena di fornitura, dalla progettazione del prodotto o servizio alla gestione del fine vita."*

Un concetto importante dell'EC, strettamente legato alle aziende (e all'industria in generale), è la **simbiosi industriale** (SI). La SI si basa sullo scambio di risorse tra aziende, ovvero gli output indesiderati di un processo industriale (che convenzionalmente sarebbero rifiuti) vengono utilizzati in altri processi industriali, come risorse (Camilleri, 2018). Questo tipo di scambio permette agli attori e agli stakeholder di trarre vantaggio dagli ecosistemi economici locali e di stabilire dei "cicli chiusi". Un importante esempio di SI sono i cluster di aziende che costruiscono sinergie a livello di filiera nei **parchi eco-industriali** (Camilleri, 2018). Simili sinergie possono essere sviluppate, promosse e applicate alle aree urbane (note come simbiosi urbane o simbiosi urbano-industriali). Fraccascia (2018) fornisce una revisione sistematica che evidenzia le potenziali sinergie presenti nelle aree urbane, elementi che permettono di sfruttarle ed eventuali barriere che ne impediscono uno sviluppo di successo. In particolare, tali barriere includono (i) la necessità di un volume minimo di rifiuti per garantire la fattibilità tecnica ed economica (insieme all'incertezza sulla continuità dei flussi dei rifiuti nel tempo), e (ii) la mancanza di conoscenza per sfruttare le sinergie. Le aziende e l'organizzazione non si trovano nella condizione di sfruttare il potenziale offerto dalle sinergie quando non sanno quali rifiuti vengono prodotti, dove, quando, e in che quantità. Inoltre, l'esistenza di costi nel breve termine per la costruzione di infrastrutture, ad esempio, può risultare determinante nel rallentare i processi di sviluppo della SI (Dong et al., 2017). Al contrario, i fattori abilitanti includono (i) in primo luogo, i governi locali (enti urbani e regionali) che devono garantire un piano dettagliato di separazione per la raccolta dei rifiuti al quale tutti i produttori di rifiuti urbani dovrebbero essere incoraggiati a partecipare; e (ii) una tecnologia adeguata di trattamento dei rifiuti. Infatti, i governi giocano un ruolo chiave nell'implementazione della SI, sia attraverso incentivi economici che attraverso l'attuazione di politiche. Per esempio, la legislazione sulla gestione dei rifiuti, compresi gli obiettivi di riciclo, può motivare le aziende a partecipare a progetti di SI. Tasse sulle emissioni ambientali e politiche di compensazione ecologica possono influenzare i prezzi di mercato e promuovere pratiche più circolari. Infine, anche i sussidi finanziari, per esempio per le infrastrutture fisiche, e i fondi di ricerca per la ricerca e lo sviluppo sull'EC sono importanti per promuovere e sostenere i progetti di SI (Dong et al., 2017).

Un altro concetto importante è quello dei sistemi prodotto-servizio (*product service systems*, PSS, in inglese) - ovvero sistemi di risposta alla domanda degli utenti finali basati su servizi che sostituiscono singoli prodotti, dove spesso la proprietà del prodotto rimane al fornitore e il suo utilizzo è condiviso tra diversi utenti finali (Camilleri, 2018; Camilleri, 2019).

Tra le sfide e le barriere identificate nella transizione verso un'economia più circolare, vi è la mancanza di incentivi per gli stakeholder commerciali e industriali che siano volti al risparmio delle risorse, in quanto i produttori trasferiscono facilmente i costi di produzione ai consumatori (Camilleri, 2018). Per superare questa sfida, è essenziale l'impegno attivo delle parti interessate, compresi i produttori, i fornitori e i decisori politici. Inoltre, l'EC è stata criticata per avere obiettivi troppo semplicistici e conseguenze non volute (o impatti trascurati). Infatti, l'estensione del ciclo di vita dei prodotti o il riciclo potrebbero in alcuni casi essere associati



a maggiori impatti ambientali o a compromessi (Camilleri, 2018). Ad esempio, un prodotto potrebbe avere un'estensione del ciclo di vita attraverso la sostituzione di un componente di carta o cartone con la plastica, ma tale sostituzione può essere associata ad un aumento degli impatti ambientali; inoltre, estendere la vita di un'automobile potrebbe non comportare impatti minori rispetto alla sua sostituzione, a causa dei notevoli requisiti operativi che ha l'automobile e della rapida evoluzione tecnologica nel settore. Altri fattori che sono stati percepiti come barriere sono stati identificati da Mencherini et al. (2020), tra cui: complessità e incertezza normativa, eccessiva burocrazia, mancanza di conoscenza sulle potenziali sinergie e collegamenti tra aziende e difficoltà nell'attuare attività per consentire le simbiosi. Questioni contestuali come la mancanza di consapevolezza pubblica e di supporto da parte delle istituzioni sono anch'esse barriere sistemiche, anche se meno tangibili (Bilal et al., 2020). Di conseguenza, una politica e un processo decisionale supportati dalla scienza, dallo scambio di conoscenze e dati sulle attività e sui flussi a livello organizzativo, settoriale e territoriale, così come specifiche valutazioni ambientali, sono necessari per garantire il successo e l'efficacia della progettazione e dell'attuazione delle strategie di EC.

### Per saperne di più...

Kalmykova et al. (2018) presentano la **Circular Economy strategies database**, con 45 strategie di EC, e la **Circular Economy Implementation database**, con 100 casi di studio.

### Il raggio d'azione delle strategie circolari: i livelli *micro*, *meso* e *macro*

Per quanto riguarda la portata economica delle prospettive e delle strategie sull'EC, possiamo distinguere **tre livelli corrispondenti a dimensioni o scale diverse** (Geisendorf & Pietrulla, 2018; Ghisellini et al., 2016).

- La prospettiva **micro** comprende le strategie di EC che si rivolgono a singoli processi in singole aziende, come per esempio una catena di fornitura di prodotti. Le strategie a questo livello sono spesso legate alla produzione più "*pulita*", al consumo verde e alla gestione dei rifiuti. Le strategie aziendali mirano, per esempio, ad attuare misure per migliorare la circolarità dei propri sistemi di produzione (inclusi design verde, eco-design). Le strategie di consumo possono sia focalizzarsi sull' aumento della responsabilità individuale, ad esempio con sistemi di etichettatura per informare i consumatori (e.g., Ecolabel UE), e politiche più "*green*" relativamente ad appalti o approvvigionamenti pubblici (introducendo requisiti più stringenti per i contratti pubblici). La gestione dei rifiuti a livello micro riguarda soprattutto le aziende che si occupano di raccolta, recupero, riutilizzo e riciclo dei rifiuti e che contribuiscono a trasformare i rifiuti in risorse. Nonostante la piccola scala - di singola azienda o consumatore - l'efficienza e l'efficacia di queste strategie di livello *micro* dipendono dai quadri istituzionali e dalla capacità dei decisori di adottare strategie proattive e integrate di EC.

- Il livello **meso** consiste principalmente nella collaborazione tra un gruppo di aziende che si impegnano nello scambio di risorse (per esempio, il commercio di rifiuti e sottoprodotti e i mercati di scambio, compresa la SI descritta prima). Il parco eco-industriale di Kalundborg, in Danimarca, è un esempio di un approccio bottom-up di simbiosi industriale nell'UE. Anche le pubbliche amministrazioni possono avere un ruolo chiave questo livello, stabilendo sistemi circolari a livello comunitario.
- Infine, la prospettiva **macro** si rivolge all'economia in termini generali (e più ampi), ad esempio su scala cittadina, regionale o nazionale. Le strategie all'interno di questa prospettiva includono, reti eco-industriali, schemi di consumo collaborativo, iniziative e programmi di prevenzione e gestione dei rifiuti. A livello cittadino e regionale, le strategie di EC richiedono l'integrazione di quattro sistemi (Ghisellini et al., 2016): il sistema industriale, il sistema di infrastrutture che forniscono servizi, il quadro culturale e il sistema sociale. Il consumo collaborativo che consiste, essenzialmente, in una proprietà condivisa tra più utenti, è riconosciuto come una delle strategie più promettenti rivolte ai consumatori. Include la condivisione di servizi, il baratto, il prestito, il commercio, l'affitto e il dono. Infine, a livello cittadino e regionale, la prevenzione e la gestione dei rifiuti, come accennato, è stata una delle questioni di EC più affrontate nella pratica, in Italia e nell'UE.

### L'importanza degli aspetti territoriali dell'Economia Circolare

L'EC è strettamente legata al contesto regionale e territoriale, in quanto la progettazione e l'implementazione di strategie e modelli di EC dipendono dalle specificità locali di un territorio, anche in termini di prossimità (culturale, spaziale ed economica) (Blomsma et al., 2019). Tra gli aspetti territoriali chiave che devono essere presi in considerazione per "*prevedere una transizione di successo verso un'economia circolare*", Tapia et al. (2021, p.13) hanno identificato: (i) le peculiarità fisico-geografiche di un territorio che garantiscono la produzione di specifici materiali e prodotti e che permettono di soddisfarne la domanda all'interno di un'EC; (ii) fattori di agglomerazione essenziali per fornire alle imprese il necessario accesso alle risorse, alla conoscenza e alla collaborazione, nonché ai mercati praticabili; alcune di queste funzioni sono costituite da (iii) fattori territoriali "*hard*", soprattutto in termini di accessibilità e infrastrutture, nonché da (iv) accesso a tecnologie all'avanguardia; fattori territoriali più "*soft*", tra cui (v) fattori legati allo scambio e alla condivisione di conoscenze e (vi) accordi di governance e istituzionali – che migliorano la collaborazione tra le imprese, nonché tra i consumatori e le istituzioni pubbliche. Mentre i fattori "*hard*" possono garantire una definizione efficace delle strategie locali di EC, quelli "*soft*" contribuiscono alla funzione di catalizzatori per la transizione verso la circolarità (Tapia et al., 2021).

L'importanza degli aspetti territoriali nell'EC è ampiamente riconosciuta dal momento che l'UE ha promosso politiche di sviluppo regionale e di coesione che sono oggi integrate con nuove ambizioni riguardanti la circolarità. In particolare, l'esistenza di una nuova domanda politica in questi termini sta richiedendo una trasformazione che prenda in considerazione le specificità regionali (Vanhamäki et al., 2021). È stato dimostrato che concentrarsi sugli asset locali e sul potenziale regionale, così come sulla "*natura partecipativa delle attività [locali]*" (Vanhamäki et al., 2021, p. 11) è fondamentale per l'adozione di strategie circolari. In uno studio riguardante i fattori multidimensionali che determinano gli indicatori legati all'EC, Silvestri et al. (2020) hanno diviso le regioni dell'UE in quattro categorie in base alla loro performance secondo aspetti socio-sanitari, economici e ambientali. È interessante notare che l'Alto Adige appartiene al gruppo delle regioni più virtuose grazie ai punteggi di alto livello nella dimensione ambientale. Tuttavia, esiste un potenziale significativo di miglioramento in tutte le dimensioni dell'EC.

### L'efficienza delle risorse materiali

L'efficienza delle risorse materiali è vista come un concetto centrale ed elemento costitutivo dell'EC (Taranic et al., 2016). Considerata l'urgenza di scindere la crescita economica dall'uso eccessivo delle risorse, le strategie di EC sono spesso incentrate sul principio di miglioramento dell'efficienza delle risorse materiali a livello di processi e di sistemi, con l'obiettivo di ridurre i flussi di input associati alle attività di produzione. Prendendo spunto dalla necessità di gestire e utilizzare le risorse limitate del pianeta in modo sostenibile e minimizzare gli impatti ambientali, l'efficienza delle risorse materiali consiste nel ridurre la quantità di risorse materiali come materie prime (acqua, combustibili, materiali, ecc.) o prodotti intermedi, necessari per produrre un'unità di un prodotto o servizio, ovvero, creare lo stesso (o più) valore con meno input di risorse materiali (Taranic et al., 2016). Un importante indicatore, spesso utilizzato per valutare i progressi nazionali o regionali verso l'EC, è la produttività delle risorse, cioè il prodotto interno lordo (PIL) per unità di consumo interno di materiale (*domestic material consumption*, DMC, in inglese). L'International Resource Panel (IRP) dell'UNEP (Programma Ambientale delle Nazioni Unite) - una piattaforma scientifica per l'uso sostenibile delle risorse - e la Commissione Europea hanno costruito una *roadmap* per un'UE efficiente nell'uso delle risorse. In un rapporto sul potenziale dell'efficienza dei materiali per mitigare le emissioni di gas serra e affrontare il cambiamento climatico è stato evidenziato che **la produzione di materiali è associata a più del 23% delle emissioni complessive di gas serra antropogeniche e che una parte significativa di queste (40%) sono associate a materiali da costruzione**: ferro, acciaio e cemento contribuiscono in misura maggiore (IRP, 2020).

### La digitalizzazione come elemento facilitatore per l'Economia Circolare

Le possibilità fornite dal digitale sono aumentate esponenzialmente negli ultimi anni grazie a sensori, telefoni cellulari, satelliti e altri dispositivi, fornendo un'opportunità unica per costruire e condividere la conoscenza (Hedberg et al., 2019; Hedberg & Šipka, 2020). Queste soluzioni giocano un ruolo chiave anche nella transizione verso un'economia circolare. In "*Digital roadmap for circular economy*" Hedberg et al. (2019) hanno identificato tre importanti contributi della digitalizzazione nel contesto dell'EC:

- migliori connessioni e la condivisione di informazioni;
- prodotti, processi e servizi più circolari;
- la possibilità di influenzare e responsabilizzare le parti interessate.

Le piattaforme digitali giocano un ruolo chiave nel migliorare la connettività e incoraggiare la collaborazione tra le parti interessate, aumentando la consapevolezza e promuovendo la condivisione delle informazioni, nonché gli scambi di risorse attraverso le catene del valore (Hedberg et al., 2019; Hedberg & Šipka, 2020). Diverse industrie e network hanno creato **database e piattaforme online** per raccogliere e condividere informazioni sui flussi e le scorte di materiali, per tracciare le risorse utilizzate nell'industria, così come i sottoprodotti e i rifiuti generati, sostenendo gli scambi di materiali e migliorando così le loro catene di approvvigionamento.

- Un esempio di piattaforma specifica per il settore dell'industria automobilistica è l'**International material data system (IMDS)** inizialmente sviluppata in collaborazione congiunta tra Audi, BMW, Daimler, DXC, Ford, Opel, Porsche, VW e Volvo, poi diventato uno standard globale utilizzato dalle aziende automobilistiche di tutto il mondo (<https://www.mdsystem.com/>).

- Queste piattaforme possono anche giocare un ruolo importante nel promuovere sinergie all'interno di un territorio, collegando diversi settori. **BE CIRCLE** è una piattaforma web che supporta la simbiosi industriale: permette agli utenti di visualizzare le strutture industriali vicine e i loro flussi di materiali ed energia, per promuovere potenziali sinergie. È stata implementata in 8 regioni in Francia, Germania e Belgio (<http://be-circle.com/>).
- Un altro esempio è la piattaforma **Excess Materials Exchange (EME)**, che supporta il *matchmaking* tra aziende, permettendo loro di scambiarsi i materiali in eccesso, e utilizza passaporti di risorse per tracciare i materiali, con codici a risposta rapida e chip ([https://excessmaterialsexchange.com/en\\_us/](https://excessmaterialsexchange.com/en_us/)).
- Recentemente, *RethinkResource* ha sviluppato **Circado**, una piattaforma commerciale intersettoriale per i flussi secondari industriali che promuove l'*upcycling* di materiali per nuovi prodotti di più alto valore (<https://rethink-resource.com/circado>).
- Il danese **Gen Byg Data** fornisce dati sui materiali disponibili. Una caratteristica particolarmente importante di questa piattaforma è che permette di tracciare un *asset-tracking* pre-demolizione di un edificio con l'aiuto di software GIS (*Geographical Information Systems*) (<https://genbyg.dk>).

Sono state identificate diverse sfide per quanto riguarda lo sviluppo e l'aggiornamento delle piattaforme digitali per sostenere le pratiche di EC (Hedberg & Šipka, 2020). Ad esempio, mancano gli standard per la raccolta, lo scambio e l'analisi dei dati, limitando il potenziale sviluppo, l'uso e l'*upscaling* di queste piattaforme. Inoltre, le limitazioni associate alla valutazione dell'economia circolare (metodologie e indicatori) e alla legislazione possono influenzare il tipo di dati e la maniera in cui vengono raccolti.

Una rivoluzione digitale ha avuto luogo al livello globale e l'EC può attingere ai nuovi strumenti e alle opportunità fornite da questo cambiamento. Tuttavia, è importante riconoscere che le soluzioni e le tecnologie digitali non garantiscono necessariamente pratiche più sostenibili (Hedberg et al., 2019). In realtà, pongono anche dei rischi (e.g., possono aumentare gli impatti ambientali delle nostre attività), ed è quindi fondamentale garantire un'applicazione guidata e informata delle soluzioni e strumenti digitali, affinché queste possano contribuire all'economia circolare ed allo sviluppo sostenibile.

Pur non essendo un concetto recente, l'EC ha guadagnato una crescente credibilità negli ultimi anni anche in ragione dell'urgente necessità di conciliare le attività economiche con i limiti del nostro pianeta, separando la crescita dallo sfruttamento eccessivo delle risorse e dagli impatti negativi in termini ambientali. L'EC è importante per aumentare la resilienza, diminuire la dipendenza e l'incertezza nella fornitura di materie prime, ripristinare i sistemi naturali, mitigare le emissioni di gas serra e ridurre al minimo la perdita di capitale naturale. Inoltre, essa giocherà un ruolo importante nel superare la crisi socioeconomica derivante dagli impatti di Covid-19, in quanto contribuisce a una serie di benefici sociali ed economici, tra cui la creazione di nuovi posti di lavoro. In questo slancio verso un maggiore interesse nei confronti dell'EC e di una crescente volontà di transizione verso nuovi modelli economici, le politiche fondate sull'evidenza scientifica, gli strumenti digitali e la cooperazione sono strumenti necessari per consentire l'impegno attivo di tutte le parti interessate.

### 3. L'economia circolare nella UE e in Italia

Come già accennato, l'urgente necessità di scindere la crescita economica dalle esternalità ambientali negative ha portato il concetto di EC al centro delle strategie di sviluppo sostenibile. Vale la pena ricordare che, mentre in altre regioni del mondo l'EC è stata introdotta e promossa da autorità e governi in un approccio *top-down*, in Europa ha avuto una componente *bottom-up* dove le organizzazioni ambientali, la società civile, le organizzazioni non governative (ONG) e altri attori economici hanno chiesto sia processi di produzione e consumo più "green", sia contesti giuridici che responsabilizzino tanto le aziende private quanto le autorità pubbliche (Ghisellini et al., 2016). Nell'ultimo decennio, diverse iniziative politiche e strategie sono state introdotte e promosse nell'UE. Di seguito ne evidenziamo alcune.

#### Il piano d'azione dell'UE e il "Circular Economy Package"

Nel 2014, la Commissione Europea (CE) ha pubblicato il *Pacchetto Economia Circolare 2015*, evidenziando l'obiettivo di "chiudere il ciclo" di vita dei prodotti, attraverso l'aumento del riciclo e del riutilizzo (CE, 2014), e con l'aspettativa che "nuovi modelli di business, eco-progetti e simbiosi industriali possano muovere la comunità verso l'obiettivo rifiuti zero; ridurre le emissioni di gas serra e gli impatti ambientali". Nel 2015 è stato lanciato il *Closing the loop - An EU Action Plan for the Circular Economy* (CE, 2015), con la revisione di alcune proposte legislative (Camilleri, 2018). Il piano d'azione e il pacchetto legislativo mirano a guidare la transizione verso un'economia più circolare in cui il valore dei prodotti, dei materiali e delle risorse viene mantenuto nell'economia il più a lungo possibile e la generazione di rifiuti viene minimizzata per contribuire a un'economia sostenibile - ovvero a basse emissioni di carbonio, efficiente in termini di utilizzo delle risorse e competitiva. Il piano d'azione evidenzia il potenziale dell'EC nel contribuire ad aumentare la competitività internazionale, la produttività delle risorse, la creazione di posti di lavoro, la sicurezza dell'approvvigionamento e l'uso sostenibile delle risorse naturali. Nel 2017, la CE e il Comitato Economico e Sociale Europeo hanno organizzato la *Circular Economy Stakeholder Conference*, dove sono stati riportati i progressi del piano d'azione.

Recentemente, il Green Deal europeo (CE, 2019) ha posto l'EC al centro della strategia dell'UE per affrontare il cambiamento climatico e la mitigazione dei gas serra. Puntando a raggiungere la neutralità climatica entro il 2050, il Green Deal ha richiesto un nuovo piano d'azione per l'economia circolare (CE, 2020), con particolare attenzione ai settori ad alta intensità di risorse come il tessile, l'edilizia, l'elettronica e la plastica. Con l'obiettivo di divenire il primo continente *climate-neutral* entro il 2050, rafforzando la competitività dell'industria e assicurando una transizione sostenibile ed equa, il Green Deal promuove cicli di produzione e consumo sostenibili, attraverso una serie di strategie, piani di azione e strumenti (CE, 2020):

- la progettazione circolare di tutti i prodotti, con priorità alla riduzione e al riutilizzo, fissando requisiti per prevenire impatti ambientali e rafforzando la responsabilità estesa del produttore;
- il miglioramento dell'informazione ai consumatori, in particolare sulla durabilità e riparabilità dei prodotti, stabilendo un diritto di riparazione nel caso di guasti precoci;
- l'introduzione di criteri e obiettivi minimi negli appalti pubblici verdi (GPP) nella legislazione settoriale, con obbligo di monitoraggio;
- l'introduzione di un sistema di certificazione e reporting per agevolare l'utilizzo dei sottoprodotti in processi di simbiosi industriale;
- la riduzione degli impatti ambientali legati all'estrazione e all'uso delle risorse nella bioeconomia, con l'obiettivo di conservare la biodiversità e il capitale naturale;
- la riduzione dei rifiuti alimentari e il miglioramento della sostenibilità della catena di distribuzione e del consumo del settore alimentare, con particolare attenzione al packaging (inclusa una proposta di revisione della Direttiva sugli imballaggi e i rifiuti da imballaggio).

Come parte del piano d'azione, l'UE ha lanciato la **Global Alliance on Circular Economy and Resource Efficiency** (GACERE). Questa alleanza globale è stata iniziata nel febbraio 2021 durante la 5ª Assemblea dell'Ambiente delle Nazioni Unite in collaborazione con il Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente (UNEP) e l'Organizzazione delle Nazioni Unite per lo Sviluppo Industriale (UNIDO). Anche il settimo programma d'azione ambientale (7<sup>th</sup> *Environmental Action Plan*, EAP)<sup>1</sup> intendeva aiutare a guidare l'azione e la politica dell'UE in materia di ambiente e cambiamento climatico fino al 2020. Tra i suoi obiettivi e strategie, una particolare enfasi era stata posta sui principi di EC, tra cui la prevenzione, il recupero dei rifiuti, e la loro trasformazione in risorse, il riutilizzo, il riciclaggio e la riduzione dello smaltimento in discarica. L'EAP ha menzionato specificamente l'attuazione di una legislazione dell'Unione in conformità con la **direttiva quadro sui rifiuti** (direttiva 2008/98/CE, (CE, 2008)) attraverso l'attuazione di una gerarchia che stabilisce un ordine di priorità (*waste management hierarchy*) nella legislazione e nella politica di prevenzione e gestione dei rifiuti: (i) prevenzione; (ii) preparazione per il riutilizzo; (iii) riciclaggio; (iv) altro recupero, per esempio recupero di energia; e (v) smaltimento".

Attualmente, ci sono quattro norme ISO in fase di sviluppo nel contesto dell'economia circolare:

- ISO/WD 59004: Economia circolare - Struttura e principi per l'implementazione.
- ISO/WD 59010: Economia circolare - Linee guida sui modelli di business e sul valore.
- ISO/WD 59020: Economia circolare - Quadro di misurazione della circolarità.
- ISO/WD 59031: Economia circolare - Approccio basato sulle prestazioni; Analisi dei casi di studio.

Una commissione per l'economia circolare in UNI (equivalente nazionale di ISO) sta lavorando su scala nazionale, contribuendo allo sviluppo delle norme ISO, sviluppando le norme nazionali equivalenti, raccogliendo e analizzando le migliori pratiche per imparare da esse, consentendone la diffusione e la replicazione in altri contesti.

Queste iniziative sono state sostenute da uno straordinario investimento, nonché da specifiche politiche e strategie dell'UE: 454 miliardi di euro sono stati destinati ai finanziamenti strutturali e agli investimenti nell'EC, distribuiti in più di 500 programmi, insieme a 183 miliardi di euro di cofinanziamento nazionale da parte degli stati membri (Politecnico di Milano, 2021). Recentemente, il piano di recupero dell'UE,<sup>2</sup> progettato per riparare i danni economici e sociali causati dalla pandemia di Covid-19 ha stanziato più di 350 miliardi di euro per affrontare le questioni ambientali e l'uso delle risorse naturali, mettendo l'EC al centro della "Green Recovery".

### Per saperne di più...

Altre iniziative e politiche nella UE che supportano la transizione verso l'economia circolare includono: Just Transition Mechanism, European climate law, European Climate Pact, direttiva EU eco-design, New European Bauhaus, tra altri.

Le politiche e le iniziative in tutta l'UE e in tutto il mondo sono state fortemente sostenute da prove e ricerche che hanno evidenziato il potenziale dell'EC per affrontare il cambiamento climatico e sconnettere la crescita economica dagli impatti ambientali. Tuttavia, l'EC va ben oltre la sostenibilità ambientale; i leader aziendali di tutto il mondo hanno dimostrato come questo modello porti benefici economici e sociali, oltre che a vantaggi competitivi (Bassi & Dias, 2019; Camilleri, 2018). Si stima che nella sola UE la creazione di nuovi mercati, posti di lavoro, prodotti e servizi grazie all'EC, potrebbe aumentare il PIL del 7% e creare un valore economico netto di 1,8 trilioni di euro entro il 2030 (Hedberg & Šipka, 2020).

<sup>1</sup> DECISION No 1386/2013/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 20 November 2013 on a General Union Environment Action Programme to 2020 'Living well, within the limits of our planet'.

<sup>2</sup> [https://ec.europa.eu/info/strategy/recovery-plan-europe\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/recovery-plan-europe_en)

### 3.1. Esempi di buone pratiche nell'Unione Europea

Le buone pratiche (BP) consistono in esempi di iniziative, azioni o soluzioni innovative di EC che sono state sviluppate e attuate con successo. Tali pratiche forniscono una base di conoscenza che può essere replicata - permettendo un processo di "*apprendimento dall'esperienza*" che è cruciale per la progettazione, lo sviluppo e l'attuazione di strategie e politiche efficaci. L'ambito delle BP è notevolmente ampio, in quanto va dalle strategie a livello aziendale - come le pratiche di sostenibilità nelle piccole e medie imprese sul design del prodotto o sui modelli di business innovativi - a scale di governance più diffuse (Bassi & Dias, 2019; Hartley et al., 2020). Questa sezione presenta una selezione di alcune BP che possono essere rilevanti per sostenere la transizione all'EC nella Provincia Autonoma di Bolzano.

#### Silvicoltura circolare in Francia e in Slovacchia

Il settore forestale è cruciale per le strategie di EC tenuto conto delle sue potenziali implicazioni nella generazione di valore e nella promozione degli ecosistemi boschivi. Beckmann et al. (Beckmann et al., 2020) hanno evidenziato come le aziende in Slovacchia implementino nuovi modelli di business che includono il ripristino ecologico delle foreste: ciò potrebbe innescare nuove opportunità per migliorare l'efficienza dei prodotti a base di legno - così come la sostituzione del legno con risorse non rinnovabili. Esempi di innovazioni di questo tipo includono soluzioni di *smart-packaging* a base di legno (Parobek et al., 2019) e la produzione di involucri in legno sostenibile per scopi abitativi (Sedlák et al., 2019). Tali utilizzi del legno permettono di soddisfare in modo ottimale i requisiti in termini di resistenza, isolamento, sicurezza e valori dei prodotti finali, prevedendo un notevole risparmio in termini di materiale utilizzato, costi di manodopera e accessibilità al trasporto (Sedlák et al., 2019). In generale, il supporto istituzionale e lo sviluppo di indicatori più completi riguardo alla raccolta del legno aiutano ad implementare e monitorare molte delle pratiche circolari nella gestione delle foreste (Paluš & Krahulcová, 2019); inoltre viene anche sottolineato come alcuni costi potrebbero rappresentare una barriera non trascurabile all'implementazione di strategie di EC, in particolare quando impattano sui consumatori sotto forma di aumento dei prezzi (Parobek et al., 2019). In Francia, Lenglet e Peyrache-Gadeau (2020) hanno indagato i consolidati processi di etichettatura dei prodotti locali a base di legno di sei imprese situate in diverse regioni montane (Alpi, Giura e Vosgi) come modello che valorizza le risorse territoriali e le strategie basate sulle prossimità. Tali processi, basandosi su filiere produttive di dimensioni più ridotte, assicurano la tracciabilità dei prodotti in termini di qualità e di accordi tra le parti interessate, nonché un consumo più responsabile da parte dei consumatori locali. Mentre i processi di etichettatura aiutano a evitare perdite di materiale istituzionalizzando pratiche di circolarità, c'è ancora spazio per miglioramenti nel contesto della conservazione e della gestione sostenibile delle foreste (Lenglet & Peyrache-Gadeau, 2020).

#### Economia circolare nel settore agro-alimentare polacco

In Polonia, l'attività dell'azienda agroalimentare Farmutil è un esempio di sviluppo e attuazione di strategie di EC nel settore agro-alimentare. Le pratiche dell'azienda si basano su tre principi (Kowalski & Makara, 2021). In primo luogo la simbiosi industriale per sviluppare e adottare nuove tecnologie e strategie di marketing, rafforzare i processi di cooperazione della catena del valore, gestire l'estensione della durata del prodotto e incentivare il riciclo e l'*upcycling* di alta qualità. In secondo luogo, la creazione di un modello di business circolare che copra l'intero ciclo di vita dei prodotti, compresa la coltivazione dei cereali, la produzione di mangimi industriali e i sottoprodotti di origine animale. In terzo luogo, l'investimento nello scambio di conoscenze e nella tracciabilità dei materiali, il miglioramento della logistica dei processi di recupero, compresa l'incentivazione al passaggio verso un consumo socialmente responsabile di prodotti e servizi.

## Il coinvolgimento istituzionale in Spagna

Il processo di implementazione di modelli di business circolari nelle aziende è fortemente influenzato dall'interazione con soggetti istituzionali attraverso partnership, iniziative di collaborazione e accordi. Negli ultimi anni un numero crescente di riforme nella legislazione nazionale e locale in Spagna ha mirato a semplificare e facilitare l'adozione di pratiche di EC (Aranda-Usón et al., 2020). Attingendo all'implementazione di 12 attività legate all'EC nella regione spagnola dell'Aragona da parte di 52 enti locali (tra cui aziende private ed enti della pubblica amministrazione), un'indagine ha evidenziato come le sinergie interistituzionali abbiano innescato risultati positivi, in particolare nell'adozione di pratiche di efficienza energetica e riciclo dei rifiuti industriali (Alonso-Almeida & Rodríguez-Antón, 2020). Da questo esempio si possono trarre due importanti lezioni: primo, che sia le pratiche virtuose che quelle carenti sono influenzate dalla specifica regolamentazione regionale, dalla pianificazione istituzionale e dai fattori contestuali; e secondo, che puntare su cambiamenti e strategie progressive e graduali a lungo termine è stato più efficace di interventi più rapidi o puntuali (Alonso-Almeida & Rodríguez-Antón, 2020).

## La strategia danese per l'Economia Circolare

La Danimarca è riconosciuta a livello internazionale come leader nello sviluppo e nell'implementazione di pratiche e politiche di EC. La strategia generale del governo danese è strutturata in 6 linee di azione (Danish Government, 2018):

**1 - Rafforzare le imprese come forza trainante dell'economia circolare.** Le imprese possono migliorare il proprio business progettando prodotti e componenti che hanno un ciclo di vita più lungo e bassi requisiti di manutenzione (ad esempio, attraverso materiali che possono essere facilmente riparati, riutilizzati e riciclati). Inoltre, possono aumentare l'efficienza nell'uso dei materiali, la rifabbricazione e promuovere modelli di sistemi di servizio per il prodotto. Poiché le piccole e medie imprese (PMI) hanno mostrato di avere un atteggiamento positivo verso l'EC, ma un accesso difficoltoso ai servizi di consulenza, il governo danese ha sviluppato un programma per cofinanziare al 50% l'acquisto di consulenza da parte delle imprese.

**2 - Sostenere l'economia circolare attraverso i dati e la digitalizzazione.** Come accennato, l'accesso ai dati è una pietra miliare nella transizione verso un'economia più circolare: dai dati statistici sui flussi di risorse, ai requisiti dei materiali, alla produttività ai rifiuti, fino allo sviluppo di piattaforme per sostenere le sinergie della *sharing economy*.

**3 - Promuovere l'EC attraverso il design.** Poiché il design del prodotto gioca un ruolo centrale nell'EC, il governo promuove e sostiene la diffusione di etichette, come le dichiarazioni ambientali di prodotto (EPD).

**4 - Migliorare i modelli di consumo attraverso l'economia circolare.** Il governo ha sviluppato una partnership per gli acquisti pubblici "green" e un Forum sugli acquisti sostenibili, così come il portale "*The responsible procurer*" per promuovere gli acquisti verso l'economia circolare.

**5 - Creare un mercato funzionante per i rifiuti e i materiali riciclati,** armonizzando e liberalizzando il mercato e stabilendo nuovi obiettivi per la prevenzione e la gestione dei rifiuti.

**6 - Ottenere più valore dagli edifici e dalla biomassa.** Il settore edile ha un grande potenziale per l'EC, a causa del significativo volume di rifiuti e dei bassi tassi di recupero. Tuttavia, sono necessari importanti interventi per separare le sostanze inquinanti dai materiali di valore dei rifiuti. Questi interventi riguardano la fase di progettazione, lo smontaggio e la demolizione. Per quanto riguarda gli edifici, le pratiche attuali e la legislazione si concentrano spesso sui requisiti energetici operativi (fase d'uso), sebbene sia importante anche sviluppare sistemi che possano informare sul ciclo di vita complessivo, con un approccio *cradle-to-cradle*. In questo caso, è fondamentale porre attenzione ai requisiti energetici e ai materiali incorporati, poiché l'impatto ambientale e il consumo di energia degli edifici è aumentato negli ultimi anni. Inoltre, anche il recupero della biomassa dai settori agricolo e forestale ha un alto potenziale.



**Tra i punti da evidenziare:**

- La Danimarca ha un sistema di rimborso sul costo (deposito) dei contenitori di bevande dagli anni 80, che include contenitori (e.g., bottiglie e lattine) in vetro, metallo e in plastica.
- Quasi il 100% dei rifiuti organici industriali viene valorizzato.
- Nel settore edile circa l'87% dei materiali viene riciclato.
- Negli ultimi anni sono stati istituiti: la *Task Force per l'efficienza delle risorse*; il *National Bioeconomy Panel*; il programma *Green Industrial Symbiosis*; e il centro di innovazione *Rethink Resources*.

**La Road-Map della Finlandia**

Nel 2016, la Finlandia si è dotata di una road-map per l'EC (SITRA, 2016). La road-map è stata aggiornata nel 2019; attualmente comprende 30 azioni, divise su tre livelli - politico, progettuale e concernente le attività pilota - e si focalizza su 5 temi: un sistema alimentare sostenibile; cicli basati sulla foresta; cicli tecnici; trasporto e logistica; e azioni congiunte. La creazione della road-map è stata possibile grazie all'istituzione di un processo partecipativo a cui hanno preso parte ministri e rappresentanti del settore pubblico, privato e del terzo settore. Gli effetti di queste azioni interessano vari attori della società: le pubbliche amministrazioni, le città, il mondo delle imprese e più in generale tutti i cittadini. Durante una serie di workshop e interviste è stato possibile raccogliere spunti e commenti utili per capire i punti di vista e le necessità degli attori coinvolte.

**Cosa possiamo imparare della road-map della Finlandia?** Il primo insegnamento che possiamo trarre è l'importanza della sensibilizzazione dei cittadini sull'EC. In particolare, occorre far passare il messaggio che il nostro modello consumistico non è compatibile con il nostro ecosistema Terra: per questo dobbiamo abituarci a consumare meglio e a rimettere in circolo i prodotti consumati. Il fondo finlandese per l'innovazione SITRA ha puntato anche sul coinvolgimento dei giovani: sono stati fatti passi significativi a livello nazionale nel campo dell'insegnamento e dell'educazione con l'introduzione dell'EC in alcuni percorsi scolastici. Così, i giovani non hanno bisogno di disimparare il vecchio modo, possono crescere abituandosi a quello nuovo. Per quanto riguarda i fattori di successo, possiamo menzionare anche l'inclusione del settore pubblico e del privato, il principio bottom-up e la presenza di progetti ed attività pilota. L'elemento della sostenibilità ambientale è di assoluto rilievo, ma non dobbiamo dimenticare che l'EC permette lo sviluppo economico e un buon funzionamento del mercato: la Finlandia suggerisce l'importanza di investimenti governativi per una transizione efficace all'EC.

**L'Economia Circolare nei Paesi Bassi**

Il programma governativo per "Un'economia circolare nei Paesi Bassi entro il 2050" è stato lanciato nel 2016, stabilisce le misure da attuare per utilizzare le risorse in modo responsabile, propone prodotti e servizi più intelligenti e cerca di coinvolgere tutti gli strati della popolazione (Circular Economy Nederland, 2017). Alcuni ministri sono stati coinvolti per sviluppare un sistema capace di gestire le materie prime in modo più efficiente, a partire dalle iniziative *From Waste to Resource*, *Green Growth* e dalla *Biobased Economy*. Nel 2018 sono state stabilite le agende di transizione per il settore alimentare, della biomassa, della plastica, dell'industria manifatturiera, dell'edilizia e dei beni di consumo. Uno step intermedio sarà realizzato nel 2030, anno entro il quale i Paesi Bassi dovranno essere in grado di utilizzare il 50% in meno di risorse primarie (minerali, metalli e combustibili fossili).

**Altri esempi di buone pratiche, casi di studio e iniziative di economia circolare:**

- Piattaforma europea per l'EC: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/good-practices>
- Progetto UrbanWINS: <https://www.urbanwins.eu/best-practices>
- Report EEA (2020) *Resource efficiency and the circular economy in Europe 2019: even more from less: An overview of the policies, approaches and targets of 32 European countries.*
- Piattaforma Interreg Europe (EU Regional Development Fund): <https://www.interregeurope.eu/policylearning/good-practices/>
- Fondo della innovazione Finlandese SITRA: <https://www.sitra.fi/en/projects/inspiring-solutions/#39-solutions>
- Circular Economy Club: <https://www.circulareconomyclub.com/>
- Knowledge Hub of Circle Lab: <https://knowledge-hub.circle-lab.com/>
- Circular Regions initiative website: <https://circularregions.org/mapping-best-practice/>

**Gli edifici come banche di materiali**

Il progetto H2020 *Building As Materials Banks* (BAMB) ha riunito 15 partner da 7 paesi dell'UE che lavorano su un cambiamento sistematico verso un settore edilizio circolare. In questo contesto, BAMB si è concentrato su come aumentare il valore dei materiali da costruzione ed estendere la loro durata nel tempo. La visione è quella di trasformare il patrimonio edilizio in una "banca di materiali", ovvero uno stock di materiali di valore, piuttosto che potenziali generatori di rifiuti. Un concetto importante esplorato all'interno del progetto è quello del Passaporto dei materiali (Heinrich & Lang, 2019). BAMB ha sviluppato i *Material Passports* elettronici - set di dati che descrivono le caratteristiche rilevanti dei materiali, dando loro maggiore potenziale e valore e favorendone il recupero e il riutilizzo. I *Material Passports* BAMB hanno lo scopo di:

- aumentare (o mantenere) il valore di materiali, prodotti e componenti nel tempo;
- incentivare i fornitori a produrre materiali e prodotti edili sostenibili e circolari;
- rendere più facile la scelta di materiali da costruzione sostenibili e circolari per tutte le parti interessate, compresi gestori e ristrutturatori; e
- facilitare la logistica invertita e il ritiro di prodotti, materiali e componenti.

Un numero sempre maggiore di iniziative e strategie verso un'economia più circolare hanno avuto luogo in tutta Europa negli ultimi anni, e molti gruppi di lavoro stanno sviluppando standard metodologici per l'EC che contribuiranno allo sviluppo di nuove linee guida e requisiti. Questi progressi dimostrano non solo il potenziale delle strategie e delle soluzioni di EC, ma anche il crescente interesse e i comprovati benefici ottenuti. Basandosi su questi esempi innovativi, i gruppi di lavoro nell'UE stanno sviluppando nuove strategie, approcci metodologici e standards per l'EC, che contribuiranno a stabilire linee guida e a consolidare il percorso verso un'economia circolare.

## 3.2. L'economia circolare in Italia: normativa e policy

Partendo dalle iniziative e dalle politiche della UE, negli ultimi anni anche l'Italia ha fatto progressi rilevanti nella transizione verso un'EC. In questa sezione viene presentata una breve panoramica dei recenti passi avanti nel quadro legislativo e politico, seguita da una sintesi dello stato dell'arte delle buone pratiche a livello nazionale (sezione 3.3).

### Legge n. 221, 28 dicembre 2015

Con la suddetta legge è entrato in vigore il collegato ambientale alla Legge di Stabilità 2016, che contiene disposizioni in materia di normativa ambientale per promuovere la *green economy*, di contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali e di sviluppo sostenibile (che agisce ad ampio raggio dalla gestione dei rifiuti fino alla mobilità sostenibile). La Legge presenta un pacchetto di misure che modificano la normativa ambientale preesistente proprio in direzione di un'economia più verde e sostenibile. In particolare, l'articolo 21 ha affidato al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) il compito di adottare un Piano d'Azione Nazionale su "Consumo e Produzione Sostenibili". Il Piano è stato redatto considerando le numerose norme ed indicazioni emanate a livello internazionale, comunitario e nazionale, contenenti iniziative di carattere strategico in materia di protezione del clima, economia circolare, uso efficiente delle risorse, turismo sostenibile e bioeconomia.

### Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile, 2017

La Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile (SNSS), elaborata nel 2017 dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), si pone come obiettivo primario il miglioramento delle condizioni di benessere socioeconomico in Italia. Il documento mira a fornire un inquadramento generale sull'economia circolare e a definire il posizionamento strategico dell'Italia, in continuità con gli impegni adottati nell'ambito dell'Agenda 2030. Tra le prime azioni concrete si possono citare l'introduzione di requisiti di circolarità delle risorse nei criteri ambientali minimi per gli appalti pubblici e il Decreto "End of Waste" per il fresato d'asfalto. Nel novembre 2017, il MATTM ed il Ministero dello Sviluppo Economico (MISE) hanno reso noto un documento strategico intitolato "Verso un modello di Economia Circolare per l'Italia" il quale, inserendosi nel più ampio contesto della SNSS, intende offrire un supporto per il raggiungimento degli obiettivi relativi all'uso efficiente delle risorse, attraverso la configurazione di modelli di produzione più circolari e sostenibili e l'incentivazione all'adozione di abitudini di consumo più consapevoli.

### Economia Circolare ed uso efficiente delle risorse: Indicatori per la misurazione dell'EC, 2018

Questo documento, redatto nel 2018 dal MATTM in collaborazione con il MISE, costituisce il primo documento che affronta specificamente il tema dell'EC in Italia. Date le difficoltà incontrate nel rappresentare e misurare gli aspetti multidimensionali della "circolarità", connessi anche alle nuove modalità organizzative imprenditoriali, al flusso di risorse e ai nuovi modelli di business, il MATTM e il MISE (con il supporto tecnico e scientifico dell'ENEA e con il coinvolgimento di esperti in materia) hanno avviato un Tavolo di Lavoro tecnico. L'obiettivo principale è stato individuare indicatori adeguati a misurare e monitorare la circolarità dell'economia e l'uso efficiente delle risorse a livello macro (e.g., paese), meso (e.g., regione, settore) e micro (e.g., singola impresa, organizzazione, amministrazione). A questo proposito, il documento riporta esempi di progetti per la misurazione della circolarità realizzati da imprese che operano a livello nazionale. Altro obiettivo del Tavolo di Lavoro è stato definire lo stato dell'arte e i futuri avanzamenti del percorso verso l'EC e l'uso efficiente delle risorse in Italia con particolare riferimento all'individuazione di parametri di circolarità per la valutazione delle strategie e delle policy nazionali. Gli indicatori individuati in questo documento non sono da considerarsi esaustivi, ma rappresentano una prima proposta per favorire l'avvio di un processo di confronto tra istituzioni e imprese, per arrivare ad individuare le migliori soluzioni perseguibili per il sistema nazionale.

### **Legge 4 ottobre 2019, n.117**

Nel 2019 il Parlamento ha approvato la Legge di delegazione europea che contiene i principi ed i criteri per il recepimento delle nuove direttive europee in materia di rifiuti ed economia circolare. Si tratta di un passaggio importante per le prospettive di sviluppo dell'EC in Italia. Il nuovo quadro normativo dovrà consentire il raggiungimento degli obiettivi fissati dalle nuove direttive in materia di prevenzione dei rifiuti, di riciclo e di riduzione dello smaltimento in discarica.

### **Legge di Bilancio, 2020**

Recentemente, la legge di bilancio del 2020 ha introdotto le prime misure per il "*Green New Deal*" italiano e ha creato un fondo per gli investimenti pubblici da oltre 4 miliardi di euro da investire nel periodo dal 2020 al 2023 in progetti e programmi di investimento innovativo ad elevata sostenibilità ambientale al servizio del territorio e della società, tra i quali l'EC ha un ruolo centrale (insieme a: contrasto ai cambiamenti climatici, riconversione energetica, rigenerazione urbana e turismo sostenibile). Nell'ambito delle politiche pubbliche di supporto alla transizione verso un'economia circolare, si segnala: (i) la ridefinizione del Piano Industria 4.0, che ora presta maggiore attenzione alla sostenibilità ambientale e agli investimenti nell'EC; (ii) l'ampliamento del fondo rotativo per il sostegno alle imprese e agli investimenti per la ricerca sui temi della decarbonizzazione dell'economia, dell'economia circolare, e dell'adattamento e mitigazione dei rischi derivanti dal cambiamento climatico; e (iii) l'emanazione da parte del MISE del decreto concernente le procedure per l'erogazione delle agevolazioni connesse a investimenti innovativi delle piccole e medie imprese nelle regioni meno sviluppate per favorire la loro transizione verso l'economia circolare. Da segnalare anche alcune misure fiscali, come la legge di conversione del decreto "Crescita" che prevede agevolazioni per incentivare sia il riutilizzo e il riciclo degli imballaggi, sia l'acquisto di prodotti da riciclo e da riuso. Inoltre, con l'obiettivo di disincentivare l'uso dei prodotti in plastica monouso, è stata istituita la "*plastic tax*" pari a 0,45€/kg di plastica. Nel 2020, il MISE ha avviato il finanziamento di progetti di ricerca e sviluppo (R&S) industriali riguardanti l'EC, con l'obiettivo di sviluppare e sperimentare soluzioni innovative per la riconversione delle attività produttive italiane.

### **Il Green Deal italiano, 2020**

Nel maggio 2020 il mondo delle imprese italiane, pesantemente colpito dalla pandemia di Covid-19, ha promosso un'iniziativa per rilanciare l'economia in chiave green. Ad oggi più di 110 esponenti di importanti imprese e organizzazioni hanno sottoscritto il Manifesto "Uscire dalla pandemia con un nuovo Green Deal per l'Italia". Questo Manifesto interviene nel dibattito in corso, a livello nazionale ed europeo, sulle misure per il rilancio dell'economia, sollecitando un progetto di sviluppo *green*. Viene riconosciuta la necessità di misure che rendano le società, i sistemi sanitari e le economie più resilienti nei confronti delle pandemie, e che permettano di affrontare nuove minacce future. Il Recovery Plan europeo, che punta ad attivare consistenti finanziamenti comunitari, dovrebbe porre le basi per un *Green Deal*, un ambizioso progetto europeo per un'economia avanzata, decarbonizzata e circolare.

### **Il Fondo per la Riconversione Produttiva, 2020**

Con il Decreto dell'11 giugno 2020, il MISE ha avviato, attraverso un fondo per la crescita sostenibile, il finanziamento di progetti di R&S industriale riguardanti l'EC, in particolare la sperimentazione di soluzioni innovative per la riconversione delle attività produttive. Il finanziamento si rivolge a imprese di qualsiasi dimensione e tipologia, che presentino progetti individualmente o congiuntamente. Questo finanziamento è pari a 157 M€ per la concessione dei finanziamenti agevolati e 62,8 M€ per la concessione dei contributi alla spesa. Se si analizza la tipologia di progetti finanziabili, si comprende quanto sia necessaria una riconversione produttiva delle attività economiche nell'ambito dell'EC, in una o più delle seguenti linee di intervento: innovazioni di prodotto e di processo in tema di utilizzo efficiente delle risorse e di trattamento e trasformazione

dei rifiuti; progettazione e sperimentazione prototipale di modelli tecnologici integrati finalizzati al rafforzamento dei percorsi di simbiosi industriale; sistemi, strumenti e metodologie per lo sviluppo di tecnologie per la fornitura, l'uso razionale e la sanificazione dell'acqua; strumenti tecnologici innovativi in grado di aumentare il ciclo di vita dei prodotti e di rendere più efficiente il ciclo produttivo; sperimentazione di nuovi modelli di packaging intelligente realizzati a partire da materiali recuperati; e sistemi di selezione di materiale multi-leggero, al fine di aumentare le quote di recupero e di riciclo di materiali piccoli e leggeri.

### La normativa italiana sull' "end of waste", 2020

Il riciclo dei rifiuti richiede una regolamentazione normativa ad hoc che stabilisca le modalità e le condizioni che consentano di trasformare i rifiuti in materiali idonei per realizzare altri prodotti: in Europa questa procedura è chiamata "End of waste". Le modalità vigenti in Italia per la regolamentazione *End of waste* sono due: tramite decreti ministeriali e tramite autorizzazioni regionali, da definire caso per caso. Attualmente la via dei decreti ministeriali è lunga e complicata. Nel settembre 2020 è entrato in vigore il D. Lgs. 116/2020 (cosiddetto "Decreto Rifiuti"), che recepisce in un unico decreto due direttive europee (la 2018/851 e la 2018/852) contenute nel "Pacchetto Economia Circolare". Sul piano normativo vengono recepite le due direttive europee che riguardano i rifiuti, gli imballaggi e i rifiuti di imballaggio. Con questo decreto viene modificata la parte quarta del D. Lgs n.152/2006 (Testo Unico Ambientale), per cui tutti i soggetti pubblici e privati che producono, trasportano e trattano i rifiuti dovranno adeguarsi. In lista d'attesa ci sono altri decreti, alcuni da molti anni (tra i quali il decreto per il riciclo dei rifiuti da costruzione e demolizione). La legge 128 del novembre 2019 ha stabilito che le Regioni, nei casi non regolati a livello europeo o nazionale, possano autorizzare caso per caso attività di riciclo che comportino la cessazione della qualifica di rifiuto, applicando le condizioni e i criteri dettagliati stabiliti da una direttiva europea. In questo modo è stato fatto un passo avanti, ma sono anche stati aggiunti processi di verifica che possono rendere il processo di smaltimento ancora più lento e burocratico.

### 3.3. L'economia circolare in Italia: pratiche

Lo sviluppo ed i progressi nella transizione verso un'economia circolare a livello nazionale sono stati analizzati in tre rapporti, pubblicati negli ultimi due anni, a riprova della crescente attenzione che l'argomento sta avendo in Italia. Nel 2019 la **Circular Economy Network**<sup>3</sup> ha iniziato la pubblicazione di rapporti annuali sull'EC in Italia, in collaborazione con l'ENEA, per promuovere e sviluppare il concetto e le pratiche a livello nazionale (CEN & ENEA, 2019, 2020). I due report (2019, 2020) hanno confrontato la "circolarità" di cinque Stati europei (Germania, Francia, Italia, Spagna e Regno Unito/Polonia, nel 2019 e 2020) con un indice di "circolarità" complessivo (basato su un unico indicatore di punteggio) che prendeva in considerazione cinque dimensioni: produzione, consumo, gestione dei rifiuti, materie prime secondarie, competitività, innovazione. L'Italia è risultata la più circolare in entrambi i report. Tuttavia, i risultati hanno indicato che la circolarità sta aumentando ad un ritmo più veloce in altri paesi, mentre in Italia cresce a ritmo lento. Le analisi sono state effettuate partendo dai dati di Eurostat e, come detto, hanno considerato cinque settori di intervento, basati al Piano d'azione europeo per l'EC. I risultati di una delle dimensioni meritano particolare attenzione: l'Italia, infatti, è risultata al quarto posto (sia nel 2019 che nel 2020) per quanto riguarda la circolarità nei consumi. Questa dimensione ha considerato indicatori che si riferiscono all'uso delle materie prime, all'uso dell'energia, alla *sharing economy*, alle pratiche di riparazione e agli *ecolabels*. Un altro aspetto che vale la pena menzionare è il fatto che il report del 2020 si è focalizzato sulla bioeconomia, visto il suo ruolo particolarmente importante nell'EC; questa ha un legame diretto con la conservazione e la gestione delle risorse naturali ed è fondamentale per affrontare il cambiamento climatico.

<sup>3</sup> Gruppo di imprese e organizzazioni di diversi settori creato attraverso un progetto della Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile.

Il recente **Rapporto per l'Economia Circolare** del gruppo "Energy & Strategy" del Politecnico di Milano (Politecnico di Milano, 2021) presenta anche un'analisi delle politiche di supporto all'EC in Italia. In questo report è stata sviluppata una matrice di classificazione delle regioni italiane che è stata poi applicata per valutare: (i) la pervasività settoriale, indicatore del livello di copertura della normativa vigente (includendo l'interesse dei settori e il livello di approfondimento della normativa); (ii) il livello di adozione del principio delle 5 "R" – Recuperare, Riciclare, Riutilizzare, Ripensare e Riprogettare. L'analisi evidenzia che i principi dell'EC sono stati introdotti, in qualche misura, in tutte le regioni italiane; tuttavia, esiste una grande variabilità tra le regioni, ed in particolare tra le regioni del Sud e del Nord Italia. Le regioni del Nord Italia (come il Trentino-Alto Adige, il Veneto e la Lombardia) hanno attuato con successo politiche e strategie per migliorare la prevenzione e la gestione dei rifiuti attraverso i principi delle "R". In ogni caso, c'è ancora molto da migliorare, soprattutto se si considera il livello di sviluppo ed attuazione dell'EC in altri paesi dell'UE (ad esempio in Germania e in Danimarca), dove da anni l'EC è ben integrata nel contesto legislativo e normativo .

Nel report l'analisi dell'EC in Italia viene presentata in riferimento a 4 macro settori industriali, che coinvolgono più di 150 aziende: settore delle costruzioni (edifici, infrastrutture, opere di ingegneria civile, ecc.); recupero di risorse ed energia (raccolta e gestione di prodotti *bio-based* e di rifiuti per il recupero ed il trattamento a fine vita); automotive; e ingegneria industriale (con un focus sulla produzione di macchine e attrezzature elettriche, come le apparecchiature elettriche e i motori per applicazioni industriali). L'analisi ha mostrato che oltre il 60% delle aziende ha implementato almeno un'azione o strategia di EC, ma solo il 10% ha collaborato con altre aziende per implementare strategie, lavorando in modo sinergico. Inoltre, esiste un interesse diffuso nello sviluppo e nell'implementazione di strategie di EC nonostante il 24% delle aziende abbia espresso di essere indifferente all'argomento. Il report evidenzia anche che l'Italia ha bisogno di impegnarsi nello sviluppo di un "ecosistema circolare", che consista in conoscenze specifiche, strumenti e metodi per stabilire ed abilitare una rete di stakeholder che collaborino perché sistemi, settori e regioni con approcci industriali e commerciali tradizionali integrino i modelli circolari. In questo senso, una priorità è quella di sviluppare piattaforme che possano fornire informazioni sulla domanda e sui requisiti di prodotti, materiali e risorse, per sostenere lo scambio in un contesto "*business-to-business*" e "*business-to-consumer*".

Ghisellini e Ulgiati (2020) hanno valutato la transizione verso l'EC in Italia analizzando quasi 300 organizzazioni e strategie attuate a livello macro e meso. I risultati di questo studio evidenziano che diverse organizzazioni e stakeholder sono coinvolti nella transizione: piccole, medie e grandi organizzazioni, afferenti a diversi settori economici. Ad oggi, le pratiche si sono concentrate principalmente sulla prevenzione e la gestione dei rifiuti, attraverso il recupero, il riutilizzo e il riciclaggio di prodotti, materiali e risorse (Bianchi, 2018). Questo è avvenuto sia attraverso l'elaborazione di politiche a livello amministrativo pubblico, che a livello aziendale o imprenditoriale. Queste azioni e strategie hanno contribuito ad aumentare il valore delle risorse e a ridurre i costi di produzione. Le strategie ed i benefici che sono stati talvolta considerati includono forniture ed acquisti circolari (ad esempio, lo sviluppo di materiali e prodotti innovativi da riutilizzo, riciclaggio, ecc.) e l'estensione della vita di prodotti e materiali (ad esempio, la progettazione incentrata sulla modularità, la facilità di manutenzione, ecc.). Nello studio (Ghisellini & Ulgiati, 2020), vengono presentati anche esempi di co-benefici ambientali, sociali ed economici ottenuti attraverso strategie di economia circolare, come riportati da diverse organizzazioni in Italia.

I driver dell'EC a livello nazionale sono in gran parte legati ad interessi economici, come aumentare la competitività, favorire l'occupazione e creare nuove opportunità di mercato e posti di lavoro nel settore "*green*" (EEA, 2020). La transizione è anche fortemente incoraggiata dalla legislazione e dall'inquadramento normativo, così come dagli impegni internazionali. Infine, i settori di ricerca e innovazione a livello europeo e nazionale sono stati fondamentali per integrare le politiche internazionali e nazionali con gli interessi delle parti interessate, fornendo strumenti e conoscenze per sostenere la progettazione, lo sviluppo e l'attuazione di piani, strategie e politiche di EC.

### L'atlante italiano dell'Economia Circolare

Piattaforma web per la condivisione di conoscenze ed esperienze sullo sviluppo e l'implementazione dell'EC in Italia (<https://economiecircolare.com>).

### Piattaforma Italiana degli attori per l'Economia Circolare

Network con l'obiettivo di diffondere la conoscenza dell'EC e favorire il dialogo tra stakeholder (<https://www.icesp.it>).

Se confrontata con l'UE, l'Italia ha indicatori relativamente buoni in termini di circolarità.<sup>4</sup> Per esempio, il consumo interno di materiali (*domestic material consumption*, DMC, in inglese) e il tasso di circolarità nel 2019 sono stati stimati in 8 t/capite e 19,3%, contro 13 t/capite e 11,9% nell'UE. In altre parole, il consumo per abitante è più basso rispetto alla media europea (in termini di massa) e la circolarità dei materiali è più alta. Tuttavia, la produzione di rifiuti solidi urbani è leggermente al di sopra della media UE, soprattutto se normalizzata al PIL o al DMC. Questo significa che c'è un ampio margine di miglioramento: nel 2019, i rifiuti solidi urbani per PIL erano 69 kg/1000€ e per DMC 22,9%, mentre nell'UE avevano una media di 66 kg/1000€ e 12,6%. Questo dato esprime un grande volume di rifiuti generato in relazione al consumo effettivo e al valore economico generato.

## 3.4. Esempi di buone pratiche e strategie in Italia

Nel corso degli ultimi anni si stanno verificando cambiamenti rilevanti nella struttura, nella cultura e nelle pratiche del quadro economico italiano (Ghisellini & Ulgiati, 2020). Sebbene la pratica di fine vita dei prodotti più comune utilizzata da imprese private e da organizzazioni pubbliche rimanga il riciclo, altri principi come la riparazione, il riuso, la rifabbricazione, la rigenerazione stanno guadagnando terreno (Ghisellini & Ulgiati, 2020). Altre buone pratiche (BP) vengono progressivamente introdotte, in particolare nelle PMI del settore agroalimentare, dove un numero crescente di imprese orientate alla sostenibilità sta implementando modelli di business strategici basati sulla creazione di valore attraverso l'applicazione di pratiche circolari (Fortunati et al., 2020). Secondo le imprese italiane i principali benefici legati all'adozione di strategie basate sulla CE possono essere suddivisi in quattro categorie (Fortunati et al., 2020):

- benefici diretti esterni, come il miglioramento dei marchi e una più stretta connessione con i clienti;
- benefici diretti interni, come una maggiore produttività e pratiche di sicurezza più efficienti per i lavoratori;
- benefici indiretti esterni, come i miglioramenti climatici e ambientali; e
- benefici indiretti interni, come l'uso di strumenti più innovativi che garantiscono maggior competitività.

Inoltre, le imprese non profit giocano un ruolo significativo nell'adozione, ma anche nella diffusione delle BP, grazie alle loro attività promozionali in eventi culturali, dibattiti pubblici e nel campo della formazione e dell'istruzione (Ghisellini & Ulgiati, 2020). In questa sezione, vengono presentati alcuni BP in Italia, potenzialmente rilevanti nel contesto altoatesino.

<sup>4</sup> <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/main/data/database>

### L'Emilia-Romagna: punto di riferimento per la circolarità

Tra le regioni italiane più virtuose in termini di implementazione dell'EC, l'Emilia-Romagna (ER) è considerata un esempio da seguire grazie agli sforzi e alle iniziative mirate a compiere una transizione verso modelli circolari (Sani et al., 2021). L'ER è stata la prima regione italiana ad approvare una legge regionale specifica sul tema dell'EC già nel 2015 (Cappellaro et al., 2020): si tratta della Legge Regionale n°16, che contiene linee guida incentrate sulla gestione dei rifiuti e sulle pratiche di riciclo, suggerisce principalmente l'uso di incentivi economici per promuovere pratiche sostenibili e circolari di gestione dei rifiuti, comprese le attività di riutilizzo e la riduzione dei rifiuti alimentari. Inoltre, incoraggia l'istituzione di progetti specifici basati sull'EC e rafforza la pratica della raccolta differenziata dei rifiuti, potenziandone le strutture designate a livello urbano e rurale. Altri obiettivi ambiziosi sono stati fissati dal Piano di Gestione dei Rifiuti (PGR), approvato nel 2016, che ha cercato di ridurre la produzione dei rifiuti del 20-25% nel 2020 rispetto al 2011, nonché di aumentare la tasso di rifiuti riciclabili fino al 70% (Cappellaro et al., 2020; Sani et al., 2021). Per sostenere concretamente le linee guida indicate dalla legge regionale e dal PGR, la regione ha attivato una serie di strumenti di *policy* (Mencherini et al., 2020) tra cui: un fondo di 11 M€ per i comuni virtuosi orientati alla circolarità, l'istituzione di un tavolo di coordinamento permanente con le associazioni di categoria per promuovere il riutilizzo dei sottoprodotti nei diversi cicli produttivi (ad esempio i noccioli di frutta nei settori cosmetico e alimentare, i residui verdi del mais destinati alla produzione di biogas).

Oltre alla gestione dei rifiuti, è importante sottolineare il crescente sforzo a livello regionale per quanto riguarda l'*eco-design* e i servizi pubblici rivolti ai cittadini, pensati per sostenere modelli di consumo e stili di vita circolari (Sani et al., 2021). Grazie al fiorente contesto di EC, negli ultimi anni molte aziende hanno adottato delle BP interne, che possono essere suddivisi tre categorie (Cappellaro et al., 2020), associate alle priorità di trattamento di rifiuti (*waste management hierarchy*):

- **prevenzione**, realizzata attraverso progetti di digitalizzazione per ottimizzare e ridurre il consumo di carta nella pubblica amministrazione locale, o iniziative di comunicazione a livello aziendale per migliorare e ottimizzare il consumo di acqua;
- **riutilizzo**, come nel caso dello sviluppo di processi di *co-housing* nel settore dell'edilizia, dei sistemi di drenaggio sostenibili basati su materiali a base di ceramica e della rigenerazione di vecchie strutture urbane;
- **riciclo**, per esempio per quanto riguarda il recupero e la trasformazione di residui tessili, di marmo e di legno per produrre mobili e pavimenti per gli edifici.

Nel 2018, più di 5000 aziende locali (principalmente appartenenti al settore agroalimentare) sono state mappate dall'*Osservatorio Economico Verde* (Osservatorio GreenER), che monitora e riporta i dati sulle imprese orientate alla salvaguardia ambientale che introducono criteri sostenibili o circolari nei loro prodotti e servizi (Mencherini et al., 2020). Inoltre, l'ER è stata coinvolta in progetti volti a favorire la simbiosi industriale e il coordinamento - sia all'interno (come il "*Green symbiosis Project*") che all'esterno (come il "*TRIS Project*" progetto interregionale in cooperazione con altre regioni e stakeholder nella UE) dei confini regionali, per contribuire alla condivisione e allo scambio di conoscenze (Mencherini et al., 2020; Cutaia et al., 2016). Nonostante il successo delle strategie di ER, le attuali barriere esistenti e la mancanza di stimoli mirati potrebbero ancora rallentare il processo verso la circolarità, come dimostra il rischio di una mancata semplificazione amministrativa e tributaria per le imprese green, l'aumento dei costi operativi per l'adattamento ai processi circolari e il disallineamento con le esigenze dei clienti causato da strategie di marketing e comunicazione poco efficaci (Sani et al., 2021).



## Il settore forestale e l'agricoltura sociale

Al settore forestale in Italia è riconosciuto un elevato potenziale nell'ambito della bioeconomia legata all'EC ed una notevole capacità di generare valore (Falcone et al., 2020). Tuttavia, le pratiche si concentrano spesso sul recupero di energia, piuttosto che sull'ottimizzazione del riutilizzo dei prodotti a base di legno per altri scopi (Fagarazzi et al., 2020). Analizzando la filiera dell'industria forestale locale, Paletto et al. (Paletto et al., 2018) hanno individuato un bilancio favorevole per quanto riguarda l'emissione di gas serra a seguito del crescente riutilizzo dello *stock* di legno morto e dei residui legnosi. Risultati migliori potrebbero essere raggiunti con una gestione forestale attiva, basata su modelli circolari di riuso per produrre altri prodotti a base di legno, e riforestazione: in altre parole, ci si aspetterebbe di ottenere elevati valori di reddito per l'intero settore dalla vendita del legname se la diversificazione avvenisse in termini circolari (Fagarazzi et al., 2020).

Per quanto riguarda il settore rurale, alcuni processi di agricoltura sociale in Calabria si riferiscono alle BP circolari, sia in termini sociali che economici. Il termine "*agricoltura sociale*" è definito come un "*modello efficace e innovativo di sviluppo territoriale, partecipativo, relazionale e di servizio alle comunità*" (Nicolosi et al., 2021, p. 2). Questa pratica è emersa in risposta alla domanda di nuovi modelli di business che permettono la diversificazione delle attività produttive e il rafforzamento delle connessioni tra aree rurali, mirando al contempo a soddisfare le esigenze specifiche dell'ecosistema locale. Le attività regionali di agricoltura sociale portano benefici dinamici sotto forma di modelli agricoli in grado di produrre reddito e di fornire servizi sociali. Ad esempio, l'agricoltura sociale promuove l'educazione ai processi produttivi e alle filiere locali, l'inclusione di lavoratori appartenenti a categorie svantaggiate e innovazioni nei servizi agroalimentari, come illustrato dal caso degli agriturismi circolari che riutilizzano i prodotti organici delle attività agricole (Nicolosi et al., 2021).

Recentemente un numero crescente di aziende del settore edile ha adottato pratiche circolari, come mostra il database online della *Piattaforma Italiana degli Attori per l'Economia Circolare*,<sup>5</sup> dove sono raccolte le principali strategie nazionali a livello imprenditoriale. Un esempio è il progetto "*Life Is.eco*" realizzato da Saint-Gobain Italia, che ha previsto la realizzazione di un sistema integrato di due centri di riciclo per la raccolta e il recupero di residui di membrane bitume-polimero e fibre di vetro (Saint Gobain, 2018; Singh et al., 2014). Un altro obiettivo dello stesso progetto consisteva nel creare un servizio di vendita degli scarti recuperati per immetterli nuovamente nel ciclo produttivo. I principali risultati sono stati non solo la riduzione delle emissioni di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), ma anche il recupero annuale di 500 tonnellate di rifiuti di isolamento minerale, 180 000 m<sup>2</sup> di rifiuti di membrane bitume-polimero, con la produzione di circa 600 t di materiale sciolto a base di bitume polimero. Un secondo esempio, la realizzazione di mattoni biodegradabili da rifiuti organici (principalmente fieno e grano) da parte di *Prespaglia Italia Srls* provenienti da aziende e attività agricole della provincia di Bari permette di ottenere benefici ambientali garantendo al contempo qualità in termini di isolamento acustico, prestazioni antisismiche e riduzione dei costi di produzione. Inoltre, aziende come *FER Srl*, in Sicilia, si sono occupate della sostituzione di prodotti pericolosi con materiali riciclati (non pericolosi), ad esempio utilizzando tecnologie termochimiche che garantiscono la trasformazione dell'amianto in un prodotto trattato e meno pericoloso che può essere riutilizzato all'interno e all'esterno del settore edilizio (Arfò et al., 2019). Un ultimo esempio, di speciale importanza nel contesto della PAB e del progetto SEC, è l'azienda sarda Edizero, che produce materiali ad alta tecnologia industriale realizzati esclusivamente con surplus ed eccedenze vegetali, animali e minerali. I prodotti Edizero sono quindi 100% *Made in Italy*, da fonti rinnovabili eccedenti e tracciabili. Nel 2015 è nata la **Materioteca Edizero Architecture for Peace**, la prima libreria al mondo di prodotti derivati dalla bioeconomia certificati con alta prestazione tecnica. Questi prodotti risultano compatibili coi gli obiettivi di bioedilizia, efficienza energetica ed hanno buone prestazioni anche in campo acustico, geotecnico. Sono prodotti realizzati con materiali rinnovabili eccedenti e tracciabili, provenienti dall'agrofood e da corta distanza ("km corto" o "km zero").

<sup>5</sup> <https://www.icesp.it>

## La circolarità nella Provincia Autonoma di Trento

Le iniziative e strategie riguardanti l'EC nella Provincia Autonoma di Trento mostrano un notevole dinamismo a livello locale e risultano di particolare interesse per l'Alto Adige - oltre che per l'attinenza e la prossimità dal punto di vista territoriale. A livello istituzionale, il Trentino si è recentemente impegnato nella definizione di una strategia provinciale per lo sviluppo sostenibile, come proposto nel report "*Trentino Sostenibile*" della Provincia Autonoma di Trento (PAT, 2020). Nei passaggi per l'individuazione della strategia, vengono stabiliti dieci obiettivi provinciali prioritari tra i quali è inclusa l'EC non solo come punto d'incontro tra la sfera socioeconomica e quella ambientale, ma anche come innesco per investire nell'innovazione e nella competitività. L'EC è al centro delle discussioni su alcune riforme del quadro legislativo provinciale, a partire dalla Legge Provinciale 6/1999<sup>6</sup> sul sistema di incentivi alle imprese e alle attività economiche che dovrebbe essere adattato secondo esigenze di circolarità.

Per quanto riguarda gli ambiti della ricerca e della formazione, la strategia provinciale pone in evidenza la necessità di incrementarne le sinergie con le aziende per lo sviluppo di modelli circolari e l'individuazione di processi da implementare. Di particolare importanza è la Carta di Rovereto sull'innovazione,<sup>7</sup> stilata dal Forum della Ricerca della provincia in cui il settore delle tecnologie innovative di produzione e di conversione di energia viene considerato come fondamentale per l'EC del territorio. Un'altra iniziativa è rappresentata dalla scuola di formazione sulla "transizione circolare" Circular Re-Thinking,<sup>8</sup> promossa da Trentino Sviluppo in collaborazione con la società di consulenza Terra Institute – insediata in Progetto Manifattura – e la rivista Materia Rinnovabile. In questa scuola di specializzazione innovativa, i progetti cooperativi, le strategie aziendali e la formazione si integrano per rispondere alle sfide ambientali, economiche e sociali di un mondo industriale in continua evoluzione. Infine, è da menzionare il bando per un assegno di ricerca dedicato all'economia circolare<sup>9</sup> da parte delle associazioni ACLI trentine e dell'Università di Trento. Ci sono poi numerose BP nel territorio che rientrano nell'applicazione concreta di strategie di EC, tra cui vale la pena menzionare:

- il **Progetto Manifattura**, che consiste nella creazione di un centro di innovazione industriale volto alla generazione di nuove tecnologie per aumentare la sostenibilità produttiva di beni e servizi nel segno della *green economy* (<https://progettomanifattura.it/>). Tra le aziende insediate all'interno dell'incubatore sono molte a occuparsi di legname, come ad esempio *Rilegno* (il consorzio nazionale che si occupa della raccolta, del recupero e del riciclo degli imballaggi di legno e sughero), *Boh Lab* e *Bauhaus srl*. Lo stesso settore della produzione del legno riceve incentivi all'ammodernamento e al commercio attraverso il "**Portale del Legno**" della provincia (<https://www.legnotrentino.it/>);
- all'interno dello stesso polo si svolgono poi le attività di "**TESS Lab – Laboratori di tecnologie e servizi per la sostenibilità**", dove le imprese sono in contatto con scuole e Università per la realizzazione di laboratori di ricerca industriali improntati all'EC;
- l'azienda **Aledima**, con sede in Valsugana, si occupa di product design con particolare attenzione alla sostenibilità dei materiali e del loro ciclo di vita (<https://www.aledima.com/edificio-bioedilizia-2>). I progetti a cui prende parte sono spesso frutto di sinergie territoriali con cooperative, associazioni artigianali, eco-villaggi, studi di architettura e altre aziende impiegate nel settore edile; e

<sup>6</sup> [http://www.artigianato.provincia.tn.it/binary/pat\\_artigianato/legge\\_unica\\_economica/L.P. 6 1999 testo dal 31 marzo 2009.1239916110.pdf](http://www.artigianato.provincia.tn.it/binary/pat_artigianato/legge_unica_economica/L.P. 6 1999 testo dal 31 marzo 2009.1239916110.pdf)

<sup>7</sup> <https://forumperlaricerca.provincia.tn.it/Carta-di-Rovereto>

<sup>8</sup> <https://www.ufficiostampa.provincia.tn.it/Comunicati/Circular-Re-Thinking-al-via-la-seconda-edizione-della-scuola-di-Trentino-Sviluppo>

<sup>9</sup> <https://www.aclitrentine.it/news/2020/10/assegno-di-ricerca-dedicato-alleconomia-circolare/>

- nel settore agricolo e in silvicoltura sono in atto iniziative inerenti al Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 della Provincia Autonoma di Trento volte ad incentivare la sostenibilità e l'uso efficiente delle risorse e a rispondere alle esigenze di maggiore produttività e riduzione dei costi. Un esempio di questi progetti è **T.A.F./17 – “Talented” Trentino agriculture-forestry** (in collaborazione con Coldiretti del Trentino srl, CNR – Istituto per la valorizzazione del legno e delle specie arboree, Associazione PEFC Italia, Co.Di.Pr.A. e Agriduemila Srl), il cui obiettivo è di sperimentare e promuovere utilizzi innovativi delle risorse forestali locali attraverso prodotti utilizzabili anche in agricoltura (<https://www.coldirettitrentinoalloadige.it/psr-2014-2020/>). In questo modo, si punta a sviluppare una filiera virtuosa in grado di coniugare gli aspetti ambientali con una valorizzazione economica e sociale delle materie prime (e secondarie) locali.

#### Cosa si può imparare dal Trentino?

- Investire in modelli di EC è strettamente collegato all'innovazione, sia tecnologica che dei modelli produttivi, e allo sviluppo di nuove opportunità di mercato.
- Le strategie circolari non possono prescindere dalle specificità locali e dagli asset del territorio.
- Le sinergie con i settori della ricerca, dell'istruzione e della formazione sono imprescindibili.
- A livello politico-istituzionale, è fondamentale integrare il concetto di circolarità nei piani di sviluppo e nel sistema legislativo della provincia.

#### 4. L'economia circolare nella PAB: contesto

La Provincia Autonoma di Bolzano (PAB) è situata nel cuore delle Alpi, confina con l'Austria e con la Svizzera, -si estende su 7 400 km<sup>2</sup> ed ha una popolazione di circa 531 mila abitanti, corrispondente allo 0,9% della popolazione residente in Italia. La provincia è divisa in 7 comprensori, come illustrato nella Figura 2, e 116 comuni. La densità abitativa è di circa 72 abitanti/km<sup>2</sup> (IRE, 2017, 2019) e i tassi più alti si registrano nelle città di Bolzano e Merano, con rispettivamente 2060 e 1551 abitanti per km<sup>2</sup> (Figura 2). Circa il 70% della popolazione è di madrelingua tedesca, mentre il 26% e il 4% sono di madrelingua italiana e ladina, rispettivamente (IRE, 2019). Tutto il territorio della provincia è considerato montuoso: il 14% è sotto i 1 000 m di altitudine, il 49% tra 1 000 e 2 000 m, mentre il 37% del territorio è sopra i 2 000 m (IRE, 2017). Le caratteristiche geografiche del territorio, in particolare la sua limitata area abitabile, influiscono sulle attività economiche, sui volumi della produzione e sui collegamenti tra i centri maggiori e le valli. Due fattori del contesto geografico hanno particolare importanza nell'economia altoatesina: da un lato, il paesaggio montuoso è il motore del turismo, che rappresenta uno dei settori centrali dell'economia regionale; dall'altro, la collocazione nell'estremo nord del Paese fa sì che la Provincia sia attraversata da una delle più importanti arterie di traffico europee – l'asse del Brennero – che collega l'Italia e l'Europa centrale.

La Provincia ha 281 mila occupati in totale e un PIL pro capite di 42 900€, significativamente sopra la media UE (30 000€) e quella italiana (28 900€). Mentre un secolo fa il settore agricolo era predominante nella struttura occupazionale altoatesina, oggi rappresenta il 7% degli impiegati in provincia (17 300 imprenditori agricoli); il settore dei servizi rappresenta 70% degli impiegati in provincia e l'industria il 23% (ASTAT, 2020; IRE, 2019). Delle 58 mila imprese il 61% sono individuali, il 18% sono società di persone (con almeno due impiegati), il 18% società di persone e il 3% rappresentano altre tipologie di imprese – come consorzi e cooperative (IRE, 2019). In media un'impresa altoatesina ha 4,6 lavoratori dipendenti. Il tessuto produttivo di imprese di micro e piccola dimensione è probabilmente collegato al basso livello di investimento in Ricerca e Sviluppo (R&S), che era in media di 290€ per abitanti nel 2016, mentre la media della UE era di 599€ (IRE, 2019). Solo lo 0,75% del PIL altoatesino è investito in attività di R&S, molto inferiore all'obiettivo del 3% fissato dall'UE. Le piccole imprese hanno meno capacità per investire in R&S e, anche se possibilmente ci sono iniziative e attività di R&S nella PAB che non vengono considerate in questi numeri (e.g., le piccole imprese hanno più tendenza per innovare senza registrare ufficialmente le spese in R&S), è importante stimolare la cooperazione tra imprese, organizzazioni governative e il settore della ricerca.

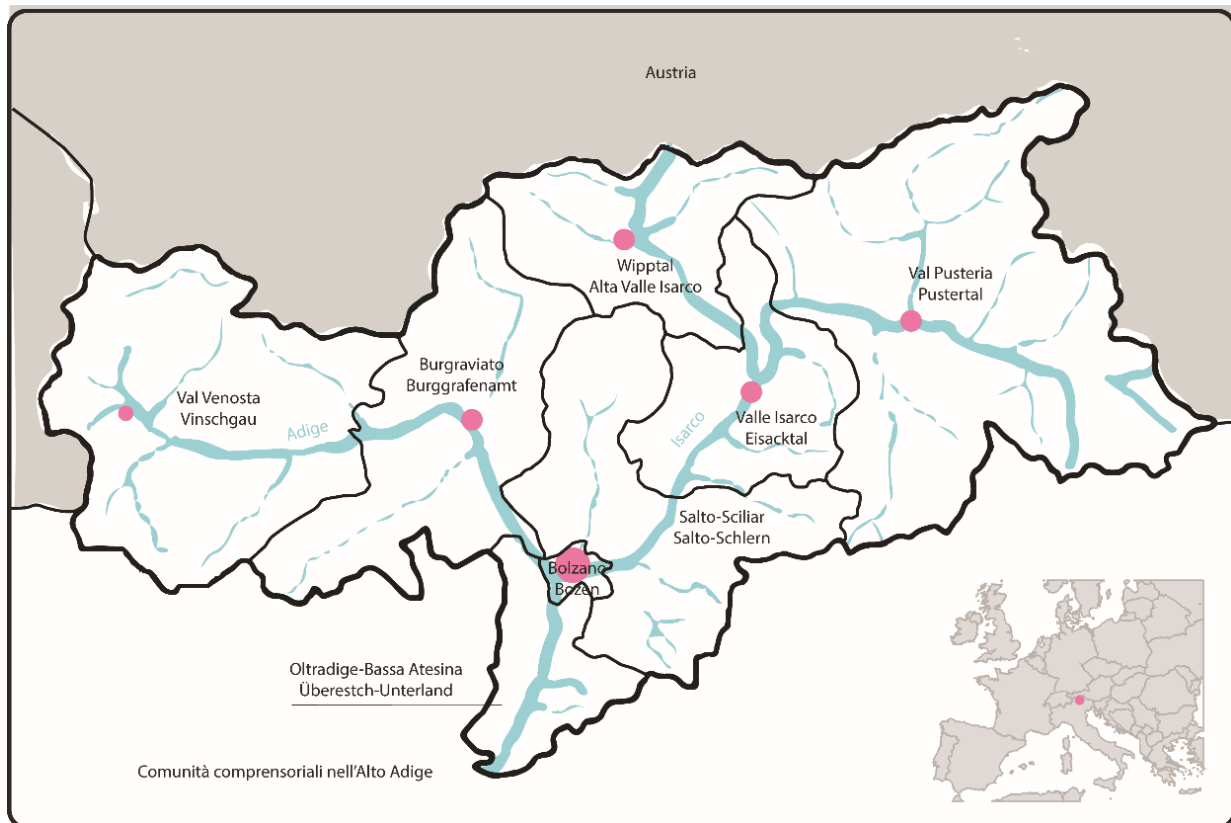


Fig. 2 – La Provincia Autonoma di Bolzano: mappa dei 7 comprensori (Fonte: elaborazione propria).

Circa 16 700 imprese in provincia lavorano nel settore agricolo e forestale (ASTAT, 2020; IRE, 2019). La maggior parte è ufficialmente composta da un solo lavoratore; tuttavia, spesso non vengono inclusi i familiari che collaborano al funzionamento di tali imprese. Per quanto riguarda il settore primario (attività di agricoltura, pesca, allevamento e silvicoltura), nelle zone più alte del territorio si praticano soprattutto l'allevamento e la produzione di latte, mentre le coltivazioni del fondovalle sono dedicate alla frutticoltura e alla viticoltura. L'88% della superficie agricola utilizzata è occupato da pascoli e prati, il 10% è occupato da coltivazioni permanenti (ad esempio, colture legnose) e il restante 2% dalla coltivazione degli ortaggi e dei cereali (IRE, 2019; PAB, 2019). Infine, le foreste occupano circa il 50% del territorio provinciale (PAB, 2019).

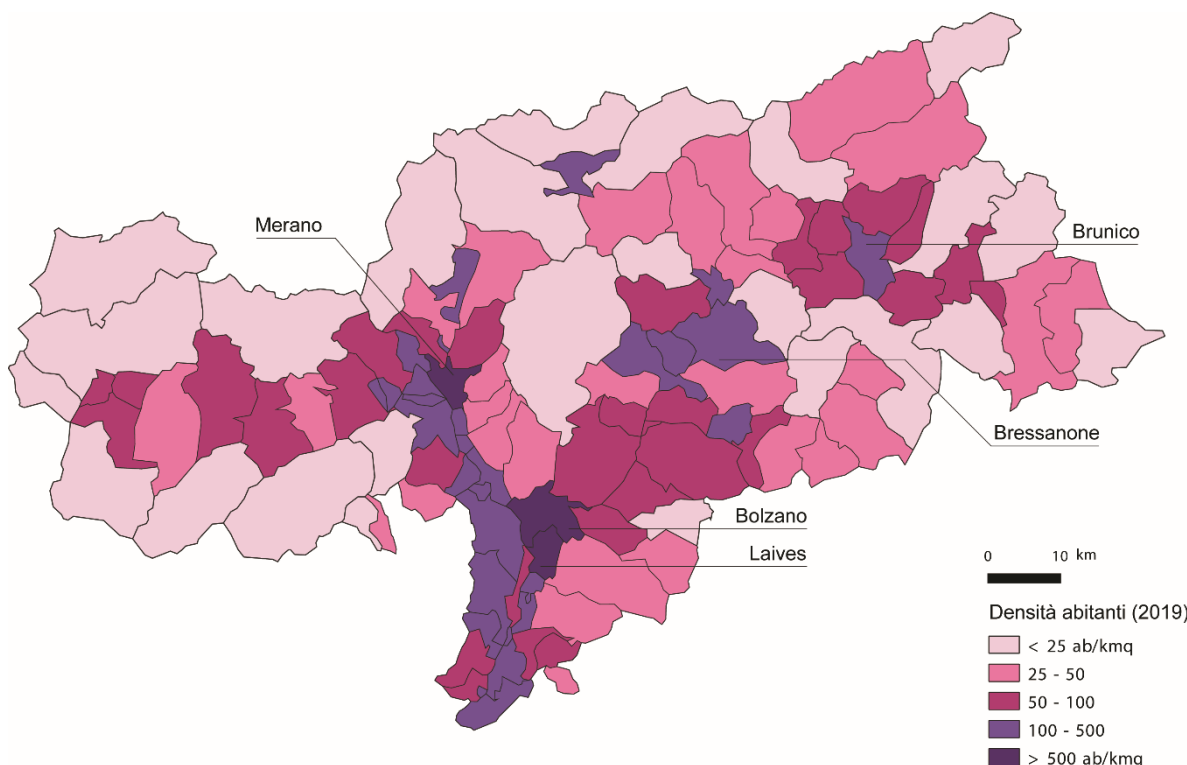


Fig. 3 – Densità abitativa per comune nella PAB (Fonte: elaborazione propria con base a dati Eurostat<sup>a</sup> e ISPRA<sup>b</sup>).

<sup>a</sup> Eurostat geodata administrative units - Comuni 2013 (<https://ec.europa.eu/eurostat/web/gisco/geodata/reference-data/administrative-units-statistical-units>); <sup>b</sup> ISPRA Rifiuti Solidi Urbani Comunali 2019 (<https://www.catasto-rifiuti.isprambiente.it>)

#### 4.1. Gli Obiettivi di sviluppo sostenibile nella PAB

Gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (*Sustainable Development Goals*, SDGs, in inglese) sono un insieme di 17 obiettivi, presentate in Figura 4, definiti nel settembre del 2015 all'interno dell'Agenda 2030 della Organizzazione delle Nazioni Unite (risoluzione A/RES/70/1, ONU, 2015). Con 169 indicatori complessivi, gli SDGs rappresentano una strategia interconnessa per lo sviluppo economico e sociale a livello globale, che riconosce il vincolo tra il benessere umano e la salvaguardia dei sistemi e delle risorse naturali del pianeta Terra.

Gli SDGs coincidono in grande parte con gli obiettivi dell'EC (Berg et al., 2018; Dantas et al., 2021; Rodriguez-Anton et al., 2019; Schroeder et al., 2019), specialmente per quanto riguarda gli indicatori ambientali, economici ed energetici. Di conseguenza, l'implementazione degli SDGs risulterà nell'attuazione di pratiche di EC e viceversa. Nella Provincia Autonoma di Bolzano non esistono applicazioni specifiche delle delibere europee e nazionali a livello politico-legislativo che alludano esplicitamente agli SDGs, sebbene sia possibile individuare due tipologie di riferimenti:

- diretti, nella forma di reti e associazioni nella società civile che hanno l'obiettivo di promuovere e divulgare gli SDGs e la loro applicazione sul territorio. Tra le iniziative sono da menzionare “*Future BZ - Per un Alto Adige Sostenibile - Für ein nachhaltiges Südtirol*” (<https://www.future.bz.it/it>) e il “*Patto per il Futuro dell'Alto Adige*” (<https://zukunftsakt-pattofuturo.org/it/patto-per-il-futuro-dellalto-adige>);
- indiretti, nella forma di iniziative politico-istituzionali per altri settori collegati alla sostenibilità. Un esempio è l'adesione di alcuni comuni della Provincia (in particolare Bolzano, Bressanone, Lana e Merano) al **Patto dei Sindaci** per il raggiungimento degli obiettivi comunitari su clima e energia.



Fig. 4 - I 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile (Fonte: Centro Regionale di Informazione della ONU).

In Italia, l'Alleanza per lo Sviluppo Sostenibile (ASVIS) pubblica rapporti annuali sullo stato di realizzazione degli SDGs a livello nazionale e regionale. Il Rapporto sui territori e gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs) 2020 (ASVIS, 2020) indica come la PAB raggiunga alti standard secondo gli indicatori presi in considerazione per ciascun obiettivo, risultando al di sotto della media nazionale in solo tre dei 17 SDGs: 2 (sconfiggere la fame); 5 (parità di genere); e 9 (imprese, infrastrutture e innovazione). Gli unici peggioramenti si hanno nei goal 1 (sconfiggere la povertà) e 16 (pace, giustizia e istituzioni solide). Tra altri risultati di rilievo, spicca un alto rendimento nel Goal 15 - gestione sostenibile di ecosistemi terrestri, foreste e biodiversità, e soprattutto nel Goal 7, con l'utilizzo di energia proveniente da fonti rinnovabili ben al di sopra della italiana: la quota di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia è di oltre il 65%. Non manca tuttavia del potenziale di miglioramento, e.g., nel numero di aziende che attua una rendicontazione sociale e territoriale (solo il 16%), nella possibilità di acquisire dati sui flussi del consumo interno dei materiali e nell'incremento del valore aggiunto dell'industria manifatturiera locale (composta principalmente da PMI).

## 4.2. La gestione dei rifiuti solidi urbani

Una delle aree principali di attuazione dell'EC è la gestione di rifiuti solidi urbani. In generale, la PAB ha tassi di separazione e riciclo dei rifiuti più alti dalla media italiana. L'analisi merceologica dei rifiuti solidi urbani (RSU) nella PAB (i.e., un'analisi *in situ* di campioni di rifiuti e della loro scomposizione) del 2019 mostra che dalle 264 mila tonnellate di RSU generate (496 kg/capite) il 68% è stato raccolto in modo differenziato.<sup>10</sup> Trattandosi di residui urbani, non sono compresi quelli speciali, e.g., provenienti dalla lavorazione industriale, attività commerciali, apparecchiature e attività di smaltimento che hanno flussi e trattamenti differenziati da quelli urbani.

Secondo un'analisi dell'agenzia provinciale per l'ambiente (PAB, 2017), l'80% dei rifiuti è potenzialmente recuperabile: tuttavia, eliminando dal conteggio la frazione dei rifiuti più piccoli (che a causa delle loro dimensioni, inferiori ai 40 mm, non possono essere differenziati) che compongono il 22% dei rifiuti totali, la percentuale dei recuperabili cala al 58%. Inoltre, è più realistico ipotizzare che questa percentuale oscilli tra il 35 e il 50% poiché le componenti di molti rifiuti sono difficili da separare. Ciononostante, la maggior parte di essi risulta già, secondo il rapporto, avviabile a recupero attraverso l'impiantistica esistente, specialmente per quanto riguarda il legno e i metalli. Un ulteriore 20%, composto principalmente da carta e tessuti, potrebbe essere recuperato se venissero potenziate le infrastrutture di riciclo. Dall'analisi del rapporto si evincono i seguenti punti:

- i rifiuti residui vengono prodotti e generati in realtà ed ambiti territoriali non omogenei e pertanto risulta difficile organizzare un unico modello di gestione che sia efficace ed efficiente per tutte le realtà territoriali che compongono la PAB;
- i rifiuti residui sono costituiti da una miscela di materiali eterogenei che comunque non possono essere intercettati al 100% dalla raccolta differenziata;
- circa il 90 % dei rifiuti presente nel sottovaglio presenta una pezzatura <20 mm ed è formato da elementi di piccole o piccolissime dimensioni (a prevalente matrice organica) che, non potendo essere riconosciuti come appartenenti ad una specifica categoria merceologica, vengono complessivamente raggruppati nella categoria dei rifiuti organici compostabili. Tale frammentazione e suddivisione del rifiuto fa presupporre che un'eventuale ottimizzazione del sistema di gestione dei rifiuti si dovrebbe focalizzare nell'incremento dei sistemi adottati per la raccolta differenziata della frazione organica.

Riguardo alla gestione di rifiuti nella PAB ad oggi esistono i seguenti impianti:<sup>11</sup> 86 centri di riciclaggio, 4 centri gestione rifiuti, 8 impianti recupero rifiuti organici, 4 stazioni di trasbordo rifiuti, 4 discariche per rifiuti e 1 termovalorizzatore per rifiuti.

<sup>10</sup> <https://www.catasto-rifiuti.isprambiente.it/>

<sup>11</sup> <https://ambiente.provincia.bz.it/rifiuti-suolo/piani-gestione-rifiuti.asp>

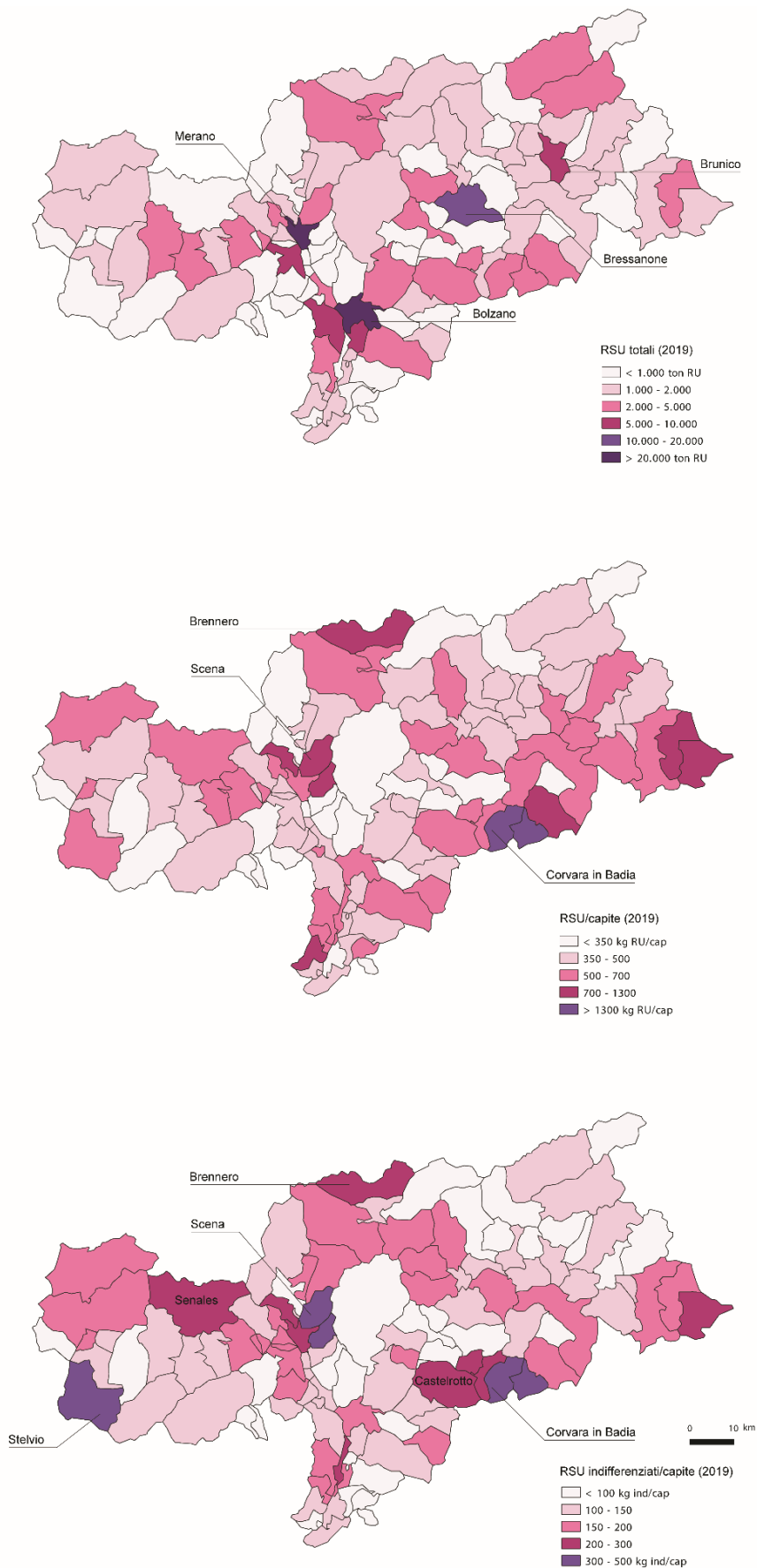


Fig. 5 – Dati quantitativi dalla raccolta di rifiuti solidi urbani (RSU) nella PAB nel 2019 per comune: totali, pro capite e raccolti nella frazione indifferenziata pro capite (Fonte: Elaborazione propria con base a ISPRA: <https://www.catasto-rifiuti.isprambiente.it/>).



## 5. Caratterizzazione dei settori economici da potenziare nella PAB

Il progetto SEC intende sviluppare e promuovere l'EC nella PAB attraverso l'analisi e la selezione di strategie e azioni potenziali. Per questo motivo, sono stati selezionati attività e settori specifici in base (i) al margine di miglioramento in una prospettiva di EC, (ii) alle opportunità fornite dal contesto geografico ed economico della PAB, e (iii) agli obiettivi del progetto stesso – tenendo conto della portata e dell'arco temporale in cui si svilupperà il progetto. Di conseguenza abbiamo deciso di focalizzarci:

- sul **settore dell'edilizia**, di cui sono riconosciuti, a livello globale e nazionale, gli ampi margini di miglioramento nella transizione verso un'EC (Politecnico di Milano, 2021), da un lato perché è un settore ad alta intensità di risorse, dall'altro perché la circolarità è attualmente poco implementata per valorizzarne risorse e prodotti e per ridurre gli input e output totali;
- sul potenziale della **bioeconomia** nel contribuire a pratiche più circolari: nel settore dell'edilizia questo si traduce nella sostituzione di materiali e prodotti da costruzione ad alto fabbisogno di materiali ed energia e sull'approvvigionamento energetico nella fase operativa degli edifici. La bioeconomia ha un grande potenziale nell'EC a livello internazionale e nazionale, ma anche un significato particolare nell'economia e nel contesto geografico della provincia.

Nell'economia della PAB, questi settori rappresentano una parte significativa del valore aggiunto delle attività economiche, come illustrato nei grafici. Mentre i servizi sono il gruppo più significativo nel valore aggiunto delle attività economiche della provincia, il progetto si focalizza sui flussi materiali con l'obiettivo di sviluppare una piattaforma di scambio di materiali e prodotti. Il progetto SEC si focalizzerà nelle attività di (i) agricoltura, silvicoltura e pesca, e (ii) attività estrattiva, manifatturiere e fornitura di energia e acqua: la figura 6 giustifica questa scelta in termini di valore aggiunto. Dalla Fig. 7 si evince che il 64% del valore aggiunto è associato a 4 categorie di attività: (i) industrie alimentari, delle bevande e del tabacco, (ii) industria del legno e carta, (iii) fornitura energia e (iv) costruzioni.

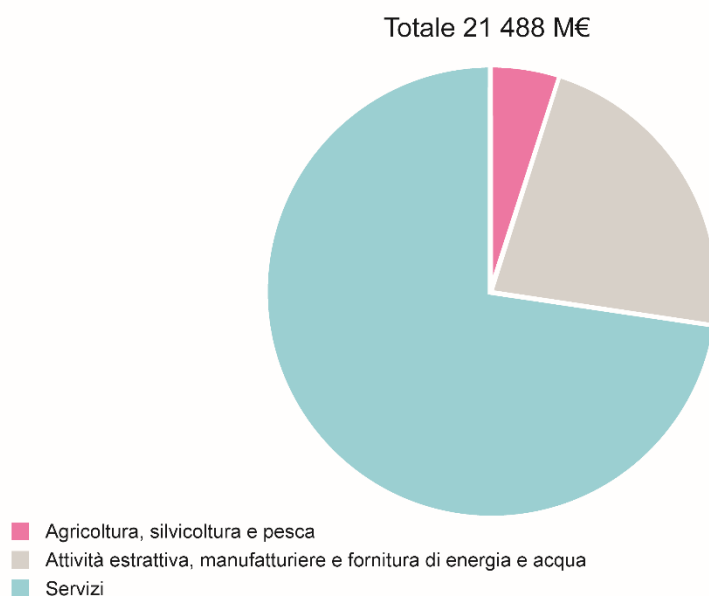


Fig. 6 – Valore aggiunto delle attività economiche nella PAB (2017).

(Fonte: Elaborazione propria con base a ISTAT – Conti e aggregate economiche territoriali, <http://dati.istat.it/>)

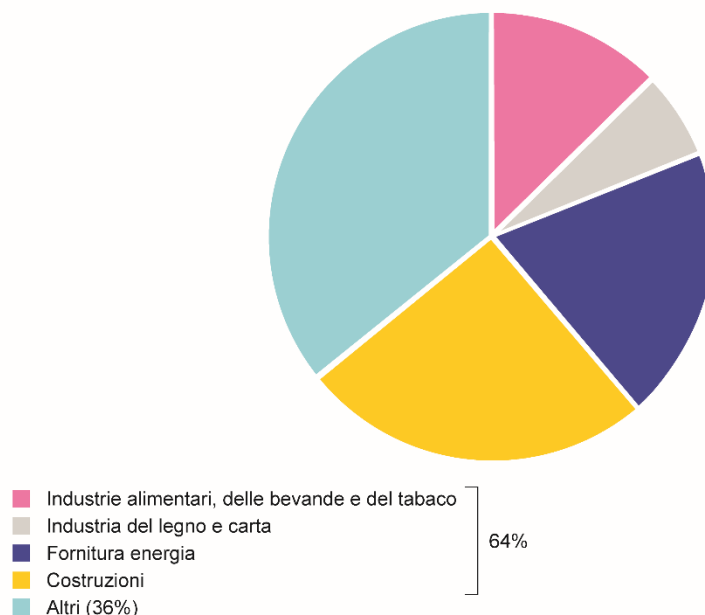


Fig. 7 – Contribuzione delle branche nel valore aggiunto delle “Attività estrattiva, manifatturiere, fornitura di energia e acqua” nella PAB (2017).

(Fonte: Elaborazione propria con base a ISTAT – Conti e aggregati economici territoriali, <http://dati.istat.it/>)

In rapporto ai dati a livello nazionale, la percentuale delle imprese impegnate nell’agricoltura, silvicoltura e pesca è più del doppio (4,9% nella PAB, 2% in Italia del valore aggiunto totale delle attività economiche); la percentuale è anche leggermente più alta per quanto riguarda le attività estrattive (24% nella PAB e 22% in Italia).

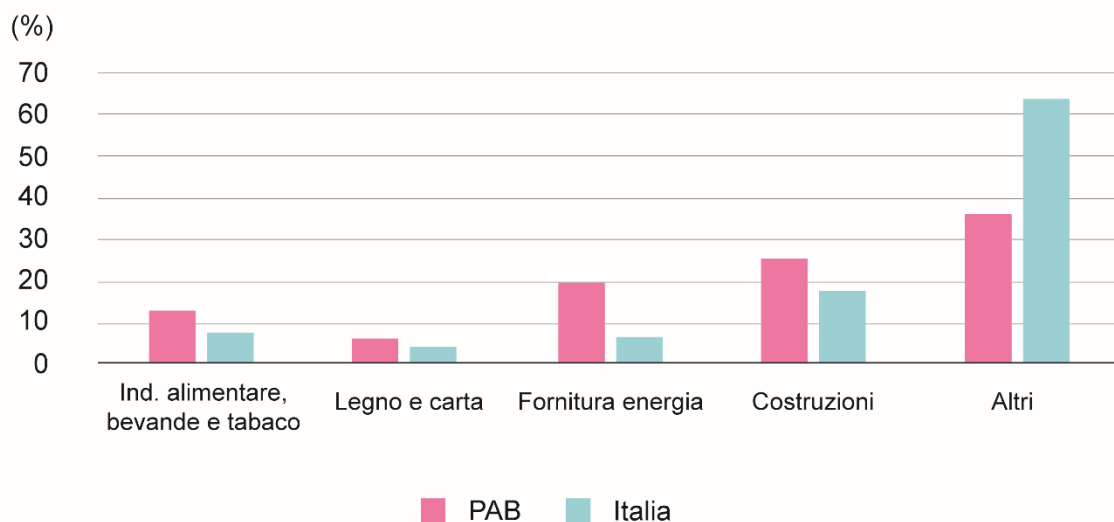


Fig. 8 – Contribuzione delle branche nel valore aggiunto delle attività estrattive e manifatturiere (2017).  
(Fonte: Elaborazione propria con base a ISTAT – Conti e aggregati economici territoriali, <http://dati.istat.it/>)

Di conseguenza, la portata del progetto (cioè la connessione tra il settore dell’edilizia e la bioeconomia) coinvolge cinque settori significativi della provincia: agricoltura, silvicoltura e pesca; industrie alimentari, delle bevande e del tabacco; industria del legno e carta; fornitura energia; e costruzioni.

Per fornire un ulteriore contesto e una visione definita dell'economia della Provincia, nonché della rilevanza dei settori legati all'edilizia e alla bioeconomia, è stata eseguita una breve analisi della tabella *input-output* (IO) della regione nel 2015.<sup>12</sup> La tabella IO fornisce una panoramica dei flussi monetari tra i settori (i.e., consumi intermedi) e del consumo locale finale e le esportazioni. Sono stati selezionati 6 gruppi Ateco,<sup>13</sup> associati ai settori e alle attività della bioeconomia e dell'edilizia, che rappresentano il 26% del consumo intermedio complessivo della Provincia e il 40% dell'utilizzo complessivo (compresi il consumo locale finale e le esportazioni). Circa il 22% dell'output complessivo della produzione provinciale viene esportato. Le esportazioni sono particolarmente significative nei settori della bioeconomia e dell'energia (45-53%). Tali cifre dimostrano l'importanza di questi settori nell'economia della Provincia e supportano l'attenzione del progetto sia sugli input che sugli output del settore edilizio (inclusi i rifiuti da costruzione e demolizione poiché i prodotti del settore edilizio rimangono nella Provincia), sulla parte produttiva della bioeconomia (esclusi i rifiuti alimentari domestici) che sulla fornitura di energia agli edifici.

Tabella 1 – Sintesi sulla rilevanza e sui flussi monetari associati ai settori della bioeconomia e delle costruzioni nella PAB sulla base della tabella input-output (IO) per il 2015.<sup>12</sup>

Codice e descrizione del gruppo economico (Ateco 2007)	Impieghi finali (milioni €)	Consumo intermedio (%)	Exports (%)	Consumo finale locale*
<b>Bioeconomia</b>	<b>6 196</b>	<b>34</b>	<b>49</b>	<b>17</b>
AA - Agricoltura, silvicoltura	1 940	39	50	11
CA - Industrie alimentari delle bevande e del tabacco	3 354	30	47	22
CCA - Industria del legno	903	39	53	8
<b>Energia</b>	<b>3 895</b>	<b>50</b>	<b>45</b>	<b>6</b>
D - Fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata	3 895	50	45	6
<b>Edilizia</b>	<b>5 414</b>	<b>23</b>	<b>0</b>	<b>77</b>
F - Costruzioni	3 152	20	0	80
L - Attività immobiliari	2 263	26	0	73
<b>Altri</b>	<b>36 772</b>	<b>42</b>	<b>18</b>	<b>40</b>
<b>Totale</b>	<b>52 277</b>	<b>39</b>	<b>22</b>	<b>48</b>

\* Comprende: Spesa delle famiglie, Spesa dei turisti, Spesa della pubblica amministrazione, Investimenti fissi lordi e variazione delle scorte e oggetti di valore.

Altri settori rilevanti che dovrebbero essere affrontati nei futuri progetti e iniziative verso un'EC nella PAB includono: CH – Metallurgia; fabbricazione di prodotti in metallo (che è associato al 50% del consumo intermedio), CL – Fabbricazione di mezzi di trasporto, G - Commercio all'ingrosso e al dettaglio; riparazione di autoveicoli e motocicli; and I – Attività dei servizi di alloggio e di ristorazione.

<sup>12</sup> [https://astat.provincia.bz.it/news-pubblicazioni-info.asp?news\\_action=4&news\\_article\\_id=624153](https://astat.provincia.bz.it/news-pubblicazioni-info.asp?news_action=4&news_article_id=624153)

<sup>13</sup> La classificazione delle attività economiche in Italia si basa sulla codifica ATECO, che divide gerarchicamente le attività in sezioni, divisioni, gruppi, classi, categorie e sottocategorie. Questa si basa sulla Nomenclatura Europea delle Attività Economiche (NACE) e viene aggiornata periodicamente - attualmente viene impiegato il sistema ATECO 2007 (corrispondente al NACE Rev.2).

## 5.1. Le opportunità circolari nel settore edile

Come sottolineato, l'edilizia è un settore caratterizzato da un utilizzo di risorse particolarmente intenso e con un grande potenziale di miglioramento in un'ottica di EC. A livello globale, l'industria delle costruzioni rappresenta la metà dell'estrazione totale di materie prime e circa il 25% delle emissioni antropogeniche di gas serra in tutto il mondo (Hedberg & Šipka, 2020). Questo settore è anche caratterizzato dall'utilizzo di grandi quantità di risorse associate a impatti ambientali particolarmente elevati (spesso legati al processo produttivo): è stato stimato che il ferro, l'acciaio, l'alluminio e il cemento causino circa il 50% delle emissioni antropogeniche di CO<sub>2</sub> nel settore edile (Allwood et al., 2010). Inoltre, l'edilizia genera un grande volume di rifiuti con tassi di recupero molto bassi: la maggior parte degli scarti generati nelle attività di costruzione e demolizione viene messa in discarica, incenerita o riciclata con *downcycling*, cioè perdendo valore e utilizzata, ad esempio per la pavimentazione stradale. Inoltre, genera un grande volume di rifiuti, con tassi di recupero limitati: la maggior parte dei rifiuti generati nelle attività di costruzione e demolizione viene messa in discarica, incenerita o *downcycled*. Il potenziale del settore delle costruzioni nella transizione verso un'EC è stato evidenziato anche nel *Green Deal* dell'UE, che propone la modifica del regolamento 305/2011 sui prodotti da costruzione per garantire una progettazione più circolare degli edifici.

Il settore edile presenta barriere significative nell'implementazione di strategie efficaci di EC (Bilal et al., 2020; Hedberg & Šipka, 2020); infatti, mentre le aziende hanno spesso l'obbligo legale di separare i rifiuti di costruzione e demolizione (C&D), cioè separazione alla fonte, questo viene fatto raramente o in modo molto limitato. Si assiste a demolizioni veloci e relativamente non pianificate che risultano spesso in un mix di materiali indifferenziati: questo da un lato, aumenta il rischio di non trattare adeguatamente (e gestire in sicurezza) le sostanze preoccupanti e, dall'altro, limita il potenziale recupero, riutilizzo e riciclo dei materiali da costruzione. La demolizione selettiva è fondamentale per aumentare il recupero, riutilizzo e riciclaggio. Le autorità regionali e locali svolgono un ruolo cruciale nel promuovere piani di demolizione standardizzati, nell'educare e sensibilizzare le parti interessate e nell'aumentare la separazione e la tracciabilità dei rifiuti C&D (Danish Government, 2018). Regolamentazioni ambientali, mancanza di consapevolezza pubblica e supporto limitato da parte delle istituzioni sono ostacoli considerevoli alla transizione verso l'EC nel settore edilizio.

Nella PAB, il settore edile (che comprende la progettazione e la costruzione di edifici e infrastrutture) conta circa 6 700 imprese, che offrono lavoro al 7,5% degli occupati (IRE, 2019). L'accesso a dati sui flussi dei materiali da C&D nella Provincia è limitato, si stima che siano generati circa un milione di tonnellate di questo tipo di rifiuti ogni anno.<sup>14</sup> Una gestione e una regolamentazione integrata di tutte le fasi è essenziale: dal design alla produzione di materiali edili, ai procedimenti autorizzativi all'edilizia, dalla gestione del cantiere, alla selezione e separazione dei resti, fino al trattamento e riciclaggio dei materiali e al deposito finale. Il sistema integrato di gestione e di recupero dei resti da C&D nella PAB si basa sul "Piano gestione rifiuti 2000" e include provvedimenti nei seguenti ambiti: gestione, autorizzazioni di attività di demolizione, autorizzazione e controllo di impianti di riciclaggio, disposizioni per il recupero dei resti di costruzione, criteri per la qualità dei materiali edili riciclati, discariche controllate per inerti e criteri per la gestione ambientale di cave.<sup>13</sup> Nell'ambito industriale si è costituito il Consorzio Bauschutt un'organizzazione che unisce gli operatori del settore e che collabora con l'ente programmatore e controllore nella ricerca e nell'attuazione di una buona prassi di gestione dei flussi di rifiuti. Mentre il tasso di recupero stimato sembra essere alto (fino al 90%), la raccolta indifferenziata rappresenta probabilmente più del 50% dei rifiuti. I materiali recuperati (e riciclati) sembrano essere usati in maniera dominante per pavimentazioni stradali e riempimenti di scavi (come sottolineato dal contesto normativo, descritto nel report P.A.3). I requisiti in questi ambiti sono scadenti per quanto riguarda la separazione e la raccolta dei materiali da costruzione e demolizione, i quali vengono spesso mescolati e processati col risultato di un abbassamento della loro qualità.

<sup>14</sup> <https://www.recyclingweb.it/Articles/ambiente-riciclaggio/gestione-e-recupero-inerti-da-ced-in-alto-adige.htm>

Al livello normativo, ci sono due deliberazioni particolarmente rilevanti nel contesto dell'EC nel settore edile, relative all'utilizzo di materiali riciclati. La deliberazione della giunta provinciale (DGP) n. 0398/2017 propone delle linee guida sulla qualità e sull'utilizzo dei materiali riciclati, che si ispirano al comunicato che la CE ha inviato agli stati membri in cui suggerisce di adottare dei piani di azioni nazionale per gli acquisti verdi. Queste linee guida vengono utilizzate in sincronia con la delibera provinciale DGP del 27/09/2016, n.1030 "Disposizioni per il recupero dei resti di costruzione e per la qualità dei materiali edili riciclati." Le linee guida stabiliscono, ad esempio, la percentuale massima di sostituzione di aggregati naturali mediante aggregati riciclati. Nelle linee guida vengono soprattutto contemplati utilizzi di misti granulari con materiali riciclati in corpi e pavimentazioni stradali, riempimenti di scavi e nel calcestruzzo. I misti granulari e il calcestruzzo possono integrare componenti provenienti da riciclato di materiali diversi, includendo: calcestruzzo, elementi di muratura (e.g., pietra naturale e argilla), materiali bituminosi, vari metalli, legno, plastica, gomma, malta di gesso e vetro.

La PAB è rinomata nazionalmente per le buone pratiche nel settore edile in particolare quelle associate all'efficienza energetica e al modello "CasaClima". Il modello mira a ridurre il fabbisogno energetico associato agli edifici residenziali e ad aumentare le quote di energia rinnovabile (ad esempio, l'energia solare), contribuendo così alla mitigazione degli effetti del cambiamento climatico (IFEU & Syneco, 2012). Questo modello è associato a un sistema di certificazione energetica applicato dal 2002: CasaClima Oro, CasaClima A e CasaClima B, con fabbisogno energetico per il riscaldamento inferiore a 10, 30 e 50 kWh/m<sup>2</sup>anno, rispettivamente. Nei primi 10 anni (2002-2012) di implementazione del modello, quasi 6 000 edifici sono stati certificati nella PAB, di cui il 55% di nuova costruzione e il 45% di retrofit. Il progetto di ricerca "Recupero dei materiali di demolizione di CasaClima", realizzato dall'*Institut für Energie-und Umweltforschung Heidelberg* (IFEU), su incarico dell'Agenzia per l'ambiente della PAB (2007-2013) ha contabilizzato i flussi di materiali associati ai retrofit energetici di CasaClima e la valutazione delle pratiche di recupero e gestione dei rifiuti C&D. L'analisi mostra il tipo di materiali più comunemente usati nelle attività di costruzione CasaClima (che segue standard più elevati rispetto alla costruzione tipica o convenzionale), rivelando un grande potenziale per aumentare l'uso di bio-prodotti e migliorare la progettazione, così come le attività C&D verso la circolarità. La quota dei materiali isolanti era del 24% per il polistirene espanso (EPS) e 11% per il polistirolo, mentre i pannelli in fibra di legno rappresentavano circa il 20% e il sughero il 5%.

Come accennato, il progetto SEC prenderà il settore edile come oggetto di analisi, insieme alle attività produttive "prima" e "dopo" il settore. Il progetto SEC si concentrerà principalmente su due dimensioni (Fig. 9): ambiente costruito e bioeconomia. La selezione di questi due gruppi di settori si basa sull'analisi del potenziale delle strategie di EC nel migliorare l'efficienza delle risorse nel settore dell'edilizia, garantendo benefici a livello economico e ambientale e sulle opportunità offerte dai settori della bioeconomia più significative nella PAB. In particolare, il focus sarà dato ai seguenti aspetti (Fig. 9):

- riduzione del fabbisogno di materie prime e dell'impatto ambientale del settore edilizio attraverso la sostituzione **degli input critici del settore con sottoprodotti e materiali di scarto della bioeconomia locale** (i prodotti forestali a base di legno, i sottoprodotti e i rifiuti agricoli possono essere utilizzati in componenti o materiali da costruzione o nell'approvvigionamento energetico durante l'utilizzo negli edifici); e
- riduzione degli scarti prodotti dal settore identificando le **opportunità per prevenire e gestire i rifiuti C&D**, ottimizzando i flussi e chiudendo i cicli all'interno del settore edile (attraverso il potenziale di recupero, riutilizzo, riparazione e riciclaggio di componenti e materiali edili) o reindirizzando i sottoprodotti e i rifiuti dal settore edile verso altri settori.

Negli ultimi decenni, la sostenibilità ambientale nell'edilizia è stata affrontata principalmente attraverso obiettivi e strategie di efficienza energetica, che sono fondamentali per la mitigazione dei cambiamenti climatici, poiché il settore dell'edilizia contribuisce per circa il 36% alla domanda finale di energia e per il 39% alle emissioni di gas serra (Urge-Vorsatz et al., 2020). Le strategie dell'EC nell'edilizia possono contribuire significativamente in termini di maggiore sostenibilità: possono mirare ad un uso efficiente del patrimonio edilizio esistente, possono concentrarsi sulla circolarità dei componenti edilizi o dei materiali, sull'ottimizzazione della catena del valore in entrata e in uscita, o sulle opportunità di simbiosi industriale. È importante sostenere la progettazione, lo sviluppo e l'attuazione di queste strategie con prove e strumenti basati sulla scienza, per garantire che esse contribuiscano a ridurre il fabbisogno di risorse e l'impatto ambientale, portando al contempo co-benefici economici e sociali. Queste devono anche essere accompagnate da un miglioramento delle strutture collaborative integrate tra comuni e servizi pubblici (Balest et al., 2019).



Fig. 9 – Flussi focalizzati nel progetto per potenziare le strategie di EC (Fonte: elaborazione propria).

## 5.2. Il potenziale dalla bioeconomia

Come evidenziato sia nelle politiche e strategie europee che anche nel report nazionale per l'EC del 2020 (CEN & ENEA, 2020), la bioeconomia ha un ruolo centrale nella transizione verso l'EC. La bioeconomia include tutte le attività produttive basate sulle risorse biologiche (vegetali e animali) rinnovabili, associate a:

- settori della produzione primaria (agricoltura, silvicoltura e pesca);
- specifici settori industriali (produzione di alimenti, bevande e tabacco, industria del legno, delle fibre tessili, della concia, della carta, chimica verde, farmaceutica, gomma-plastica ed energia); e
- settori della conversione di risorse (a partire da materiali e rifiuti biologici per arrivare a prodotti con un valore aggiunto, come ad esempio il cibo e la bioenergia).

La sua importanza nel contesto dell'EC ha due componenti. Da un lato, la bioeconomia si basa su risorse biologiche, che - come evidenziato dalla Ellen McArthur Foundation (EMF) - devono garantire la rinnovabilità, la resilienza, la ristorazione e la rigenerazione degli ecosistemi, la conservazione del capitale naturale e la gestione dei cicli delle risorse biologiche. Dall'altro lato, la bioeconomia ha un collegamento diretto con la crisi climatica, in quanto è associata a gran parte delle emissioni di CO<sub>2</sub> da mitigare. Essa ha anche un ruolo essenziale nello stoccaggio necessario per compensare le emissioni residuali ed arrivare alla neutralità climatica.

La Strategia nazionale per la bioeconomia è stata aggiornata in Italia nel 2019, ed ha come base la nuova Strategia per la Bioeconomia Europea (CE, 2018), che mira alla transizione di tutti i settori della bioeconomia verso la circolarità e la sostenibilità ambientale. In sintesi, la bioeconomia può contribuire a tre obiettivi importanti nel contesto dell'EC e della sostenibilità ambientale:

- l'utilizzo più efficiente delle risorse;
- la riduzione della dipendenza nelle risorse non rinnovabili; e
- la mitigazione dei cambiamenti climatici e di altri impatti ambientali.

**“Una bioeconomia vitale, in grado di rigenerarsi utilizzando risorse rinnovabili in modo durevole, costituisce un aspetto strategico dell'economia circolare.”** (CEN & ENEA, 2020).

Con questo obiettivo è importante stabilire come vengono impiegate le risorse, con particolare attenzione ai fattori di pressione che possono generare impatti ambientali. Mentre la prima priorità nel settore dell'agri-food è la sicurezza alimentare, quattro altre priorità vengono evidenziate nel contesto dall'EC (CEN & ENEA, 2020). Prima, la **disponibilità e lo stato del suolo**, in quanto base della bioeconomia e componente essenziale del capitale naturale e dell'equilibrio degli ecosistemi. La crescita delle infrastrutture consuma grandi quantità di suolo, ma anche l'erosione (che ha effetti sullo strato fertile, la produttività e la biodiversità) deve essere evitata. L'Italia presenta l'indice di perdita media annua di suolo più elevato d'Europa, pari a 8,46 t/ha, contro una media europea di 2,46 t/ha. Una seconda priorità è la gestione dell'**utilizzo della biomassa**, che viene generata dalle colture per produrre alimenti e materiale, insieme alla gestione forestale per la produzione di legname. Per garantire la generazione sostenibile di biomassa agricola l'uso di sostanze chimiche inquinanti e nocive deve essere evitato e la fertilità dei suoli deve essere conservata. La biomassa forestale deve essere utilizzata in modo sostenibile, conservando le funzioni produttive a lungo termine, ma anche le funzioni ecosistemiche e la biodiversità. Un'altra priorità consiste nell'aumentare il **carbonio organico nei suoli**, per garantire la conservazione della qualità e fertilità del suolo e la mitigazione dei cambiamenti climatici. Una strategia importante in questo senso è l'utilizzo del compost generato dal trattamento dei rifiuti organici (con processi di gestione aerobica e anaerobica). Anche il *biochar*, un carbone vegetale ottenuto dalla biomassa, può contribuire allo stoccaggio del carbonio organico. Infine, la **conservazione dell'acqua e delle risorse idriche** è una priorità: particolare attenzione va dedicata ai consumi eccessivi e all'inquinamento associati alle pratiche agricole.

Riguardo alla crisi climatica, le attività connesse agli usi del suolo (inclusi agricoltura e silvicoltura) sono responsabili di circa un quarto delle emissioni antropogeniche globali di CO<sub>2</sub>, e insieme all'industria alimentare arrivano a circa il 37% (CEN & ENEA, 2020). Le strategie di EC focalizzate sulla bioeconomia contribuiscono a stoccare il carbonio organico nei suoli, nelle foreste e nei prodotti di lunga durata (ad esempio, negli edifici). In Italia, la bioeconomia rappresenta circa il 19,5% del PIL nazionale ed 8,2% degli occupati (CEN & ENEA, 2020). Il report sull'EC in Italia definisce le seguenti priorità per la bioeconomia:

- **in agricoltura, zootecnia e silvicoltura:** produzione primaria sostenibile e resiliente; gestione efficiente delle risorse; funzioni multiple e benefici del suolo e delle aree rurali e abbandonate; capitale umano e sociale;
- **nel sistema agroalimentare:** dieta e salute delle persone; sicurezza alimentare; sostenibilità della produzione alimentare; e politiche alimentari, filiere, mercati e comunità;
- **nella bioeconomia marina:** utilizzo sostenibile delle risorse marine; protezione e valorizzazione dell'ambiente marino;
- **altre industrie dalla bioeconomia:** produzione di prodotti a base biologica e bioenergia; impianti dimostrativi/test per l'utilizzo di biomasse a cascata;

Di seguito, è riportato un breve quadro d'insieme dei settori agricoltura e foreste della PAB selezionati all'interno della bioeconomia.

## **Agricoltura**

Tradizionalmente, la provincia ha sempre avuto un settore agricolo molto forte: cento anni fa l'agricoltura era la principale attività economica della regione. La tendenza negli ultimi anni è stata quella di una leggera e costante diminuzione della sua importanza, ma essa rappresenta ancora circa il 5% del PIL e il 7% degli addetti totali in Provincia. Nella PAB operano 20 247 addetti agricole e forestali, più 4 930 associate alla silvicoltura, su una superficie agricola totale di 455 840 ettari (IRE, 2019; PAB, 2019). Inoltre, la Relazione Agraria e Forestale riporta 22 062 imprenditori agricoli e 4 930 imprese forestali (PAB, 2019). Come già accennato, le attività del settore agricolo in provincia sono fortemente determinate dalle condizioni geografiche, climatiche e morfologiche del territorio. Solo circa la metà (209 232 ettari) della superficie agricola totale viene effettivamente utilizzata per colture, prati e pascoli. Di conseguenza, esistono tre tipologie principali di attività agricole: l'allevamento, praticato essenzialmente nelle zone situate a quote più elevate, la frutticoltura e la viticoltura, prevalenti nel fondovalle. La frutticoltura rappresenta il 48% del valore della produzione agricola nella Provincia e ha nella mela il suo prodotto principale (IRE, 2019). L'allevamento detiene il 36% del valore di produzione agricola provinciale. La produzione annua di latte nella PAB raggiunge i 407 milioni di litri. In fine, il vino è un altro prodotto importante nell'economia dell'Alto Adige, anche se la produzione di viti da uva è minore in quanto le superfici destinate a vigneto sono limitate.

- **Frutticoltura: la mela**

La produzione di mele è una delle attività più importanti e redditizie della Provincia sia in termini di quantità prodotte che in termini economici. I meleti si estendono su una superficie di 18 333 ettari e negli ultimi anni sono state raccolte poco meno di un milione di tonnellate ogni anno per una resa agraria pari a circa 53 tonnellate per ettaro. Dalla Provincia provengono poco meno della metà delle mele prodotte in Italia e circa il 5% della produzione dell'UE (IRE, 2019). La Provincia ha inoltre assunto un ruolo di primo piano nel comparto della frutticoltura biologica, con un raccolto annuo di circa 60 500 tonnellate di mele, circa un quarto dalla produzione biologica europea di questo frutto. Nel 2018/19, il 94% delle mele prodotte è stato commercializzato dalle cooperative frutticole, che hanno realizzato un fatturato di 511 M€, con una quota di esportazioni pari al 52% (PAB, 2019).

- **Allevamento**

Il secondo pilastro su cui si basa il comparto agricolo in provincia è l'allevamento, che è diffuso su quasi tutto il territorio provinciale e costituisce la principale fonte di reddito per i contadini di montagna. Le aziende agricole dotate di allevamenti sono circa 8 000 e la superficie adibita a prati, pascoli e coltivazioni foraggere è di circa 91 000 ettari. La zootecnia in Alto Adige è fortemente focalizzata sull'allevamento di bovini da latte. Complessivamente si contano oltre 126 000 bovini. La produzione lattiera complessiva è di 400 650 tonnellate, di cui 16 630 da allevamenti biologici. Oltre il 90% della produzione di latte viene trasformata in derivati quali yogurt, formaggi, mozzarella e burro. Nel 2019 il fatturato complessivo delle latterie sociali è stato pari a 515 M€. Vi sono inoltre circa 245 000 avicoli, 38 800 ovini e 26 763 caprini e 71 aziende di galline ovaiole, che producono uova vendute quasi esclusivamente in Provincia (PAB, 2019).



- **Viticultura**

Un'altra attività importante nella Provincia è la viticoltura. A livello geografico, essa è concentrata principalmente nel comprensorio dell'Oltredige-Bassa Atesina. Il relativo fatturato è stimabile in circa 225 M€, di cui quasi il 20% è associato all'export. I vigneti si estendono su una superficie di 5 553 ettari e sono interamente dedicati alla produzione di uva da vino. Nel 2019 il raccolto è stato pari a circa 450 000 quintali, una produzione circa 320 000 ettolitri di vino. La produzione riguarda soprattutto una fascia di mercato medio-alta: 99% è di vini di Denominazione di Origine Controllata (DOC) o Indicazione Geografica Tipica (IGT).

- **Foreste e silvicoltura**

I boschi e gli arbusteti, che occupano un'estensione di oltre 372 000 ettari, svolgono una funzione importante di protezione del territorio (e.g., da frane e valanghe) e supportano anche le attività economiche associate ai redditi di oltre 15 000 famiglie (PAB, 2019). Nel settore della silvicoltura operano 531 imprese, a cui si aggiungono un centinaio di imprese attive nel comparto della prima lavorazione del legno (e.g., segherie). Nella PAB gli alberi possono essere tagliati o prelevati solo dopo essere stati assegnati mediante la cosiddetta "martellata" dal personale forestale e se le condizioni di rinnovamento e rigenerazione dei boschi e delle foreste sono rispettate. In media, negli ultimi dieci anni la quantità di legname raccolto annualmente corrisponde ad oltre 700 mila m<sup>3</sup>. Nel 2019, a causa della tempesta Vaia, sono stati effettuati 4 325 assegni al taglio, pari a 1 301 202 m<sup>3</sup> provenienti da boschi di alto fusto (circa il doppio rispetto alla media) e di 2 917 m<sup>3</sup> provenienti da boschi cedui, di cui circa 71% destinati a lavorazione e 29% a legna da ardere (ASTAT, 2020; PAB, 2019). Nel 2017, la produzione di legno industriale in provincia era la seguente: abete e abete rosso 274 215 m<sup>3</sup>, larice 33 093 m<sup>3</sup>, pino 27 813 m<sup>3</sup>, altro legno di conifere 61 m<sup>3</sup>, altri tipi di legno (non conifere) 156 m<sup>3</sup> (ASTAT 2020). La produzione di legna da ardere era così suddivisa: legno di conifere 193 414 m<sup>3</sup>, altri tipi di legno 8 121 m<sup>3</sup> (ASTAT, 2020; PAB, 2019). Per aumentarne il potenziale e il valore del legno in Provincia, sono necessari investimenti nell'innovazione tecnologica e nello sviluppo di prodotti locali.

L'esistenza di una bioeconomia forte e vitale, in particolare nei settori agricolo e forestale, ha giocato fino ad oggi un ruolo chiave nello sviluppo economico e sociale della PAB. Ora, essa offre un'opportunità unica nell'applicazione dei principi dell'EC. Il miglioramento dei processi e delle tecnologie in tutta la catena del valore verso una maggiore efficienza può contribuire all'ulteriore sviluppo e sfruttamento di questi settori e risorse. Le autorità regionali e locali giocano un ruolo centrale nella transizione. Per renderla possibile hanno bisogno di fornire gli strumenti e gli incentivi ai portatori di interesse, così come esempi di strategie e applicazioni di EC di successo che possono essere seguite, replicate e sviluppate.

## 6. Dalla bioeconomia al settore edile: applicazioni potenziali

In questa sezione, al fine di sviluppare potenziali strategie e azioni di EC per il contesto specifico della PAB, vengono presentati esempi di potenziali applicazioni di prodotti, sottoprodotti e rifiuti nell'ambito delle sinergie tra bioeconomia e settore dell'edilizia. Come evidenziato, le azioni per migliorare la produzione agricola primaria, la pratica zootecnica e la silvicoltura comprendono tutte quelle che promuovono l'agricoltura biologica, l'agricoltura rigenerativa, la gestione sostenibile delle foreste, la mitigazione dei gas serra, l'uso e la gestione efficiente dell'acqua, il sequestro del carbonio, la riduzione dei fabbisogni e degli impatti dei fertilizzanti (CEN & ENEA, 2020). Inoltre, tra le azioni per un uso più efficiente delle risorse ci sono il riutilizzo e la valorizzazione degli scarti agricoli e forestali in bio-prodotti, bio-energia e bio-fertilizzanti. Sulla base delle opportunità fornite dai settori e dalle attività, dell'interesse e dell'impegno delle parti interessate e di queste potenziali applicazioni, saranno selezionate attività e processi specifici da monitorare (Report P.A.2). In generale, le applicazioni riguardano l'uso di scarti e sottoprodotti a base di biomasse rinnovabili. Importante è anche il perfezionamento dei processi di produzione biologica per migliorare le prestazioni ambientali ed economiche dei settori e delle attività.

### Agricoltura

Per le attività agricole e i prodotti correlati viene considerato solo l'uso di sottoprodotti e rifiuti. Le risorse e i prodotti principalmente usati per l'approvvigionamento alimentare sono esclusi (per evitare interessi concorrenti).

- **Mela (frutticoltura)**

Gli scarti delle filiere agroalimentari, tra cui gli scarti dei meleti, sono stati oggetto di diversi studi che hanno mostrato i benefici ambientali ed economici del loro utilizzo nella bio-fertilizzazione e nella produzione di energia (Badiu et al., 2015; Duan et al., 2021; Dyjakon, 2018). I noccioli di frutta possono venire utilizzati nei settori cosmetico e alimentare, i residui verdi nella produzione di biogas. Il progetto AlpBioEco ha analizzato la catena del valore della mela e le potenziali applicazioni, tra cui prodotti e materiali da costruzione come l'isolamento (AlpBioEco, 2021).

- **Uva (viticoltura)**

Diversi studi di ricerca sull'EC nella catena di produzione del vino sono stati pubblicati negli ultimi anni, compresi alcuni che ne analizzano le opportunità e le sfide. Potenziali applicazioni nella produzione di energia sono: la bio-fertilizzazione, il miglioramento della qualità dell'acqua e l'alimentazione dei pesci (Berardi & Dias, 2019; Câmara et al., 2020; Sehnem et al., 2020; Zambon et al., 2018).

**Vegea** - start-up italiana fondata nel 2016 ([www.vegeacompany.com](http://www.vegeacompany.com)) che produce biomateriali per moda, arredamento, imballaggio, automotive e trasporti. Producono alternative vegetali ai materiali completamente sintetici derivanti dal petrolio (basati su biomasse e materie prime vegetali). Vegea ha sede presso il polo "Progetto Manifattura" di Rovereto e sta accedendo a diverse collaborazioni con i settori pubblici e privati (inclusi l'industria locale e i gruppi di ricerca). All'interno dell'azienda sono evidenziati il continuo investimento in attività di ricerca per sviluppare tecnologie e processi innovativi e a basso impatto ambientale - risultati di un progetto europeo H2020 (<https://cordis.europa.eu/project/id/805055>).

- **Tappi in sughero**

Il sughero è un prodotto di alto valore economico. Nel 2019 gli imballaggi in sughero immessi al consumo in Italia sono stati pari a 12 604 tonnellate (<http://www.rilegno.org/imballaggi/tappi-in-sughero/>). I tappi di sughero naturale delle bottiglie di vino sono 100% riciclabili, e possono essere riciclati come materiale per l'isolamento termico e acustico di edifici di alta qualità. Attualmente il ricupero e il riciclaggio di imballaggi in legno e di tappi in sughero vengono gestiti da **Rilegno**, un consorzio nazionale, tramite l'iniziativa "Tappo a chi?" (<http://www.tappoachi.it>). L'iniziativa è attiva in Alto Adige. I tappi di sughero possono essere raccolti in Provincia in luoghi convenzionati, trasportati e riciclati in due impianti al Nord, uno a Cuneo (Piemonte) e l'altro a Treviso (Veneto). Tuttavia, le istruzioni della SEAB nel manuale di raccolta dei rifiuti indicano che i tappi in sughero vanno gettati nei rifiuti indifferenziati.

- **La canapa**

L'azienda Schönthaler ([www.schoenthaler.com](http://www.schoenthaler.com)) coltiva canapa in Val Venosta e produce mattoni che contengono una miscela di canapa e calce. La canapa porta con sé molti vantaggi: la produzione è molto più rapida, perché una pianta di canapa cresce 50 volte più in fretta rispetto ad un albero. La quantità necessaria per la costruzione di una piccola casa unifamiliare corrisponde a quella prodotta da una piantagione di un ettaro in 5 mesi; grazie all'alto contenuto di silicio e di magnesio il processo di pietrificazione rende i mattoni di canapa prodotti durevoli. L'alta capacità isolante permette di evitare di usare polistirolo. Il mix di calce e canapa ha proprietà purificanti e crea un ambiente con un'elevata qualità dell'aria. La canapa permette di evitare l'uso di materiali maggiormente inquinanti. Le principali criticità riguardano: (i) l'uso del suolo: per la coltivazione della canapa sarebbero da preferire campi abbandonati e non campi riconvertiti; e (ii) la tecnologia - al momento l'Alto Adige non dispone di macchinari in grado di processare le fibre di canapa (<https://www.hanfstein.eu/home-italiano/>). Anche l'azienda EcoPassion, con sede a Brunico, è nata per sfruttare le grandi potenzialità di questo prodotto molto versatile e con un'idea precisa: sviluppare un progetto di bioedilizia attorno alla canapa. I suoi fondatori Alexander Erlacher e Christoph Kirchner vorrebbero veder spuntare in Alto Adige e nel resto d'Italia campi di canapa e contribuire a far dimenticare i preconcetti sulla canapa come sostanza stupefacente (<https://www.ecopassion.com/about/>).

Queste applicazioni sono state selezionate in base alla loro rilevanza nella produzione agricola della Provincia. Tuttavia, non sono esaustive: altri sottoprodotti e residui agricoli possono essere integrati nei materiali da costruzione e nella produzione di energia basata sulla biomassa, e dovrebbero quindi essere considerati nella transizione all'CE. Per esempio, le bucce di patata possono essere utilizzate in materiali da costruzione e da arredamento (esempio <https://www.chipsboard.com/>).

## **Allevamento**

- **Ovini (lana)**

La lana di pecora ha un alto potenziale come isolante termico naturale negli edifici (Bosia et al., 2015; Parlato & Porto, 2020; Volf et al., 2015). In Italia esistono già delle esperienze riuscite di imprese che hanno deciso di investire sulla lana di pecora e che hanno sviluppato delle strategie di business per utilizzare questo materiale prezioso e versatile, che purtroppo troppo spesso viene gettato via. In Alto Adige troviamo delle piccole esperienze come quella delle donne di Bergauf che in Val d'Ultimo si occupano della creazione di abbigliamento, scarpe, materassi, tappeti tutti fatti a mano o come quella di Verena Oppermann e della scuola invernale di Santa Valburga.

- **Pollame (gusci d'uovo)**

Il guscio d'uovo è un prodotto prezioso, che può avere molteplici applicazioni nel calcestruzzo e nei blocchi da costruzione e che può anche sostituire il cemento (che è associato ad alti impatti ambientali) (Ferraz et al., 2018). Diversi studi recenti forniscono approfondimenti sulle potenziali applicazioni del guscio d'uovo in una prospettiva di economia circolare (Mignardi et al., 2020; Quina et al., 2017). Anche la gestione del letame di pollame in applicazioni agricole è stata studiata come fattore da considerare per la CE (Bortolini et al., 2020).

- **Biogas (recupero energetico)**

Quando si parla di circolarità in una provincia agricola come l'Alto Adige, un'attenzione particolare va riservata al settore del biogas. Oltre all'impianto di Prato allo Stelvio e a Biogas Südtirol, in Alto Adige sono situati il biogas Wipptal e la Schmack Biogas Srl. Il biogas Wipptal raccoglie letami e liquami provenienti dai masi altoatesini, soci dell'impianto, e provvede a trattare una parte di questi materiali per trasformarli in biogas per la produzione di energia elettrica e calore. Il 50% circa del digestato (sottoprodotto del processo di digestione anaerobica) viene ritrasportato ai masi dove i contadini lo possono distribuire nei campi assieme ad un prototipo specifico. L'altro 50% subisce un trattamento ulteriore (separazione meccanica, compressione elicoidale e osmosi inversa) che permette di ottenere un concentrato che contiene un alto tasso di nutrienti particolarmente adatto all'agricoltura. Con la parte solida del digestato si ottiene un fertilizzante che può essere distribuito ai contadini produttori di frutta e vino. Gli obiettivi del biogas Wipptal sono ambizioni e contribuiscono ad una visione sostenibile della produzione e del riuso di materiali. Attraverso i processi sopra descritti l'impianto contribuisce a ridurre i nutrienti tipici dell'allevamento intensivo, mette sul mercato fertilizzanti naturali e migliora le condizioni di lavoro dei contadini di montagna. L'impianto si pone come buon esempio e riconosce il suo potenziale di trasferibilità. L'esempio del biogas di Wipptal dimostra che una tecnologia efficace per la produzione di biogas è presente in Provincia di Bolzano. Il nodo da sciogliere riguarda la logistica, in particolare il costo elevato dei trasporti. Importante in questo contesto è il progetto "Energia Alta Val di Non", in cui Eurac Research ha condotto studi di fattibilità tecnico-economici e localizzativi per 7 settori energetici, compresa la biomassa forestale, i reflui zootecnici e l'efficienza energetica degli edifici.<sup>15</sup>

## **Foreste e silvicoltura**

La PAB non dispone di industrie o impianti specializzate nella lavorazione degli scarti di legname, che possono essere utilizzati come materiali di costruzione, (pannelli da legno di scarto) o come biomassa negli impianti di teleriscaldamento. Tuttavia, per quanto riguarda il settore del legno, sono da menzionare i seguenti aspetti che possono essere considerati primi passi e iniziative verso la circolarità (maggiori informazioni sulle aziende e su altri stakeholders sono contenute nel Report P.A.3):

- riduzione dei rifiuti: l'azienda Nordplan utilizza una tecnologia relativa alla segatura che permette di produrre meno scarti a livello del tronco. Inoltre, propone un sistema di filiera corta che genera benefici per l'economia locale;
- prolungamento del ciclo di vita delle materie prime: la filosofia di Holzius è quella di costruire edifici completamente in legno (che non contengono nessun elemento in metallo). Questo la rende un'azienda innovativa che include elementi di circolarità in quanto riesce a prolungare la vita del legno attraverso l'applicazione dei principi di riutilizzo (impiego degli scarti del legno come biomassa e pellet per la produzione di energia) e riciclo (impiego dei tronchi lavorati come pannelli e arredi per gli interni).

<sup>15</sup> <http://www.eurac.eu/en/research/technologies/renewableenergy/projects/Documents/RassegnaStampa.pdf>

- **Biomassa (teleriscaldamento)**

L'Unione Energia Alto Adige (SEV) sottolinea gli effetti positivi degli impianti di teleriscaldamento a biomassa nella creazione di valore aggiunto, distribuito su diversi settori della PAB (e nell'occupazione). Le centrali di teleriscaldamento a biomassa in Alto Adige sono 77 e permettono un risparmio stimato in 108 914 000 litri di gasolio.<sup>16</sup> È stato anche calcolato che per ogni euro generato dagli impianti di teleriscaldamento il sistema economico provinciale beneficia complessivamente di 2,36€. Inoltre, Nikodinoska et al. (2017) hanno studiato i costi e gli impatti delle biomasse legnose lungo la catena del valore delle bioenergie nella Val Sarentino, dimostrando che un maggiore utilizzo dei residui di segheria avrebbe un impatto positivo nel potenziare la produzione efficiente di energia per le attività locali (con prestazioni ambientali positive in termini di riduzione dei rifiuti, delle emissioni e della conservazione dello stock di capitale naturale). Per quanto riguarda il settore delle segherie portiamo l'esempio della segheria demaniale Latemar: in seguito al trattamento dei legnami (tondame, segati e semilavorati), l'azienda propone l'utilizzo di segatura, cippato fresco e cippato essiccato. Anche l'Unione delle segherie dell'Alto Adige annovera tra i suoi prodotti secondari una serie di biomasse del legno: segatura, bricchetti, pellets, corteccia grossa e macinata, cippato fresco ed essiccato.

L'opportunità nella catena del teleriscaldamento risiede nel fatto che questo settore dipende fortemente dalle importazioni: secondo i dati del SEV il 34% del cippato usato in Alto Adige è importato dal Trentino o dall'estero.<sup>17</sup> C'è un'opportunità importante di migliorarla nell'utilizzo di scarti locali. A questo proposito è interessante citare nuovamente l'esempio della Val Sarentino, nella quale il teleriscaldamento funziona interamente con il cippato prodotto in valle (Nikodinoska et al., 2017). Nel progetto Foropa è stato possibile analizzare la catena del valore prodotta da questo settore e stabilire che per ogni euro investito il ricavato è stato tre volte superiore rispetto al caso in cui la materia prima (solitamente lavorata localmente e utilizzata per la produzione di biomassa e, conseguentemente, di energia) viene esportata fuori dalla Provincia. Nonostante ciò, si tratta di un *downcycling* e di un processo che causa emissioni di CO<sub>2</sub> rilasciate durante la combustione delle biomasse legnose. L'alternativa preferenziale sarebbe quella di riutilizzare e riciclare il legno di scarto come materia prima (che può essere recuperato e riciclato in vari cicli), invece di occuparsi del ricupero energetico, che comporta un *downcycling* ed è un utilizzo finale degli scarti (un ultimo ciclo). Comunque, l'utilizzo a cascata può essere considerato come un'alternativa nella transizione verso l'EC.

Resta aperta la discussione sullo smaltimento della cenere, che non ha ancora trovato una soluzione giuridica. Questo tema è stato evidenziato anche dal "CirculAlps", un progetto ARPAF che mirava a promuovere le economie circolari e biologiche nel settore del legname alpino. Il report sottolinea la difficoltà creata dalla legislazione italiana che classifica le ceneri da biomassa come "rifiuti speciali non pericolosi" (D.lgs. 152/2006, parte IV). La norma in questione prevede diverse opzioni per l'utilizzo delle ceneri da biomassa, come la produzione di cemento, il compost e i fertilizzanti, ma esclude lo spargimento diretto sul campo. Un'eventuale modifica della norma permetterebbe altre possibilità. Biocen (CTI, 2004) è un progetto sperimentale realizzato in Lombardia che ha studiato la valorizzazione delle ceneri prodotte dalla combustione delle biomasse. Un progetto di questo tipo potrebbe essere rilevante anche a livello altoatesino. Anche l'Università di Catania sta portando avanti uno studio che intende sviluppare un'EC della cenere: <sup>18</sup> - Recupero e utilizzo delle ceneri vulcaniche etnee - ha come finalità l'utilizzo della cenere lavica dell'Etna come materiale per l'edilizia e per le pavimentazioni stradali. Inoltre, per ovviare alle criticità sopra descritte sarebbe necessario investire in aziende innovative e specializzate in settori chiave per lo sviluppo di un'economia circolare in ambito forestale nella PAB. Per menzionare un esempio, ci sembra importante far notare che nella PAB non esistono aziende che si occupano della produzione di pannelli a partire da legno di scarto.

<sup>16</sup> <https://www.fti.bz.it/dati/>

<sup>17</sup> <https://www.sev.bz.it/de/news/hackschnitzel-kurze-wege/20-520.html>

<sup>18</sup> <https://catania.liveuniversity.it/2021/06/25/catania-green-park/>

- **Artigianato**

Un settore culturalmente importante nella PAB è quello dell'artigianato. Gli artigiani si posizionano in una logica di recupero e di circolarità: alcuni falegnami si sono specializzati nel recupero del legno delle vecchie costruzioni che, essendo molto secco, è ideale per realizzare le loro creazioni, in particolare porte e prodotti di design per interno.

## **Rifiuti da costruzione e demolizione (C&D)**

La strategia di riduzione dei rifiuti C&D è qui divisa in tre tipi di azioni. In primo luogo, la **fase di progettazione** gioca un ruolo importante nella prevenzione degli input e degli output, cioè sulla riduzione dei requisiti dei materiali degli edifici e dei rifiuti generati, ma anche nell'aumentare le possibilità di recupero (quantitativamente e qualitativamente) alla fine del ciclo di vita degli edifici dei componenti edilizi. Per esempio, l'uso di materiali compositi da costruzione può rendere la separazione e il recupero più impegnativi ed esigenti in termini di risorse, mentre i componenti modulari di facile smontaggio e separazione dei materiali possono contribuire a tassi di separazione più alti e migliori pratiche di recupero (per esempio, mantenendo il valore delle risorse nell'economia). In secondo luogo, la **fase di demolizione** è fondamentale per la separazione selettiva della raccolta dei rifiuti C&D. Convenzionalmente, la demolizione di edifici ha un basso tasso di separazione, poiché la grande maggioranza dei materiali da costruzione utilizzati (in termini di volume di massa) sono "materiali inerti", fra cui calcestruzzo, cemento e muratura (ad es. mattoni e piastrelle in ceramica o pietra). Oggi, questi materiali sono per lo più recuperati per l'applicazione nei solai di piano e nelle piastre di fondazione, non richiedendo quindi la loro separazione. L'edificio dovrebbe essere svuotato e tutti i componenti o materiali che necessitano di un trattamento speciale dovrebbero essere rimossi (tipicamente questo include la rimozione degli allestimenti interni e il tetto dell'edificio). Si procede poi alla demolizione meccanica dell'edificio (inclusi muri e pavimenti), sia con escavatrici di tipo semplice (in caso di murature in mattoni) o pinze idrauliche (in caso di calcestruzzo). I materiali vengono poi trasportati agli impianti di riciclaggio di materiali di demolizione per il successivo trattamento. A causa dell'alto volume e della natura mista di questi rifiuti, il loro smaltimento ha costi elevati per le imprese di demolizione. La demolizione selettiva, con la separazione dei diversi componenti edilizi, dei materiali e delle frazioni minerali e non minerali è centrale nella transizione verso un'EC nell'ambiente costruito (IFEU & Syneco, 2012). Infine, nel **pretrattamento e recupero** dei rifiuti di demolizione, data la percentuale elevata di sostanze estranee nei materiali da costruzione compositi (si stima oltre il 50%), sono necessari pretrattamenti specifici, sia per il suo recupero o per il suo smaltimento in discarica. Anche questi processi di pretrattamento devono venire analizzati per capire come i cambiamenti nelle pratiche di progettazione e demolizione possono effettivamente contribuire a tassi di recupero e valore dei rifiuti C&D più elevati - la separazione selettiva dei rifiuti C&D nei cantieri edili e le parti interessate al trattamento e al recupero (e la pratica) devono essere strettamente collegate (IFEU & Syneco, 2012).

## 7. Conclusioni

Questo rapporto si propone di stabilire i presupposti per sostenere la transizione verso l'EC nella PAB, fornendo un *background* sintetico - comprese le definizioni e lo stato dell'arte dell'economia circolare, con una breve panoramica del contesto europeo e italiano, includendo le politiche e le strategie per promuovere e abilitare l'EC, un'analisi della PAB e delle potenzialità e priorità che possono essere affrontate nella transizione verso un'EC. Il progetto SEC si concentrerà sul settore dell'edilizia e in particolare nel potenziale di sinergie con i settori della bioeconomia al fine di ridurre le richieste di materiali non rinnovabili e gli impatti ambientali associati alle attività di costruzione, sviluppando strategie per prevenire e gestire i rifiuti da costruzione e demolizione. Le conoscenze, gli approcci e gli strumenti identificati nel progetto per questi settori, sistemi e fasi sono da intendere come un esempio o un primo passo, che mirano alla scalabilità e alla replica ad altri settori, dimensioni e aree territoriali. Lo scopo del progetto è quello di integrare l'attività di ricerca con le conoscenze del territorio e le applicazioni tecniche per supportare la creazione di strategie per un'economia locale più circolare. Basandoci su questa analisi dello stato dell'arte, nelle prossime fasi del progetto saranno effettuate una selezione di attività e processi da monitorare, un'analisi esemplificativa, la mappatura di risorse e la valutazione del ciclo di vita di una potenziale azione per la circolarità. Infine, il progetto procederà alla mappatura degli attori in vista della creazione di networks e di una piattaforma per lo scambio di risorse.

## Bibliografia

- Allwood, J. M., Cullen, J. M., & Milford, R. L. (2010). Options for achieving a 50% cut in industrial carbon emissions by 2050. *Environmental Science and Technology*, 44(6), 1888–1894. doi:10.1021/es902909k
- Alonso-Almeida, M. D. M., & Rodríguez-Antón, J. M. (2020). The role of institutional engagement at the macro level in pushing the circular economy in Spain and its regions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(6), 1–24. doi:10.3390/ijerph17062086
- AlpBioEco. (2021). *AlpBioEco Final Report*. Interreg Alpine Space. Sigmaringen, Germany. Disponibile su: <https://alpine-space.eu/projects/alpbioeco/en/activities-results/main-activities-results/final-report>
- Aranda-Usón, A., Portillo-Tarragona, P., Scarpellini, S., & Llana-Macarulla, F. (2020). The progressive adoption of a circular economy by businesses for cleaner production: An approach from a regional study in Spain. *Journal of Cleaner Production*, 247. doi:10.1016/j.jclepro.2019.119648
- Arfò, S., Mulè, M., Matarazzo, A., Bongiorno, V., & Giarratana, A. (2019). Management and reuse of industrial waste: Inert asbestos as a raw material in the construction sector in a circular economy perspective. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management* 6(1): 17–24.
- ASTAT. (2020). South Tyrol in figures. Istituto provinciale di statistica. Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige. Disponibile su: [https://astat.provinz.bz.it/downloads/Siz\\_2020-eng.pdf](https://astat.provinz.bz.it/downloads/Siz_2020-eng.pdf)
- ASVIS. (2020). L'Italia e gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile. Rapporto ASVIS 2020 (pp. 1–200). Disponibile su: [https://asvis.it/public/asvis2/files/Rapporto\\_ASViS/Rapporto\\_ASViS\\_2020/Report\\_ASViS\\_2020\\_FINAL8ott.pdf](https://asvis.it/public/asvis2/files/Rapporto_ASViS/Rapporto_ASViS_2020/Report_ASViS_2020_FINAL8ott.pdf)
- Badiu, D., Arion, F. H., Muresan, I. C., Lile, R., & Mitre, V. (2015). Evaluation of economic efficiency of apple orchard investments. *Sustainability (Switzerland)* 7(8): 10521–10533. doi:10.3390/su70810521
- Balest, J., Secco, L., Pisani, E., & Garegnani, G. (2019). Municipal transitions: The social, energy, and spatial dynamics of sociotechnical change in South Tyrol, Italy. *Energy Research and Social Science*, 54: 211–223. doi:10.1016/j.erss.2019.04.015
- Bassi, F., & Dias, J. G. (2019). The use of circular economy practices in SMEs across the EU. *Resources, Conservation and Recycling* 146: 523–533. doi:10.1016/j.resconrec.2019.03.019
- Beckmann, A., Sivarajah, U., & Irani, Z. (2020). Circular economy versus planetary limits: a Slovak forestry sector case study. *Journal of Enterprise Information Management*. doi:10.1108/JEIM-03-2020-0110
- Berardi, P. C., & Dias, J. M. (2019). How Has the Wine Sector Incorporated the Premises of Circular Economy? *Journal of Environmental Science and Engineering B* 8(3): 108–117. doi:10.17265/2162-5263/2019.03.004
- Berg, A., Antikainen, R., Hartikainen, E., Kauppi, S., Kautto, P., Lazarevic, D., Piesik, S., & Saikku, L. (2018). *Reports of the Finnish Environment Institute - Circular Economy for Sustainable Development* 24. SITRA. ISBN 978-952-11-4970-2.
- Bianchi, D. (2018) *Economia circolare in Italia – La filiera del riciclo asse portante di un'economia senza rifiuti*. Edizioni Ambiente srl., Milano, Italia. ISBN 978-88-6627-241-0.
- Bilal, M., Khan, K. I. A., Thaheem, M. J., & Nasir, A. R. (2020). Current state and barriers to the circular economy in the building sector: Towards a mitigation framework. *Journal of Cleaner Production* 276: 123250. doi:10.1016/j.jclepro.2020.123250
- Blomsma, F., Pieroni, M., Kravchenko, M., Pigosso, D. C. A., Hildenbrand, J., Kristinsdottir, A. R., Kristoffersen, E., Shabazi, S., Nielsen, K. D., Jönbrink, A. K., Li, J., Wiik, C., & McAlloone, T. C. (2019). Developing a circular strategies framework for manufacturing companies to support circular economy-oriented innovation. *Journal of Cleaner Production* 241. doi:10.1016/j.jclepro.2019.118271
- Bortolini, S., Macavei, L. I., Hadj Saadoun, J., Foca, G., Ulrici, A., Bernini, F., Malferrari, D., Setti, L., Ronga, D., & Maistrello, L. (2020). *Hermetia illucens* (L.) larvae as chicken manure management tool for circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 262, 121289. doi:10.1016/j.jclepro.2020.121289
- Bosia, D., Savio, L., Thiebat, F., Patrucco, A., Fantucci, S., Piccablotto, G., & Marino, D. (2015). Sheep wool for sustainable architecture. *Energy Procedia* 78: 315–320. doi:10.1016/j.egypro.2015.11.650
- Boulding, K. (1966). The Economics of the Coming Spaceship Earth. In: Jarrett, H., Ed., *Environmental Quality in a Growing Economy*, Resources for the Future/Johns Hopkins University Press, Baltimore, 3-14. Disponibile su: <https://www.laceiba.org.mx/wp-content/uploads/2017/08/Boulding-1996-The-economics-of-the-coming-spaceship-earth.pdf>
- Bressanelli, G., Saccani, N., Pigosso, D. C. A., & Perona, M. (2020). Circular Economy in the WEEE industry: a systematic literature review and a research agenda. *Sustainable Production and Consumption* 23: 174–188. doi:10.1016/j.spc.2020.05.007



- Câmara, J. S., Lourenço, S., Silva, C., Lopes, A., Andrade, C., & Perestrelo, R. (2020). Exploring the potential of wine industry by-products as source of additives to improve the quality of aquafeed. *Microchemical Journal* 155: 104758. doi:10.1016/j.microc.2020.104758
- Camilleri, M. (2018). Closing the loop for resource efficiency, sustainable consumption and production: a critical review of the circular economy. *International Journal of Sustainable Development* 1(1): 1. doi:10.1504/ijsd.2018.10012310
- Camilleri, M. (2019). The circular economy's closed loop and product service systems for sustainable development: A review and appraisal. *Sustainable Development* 27(3): 530–536. doi:10.1002/sd.1909
- Cappellaro, F., Fantin, V., Barberio, G., & Cutaia, L. (2020). Circular economy good practices supporting waste prevention: The case of Emilia-Romagna Region. *Environmental Engineering and Management Journal* 19(10): 1701–1710. doi:10.30638/eemj.2020.160
- CE (2020) COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe. Commissione Europea. COM/2020/98 final. European Commission, Brussels. Disponibile su: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0098>
- CE (2019). COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE EUROPEAN COUNCIL, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS The European Green Deal. COM/2019/640 final. Commissione Europea. European Commission, Brussels. Disponibile su: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN>
- CE (2018). A sustainable Bioeconomy for Europe: Strengthening the connection between economy, society. Commission to the European Parliament European Council European Economic and Social Committee Committee of the Regions COM/2018/673 final. Disponibile su: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A52018DC0673>
- CE (2015). Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy, 614 Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions (COM 2015). Commissione Europea, Brussels. Available: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52015DC0614>.
- CE (2014) COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe COM/2014/0398 final/2\*. Commissione Europea. European Commission, Brussels. Disponibile su: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52014DC0398R%2801%29>
- CE (2008). Direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive (pp. 3–30). Gazzetta ufficiale dell'Unione europea. Disponibile su: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=celex:32008L0098>
- CEN & ENEA. (2019). Rapporto sull'economia circolare in Italia 2019. Gruppo di lavoro del Network, Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile e ENEA. Disponibile su: <https://circularconomynetwork.it/wp-content/uploads/2019/02/Rapporto-sulleconomia-circolare-in-Italia-2019.pdf>
- CEN & ENEA. (2020). Rapporto sull'economia circolare in Italia 2020: Con Focus sulla bioeconomia. Gruppo di lavoro del Network, Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile e ENEA. Disponibile su: [https://circularconomynetwork.it/wp-content/uploads/2020/04/Rapporto-sulleconomia-circolare-in-Italia-2020\\_r04.pdf](https://circularconomynetwork.it/wp-content/uploads/2020/04/Rapporto-sulleconomia-circolare-in-Italia-2020_r04.pdf)
- Circular Economy Nederland (2017). National agreement on the circular economy. Disponibile su : <https://www.government.nl/topics/circular-economy/documents/discussion-documents/2017/01/24/national-agreement-on-the-circular-economy>
- CTI (2004). Gestione e valorizzazione delle ceneri di combustione nella filiera Legno-Energia: Relazione tecnica conclusiva (p. 156). Comitato Termotecnico Italiano. Regione Lombardia - Agricoltura. Disponibile su: <https://www.cti2000.it/solidi/Relazione%20conclusiva%20BIOCEN.pdf>
- Cutaia, L., Scagliarino, C., Mencherini, U., Monica, M. (2016) Project green Symbiosis 2014— II phase. Results from an industrial symbiosis pilot project in Emilia Romagna region (Italy). *Environmental Engineering and Management Journal* 15(9): 01–13. doi: 10.30638/eemj.2016.210.
- Danish Government. (2018). Strategy for Circular Economy - More value and better environment through design, consumption, and recycling. (Issue September). The Danish Government, Ministry of Environment and Food and Ministry of Industry Business and Financial Affairs, Copenhagen, Denmark. ISBN digital: 978-87-93635-91-3. Disponibile su: <https://stateofgreen.com/en/uploads/2018/10/Strategy-for-Circular-Economy-1.pdf>
- Dantas, T. E. T., de-Souza, E. D., Destro, I. R., Hammes, G., Rodriguez, C. M. T., & Soares, S. R. (2021). How the combination of Circular Economy and Industry 4.0 can contribute towards achieving the Sustainable Development Goals. *Sustainable Production and Consumption* 26: 213–227. doi:10.1016/j.spc.2020.10.005
- Dong, L., Liang, H., Zhang, L., Liu, Z., Gao, Z., & Hu, M. (2017). Highlighting regional eco-industrial development: Life cycle benefits of an urban industrial symbiosis and implications in China. *Ecological Modelling* 361: 164–176.

[doi:10.1016/j.ecolmodel.2017.07.032](https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2017.07.032)

- Duan, Y., Mehariya, S., Kumar, A., Singh, E., Yang, J., Kumar, S., Li, H., & Kumar Awasthi, M. (2021). Apple orchard waste recycling and valorization of valuable product-A review. *Bioengineered* 12(1): 476–495. [doi:10.1080/21655979.2021.1872905](https://doi.org/10.1080/21655979.2021.1872905)
- Dyjakon, A. (2018). Harvesting and baling of pruned biomass in apple orchards for energy production. *Energies* 11(7). [doi:10.3390/en11071680](https://doi.org/10.3390/en11071680)
- EEA (2020). Resource efficiency and the circular economy in Europe 2019 : even more from less : An overview of the policies, approaches and targets of 32 European countries. In *Eionet Report - ETC/WMGE 2019* (pp. 30). European Topic Centre on Waste and Materials in a Green Economy (ETC/WMGE). [doi:10.2800/331070](https://doi.org/10.2800/331070)
- EMF (2015). *Growth Within: A Circular Economy Vision for a Competitive Europe*, Ellen Mac Arthur Foundation, Sun, and McKinsey Center for Business and Environment. Disponibile su: [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation\\_Growth-Within\\_July15.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation_Growth-Within_July15.pdf)
- Fagarazzi, C., Marone, E., Giovannini, M. R. M., Riccioli, F., Meo, I. De, Paletto, A., & Fratini, R. (2020). Thinning in black pine (*Pinus nigra* J.F.Arnold) forests: the economic sustainability of the wood-energy supply chain in a case study in Italy. *Annals of Silvicultural Research* 46(1). [doi:10.12899/asr-2142](https://doi.org/10.12899/asr-2142)
- Falcone, P. M., Tani, A., Tartiu, V. E., & Imbriani, C. (2020). Towards a sustainable forest-based bioeconomy in Italy: Findings from a SWOT analysis. *Forest Policy and Economics* 110. [doi:10.1016/j.forpol.2019.04.014](https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.04.014)
- Fan, Y. Van, Lee, C. T., Lim, J. S., Klemeš, J. J., & Le, P. T. K. (2019). Cross-disciplinary approaches towards smart, resilient and sustainable circular economy. *Journal of Cleaner Production* 232: 1482–1491. [doi:10.1016/j.jclepro.2019.05.266](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.266)
- Farooque, M., Zhang, A., Thüerer, M., Qu, T., & Huisingh, D. (2019). Circular supply chain management: A definition and structured literature review. *Journal of Cleaner Production* 228: 882–900. [doi:10.1016/j.jclepro.2019.04.303](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.303)
- Ferraz, E., Gamelas, J. A. F., Coroado, J., Monteiro, C., & Rocha, F. (2018). Eggshell waste to produce building lime: calcium oxide reactivity, industrial, environmental and economic implications. *Materials and Structures/Materiaux et Constructions* 51(5): 1–14. [doi:10.1617/s11527-018-1243-7](https://doi.org/10.1617/s11527-018-1243-7)
- Fortunati, S., Morea, D., & Mosconi, E. M. (2020). Circular economy and corporate social responsibility in the agricultural system: Cases study of the Italian agri-food industry. *Agricultural Economics* (Czech Republic) 66(11): 489–498. [doi:10.17221/343/2020-AGRICECON](https://doi.org/10.17221/343/2020-AGRICECON)
- Fraccascia, L. (2018). Industrial symbiosis and urban areas: A systematic literature review and future research directions. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management* 5(2): 73–83. 22<sup>th</sup> International Trade Fair of Material & Energy Recovery and Sustainable Development, ECOMONDO, November 6-9, 2018, Rimini, Italia. ISSN: 2392 – 9537
- Frosch, R. & Gallopoulos, N. (1989) Strategies for Manufacturing. *Scientific America* 261 (3): pp.144-153.
- Geisendorf, S., & Pietrulla, F. (2018). The circular economy and circular economic concepts—a literature analysis and redefinition. *Thunderbird International Business Review* 60(5): 771–782. [doi:10.1002/tie.21924](https://doi.org/10.1002/tie.21924)
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production* 143: 757–768. [doi:10.1016/j.jclepro.2016.12.048](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048)
- 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: 11–32. [doi:10.1016/j.jclepro.2015.09.007](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007)
- Ghisellini, P., & Ulgiati, S. (2020). Circular economy transition in Italy. Achievements, perspectives and constraints. *Journal of Cleaner Production* 243: 118360. [doi:10.1016/j.jclepro.2019.118360](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118360)
- Hartley, K., van Santen, R., & Kirchherr, J. (2020). Policies for transitioning towards a circular economy: Expectations from the European Union (EU). *Resources, Conservation and Recycling* 155: 104634. [doi:10.1016/j.resconrec.2019.104634](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104634)
- Hedberg, A., & Šipka, S. (2020). *The circular economy: Going digital*. PC Task Force on the Digital Roadmap for Circular Economy, European Policy Centre, pp. 1–120. Disponibile su: [https://www.epc.eu/content/PDF/2020/DRCE\\_web.pdf](https://www.epc.eu/content/PDF/2020/DRCE_web.pdf)
- Hedberg, A., Šipka, S., & Bjerkem, J. (2019). *Creating a digital roadmap for a Circular Economy*. In Discussion Paper - Sustainable Prosperity for Europe Programme. Disponibile su: [www.epc.eu/prog\\_forum.php?forum\\_id=77&prog\\_id=2](http://www.epc.eu/prog_forum.php?forum_id=77&prog_id=2)
- Heinrich, M., & Lang, W. (2019). *Materials Passports - Best Practice. Innovative Solutions for a Transition to a Circular Economy in the Built Environment*. Technische Universität München, in association with BAMB. ISBN 978-3-941370-96-8. Disponibile su: <http://www.bamb2020.eu>
- Homrich, A. S., Galvão, G., Abadia, L. G., & Carvalho, M. M. (2018). The circular economy umbrella: Trends and gaps on integrating pathways. *Journal of Cleaner Production* 175: 525–543. [doi:10.1016/j.jclepro.2017.11.064](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.064)

- IFEU & Syneco (2012). *Recupero dei materiali di demolizione di CaseClima*. Institut für Energieund Umweltforschung (IFEU) Heidelberg GmbH e Syneco Disponibile su: [https://ambiente.provincia.bz.it/downloads/Progetto\\_demolizione\\_Casaclima.pdf](https://ambiente.provincia.bz.it/downloads/Progetto_demolizione_Casaclima.pdf)
- IRE (2017). *Economy in Figures. L'Economia Altoatesina - Dati attuali, indicatori e sviluppi*. In Focus. Camera di commercio, industria, artigianato ed agricoltura di Bolzano. Disponibile su: [https://www.handelskammer.bz.it/sites/default/files/uploaded\\_files/Scuola\\_economia/economy\\_in\\_figures\\_2017\\_09\\_27\\_it.pdf](https://www.handelskammer.bz.it/sites/default/files/uploaded_files/Scuola_economia/economy_in_figures_2017_09_27_it.pdf)
- IRE (2019). *Economy in Figures. L'Economia Altoatesina - Dati attuali, indicatori e sviluppi*. In Focus. Camera di commercio, industria, artigianato ed agricoltura di Bolzano. Disponibile su: <https://www.wifo.bz.it/media/a80bd059-2c2a-4073-b1d6-352ea9f44298/2019-web-economyinfigures-ita.pdf>
- IRP (2020). *Resource Efficiency and Climate Change: Material Efficiency Strategies for a Low-Carbon Future*. Hertwich, E., Lifset, R., Pauliuk, S., Heeren, N. A report of the International Resource Panel. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya. doi:10.5281/zenodo.3542680
- Kalmykova, Y., Sadagopan, M., & Rosado, L. (2018). Circular economy - From review of theories and practices to development of implementation tools. *Resources, Conservation and Recycling* 135: 190–201. doi:10.1016/j.resconrec.2017.10.034
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling* 127: 221–232. doi:10.1016/j.resconrec.2017.09.005
- Kowalski, Z., & Makara, A. (2021). The circular economy model used in the polish agro-food consortium: A case study. *Journal of Cleaner Production* 284: 124751. doi:10.1016/j.jclepro.2020.124751
- Lenglet, J., & Peyrache-Gadeau, V. (2020). Circularities and proximities within resource valuation systems: insights from territory-based initiatives in the forestry sector. *European Planning Studies* 0(0): 1–24. doi:10.1080/09654313.2020.1846686
- McDonough, W. & Braungart, M. (2002) *Cradle to Cradle: Rethinking the Way We Make Things*. Paperback. Gordonsville, Virginia, U.S.A. North Point Press. ISBN-13: 978-0865475878.
- Mencherini, U., Picone, S., Calabri, L., Ratta, M., Toschi, T. G., & Cardenia, V. (2020). *Emilia-Romagna (Italy) Innovative Experiences on Circular Economy*. In R. Salomone, A. Cecchin, P. Deutz, A. Raggi, & L. Cutaia (Eds.), *Industrial Symbiosis for the Circular Economy: Operational Experiences, Best Practices and Obstacles to a Collaborative Business Approach* (pp. 119–134). Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-030-36660-5\_8
- Mignardi, S., Archilietti, L., Medeghini, L., & De Vito, C. (2020). Valorization of Eggshell Biowaste for Sustainable Environmental Remediation. *Scientific Reports* 10(1): 1–10. doi:10.1038/s41598-020-59324-5
- Morseletto, P. (2020). Targets for a circular economy. *Resources, Conservation and Recycling* 153: 104553. doi:10.1016/j.resconrec.2019.104553
- Nicolosi, A., Laganà, V. R., Di Gregorio, D., & Privitera, D. (2021). Social farming in the virtuous system of the circular economy. An exploratory research. *Sustainability* 13(2): 1–24. doi:10.3390/su13020989
- Nikodinoska, N., Buonocore, E., Paletto, A., & Franzese, P. P. (2017). Wood-based bioenergy value chain in mountain urban districts: An integrated environmental accounting framework. *Applied Energy* 186: 197–210. doi:10.1016/j.apenergy.2016.04.073
- ONU (2015). *Trasformare il nostro mondo: l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile (Agenda2030)*. In Risoluzione adottata dall'Assemblea Generale il 25 settembre 2015 (pp. 57). Organizzazione delle Nazioni Unite. Disponibile su: <https://unric.org/it/agenda-2030/%0Ahttps://unric.org/it/wp-content/uploads/sites/3/2019/11/Agenda-2030-Onu-italia.pdf>
- PAB. (2017). *Analisi merceologica dei rifiuti della Provincia di Bolzano - Campagna 2016/2017* (pp. 111). Ufficio gestione rifiuti, Agenzia provincial per l'ambiente. Disponibile su: <https://ambiente.provincia.bz.it/rifiuti-suolo/analisi-merceologica-dei-rifiuti-urbani-2017.asp>
- PAB. (2019). *Relazione agraria e forestale 2019* (pp. 204). Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige. Ripartizione Agricoltura. Disponibile su: <https://www.provincia.bz.it/agricoltura-foreste/agricoltura/relazione-agraria-forestale.asp>
- Paletto, A., Demeo, I., Cantiani, P., Chiavetta, U., Fagarazzi, C., Mazza, G., Pieratti, E., Rillo Migliorini, G. M., & Lagomarsino, A. (2018). Analisi della filiera foresta-legno in una prospettiva di (bio)economia circolare: il caso studio della foresta di Monte Morello. *L'Italia Forestale e Montana* 73(3): 107–128. doi:10.4129/ifm.2018.3.01
- Paluš, H. & Krahulcová, M. (2019) Ensuring ecosystem services of forests with the emphasis on their production function. In: Chobanova R. (Ed.), *DIGITALISATION AND CIRCULAR ECONOMY: forestry and forestry based industry implications*, Paper presented at the 12<sup>th</sup> International Scientific Conference WoodEMA 2019 DIGITALISATION AND CIRCULAR ECONOMY: forestry and forestry based industry implications, 11-13.09.2019, Varna, 350 p., Sofia: USB & WoodEMA.
- Parlato, M. C. M., & Porto, S. M. C. (2020). Organized framework of main possible applications of sheep wool fibers in building components. *Sustainability* 12(3). doi:10.3390/su12030761

- Parobek et al. (2019) Perception of wood-based packaging innovation applying smart solutions. In: Chobanova R. (Ed.), *DIGITALISATION AND CIRCULAR ECONOMY: forestry and forestry based industry implications*, Paper presented at the 12<sup>th</sup> International Scientific Conference WoodEMA 2019 DIGITALISATION AND CIRCULAR ECONOMY: forestry and forestry based industry implications, 11-13.09.2019, Varna, 350 p., Sofia: USB & WoodEMA.
- PAT (2020) Trentino Agenda 2030 – Trentino Sostenibile. UMSE Strategia Sviluppo Sostenibile 2030. Provincia Autonoma di Trento. Disponibile su: <https://agenda2030.provincia.tn.it/Documenti/Trentino-Sostenibile>
- Politecnico di Milano. (2021). *Circular Economy Report*. Energy & Strategy Group. Tipografia Galli & C. s.r.l. ISBN: 978 88 6493 058 9
- Quina, M. J., Soares, M. A. R., & Quinta-Ferreira, R. (2017). Applications of industrial eggshell as a valuable anthropogenic resource. *Resources, Conservation and Recycling* 123: 176–186. doi:10.1016/j.resconrec.2016.09.027
- Rodriguez-Anton, J. M., Rubio-Andrada, L., Celemín-Pedroche, M. S., & Alonso-Almeida, M. D. M. (2019). Analysis of the relations between circular economy and sustainable development goals. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 26(8): 708–720. doi:10.1080/13504509.2019.1666754
- Saint Gobain (2018). *FINAL Report Life Is.eco*. LIFE13 ENV/IT/001225. Disponibile su: <https://www.isover.it/sostenibilita/life-iseco>
- Sani, D., Picone, S., Bianchini, A., Fava, F., Guarnieri, P., & Rossi, J. (2021). An overview of the transition to a circular economy in emilia-romagna region, Italy considering technological, legal–regulatory and financial points of view: A case study. *Sustainability* 13(2): 1–23. doi:10.3390/su13020596
- Schroeder, P., Anggraeni, K., & Weber, U. (2019). The Relevance of Circular Economy Practices to the Sustainable Development Goals. *Journal of Industrial Ecology* 23(1): 77–95. doi:10.1111/jiec.12732
- Sedlák, P., Bůryová, D. & Štefko, J. (2019) Innovative design of the low-cost structural system for wood-based houses. In: Chobanova R. (Ed.), *DIGITALISATION AND CIRCULAR ECONOMY: forestry and forestry based industry implications*, Proceedings of Scientific Papers. 12<sup>th</sup> International Scientific Conference WoodEMA 2019 DIGITALISATION AND CIRCULAR ECONOMY: forestry and forestry based industry implications, 11-13.09.2019, Varna, 350 p., Sofia: USB & WoodEMA. ISBN 978-954-397-044-5.
- Sehnm, S., Ndubisi, N. O., Preschlak, D., Bernardy, R. J., & Santos Junior, S. (2020). Circular economy in the wine chain production: maturity, challenges, and lessons from an emerging economy perspective. *Production Planning and Control*, 31(11–12), 1014–1034. doi:10.1080/09537287.2019.1695914
- Singh, R. K., Yabar, H., Mizunoya, T., Higano, Y., & Rakwal, R. (2014). Potential benefits of introducing integrated solid waste management approach in developing countries: A case study in Kathmandu city. *Journal of Sustainable Development* 7(6): 70–83. doi:10.5539/jsd.v7n6p70
- SITRA (2016). *Leading the cycle – Finnish road map to a circular economy 2016–2025*. Helsinki, Finland. ISBN: 978-951-563-978-3. Disponibile su: <https://www.sitra.fi/en/publications/leading-cycle/>
- Tapia, C., Bianchi, M., Pallaske, G., & Bassi, A. M. (2021). Towards a territorial definition of a circular economy: exploring the role of territorial factors in closed-loop systems. *European Planning Studies*: 1–20. doi:10.1080/09654313.2020.1867511
- Taranic, I., Behrens, A., & Topi, C. (2016). Understanding the Circular Economy in Europe, from Resource Efficiency to Sharing Platforms: The CEPS Framework. Ceps Special Report, July, 2016. Disponibile su: <https://www.ceps.eu/ceps-publications/understanding-circular-economy-europe-resource-efficiency-sharing-platforms-ceps/>
- Urge-Vorsatz, D., Khosla, R., Bernhardt, R., Chan, Y. C., Verez, D., Hu, S., & Cabeza, L. F. (2020). Advances toward a net-zero global building sector. *Annual Review of Environment and Resources* 45: 227–269. doi:10.1146/annurev-environ-012420-045843
- Vanhamäki, S., Rinkinen, S., & Manskinen, K. (2021). Adapting a circular economy in regional strategies of the European Union. *Sustainability* 13(3): 1–15. doi:10.3390/su13031518
- Volf, M., Diviš, J., & Havlík, F. (2015). Thermal, moisture and biological behaviour of natural insulating materials. *Energy Procedia* 78: 1599–1604. doi:10.1016/j.egypro.2015.11.219
- Weetman, C. (2017). *A Circular Economy Handbook for Business and Supply Chains: Repair, Remake, Redesign, Rethink*. Kogan Page. ISBN-10: 9780749476755
- Zambon, I., Colantoni, A., Cecchini, M., & Mosconi, E. M. (2018). Rethinking sustainability within the viticulture realities integrating economy, landscape and energy. *Sustainability* 10(2). doi:10.3390/su10020320