

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA

**Dipartimento di Giurisprudenza**

**Master di II livello in Diritto dell'ambiente e gestione del territorio**

---

Andrea Averna

**Economia circolare: analisi delle filiere dei principali  
materiali da imballaggio e strategie di  
decarbonizzazione**

—————  
PROJECT WORK  
—————

RELATRICE:  
Prof.ssa Marisa Meli

---

ANNO ACCADEMICO 2022/2023



# INDICE

## CAPITOLO 1

IL CAMBIAMENTO CLIMATICO .....	1
--------------------------------	---

## CAPITOLO 2

IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA DECARBONIZZAZIONE.....	6
2.1 Le Direttive sui rifiuti e gli imballaggi .....	6
2.3 Il D.lgs. 3 settembre 2020, n. 116.....	8
2.4 La situazione del riciclo in Italia .....	9

## CAPITOLO 3

CARTA.....	11
3.1 Carta e cambiamento climatico .....	11
3.2 Decarbonizzazione settore .....	14
3.3 Strategie decarbon .....	15

## CAPITOLO 4

ALLUMINIO .....	18
4.1 Alluminio e cambiamento climatico .....	18
4.2 Decarbonizzazione settore .....	19
4.3 Strategie decarbon .....	22

## CAPITOLO 5

VETRO .....	24
5.1 Confronto a livello europeo sul riciclo del vetro .....	24
5.2 La produzione di vetro in Italia .....	24
5.3 Le materie prime – materie prime seconde.....	26
5.4 La filiera del recupero degli imballaggi in vetro in Italia .....	27
5.5 L'immesso al consumo di imballaggi in vetro in Italia .....	28
5.6 La raccolta dei rifiuti di imballaggio in vetro .....	29
5.7 Il riciclo dei rifiuti di imballaggio in vetro .....	30
5.8 Il riciclo del vetro .....	32
5.9 Risparmio emissioni CO2 .....	33
5.10 Le potenzialità e le problematiche di filiera.....	34

## CAPITOLO 6

ACCIAIO .....	35
6.1 Il contesto di mercato internazionale ed europeo .....	35
6.2 La produzione di acciaio nel mondo e in Europa .....	36
6.3 Il confronto a livello europeo sul riciclo dei metalli ferrosi.....	36
6.4 La produzione di acciaio in Italia.....	37
6.5 Il mercato dei rottami di acciaio .....	38
6.6 La filiera del recupero degli imballaggi in acciaio in Italia .....	38
6.7 La raccolta dei rifiuti di imballaggio .....	41
6.8 Il riciclo e il recupero dei rifiuti di imballaggio in acciaio.....	42
6.9 Le potenzialità e le problematiche di filiera .....	44

<b>CAPITOLO 7</b>	
<b>PLASTICA .....</b>	<b>45</b>
<b>7.1 Plastica e cambiamento climatico.....</b>	<b>45</b>
<b>7.2 Decarbonizzazione settore .....</b>	<b>47</b>
<b>7.3 Strategie decarbon .....</b>	<b>49</b>
<b>CAPITOLO 8</b>	
<b>LEGNO .....</b>	<b>52</b>
<b>8.1 Il riciclo del legno.....</b>	<b>52</b>
<b>BIBLIOGRAFIA/SITOGRAFIA .....</b>	<b>54</b>

Il presente Project work è il frutto della mia collaborazione con la **Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile**, durante la quale ho lavorato nel team “economia circolare e rifiuti”. I materiali presenti, dei quali mi è stato concesso l’utilizzo per la redazione del presente elaborato, pertanto, sono da considerarsi proprietà della suddetta Fondazione.

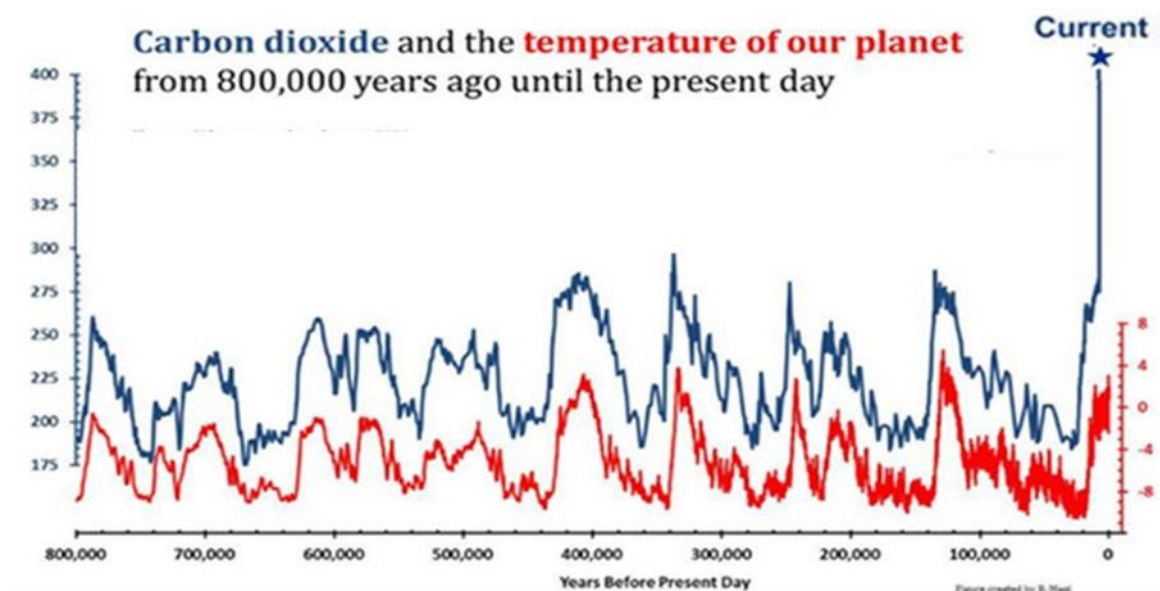
Cominciando con una panoramica generale sul cambiamento climatico e sugli effetti delle immissioni di CO2 in atmosfera, procederò poi con alcuni cenni sulla normativa europea e nazionale in tema di rifiuti da imballaggi e riciclo.

Successivamente si entrerà nel clou del project work con l’analisi delle principali filiere di materiali da imballaggio, con estratti degli aggiornamenti per il CONAI, il consorzio nazionale degli imballaggi, al quale aderiscono le imprese produttrici ed utilizzatrici di imballaggi.

## CAP 1. ILCAMBIAMENTO CLIMATICO<sup>1</sup>

All'origine del cambiamento climatico c'è l'accumulo in atmosfera dei gas ad effetto serra che, intrappolando la radiazione infrarossa, provocano l'aumento della temperatura superficiale. L'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) è il più importante di questi gas e la misurazione della sua concentrazione in parti per milione (ppm) dimostra la sua crescita negli ultimi decenni, come si evince dagli studi sui ghiacci delle calotte polari, i quali permettono di ricostruire l'andamento delle concentrazioni di CO<sub>2</sub> e temperatura negli ultimi 800.000 anni. I dati ricavati dimostrano che aumento di CO<sub>2</sub> ed aumento di temperatura sono correlati e che dopo la rivoluzione industriale si è sfiorato per la prima volta nella storia il valore di 420 ppm, attestatosi in precedenza solo fino a 300 ppm.

**Andamento della temperatura e della concentrazione di CO<sub>2</sub> a scala mondiale negli ultimi 800 mila anni**



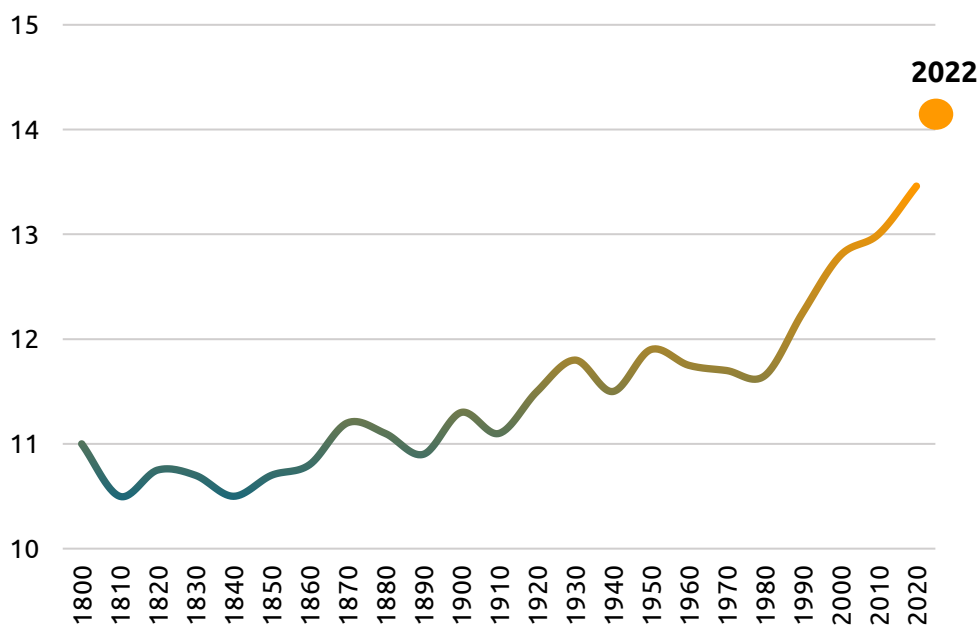
Fonte: B. Magi su dati Nasa e Noaa

A partire dal 1980, ogni decade che si è succeduta è stata in media sempre più calda della precedente. Rispetto al periodo preindustriale, oggi viviamo in un mondo più caldo di oltre 1 °C, che rappresenta in realtà un balzo in avanti molto importante. Le ultime previsioni del Programma Ambiente delle Nazioni Unite, l'UNEP, prevedono che, senza l'introduzione di nuove politiche e misure molto più ambiziose da parte dei Governi di tutto il mondo, entro la fine del secolo in corso potremmo arrivare a toccare la soglia di +3°C rispetto al periodo preindustriale. In questo scenario gli impatti della crisi climatica potrebbero diventare ingestibili e avere enormi impatti sull'economia e sulla società globale.

Secondo un recente studio condotto da Deloitte, in uno scenario a +3 °C la sola Europa nei prossimi 50 anni potrebbe registrare perdite economiche per 10 mila miliardi \$ e di 110 milioni di posti di lavoro.

<sup>1</sup> Ger CONAI 2022 – "Lotta al cambiamento climatico ed economia circolare" del Rapporto di sostenibilità Ecopneus 2023

### Temperatura media annua in Italia (°C)



Fonte: elaborazione Italy for Climate su dati Cnr, Ispra

In Italia la temperatura media ha raggiunto i 14°C nel 2022, cioè un aumento di almeno 2 gradi solo negli ultimi 40 anni. Secondo i dati dello European Sever Weather Database, in Italia nel 2022 si sono verificati più di 3.000 eventi climatici estremi, la maggior parte dei quali è consistita in un'alterazione dei pattern di pioggia, oltre ad avere subito la peggiore siccità degli ultimi 500 anni, ed è stata nel 2021 il paese europeo con il più alto numero di incendi e la più ampia superficie percorsa dal fuoco (160 mila ettari).

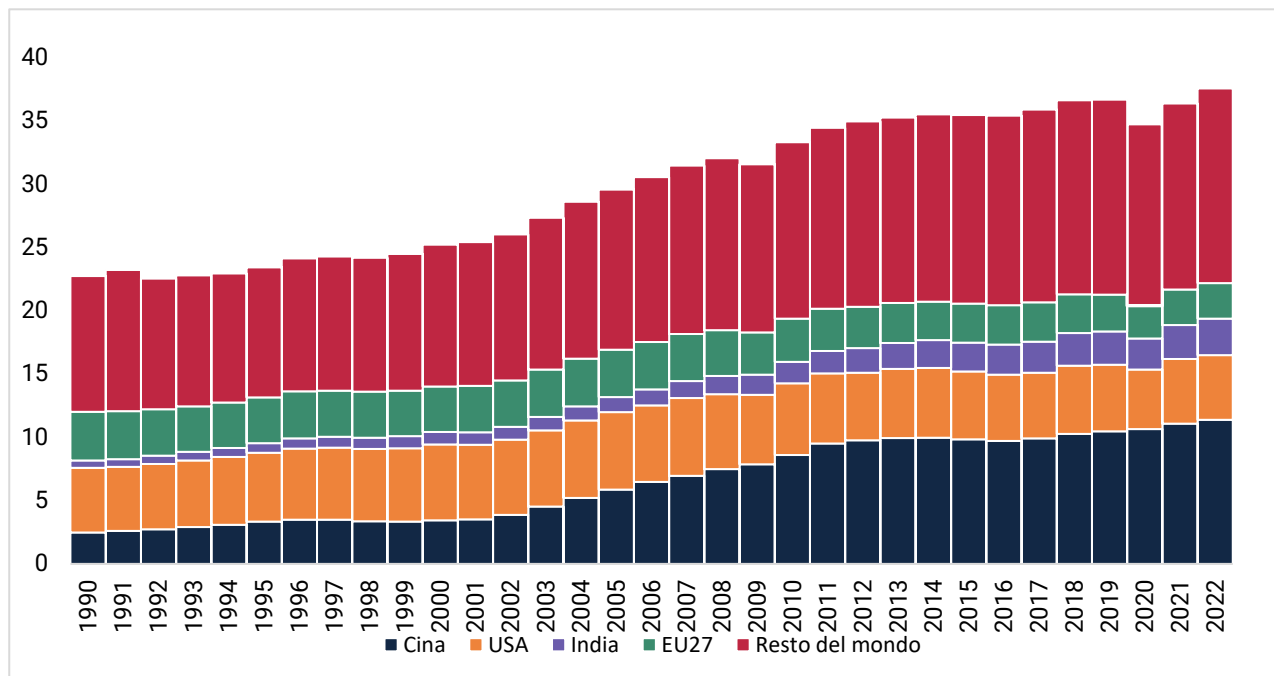
Dal punto di vista economico, in Italia si potrebbero registrare perdite di alcuni punti percentuali di Pil già a metà secolo e fino a quasi il 10% del Pil nella seconda metà del secolo, con un rilevante aggravamento del divario delle condizioni economiche tra Nord e Sud (Fondazione per lo sviluppo sostenibile e European Institute on Economics and the Environment, 2019).

Secondo l'ultimo aggiornamento dell'Emissions gap report dell'Unep, nel 2021 a livello globale sarebbero state emesse circa 53 miliardi di tonnellate CO<sub>2</sub>eq, tornando ai livelli pre pandemia e, anche se la crescita delle emissioni è rallentata negli ultimi anni, dal 1990 a oggi, queste sono aumentate di oltre il 40%. Secondo l'analisi dell'IPCC, l'industria è il primo settore per emissioni di gas serra, responsabile di circa un terzo del totale, seguita dal comparto che mette insieme agricoltura e cambiamenti dell'uso del suolo, che emette circa un quinto del totale, e da edifici e trasporti all'incirca entrambi attorno al 15%.

Nel 2022, secondo le stime del "Global Carbon Project", sono state emesse circa 37 miliardi di tonnellate di CO<sub>2</sub> e di queste oltre la metà derivano da soli quattro Paesi: Cina (oltre 11 miliardi di t), Usa (circa 5), India e Unione europea (entrambe attorno a 3 miliardi di tonnellate). La gran parte

dell'aumento registrato è imputabile alla Cina a cui, negli ultimi anni, si è aggiunta l'India che proprio di recente ha superato in valore assoluto le emissioni europee. Rimangono differenze in termini di emissioni pro capite tra i diversi Paesi del mondo: secondo i dati dell'Unep, in India, un cittadino emette mediamente poco più di 2 tonnellate all'anno di gas serra, contro 7 di un europeo, 10 di un cinese o 14 di uno statunitense.

**Emissioni mondiali di anidride carbonica – miliardi di tonnellate di CO2**



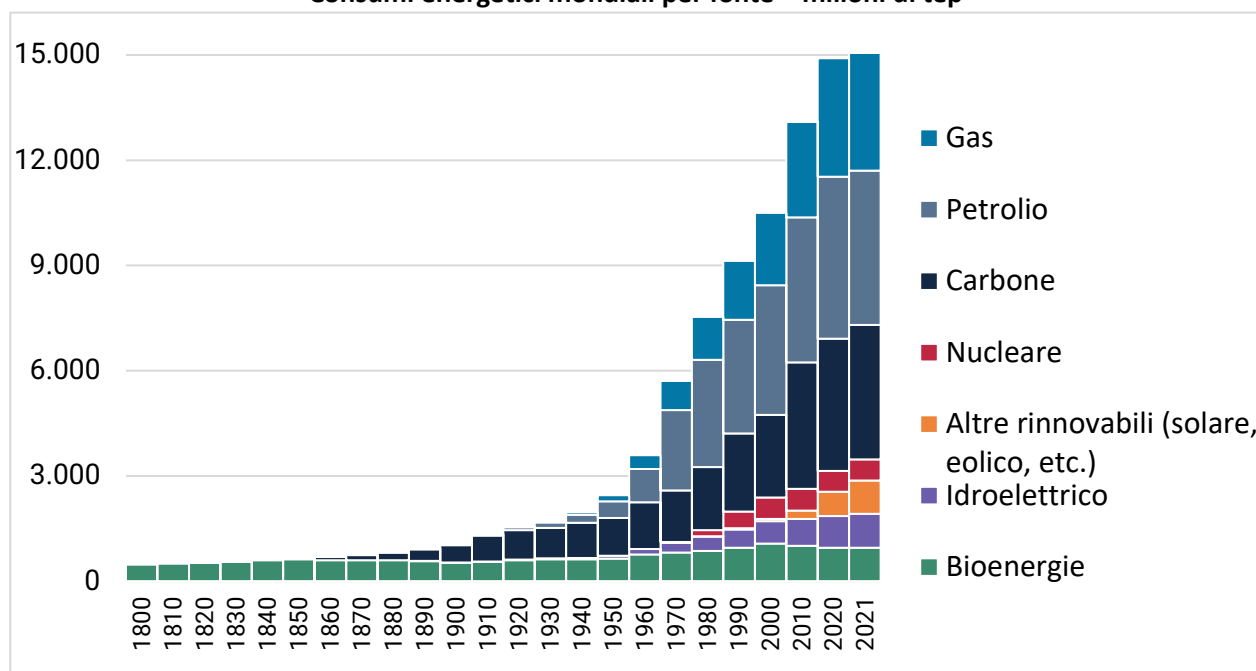
Fonte: Global Carbon project

L'anidride carbonica deriva quasi interamente dalla combustione delle fonti energetiche di origine fossile, per questo la transizione energetica rappresenta una strategia chiave per invertire il trend in atto e rallentare il riscaldamento globale. Ancora oggi il 77% dei consumi primari di energia è coperto dai combustibili fossili, di cui il 29% di petrolio, principalmente per il settore dei trasporti, il 25,2% di carbone, a industria e soprattutto a produzione di energia elettrica, e il 22,9% di gas.

Invece, le fonti rinnovabili sono arrivate a coprire quasi il 19% dei consumi globali totali. Il solare e l'eolico coprono assieme il 6,3% dei consumi di energia, così come pure tutte le bioenergie complessivamente contribuiscono al 6,3% dei consumi. Tra il 2010 e il 2021, il consumo di gas è cresciuto del 28%, il consumo di petrolio del 6% e il consumo di carbone del 5,9%. D'altra parte, l'energia elettrica prodotta da fonte idroelettrica è cresciuta del 30%, mentre l'eolico e il solare sono cresciuti complessivamente del 308%. Solo le bioenergie hanno registrato una riduzione del 5%.



Consumi energetici mondiali per fonte – milioni di tep



Fonte: elaborazione Fondazione su dati Our World in Data (2022)

In Italia le emissioni hanno iniziato a scendere: dal 1990 a oggi sono diminuite in tutto di circa il 20%, anche se negli ultimissimi anni questo trend positivo ha subito un rallentamento. Oggi un cittadino italiano emette meno di 7 tonnellate di gas serra in un anno, un po' meno della media europea e non troppo lontano dalla media mondiale di 6,3 tonnellate/anno. In termini di consumi però siamo ancora un po' più energivori della media, con circa 2,5 tep/anno di un cittadino italiano contro meno di due della media mondiale.

Per contrastare la crisi climatica, è stato sottoscritto nel 2015, dai governi di tutto il mondo, l'accordo di Parigi, primo accordo mondiale sul clima, con l'obiettivo di mantenere l'aumento di temperatura al di sotto dei 2°C rispetto ai livelli preindustriali, facendo il possibile per non superare +1,5°C. L'IPCC indica come obiettivi intermedi il dimezzamento delle emissioni, rispetto ai valori del 2010, entro il 2030 per puntare alla neutralità climatica entro il 2050, anche se, ad oggi, i risultati raggiunti suggeriscono che le emissioni rimarranno le stesse da qui al 2030.

L'Europa ha assunto un ruolo leader nell'ambito dell'accordo di Parigi, dichiarando di volere essere il primo continente a raggiungere la neutralità climatica, attraverso l'adozione del Green Deal, un programma di transizione verso le zero emissioni, tutt'ora in corso di revisione e aggiornamento.

L'Italia sarà chiamata ad accelerare la transizione, dovendo arrivare al taglio del 50% delle emissioni in meno di un decennio.

Uno dei passaggi imprescindibili per puntare ad abbattere le emissioni è incrementare l'economia circolare.

Circa il 70% delle emissioni globali di gas serra deriva proprio dal prelievo di materie prime e dalla loro successiva lavorazione e commercializzazione. L'economia circolare rappresenterebbe, quindi, un'importante leva di decarbonizzazione, permettendo di reinserire nell'economia materiale che in un modello lineare sarebbe stato in molti casi considerato rifiuto. Il materiale reimpresso nel circolo sostituisce così materiale vergine ed evita l'emissione di importanti quantità di gas serra in atmosfera

e la conservazione delle materie prime. L'associazione Circle Economy ha individuato 21 interventi di economia circolare che, se realizzati, consentirebbero di ridurre le emissioni globali di gas serra di quasi 23 miliardi di tonnellate, ossia un taglio di oltre il 40% rispetto ai valori attuali. Si potrebbe evitare il consumo di circa 30 miliardi di tonnellate di risorse e l'emissione in atmosfera di 18 milioni di tonnellate di gas serra, adeguando le abitazioni con l'introduzione di soluzioni naturali e rinnovabili (come realizzare tetti verdi e installare pannelli fotovoltaici), oppure realizzando edifici più efficienti e con materiali a km zero o quasi; riguardo la mobilità, si potrebbero risparmiare altri 10 miliardi di tonnellate di risorse e 8 milioni di tonnellate di gas serra, riducendo la necessità di spostamento (ad esempio sviluppando il telelavoro, promuovendo economie a scala più locale etc.), migliorando l'utilizzo dei veicoli, incrementando la circolarità dei veicoli, realizzati con più materiale riciclato e più facilmente riciclabili; nel campo dell'alimentazione, dove si potrebbe ridurre il consumo di materiali di circa 8 miliardi di tonnellate e le emissioni di gas serra di 5 milioni di tonnellate, riducendo il consumo eccessivo e lo spreco (utilizzare mangimi da scarti vegetali, ridurre il packaging in eccesso, contrastare l'obesità) oppure adottando metodi di produzione più sostenibili.

Il Green Deal europeo punta sulla circolarità come punto strategico per la decarbonizzazione e, proprio per questo motivo, è stato approvato nel 2021 il Piano di azione europeo per l'economia circolare, il quale punta, da un lato sulla progettazione ecocompatibile dei prodotti, dall'altro investe sui processi produttivi ripensati in ottica di circolarità.

In quest'ottica l'Italia presenta potenziali importanti: con il 18,2% della domanda di materia soddisfatta da materiali riciclati fa decisamente meglio della media europea ferma all'11,7%, anche se, come avverte il Rapporto sull'economia circolare in Italia presentato dal Circular economy network, negli ultimi anni questo vantaggio si è andato in realtà riducendo.

## **CAP2. IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA DECARBONIZZAZIONE**

Il passaggio definitivo ad un modello di economia circolare è uno degli step fondamentali verso la decarbonizzazione. Le industrie produttrici di materie prime contribuiscono in modo determinante al totale di emissioni di CO<sub>2</sub> in atmosfera: l'utilizzo delle materie prime seconde, cioè quei materiali riciclati che vengono reimmessi sul mercato per essere utilizzati come materie prime nella produzione, è imprescindibile per il raggiungimento degli obiettivi decarbon.

Di seguito alcuni cenni sulle principali normative nazionali ed europee in tema di riciclo.

### **2.1 Le Direttive sui rifiuti e sugli imballaggi**

Nel Piano d'azione per l'economia circolare del 2020, la Commissione ha proposto una serie di pacchetti di misure che fungono da spinta propulsiva per la transizione verso un'economia circolare: si promuovono modelli imprenditoriali circolari, la responsabilizzazione dei consumatori, rendere i beni fisici presenti nel mercato UE sostenibili, circolari, efficienti dal punto di vista energetico per tutto il loro ciclo vitale<sup>2</sup>.

La direttiva di modifica (UE) 2018/851<sup>3</sup> che modifica la direttiva 2008/98/CE sui rifiuti stabilisce i requisiti operativi minimi per i regimi di responsabilità estesa del produttore, i quali possono includere anche “la responsabilità organizzativa e la responsabilità di contribuire alla prevenzione dei rifiuti e alla possibilità di riutilizzare e riciclare i prodotti”, stabilisce che gli Stati membri debbano adottare misure per sostenere modelli di produzione e consumo sostenibili, incoraggiando la progettazione, la produzione e l'uso di prodotti che siano efficienti nell'utilizzo delle risorse, durevoli, riparabili, riutilizzabili e che possano essere aggiornati, incoraggiare un sistema industriale che punti ad allungare la vita operativa dei prodotti e la fornitura di parti di ricambio, incentivando la riparazione e il riutilizzo. Chiede inoltre di ridurre la produzione di rifiuti alimentari come contributo all'obiettivo di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite di ridurre del 50 % lo spreco alimentare globale pro capite e di ridurre le perdite alimentari lungo le filiere di produzione e di approvvigionamento entro il 2030. Stabilisce gli obiettivi per il riciclo dei rifiuti urbani: entro il 2025 dovrà essere riciclato almeno il 55 % dei rifiuti urbani in peso. Tale obiettivo salirà al 60 % entro il 2030 e al 65 % entro il 2035.

La direttiva di modifica (UE) 2018/852<sup>4</sup> che modifica la direttiva 94/62/CE sugli imballaggi e i rifiuti da imballaggio è volta a prevenire la produzione di rifiuti da imballaggi ed alla promozione di un sistema di recupero dei materiali da imballaggio anziché il loro smaltimento come rifiuti.

Fissa gli obiettivi di riciclo per il 2025 ed il 2030.

Gli obiettivi al 2025 sono (% in peso): 50% per la plastica, 25% per il legno, 70 % per i metalli ferrosi, 50 % per l'alluminio, 70 % per il vetro e 75 % per la carta e il cartone.

---

<sup>2</sup> [www.europarl.europa.eu](http://www.europarl.europa.eu)

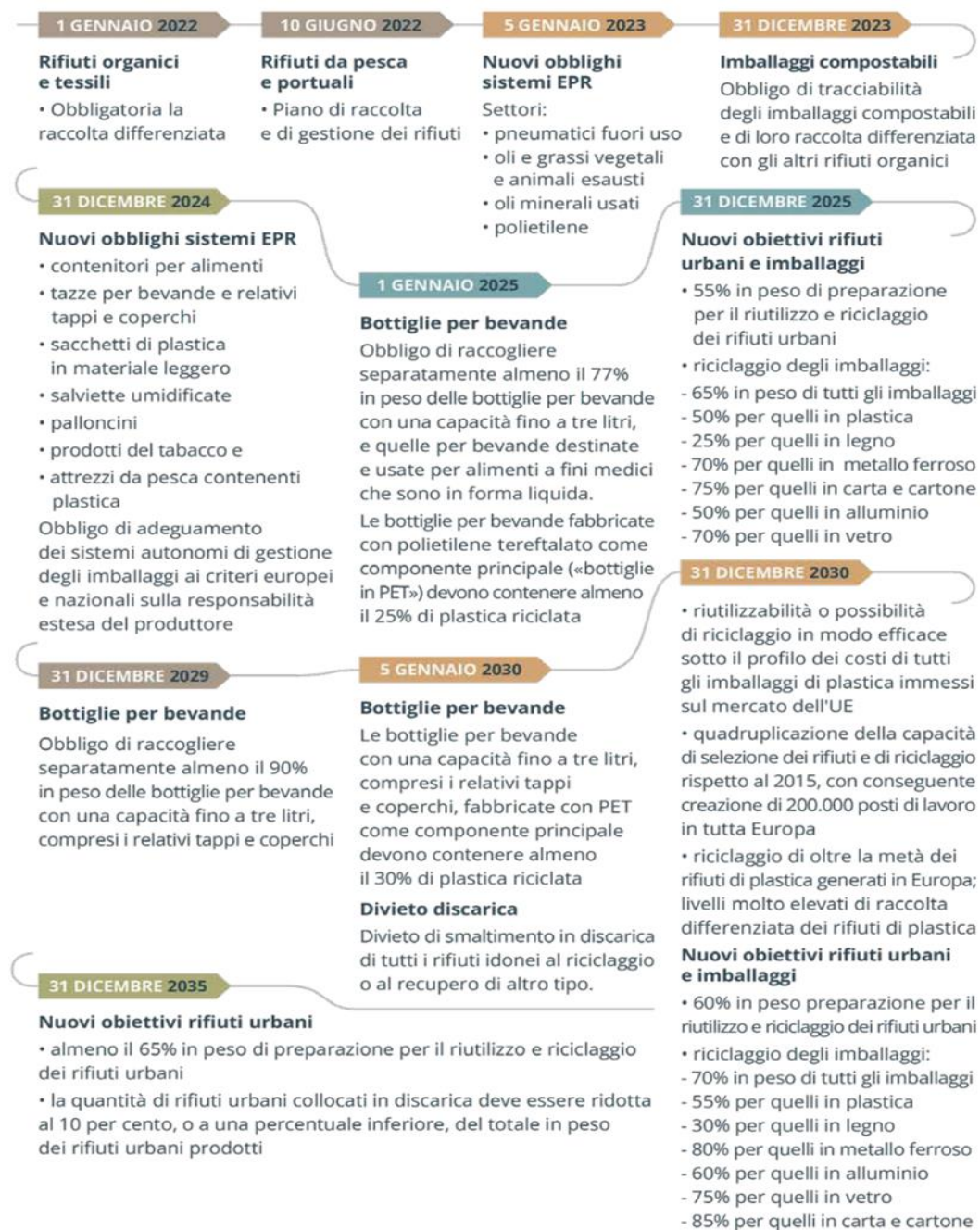
<sup>3</sup> <https://eur-lex.europa.eu/IT/legal-content/summary/eu-waste-management-law.html>

<sup>4</sup> <https://eur-lex.europa.eu/IT/legal-content/summary/packaging-and-packaging-waste.html#:~:text=Direttiva%2094%2F62%2FCE%20sugli,e%20dei%20rifiuti%20d%27imballaggio.>

Gli obiettivi al 2030 sono (%in peso): 55% per la plastica, 30% per il legno, 80% per i metalli ferrosi, 60% per l'alluminio, 75% per il vetro e 85% per la carta e il cartone.

Questi obiettivi sono raggiungibili implementando il riciclo e modificando il design, rendendo il prodotto maggiormente riciclabile già dal momento della sua progettazione.

### Passaggi fondamentali verso un sistema di economia circolare



Fonte: Il riciclo in Italia 2022 – Fondazione per lo sviluppo sostenibile

## 2.3 Il D.lgs 3 settembre 2020, n. 116

Il D.lgs 3 settembre 2020, n. 116<sup>5</sup> modifica il D.lgs 152/2006 (TU Ambiente) e recepisce le direttive europee UE 2018/851 e 2018/852 sui rifiuti e sugli imballaggi e rifiuti da imballaggio.

Tra le innovazioni principali, si riforma il sistema di responsabilità estesa del produttore (EPR): prevede requisiti minimi riguardo alla definizione dei ruoli e alla responsabilità degli attori, definisce gli obiettivi di gestione dei rifiuti, sancisce che i produttori garantiscano la corretta informazione agli utilizzatori dei prodotti; inoltre garantisce una copertura geografica della rete di raccolta dei rifiuti corrispondente alla copertura geografica della distribuzione dei prodotti e fornisce un'adeguata disponibilità dei sistemi di raccolta dei rifiuti anche nelle zone più svantaggiate; prevede idonei mezzi finanziari e/o organizzativi per soddisfare gli obblighi derivanti dalla responsabilità estesa del produttore ed alcuni meccanismi adeguati di autosorveglianza supportati da regolari verifiche indipendenti.

Riscrive l'art 180 del TU Ambientale, rafforzando il Programma nazionale di prevenzione dei rifiuti che interviene prevenendo misure in merito alla dispersione dei rifiuti in ambiente ed alla riduzione dello spreco alimentare.

Modifica l'art 183 del TU Ambientale, introducendo la definizione di rifiuto non pericoloso (definita in senso inverso dalla precedente definizione di rifiuto pericoloso) e le definizioni di rifiuto urbano, di rifiuto alimentare, rifiuto da costruzione e demolizioni, rifiuto organico, influenzando la classificazione dei rifiuti (art. 184 TU Ambientale) anche attraverso i concetti di recupero di materia, il riempimento, il deposito prima della raccolta, il compostaggio e compost.

Pur riscrivendo l'art 188 del TU Ambientale sulla responsabilità della gestione dei rifiuti, l'istituto resta sostanzialmente invariato.

Sostituisce il SISTRI (sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti) con il RENTRI (registro elettronico nazionale per la tracciabilità dei rifiuti).

Viene inserito nel TU Ambientale l'art. 198 bis che prevede l'elaborazione di un programma nazionale per la gestione dei rifiuti.

Introduce il comma 6 quater all'art. 205 del TU Ambientale che prevede la raccolta differenziata per la carta, i metalli, la plastica, il vetro, ove possibile per il legno, nonché per i tessili entro il primo gennaio 2022, rifiuti organici, per imballaggi, rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche, rifiuti di pile e accumulatori, rifiuti ingombranti ivi compresi materassi e mobili.

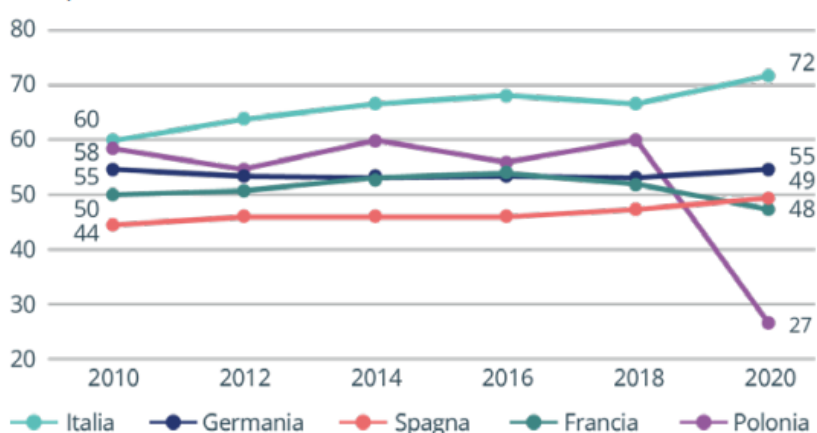
---

<sup>5</sup> <https://reopenspl.invitalia.it/archivio-news/notizie/reopen-spl---recepimento-pacchetto-economia-circolare>

## 2.4 La situazione del riciclo in Italia<sup>6</sup>

In ambito europeo, l'Italia detiene il primato nel tasso di rifiuti riciclati con una percentuale del 72%, circa 17 punti in più della Germania. Il dato più sorprendente è quello relativo alla crescita nel decennio 2010-2020: mentre in Europa è rimasta invariata, in Italia registriamo una crescita di 12 punti percentuali. In termini quantitativi, è la Germania a detenere il primato con 76 Mt nel 2020, con l'Italia che avvia a riciclo circa 57 Mt di rifiuti. Anche il primato dei rifiuti avviati a riciclo pro-capite spetta al nostro Paese con 969 kg per abitante nel 2020.

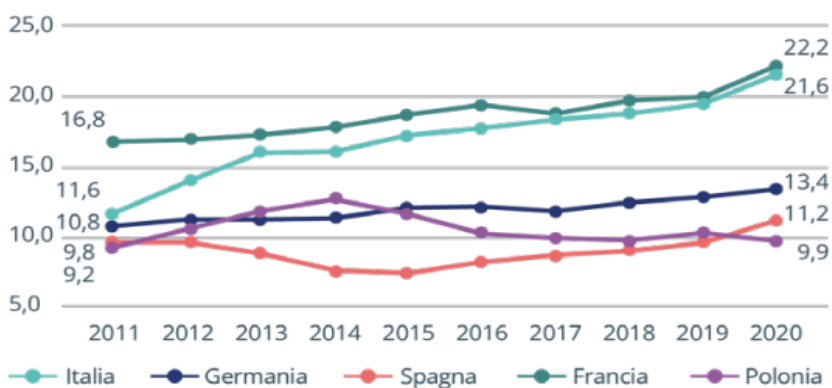
**Tasso di riciclo dei rifiuti nei principali cinque Paesi europei, 2010-2020 (%)**



Fonte EUROSTAT – IL RICICLO IN ITALIA 2022, FONDAZIONE EPR LO SVILUPPO SOSTENIBILE

Riguardo il tasso di utilizzo circolare di materia, cioè quanto la materia riciclata contribuisce a soddisfare il fabbisogno di materia prima, l'Italia, col 21,6%, è seconda solo alla Francia (22,2%), tra le 5 principali economie europee.

**Tasso di utilizzo circolare di materia nei principali cinque Paesi europei, 2011-2020 (%)**



Fonte EUROSTAT – IL RICICLO IN ITALIA 2022, FONDAZIONE EPR LO SVILUPPO SOSTENIBILE

<sup>6</sup> Il Riciclo in Italia 2022, Fondazione per lo sviluppo sostenibile

Si passa ora ad esaminare le principali filiere di materiali da imballaggio, che impatto hanno nel processo di decarbonizzazione e i dati relativi alle percentuali di recupero dei rifiuti.

## CAP 3. CARTA

### 3.1 Carta e cambiamento climatico

Il PPI (Pulp and Paper Industry) è un grande consumatore di risorse naturali, tra cui legno, acqua ed energia. Secondo la FAO, è il più grande utilizzatore di legno vergine, rappresenta il 13-15% del consumo totale di legno e impiega tra il 33-40% di tutto il legno industriale commercializzato a livello globale.

Solo nell'UE, circa 423 milioni di m<sup>3</sup> di massa legnosa vengono rimossi dalle foreste, di cui 108 milioni di m<sup>3</sup> utilizzati dalla PPI, e si prevede che la domanda di massa legnosa aumenterà a 160 milioni di m<sup>3</sup> entro il 2030. Il principale utilizzo è per la carta da giornale, da stampa e da scrittura. In effetti, c'è una chiara tendenza preoccupante in termini di deforestazione. Per esempio, dal 2010 al 2015, è stata riportata la perdita annuale di foreste di 7,6 milioni di ettari a fronte di un aumento annuale di 4,3 milioni di ettari all'anno. Ciò significa che si è verificata una perdita netta annuale di area forestale di 3,3 milioni di ettari. Tra i principali effetti della deforestazione c'è la perdita di habitat naturale, con conseguente perdita di biodiversità ed estinzione delle specie, l'erosione del suolo e l'aumento del riscaldamento globale, dal momento che circa il 15% delle emissioni di gas serra deriva dal consumo delle foreste.

I prodotti di cellulosa e carta hanno un ciclo di vita breve, e la maggior parte del carbonio prodotto dalla fabbricazione della carta finisce nell'atmosfera entro un anno.

I processi produttivi di questa industria sono ad alta intensità energetica e richiedono grandi quantità di fonti diverse (gas, vapore ed elettricità) durante tutte le fasi di produzione. Nell'UE, il 93% del consumo totale di energia da parte della PPI proviene per il 93% da energia termica e per il restante 7% da energia elettrica. Tuttavia, l'uso di energia varia a seconda del tipo di prodotto e dal fatto che i processi di produzione siano separati o integrati. Ad esempio, la domanda di energia è più bassa nella di pasta di legno e carta, perché non è necessario essiccare la pasta di legno e offre anche migliori opportunità di integrazione del calore.

Indipendentemente dal fatto che siano considerate tecnologicamente efficienti, le cartiere di kraft rappresentano il 73% delle emissioni europee del settore. Poiché le cartiere kraft fabbricano la maggior parte dei prodotti, esse sono responsabili del 90% delle emissioni biogeniche di CO<sub>2</sub> e dell'80% di tutte le emissioni in questo ambito. La produzione di pasta e la produzione di carta si dividono in fabbricazione della carta e macero. La prima rappresenta il 94% del consumo di energia termica e il 47,2% del consumo di elettricità. La seconda rappresenta il 4,5% del consumo di energia termica e il 41,7% del consumo di elettricità. Il PPI è tra i primi cinque settori industriali a maggiore intensità energetica a livello globale e si colloca al quarto posto tra i maggiori utilizzatori di energia industriale con una crescita media dello 0,3% annuo nel periodo 2000-18. Rappresenta il 6% del consumo globale di energia industriale e il 2% delle emissioni industriali dirette di CO<sub>2</sub>, con il PPI cinese che da solo contribuisce al 26%-29% delle emissioni totali di CO<sub>2</sub> da PPI. Questo 2% circa pone la carta alla pari di altri settori industriali o commerciali ad alta intensità di emissioni, come l'aviazione, il trasporto marittimo e i centri dati internet, che sono anch'essi responsabili di circa il 2% delle emissioni dirette di carbonio a livello globale.

Si stima che ogni tonnellata di carta prodotta produce 0,6 tonnellate di CO<sub>2</sub> fossile e consuma tra i 5 e i 17 GJ di calore e, in media, una tonnellata metrica di carta, a prescindere dal tipo di carta, genera 951 kg di CO<sub>2</sub>-eq.

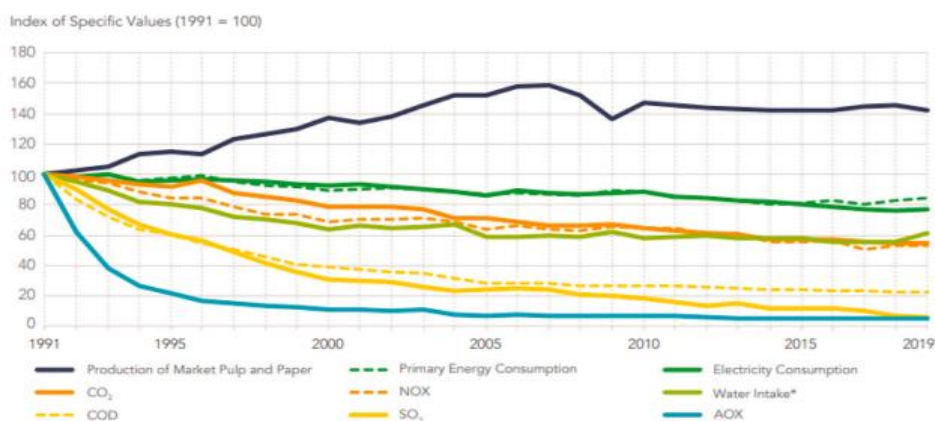


Tuttavia, questo dato può variare a seconda del Paese. Anche le emissioni indirette derivanti dal PPI sono preoccupanti, poiché rappresentano 12,3 milioni di tonnellate di CO2 dall'elettricità acquistata e 5 milioni di tonnellate di CO2 dal trasporto. Le caldaie sono la principale fonte di emissioni e producono l'85% di SO2, 65% di NOX, 45% delle emissioni di PM filtrabili e circa il 95% delle emissioni di gas serra del settore. Come industria, il PPI detiene la più alta intensità di carbonio, con l'energia che rappresenta circa il 16% dei costi del settore, ma può raggiungere il 30% a seconda del Paese. A livello di UE, consuma circa 1325,5 PJ, che rappresentano circa l'11,5% del consumo finale di energia industriale e il 5% del consumo totale di energia, con un mix di fonti: biomassa 57,7%, gas naturale 34,7%, carbone 3,9%, olio combustibile 1,7% e altri tipi di combustibile 2%.

Complessivamente, in termini di elettricità, nel 2016, il consumo del settore in Europa è stato pari a 96 TWh. L'essiccatore multi-cilindrico è il sistema tradizionale per l'essiccazione di tutti i tipi di carta (ad esempio carta da stampa, cartone, carta da giornale) e si stima che circa il 90% della carta prodotta venga essiccata con questa tecnologia, che rappresenta la fase più dispendiosa dal punto di vista energetico, con il 70% dell'utilizzo di combustibili fossili e del 50% dell'energia consumata a causa dell'elevato fabbisogno energetico per la vaporizzazione.

In Svezia, infatti, il processo di essiccazione rappresenta circa il 20% del consumo energetico industriale totale del Paese.

Tuttavia, il PPI è uno dei principali produttori di energia elettrica autoprodotta nel settore manifatturiero e quindi produce energia sufficiente a soddisfare la maggior parte del suo fabbisogno. A differenza della maggior parte dei settori industriali, genera fonti di energia come sottoprodotti, e più del 50% del suo fabbisogno energetico viene dai residui di biomassa. Di conseguenza, l'uso della biomassa riduce l'intensità di CO2. Nonostante ciò, le cartiere devono ancora acquistare gas naturale, carbone, olio combustibile ed elettricità per soddisfare il proprio fabbisogno energetico. Sebbene l'Agenzia Internazionale dell'Energia (AIE) suggerisca che i prodotti PPI potrebbero, in teoria, essere fabbricati senza generare emissioni di CO2, questa idea si applica principalmente ai paesi nordici dove il legno vergine rappresenta la materia prima principale per i processi di produzione della pasta di legno. In questa regione, la quota di biomassa è così elevata che il consumo di combustibili fossili è quasi nullo. Inoltre, le cartiere producono calore ed energia per uso esterno. In totale, le emissioni biogene derivanti da PPI sono state di circa 68 Mt. nel 2016. Solo negli Stati Uniti, l'industria della carta emette circa 150 milioni di tonnellate metriche di CO2 ogni anno, di cui il 77% è biogenico.<sup>7</sup>



Evolution of environmental impacts of the European PPI from 1991 to 2019.<sup>8</sup>

<sup>7</sup> "Decarbonizing the pulp and paper industry: A critical and systematic review of sociotechnical developments and policy options", in [Renewable and Sustainable Energy Reviews](#) Volume 167, October 2022

<sup>8</sup> CEPI. Key Statistics: European pulp & paper industry. 2020. Brussels

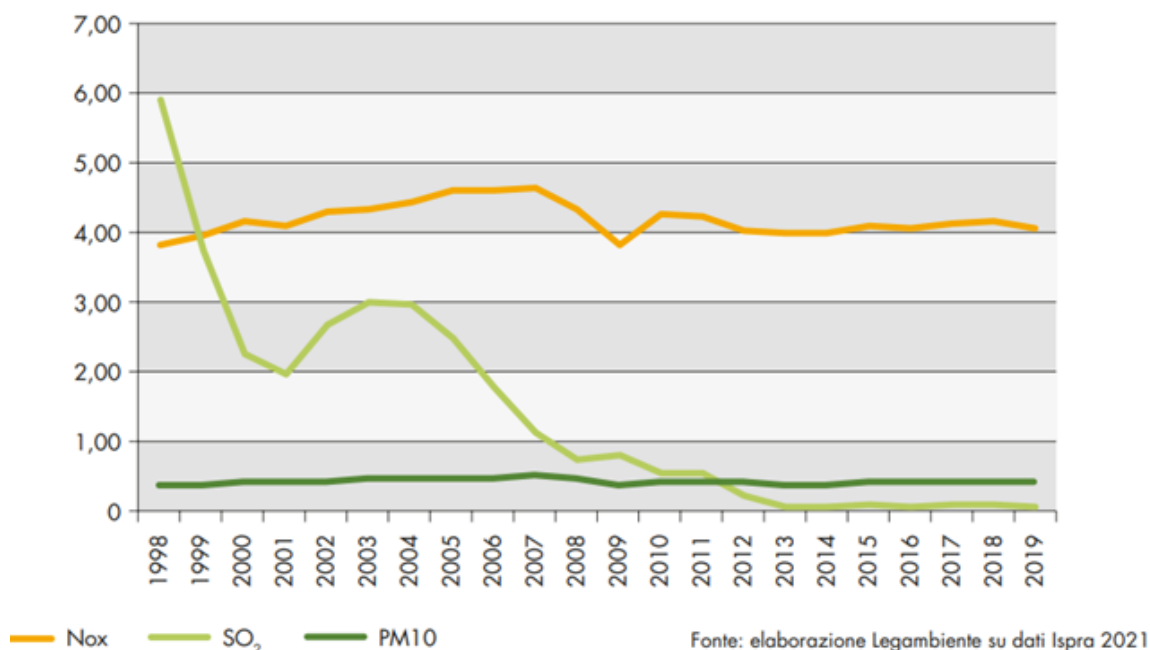
Per quanto riguarda la situazione in Italia, il rapporto ambientale 2022 di Assocarta fornisce un quadro dettagliato delle emissioni climalteranti dell'industria cartaria.

Le emissioni derivano soprattutto dalla produzione energetica (si parla di emissioni di CO2, di Nox, SO2, PM10), anche se l'avvenuta conversione dell'alimentazione al gas naturale ha azzerato le emissioni di SO2 e ridotto quelle di particolato. In riferimento alla CO2, le emissioni dirette ed indirette hanno subito una costante riduzione dal 2019 al 2020: 4,44 milioni di tonnellate di CO2 da combustione di gas naturale, 609.000 tonnellate dall'acquisto di energia elettrica sul mercato. Nel complesso, si è passati da 776 kg/t del 2005 ai 591 kg/t del 2020, una riduzione del 23.8%.

Questa diminuzione si deve ad una maggiore efficienza energetica del settore, accompagnata da minori emissioni specifiche derivanti dall'energia elettrica acquistata dalla rete.

Le sole emissioni dirette hanno avuto una decrescita minore, restando stabili, perché la riduzione ottenuta grazie all'efficientamento energetico è controbilanciata dall'incremento della capacità di cogenerazione e, di conseguenza, all'internalizzazione delle emissioni indirette<sup>9</sup>.

ANDAMENTO DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA DELLA FILIERA CARTA E STAMPA (MIGLIAIA DI T)



<sup>9</sup> RAPPORTO AMBIENTALE DELL'INDUSTRIA CARTARIA ITALIANA 2022, Assocarta

ANDAMENTO DELLE EMISSIONI TOTALI DI CO2 DA FONTE FOSSILE (KG/T INDICIZZATO AL 1998 =100)



### 3.2 Decarbonizzazione settore

Puntare alla riduzione delle emissioni di carbonio dell'80% rispetto ai valori del 1990 si traduce nella diminuzione del totale delle emissioni fino a raggiungere 12 milioni di tonnellate di CO2 entro il 2050, anche se tale obiettivo si potrà raggiungere solo attraverso la combinazione di specifiche misure che condurranno a risultati graduali.

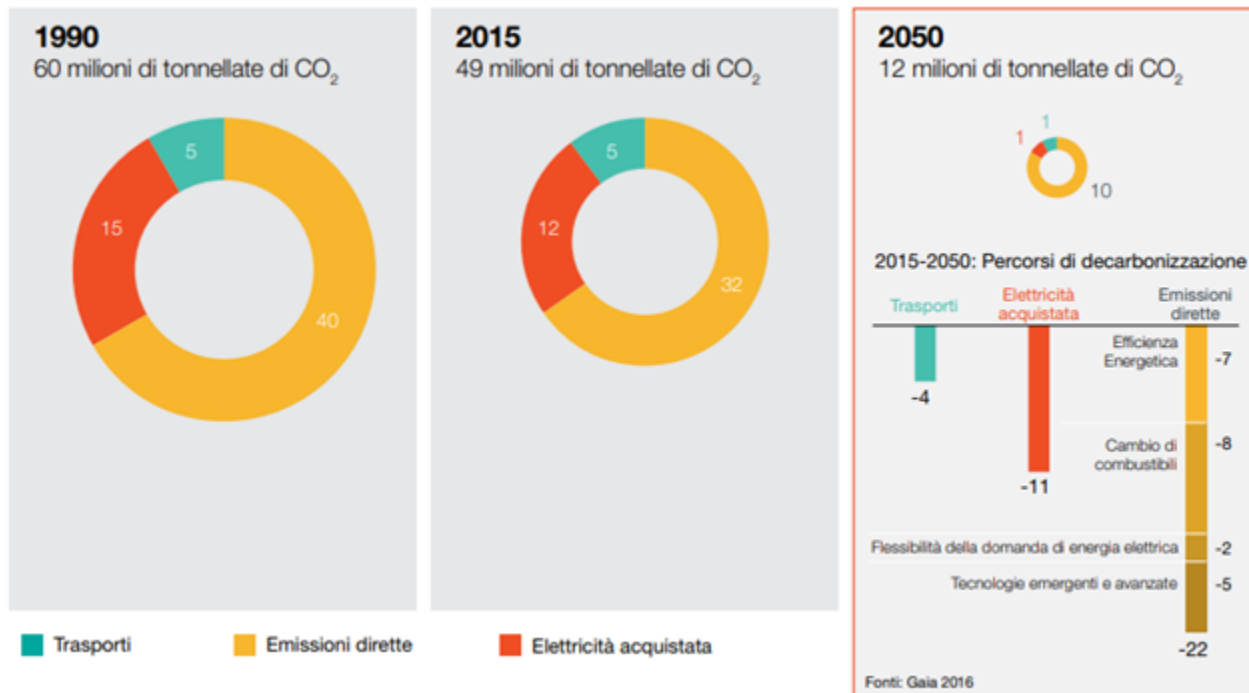
Si stima che la combinazione di processi migliorati, inclusa la transizione al modello Industria 4.0, e di investimenti nella produzione di tecnologie d'avanguardia porterà a una riduzione di 7 milioni di tonnellate di CO2 entro il 2050.

Sfruttando le attività di cogenerazione nei siti cartari, l'industria può impegnarsi nel mercato energetico e adattare il proprio profilo di prelievo dell'energia elettrica per negoziare prezzi inferiori, in particolare da eccedenze di rinnovabili intermittenti. I benefici associati della decarbonizzazione potrebbero raggiungere le 2 milioni di tonnellate.<sup>10</sup>

Influiranno positivamente sia la produzione di energia elettrica europea nel suo processo di decarbonizzazione, che contribuirà alla diminuzione di emissioni indirette, sia la riduzione delle emissioni derivanti dalla catena dei trasporti, che, tramite diverse strategie per implementarne l'efficienza, produrrà una riduzione di emissioni pari a circa 4 milioni di tonnellate di CO2.

<sup>10</sup> Cefi, Roadmap verso il 2050

Riduzione delle emissioni di CO2 e percorsi di decarbonizzazione per l'industria cartaria e forestale europea entro il 2050



### 3.3 Strategie decarbon

Si stima che la decarbonizzazione e i percorsi di creazione del valore identificati dall'industria richiederanno, nei prossimi 35 anni, un incremento del 40% rispetto agli attuali livelli di investimento. Nell'industria italiana gli approvvigionamenti energetici rappresentano per le cartiere la seconda voce di costo, con un'incidenza valutabile in media nell'ordine del 20% dei costi di produzione, con punte del 30% per alcune produzioni particolari. Attualmente il settore produce l'81% dell'energia elettrica di cui necessita, utilizzando quasi esclusivamente la fonte gas naturale.

La possibilità di impiegare nel proprio processo sia il vapore che l'energia elettrica ha perciò favorito negli ultimi decenni lo sviluppo di sistemi di cogenerazione, per la produzione combinata di calore ed elettricità, con effetti positivi sul consumo di fonti primarie, ridotte di un terzo rispetto al necessario se il settore avesse dovuto approvvigionarsi delle stesse quantità di energia dalla rete elettrica nazionale.

Da alcuni anni il settore ha inoltre avviato alcune esperienze, purtroppo ancora limitate, di cessione di cascami di calore utilizzati per il teleriscaldamento. Rimane invece di entità trascurabile l'impiego come combustibile dei fanghi e delle altre biomasse di cartiera al contrario di quanto avvenuto in altre realtà europee<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> RAPPORTO AMBIENTALE DELL'INDUSTRIA CARTARIA ITALIANA, 2020, ASSOCARTA

L'industria cartaria e forestale europea utilizza già ampiamente biomassa o caldaie a gas naturale ed è all'avanguardia nello sfruttamento di impianti di cogenerazione (CHP) per soddisfare i propri fabbisogni di energia.

Il PPI è uno dei maggiori utilizzatori di CHP, poiché questa tecnologia consente di ottenere un risparmio energetico di circa il 30%. Nel 2016, circa il 95% della produzione totale di elettricità in loco proveniente dalle cartiere europee è stata prodotta da cogenerazione. Ciò equivale a circa 50.919 GWh. L'industria della carta è il terzo utilizzatore di CHP e rappresenta il 10% della capacità totale di cogenerazione in Europa. Il CEPI afferma che, grazie all'ampia diffusione della cogenerazione in tutta Europa, le emissioni di CO<sub>2</sub> sono diminuite di oltre il 40% dal 1990. Questa è considerata una tecnologia cruciale per la bioenergia e un'importante tecnologia intermedia per l'uso del gas naturale. Ad esempio, nel 2016, nei membri del CEPI, la biomassa ha rappresentato il 57,7% del consumo totale di combustibile, con il 52,3% della domanda netta di energia elettrica coperto da impianti di cogenerazione in loco<sup>12</sup>. Per quanto riguarda l'efficienza, gli impianti di cogenerazione che utilizzano combustibili fossili o bioenergia (come nel caso della maggior parte delle cartiere nell'UE) possono raggiungere un'efficienza compresa tra l'85 e il 90% utilizzando una turbina a contropressione, incrementando fino all'85-92% quando si utilizzano turbine a gas a ciclo combinato. Nonostante questi vantaggi, le cartiere con moderni sistemi di cogenerazione basati su caldaie a biomassa e caldaie a recupero hanno basse efficienze elettriche.

La maggior parte delle emissioni di CO<sub>2</sub> deriva dalla combustione di biomassa in loco. Il settore della carta ha il potenziale per diventare carbon neutral o addirittura un emettitore negativo, immagazzinando e catturando la CO<sub>2</sub> o utilizzandola come materia prima per altre industrie.

Il potenziale per la cattura e lo stoccaggio del carbonio (CCS) nelle cartiere è significativo e si stima che copra circa il 3% del potenziale globale di cattura del carbonio da bioenergia. Nel breve termine, l'approccio migliore per implementare l'energia da biomassa con cattura e stoccaggio del carbonio (BECCS) sarebbe quello di catturare la CO<sub>2</sub> dai fumi di combustione delle caldaie. Il vantaggio della BECCS è che può essere realizzata con bassi costi aggiuntivi rispetto ad altri settori. Ad esempio, ci sono prospettive significative in Scandinavia, con il potenziale maggiore in Svezia e Finlandia, che hanno registrato rispettivamente il 64 e il 51% di emissioni biogeniche. In Svezia l'impiego di BECCS è percepito come un modo efficiente, dal punto di vista dei costi, per mitigare le emissioni del PPI grazie alla biomassa, alla grande industria forestale e alle enormi emissioni biogeniche, mentre in Finlandia, l'implementazione di BECCS potrebbe garantire la neutralità. Tra le tecnologie di cattura del carbonio, la cattura in post-combustione di CO<sub>2</sub> dai fumi delle caldaie a corteccia e dalle caldaie di recupero offre il più alto potenziale di riduzione di CO<sub>2</sub>. In Europa, il potenziale annuale di BECCS per questo settore industriale è stato stimato in 60 MtCO<sub>2</sub> e in Svezia in 20 MtCO<sub>2</sub>. Uno studio ha riportato che fino a 200 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>, o circa il 5% delle emissioni dell'UE nel 2018, potrebbero essere abbattute con la rimozione del biossido di carbonio tramite BECCS da fonti esistenti<sup>13</sup>. Lo stesso studio riporta che le cartiere rappresentano oltre il 60% del potenziale di CDR biogenico in Portogallo, Svezia e Finlandia.

Il potenziale di cattura delle emissioni di CO<sub>2</sub> di origine biogenica dalle caldaie di recupero delle cartiere è pari a 13,6 MtCO<sub>2</sub>/anno per un investimento totale di 2600 milioni di euro. L'installazione della tecnologia per la cattura di CO<sub>2</sub> post-combustione in uno stabilimento per la produzione di pasta di legno e cartone è fattibile, ma ciò dipenderà principalmente dalla produzione di energia e vapore in loco, poiché l'installazione di un impianto di cattura della CO<sub>2</sub> potrebbe aumentare massicciamente la domanda di elettricità da 2,8 MWe a 14,6 MWe.

---

<sup>12</sup> Cepi. *The forest fibre and paper industry in 2050 2050 Roadmap to a low-carbon bioeconomy Investing in Europe for Industry Transformation*. 2017. Brussels.

<sup>13</sup> Rosa L, Sanchez DL, Mazzotti M. *Assessment of carbon dioxide removal potential via BECCS in a carbon-neutral Europe*. *Energy Environ Sci* 2021; 14:3086–97

Sono state studiate ulteriori possibilità di conversione industriali verso fonti di energia ad emissione di carbonio zero o minimo così da emettere 8 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> in meno.

Tra le soluzioni tecniche innovative, una delle più promettenti è sicuramente quella dei solventi DES (deep eutectic solvents), oggetto di ricerca e sviluppo del progetto PROVIDES.

Sono solventi naturali, rinnovabili e biodegradabili, che non sono mai stati usati prima nell'industria della carta e della pasta di legno o per il frazionamento della biomassa.

Agendo a basse temperature, hanno dimostrato grande capacità di sciogliere e frazionare il legno, ottenendo fibre pure di alta qualità e, potenzialmente, potrebbero essere utilizzati per raccogliere cellulosa dai rifiuti e per dissolvere gli inchiostri contaminanti nella carta da riciclo. Pur essendo ancora una tecnologia in fase di sviluppo, il progetto PROVIDES punta a commercializzare i DES entro il 2030, con l'obiettivo di incrementare la produzione di materiale di alta qualità con consumo di energia ed emissioni di CO<sub>2</sub> decisamente ridotti<sup>14</sup>

---

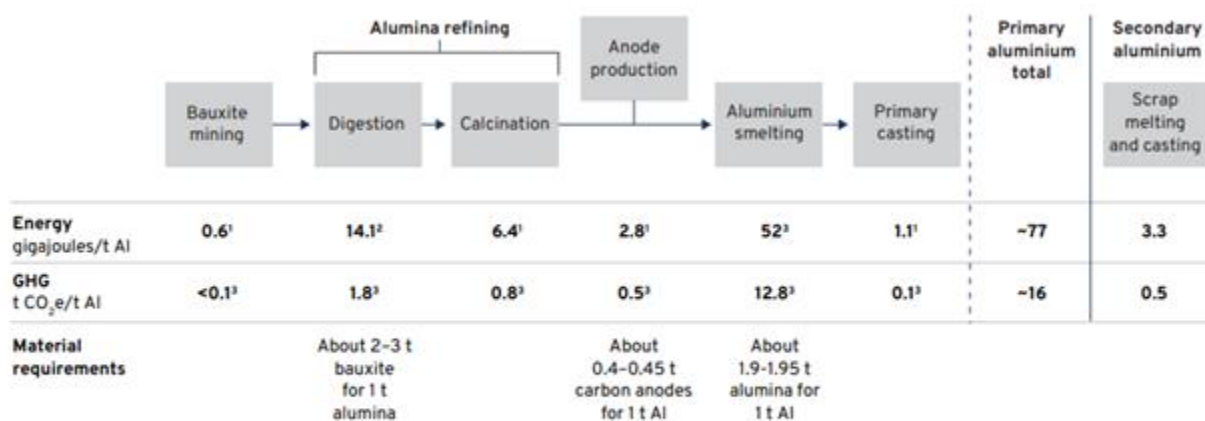
<sup>14</sup> *PROcesses for Value added fibres by Innovative Deep Eutectic Solvents*, [Nuove tecnologie di macerazione sostenibili | PROVIDES Project | Results in brief | H2020 | CORDIS | European Commission \(europa.eu\)](#)

## CAP 4. ALLUMINIO

### 4.1 Alluminio e cambiamento climatico

Sebbene l'alluminio offra alcuni vantaggi ambientali, la sua produzione è ad alta intensità di carbonio. I processi di produzione dell'alluminio sono cambiati pochissimo dal 1800 e molti Paesi continuano a fare affidamento sul carbone per generare l'elettricità necessaria per il processo produttivo. A livello globale, il settore dell'alluminio contribuisce per circa il 2% alle emissioni di gas serra, pari a circa 1,1 miliardi di tonnellate di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) con un aumento del 92% rispetto ai livelli del 2005. Tuttavia, si prevede che la domanda di alluminio aumenterà del 50-80% entro il 2050. Le emissioni del settore possono essere suddivise in: processo diretto, emissioni legate all'elettricità e altre emissioni, che rappresentano rispettivamente il 29%, il 64% e il 7% delle emissioni totali<sup>15</sup>. La produzione di alluminio si divide in primaria e secondaria. La produzione primaria emette circa 16 t di CO<sub>2</sub>e per tonnellata di alluminio (media mondiale 2018), mentre la produzione secondaria emette solo circa 0,5 t CO<sub>2</sub>e/t.

La produzione primaria di alluminio è maggiormente produttiva di emissioni rispetto alla produzione secondaria<sup>16</sup>



<sup>1</sup> 2015 IAI global average.  
<sup>2</sup> 2020 IAI global average.  
<sup>3</sup> 2018 IAI global average.

Source: International Aluminium Institute (IAI); European Aluminium; World Economic Forum

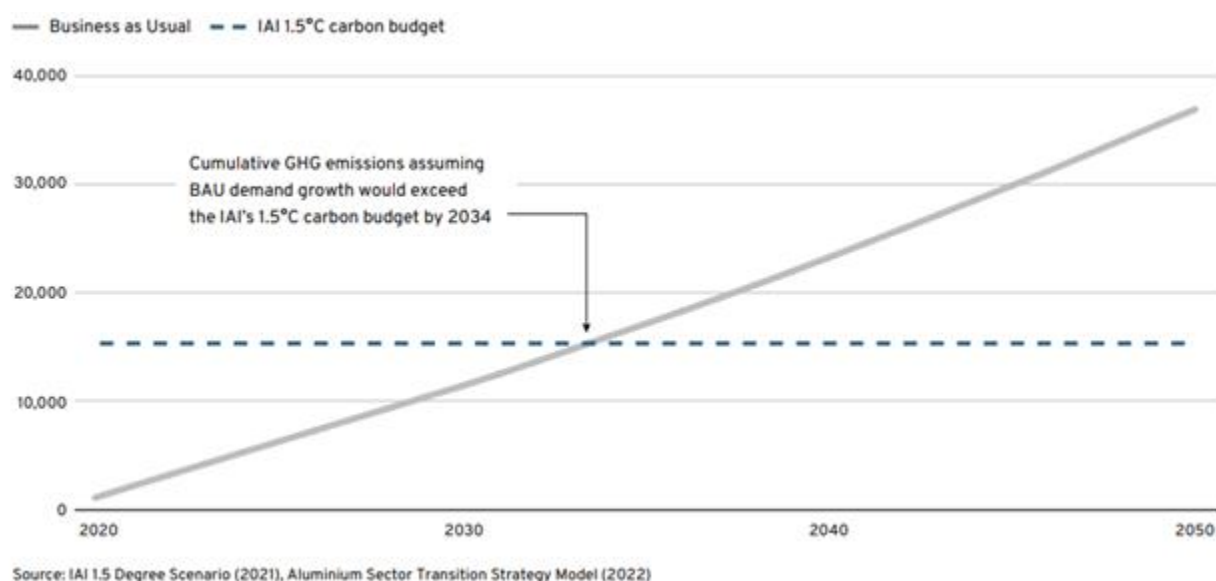
Nel 2019 l'industria dell'alluminio ha consumato il 6% di tutta l'elettricità a carbone globale, superando la quantità totale di elettricità generata dal carbone in Europa. Nello stesso anno, l'elettricità prodotta dal carbone per l'elettrolisi dell'alluminio ha prodotto 636 milioni di tonnellate di emissioni di CO<sub>2</sub>, pari al 58% dell'impronta di carbonio del settore. In media, il 72% delle emissioni di gas serra derivanti dalla produzione primaria di alluminio proviene dall'elettricità, quindi un maggiore uso di energia rinnovabile potrebbe diminuire significativamente le emissioni di carbonio<sup>17</sup>. Se l'impronta di carbonio di una tonnellata di alluminio primario rimanesse costante, la crescita della domanda mondiale BAU di alluminio primario comporterebbe emissioni cumulative di CO<sub>2</sub>e di circa 37 Gt entro il 2050, con un superamento del 300% della soglia di emissioni di carbonio per il limite di 1,5°C fissato dallo IAI.

<sup>15</sup> ALUMINIUM TRANSITION STRATEGY, APRIL 2023, <https://missionpossiblepartnership.org/action-sectors/aluminium/>

<sup>16</sup> ALUMINIUM TRANSITION STRATEGY, APRIL 2023, <https://missionpossiblepartnership.org/action-sectors/aluminium/>

<sup>17</sup> Decarbonizing Aluminum: Rolling Out a More Sustainable Sector, [www.csis.org](http://www.csis.org)

Emissioni cumulative di gas serra in uno scenario BAU, Mt CO<sub>2</sub>e, 2020–50<sup>18</sup>



## 4.2 Decarbonizzazione settore

L'IPCC afferma che per limitare il riscaldamento globale a 1,5°C, è necessario ridurre le emissioni di gas serra del 45% rispetto ai livelli del 2010 entro il 2030 e raggiungere lo zero netto entro il 2050, espandendo contemporaneamente la capacità di soddisfare la domanda crescente.

L'Istituto Internazionale dell'Alluminio (IAI) prevede che il settore dell'alluminio debba eliminare le emissioni da consumo di energia elettrica e ridurre le emissioni dirette del 50% entro il 2050 (con riferimento al 2018).

All'interno dell'industria, i processi di produzione e le impronte delle emissioni variano a seconda del Paese. La Cina è la sede dell'industria dell'alluminio più inquinante al mondo, perché si basa sull'elettricità prodotta con il carbone. La Cina è anche il più grande produttore di alluminio al mondo, con oltre il 55% della produzione e della domanda globale di alluminio. La decarbonizzazione del settore in Cina potrebbe avere conseguenze per gli obiettivi di emissione globali. L'industria dell'alluminio più sostenibile al mondo, invece, si trova in Canada. Il 90% dell'alluminio canadese è prodotto in Québec, considerato il più sostenibile al mondo poiché viene prodotto quasi interamente con energia idroelettrica. Molte delle aziende leader del settore, come Alcoa e Rio Tinto, hanno proposto joint venture in Quebec, dove intendono sviluppare il primo impianto di fusione di alluminio al mondo senza emissioni di carbonio. L'industria dell'alluminio statunitense ha fatto passi da gigante nella riduzione dell'impronta di carbonio. Grazie all'aumento del riciclo dell'alluminio e alla tecnologia di decarbonizzazione, l'intensità di carbonio della produzione di alluminio è diminuita del 43% dal 1991<sup>19</sup>.

<sup>18</sup> ALUMINIUM TRANSITION STRATEGY, APRIL 2023, <https://missionpossiblepartnership.org/action-sectors/aluminium/>

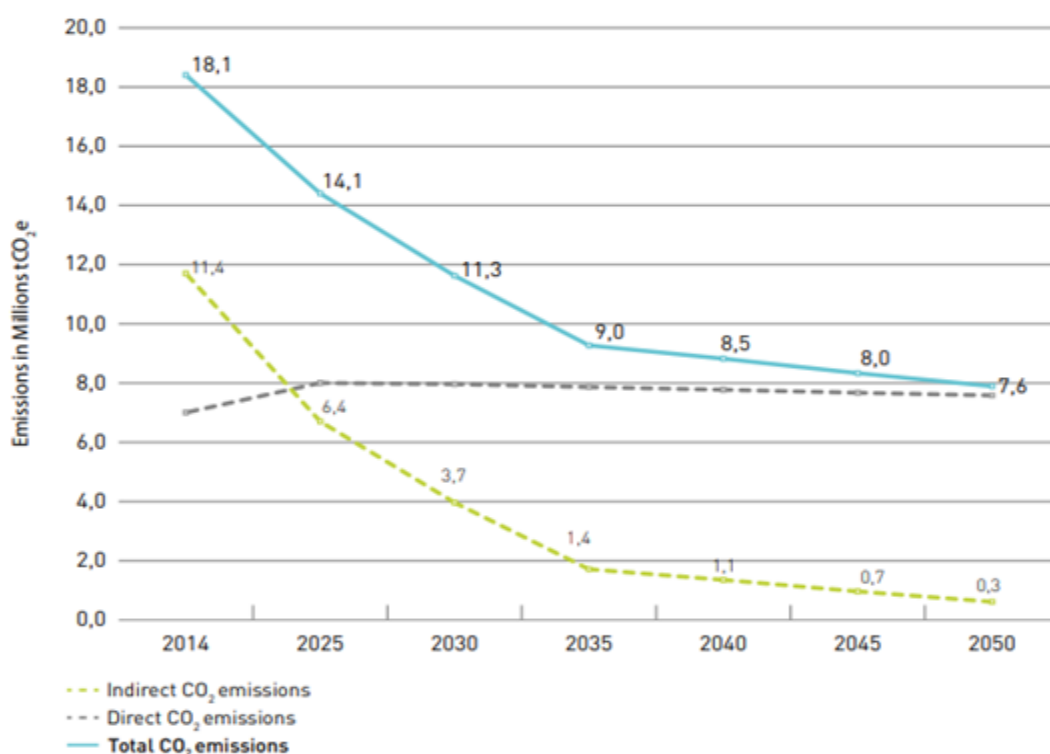
<sup>19</sup> Decarbonizing Aluminum: Rolling Out a More Sustainable Sector, [www.csis.org](http://www.csis.org)



Secondo le proiezioni elaborate da PwC, la decarbonizzazione del settore energetico determinerà una forte riduzione delle emissioni totali di CO<sub>2</sub> derivanti dalla fusione dell'alluminio primario nei Paesi dell'UE e dell'EFTA.

Le emissioni totali di CO<sub>2</sub> diminuiranno del 58% entro il 2050 rispetto ai livelli del 2014. Questo dovrebbe ridurre l'intensità di carbonio generato dalla fusione dell'alluminio primario da 4,46 tCO<sub>2</sub> per tonnellata a 1,73 tCO<sub>2</sub> nel 2050. Il fattore principale sarà la diminuzione delle emissioni indirette di CO<sub>2</sub> del 97% entro il 2050 rispetto al 2014<sup>20</sup>.

*Evoluzione 2014-2050 delle emissioni dirette, indirette e totali di CO<sub>2</sub> derivanti dalla fusione dell'alluminio primario nell'UE28+EFTA*



Source: PwC data 2018. Graph developed by European Aluminium, based on primary smelting process

Riciclando imballaggi in alluminio postconsumo si rende disponibile metallo con notevoli risparmi sia di energia sia di emissioni ad essa correlate. I prodotti in alluminio sono, intrinsecamente, una formidabile banca di energia. Secondo il “Life Cycle Inventory data for aluminium production and transformation processes in Europe” pubblicato dall’EAA, si evince il più importante beneficio in termini di riduzione dell’impatto ambientale, a livello europeo, sia dei processi sia dei prodotti: la

<sup>20</sup> EUROPEAN ALUMINIUM'S CONTRIBUTION TO THE EU'S MID-CENTURY LOW-CARBON ROADMAP, <https://european-aluminium.eu/>

considerevole riduzione di emissioni serra grazie alle crescenti quantità di alluminio riciclate annualmente<sup>21</sup>:

<i>ENERGY CONSUMPTION</i>		<i>Alluminio primario Lingotti</i>	<i>Alluminio Riciclato Lingotti</i>
		per ton	per ton
Totale	MJ	157.000	8.540
Rinnovabile	MJ	45.700	274
Non rinnovabile	MJ	111.000	8.270
<i>GREENHOUSE GASES</i>			
Totale CO <sub>2</sub> equiv.	kg	8.750	507

Dal 2010 le percentuali di alluminio riciclato seguono un trend positivo, mantenendosi stabilmente sopra il 60% della quantità complessiva di quanto immesso sul mercato. Nel 2020 si sono registrate 47.400 tonnellate di imballaggi in alluminio riciclate, pari al 68,7% delle complessive 69.000 tonnellate immesse sul mercato.

Nel 2021, con l'avvio a riciclaggio di 52.900 t di imballaggi in alluminio, con resa fusione stimata nell'85%, si sono evitate emissioni serra pari a 371 mila tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalenti; si è risparmiata energia pari a 159 mila tep (tonnellate equivalenti petrolio). Nel 2022 è stato avviato a riciclo il 73,6% degli imballaggi in alluminio immessi sul mercato (ovvero 60.200 tonnellate) e, con il recupero energetico, il totale di quelli complessivamente recuperati cresce e si avvicina al 78%. Il tasso di riciclo degli imballaggi in alluminio in Italia ha quindi già superato abbondantemente gli obiettivi al 2025 (50%) e al 2030 (60%) La prevenzione quantitativa, qualitativa e l'utilizzo di alluminio riciclato riduce al minimo l'impiego di risorse naturali nella produzione di imballaggi in alluminio o di altri beni durevoli<sup>22</sup>.

ANNO	Quantità IMMESSA SUL MERCATO (tonnellate)	PERCENTUALE Riciclata
2011	67.200	60,7%
2012	68.500	59,4%
2013	70.000	61%
2014	63.400	79,2%
2015	66.500	69,9%
2016	66.500	73,2%
2017	69.700	68,6%
2018	67.700	80,2%
2019	73.400	70%
2020	69.000	68,7%
2021	78.400	67,5%
2022	60.200	73,6%

Fonte: dati annuali Cial

<sup>21</sup> Bilancio e relazione sulla gestione 2021, CIAL

<sup>22</sup> Bilancio e relazione sulla gestione 2021, CIAL

### 4.3 Strategie decarbon

In Italia è presente solo la produzione di alluminio secondario, quello derivato dal riciclo.

In questo processo, dopo la separazione dell'alluminio da altri eventuali materiali, questo viene pretrattato a 500 gradi per poi essere fuso ad 800 gradi e trasformato in lingotti. Si ottiene così un materiale del tutto identico qualitativamente alla materia primaria e destinato ad ogni settore industriale<sup>23</sup>. Ma il vero problema, riguardo la quantità di emissioni, è rappresentato dalla produzione di alluminio primario.

Questo processo genera emissioni dirette dall'elettrolisi dell'allumina, usando un anodo di carbonio durante la fusione e dal combustibile durante i processi unitari per la produzione di calore e vapore. Nel 2018, il consumo di anodi di carbonio è stato responsabile di circa il 10% delle emissioni settoriali. Sebbene le emissioni dirette rappresentino un'opportunità di decarbonizzazione inferiore rispetto al consumo di energia, sono più facili da affrontare collettivamente in quanto le tecniche di raffinazione e le tecniche di fusione sono condivise da tutto il settore industriale. (ad esempio, processo Bayer, processo Hall-Heroult).

I percorsi a più alto impatto per la decarbonizzazione delle emissioni dirette sono: 1) lo sviluppo di un anodo non carbonioso; 2) la transizione verso tecnologie in grado di fornire calore e vapore senza l'uso di combustibili fossili.

Gli anodi di carbonio sono un componente critico del processo elettrolitico, che separa l'alluminio puro dall'allumina e genera CO<sub>2</sub> come sottoprodotto della reazione. I materiali ricchi di carbonio sono utilizzati come anodi perché sono buoni conduttori di elettricità, sono poco costosi e abbondanti. La sostituzione di un anodo di carbonio con un materiale inerte potrebbe eliminare le emissioni dirette dell'elettrolisi. Diversi produttori di alluminio stanno già lavorando allo sviluppo di anodi che producano ossigeno anziché CO<sub>2</sub>. Il costo degli anodi inerti dovrebbe essere del 10-30% inferiore rispetto a quello degli anodi a base di carbonio. Dati i vantaggi finanziari e ambientali dell'innovazione degli anodi e l'applicazione globale nei processi di fusione dell'alluminio, questi progressi tecnologici potrebbero essere rapidamente commercializzati per la decarbonizzazione su larga scala dell'industria. Mentre gli anodi inerti sono la via più matura per la decarbonizzazione dell'elettrolisi, ulteriori tecnologie aggiuntive, tra cui la riduzione carbotermica o le celle elettrolitiche multipolari, possono essere utilizzate per ridurre ulteriormente la domanda di energia e le emissioni corrispondenti<sup>24</sup>.

Per quanto riguarda il fabbisogno di vapore, è attualmente soddisfatto da caldaie a bassa temperatura a carbone, gas o olio. Le alternative a emissioni quasi zero includono<sup>25</sup>:

1) Le caldaie elettriche e a idrogeno. Hanno entrambe il potenziale per abbattere il 100% delle emissioni dirette. Esse beneficiano di alti livelli di maturità tecnologica e di applicazioni esistenti in altri settori. Per massimizzare il loro potenziale di riduzione delle emissioni, il loro impiego nelle raffinerie di allumina deve essere accoppiato con l'uso di energia elettrica a basse emissioni di carbonio e con l'uso di idrogeno.

2) Ricompressione meccanica del vapore (MVR): Un sistema MVR cattura il calore di scarto del processo, che viene ricompresso utilizzando elettricità per aumentare la temperatura al livello necessario. Trasformando il vapore di scarto in nuovo vapore di processo, questa tecnologia può sostituire le caldaie a combustibile fossile. Grazie al loro coefficiente di prestazione (COP) pari a 3, i sistemi MVR richiedono molta meno elettricità rispetto all'energia da combustibile fossile che eliminano. Sostituendo la maggior parte del vapore prodotto dalle caldaie convenzionali a

<sup>23</sup> <https://www.cial.it/produzione-alluminio/>

<sup>24</sup> *Aluminium for Climate: Exploring pathways to decarbonize the aluminium industry*, World Economic Forum

<sup>25</sup> ALUMINIUM TRANSITION STRATEGY, APRIL 2023, <https://missionpossiblepartnership.org/action-sectors/aluminium/>

combustibili fossili, la tecnologia MVR dovrebbe consentire una riduzione fino al 95% del consumo di combustibili fossili e delle emissioni rispetto all'utilizzo di caldaie convenzionali. Anche se è già utilizzata in altri settori, l'MVR richiede ulteriori sforzi di ricerca e sviluppo per essere adattato alla raffinazione prima di poter essere utilizzato su scala, cosa che si prevede sarà possibile a partire dal 2027.

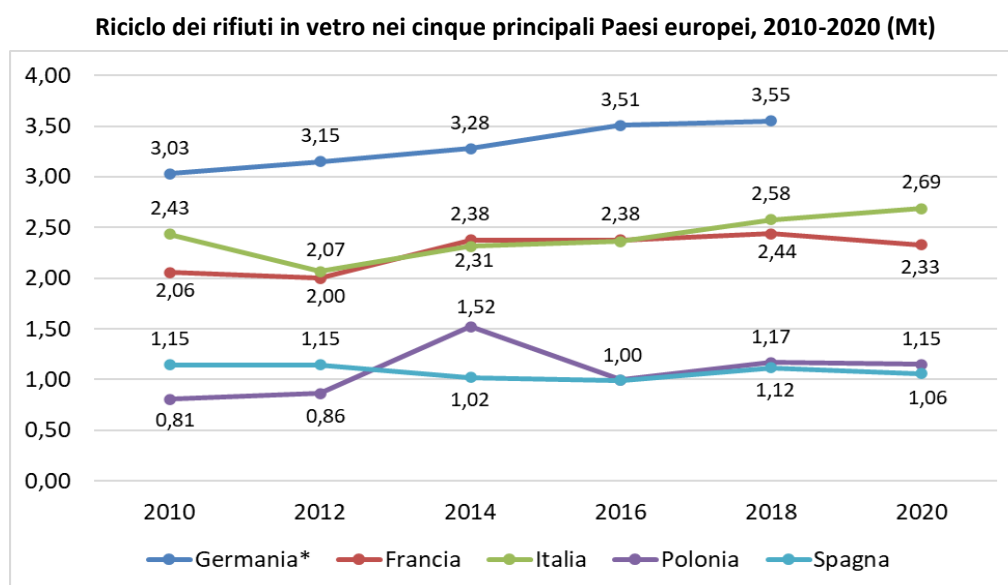
3) Concentrated solar thermal (CST): Il CST ha il potenziale per soddisfare circa il 75% del fabbisogno energetico di una raffineria, mentre il resto è fornito da caldaie di riserva. La tecnologia richiede alti livelli di irraggiamento solare costante, per cui è adatta solo in luoghi specifici. Le applicazioni del CST esistono già nella generazione di energia, ma la tecnologia non è ancora stata impiegata per l'allumina e l'uso in questo contesto non è previsto prima del 2027.

## CAP. 5 VETRO

### 5.1 Confronto a livello europeo sul riciclo del vetro

In UE27 nel 2020 su una generazione di circa 18 Mt di rifiuti in vetro<sup>26</sup> ne sono state avviate a riciclo 15 Mt, con l'Italia in testa (2,69 Mt), seguita dalla Francia (2,33 Mt). Da osservare come non sia disponibile il dato aggiornato per la Germania, che nel 2018 aveva fatto registrare le migliori performance di riciclo (3,55 Mt).

Rispetto ai valori del 2010 l'Italia ha incrementato la quantità di vetro avviato a riciclo del 10%, passando da 2,43 Mt del 2010 a 2,69 del 2020.



Fonte: EUROSTAT

### 5.2 La produzione di vetro in Italia

Nel 2022, nonostante la crisi energetica e l'onda lunga del Covid, la produzione di bottiglie e vasi è aumentata per rispondere ai bisogni di sicurezza e di sostenibilità ambientale richieste dai consumatori, ma anche per accompagnare il successo dei prodotti a marchio Italia che ha visto sempre più bottiglie di vino, e soprattutto spumante, prendere la via dell'estero.

La produzione di bottiglie è aumentata dell'1,5% immettendo sul mercato oltre 2 miliardi di "pezzi", e quella di vasetti del 2,5%. Ma per riportare il settore sulla strada della normalità ci sono ancora alcuni fattori critici: la volatilità dei prezzi energetici e l'aumento del prezzo del rottame a livelli mai raggiunti in precedenza, passando da circa 25 Euro/ton a 200 Euro/ton.

<sup>26</sup> Secondo la classificazione fornita da EUROSTAT rientrano in questa categoria le seguenti tipologie di rifiuti urbani e speciali: imballaggi in vetro, rifiuti in vetro provenienti dalla produzione di vetro e prodotti in vetro; rifiuti in vetro provenienti da processi di selezione e riciclaggio. I rifiuti in vetro sono presenti in un piccolo numero di settori produttivi (costruzione e demolizione, riciclo di veicoli a fine vita, AEE e produzione di vetro), ma possono essere generati da tutti i settori come residui di consumo o imballaggi.

Questo aumento, oltre ad incidere sul costo dei contenitori (esso rappresenta, nella media circa la metà delle materie prime usate per la produzione di vetro e 1/3 del costo di produzione), pone un rischio in termini di mantenimento degli obiettivi di riciclo e di circolarità del settore: il costo di utilizzo del rottame ha ormai superato, infatti, quello della materia prima. (ASSOVETRO 2023)

Secondo i dati ASSOVETRO, il 2021 è stato un anno positivo per l'industria italiana del vetro, con una produzione di circa 6 Mt e un aumento del 9,4% rispetto all'anno precedente: +23,2% per il vetro piano, +6% per il vetro cavo e +19,5% per filati e lane di vetro, delineando uno scenario che si lascia alle spalle il contraccolpo dell'emergenza pandemica. Ma il perdurare di fattori critici, come difficoltà di approvvigionamento e aumento dei costi delle materie prime, dell'energia e dei trasporti, inaspriti dal conflitto in Ucraina, possono compromettere questa risalita e pongono una seria ipotesi sul futuro.

Le buone performance del 2021 hanno accompagnato la crescita dei settori legati al vetro, come quello delle costruzioni, che ha registrato un +21,3%, dell'alimentare +6,1%, dei vini +12,5%. Ma lo scenario economico che l'industria del vetro dovrà affrontare nel 2022, anche se i primi mesi mostrano un trend positivo, si annuncia complesso: sfida del PNRR, decarbonizzazione, nuove regole europee del pacchetto Fit for 55 con la riforma dell'ETS e Carbon Border Adjustment Mechanism.

Assovetro conta 69 Associate, di cui 25 sono Aziende della Produzione, 41 della Trasformazione, 3 delle Lampade, per un totale di 103 stabilimenti e 16.138 addetti. È la seconda industria manifatturiera in Europa e la prima per i contenitori.

In particolare la produzione di vetro cavo, i contenitori per l'industria alimentare, aumenta del 6% rispetto al 2020, a quota 4,7 Mt, a fronte di un arretramento dell'1,25% nel 2020.

La produzione del vetro cavo è del +1,5% rispetto al 2021, aiutata dal successo dei prodotti del Made in Italy, mentre quella del vetro piano, colpita dalla crisi dell'auto (-9,7% le immatricolazioni rispetto al 2021) e nonostante il boom delle ristrutturazioni edilizie, ha registrato un -3%. (ASSEMBLEA ASSOVETRO 2023)

Vetro Cavo: Produzione 4,773 mln tons (+1,5%), import 1,3 mln tons (+11%), export 615 ktons (-0,3%). In particolare, per le bottiglie la produzione è stata di 4,1 mln tons (+1,8%), l'import di 940 ktons (+11,3%) e l'export di 322 ktons (-4,4%) Vetro Piano: Produzione 1,15 mln tons (-3%), import: 149 ktons (-2,5%), export: 309 ktons (+2%) Filati: produzione 105 ktons (-0,6%), import: 172 ktons (-28%), export: 47 ktons (-48%) (ASSEMBLEA ASSOVETRO 2023)

#### **2021 Vetro cavo**

Bottiglie: +6%;

Vasi per le conserve: -5%;

Flaconi per farmaceutica e cosmetica: +20%;

Articoli per la casa: +21%

Produzione: 4,7 Mt

Importazione: 1,8 Mt

Esportazione: 617.000 t

Consumo apparente: 5,3 Mt - Consumo procapite: 89 kg

Le aziende produttrici di vetro cavo in Italia sono 17, per un totale di 40 stabilimenti e una forza lavoro di oltre 8.000 addetti.

Da sottolineare l'aumento dell'import al 16,7% per il vetro cavo in generale, che riscontra un aumento dell'export del 13,8%.

Sono state prodotte in un anno 83 miliardi di bottiglie e vasetti per il mercato europeo e globale per un totale di 23,4 Mt di vetro.

### 5.3 Le materie prime - materie prime seconde

Il riciclo del vetro nel ciclo di produzione in vetreria, ovvero la sostituzione delle materie prime tradizionali (sabbia, soda, calcare, dolomite, feldspato, ossidi coloranti vari) con rottame di vetro, consente di ottenere notevoli vantaggi ambientali, tra i quali i più rilevanti sono:

- riduzione dell'impatto ambientale associato al ciclo di produzione degli imballaggi in vetro a seguito di risparmi energetici indiretti conseguiti sostituendo parte delle materie prime tradizionali, caratterizzate da costi energetici molto più elevati rispetto al rottame di vetro;
- riduzione delle emissioni dai forni di fusione del vetro, a seguito di risparmi diretti conseguiti con l'uso di rottame. Infatti, a parità di qualità di vetro prodotto, è necessario un minore apporto di energia per la fusione del rottame di vetro (minore quantità di umidità da evaporare, minori volumi di gas di reazione che si liberano asportando energia termica, maggiore velocità di fusione e temperature inferiori rispetto a quanto richiesto per la fusione della miscela vetrificabile tradizionale costituita da materie prime minerali);
- riduzione del consumo di risorse naturali (materie prime minerali), con conseguente minore attività estrattiva.

La quantità complessiva di rottame MPS riutilizzato dall'industria del vetro è la somma del rottame da imballaggio proveniente dalla raccolta differenziata nazionale, del rottame non da imballaggio, del rottame proveniente dal mercato estero, del rottame riciclato internamente alle aziende e del rottame esportato destinato all'industria del vetro.

Nella tabella che segue vengono riportati i quantitativi di rottame riciclato suddivisi per provenienza, e la relativa percentuale in peso rispetto alla quantità complessiva di vetro prodotto.

**Quantitativi di rottame di vetro riciclato utilizzato in Italia nel 2021**

<b>Tipologia</b>	<b>Quantitativo ton/anno</b>	<b>% di rottame rispetto alla quantità di vetro fuso prodotto</b>
Rottame nazionale da imballaggio da raccolta differenziata nazionale riciclato in Italia	2.142.290	40,2
Rottame nazionale non da imballaggio riciclato in Italia	163.053	3,1
Rottame da mercato estero riciclato in Italia	232.227	4,4
Rottame riciclato internamente dall'industria del vetro Italiana	746.671	14,0
<b>Totale rottame riciclato</b>	<b>3.284.240</b>	<b>61,6</b>

Fonte: COREVE

## 5.4 La filiera del recupero degli imballaggi in vetro in Italia

Il processo di recupero dei rifiuti di imballaggio in vetro ha il fine prioritario di produrre un rottame “pronto al forno” che, persa la qualifica di rifiuto (ai sensi del Regolamento End of Waste n. 1179/2012) e potendo garantire standard qualitativi adeguati allo scopo, è impiegato in vetreria come materia prima seconda (MPS) in grado di sostituire le materie prime vergini utilizzate nella produzione di nuovi imballaggi. Affinché il trattamento dei rifiuti di imballaggio in vetro consenta il successivo riciclo è però necessario garantire, all’origine, una buona raccolta differenziata.

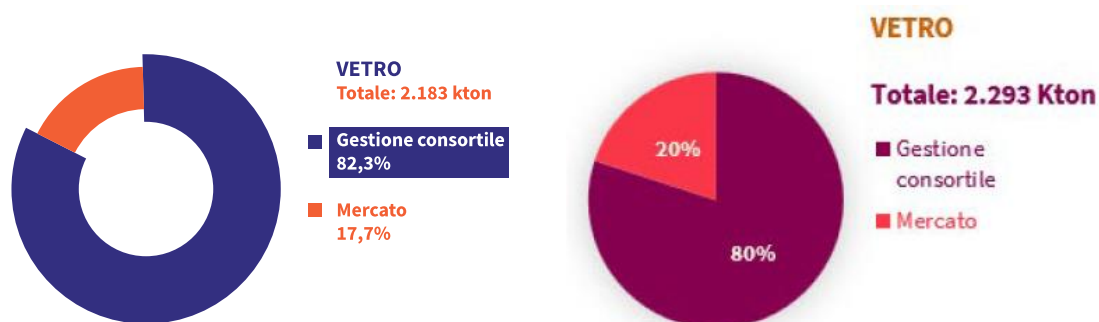
La filiera del vetro nel 2021 ha avviato a riciclo il 77% (la media EU27 nel 2019, ultimo anno disponibile, è 75,4%) degli imballaggi immessi al consumo con quasi 2,2 Mt di rifiuti di imballaggi in vetro recuperati, di cui 1,80 Mt da gestione consortile, quale risultato degli sforzi del Consorzio COREVE per avviare a riciclo sempre maggiori quantità e garantire le vetrerie di una produzione di rottami made in Italy.

COREVE ha gestito direttamente, attraverso le convenzioni locali, circa 2.183 kton di rifiuti di imballaggi in vetro corrispondenti all’82,3% della raccolta differenziata.

**QUANTITA' DI MPS AVVIATA A RICICLO E RESA DELLA RACCOLTA Prev. 2022 vs 2021 (ton) (PSP COREVE)**

	Settore	Pre 2022	2021	Δ%
Gestione indipendente	Vetro Meccanico Cavo*	405.000	346.382	+16,9%
	“altre tipologie di riciclo”	43.000	40.568	+6,0%
	<b>Totale</b>	<b>448.000</b>	<b>386.950</b>	<b>+15,8%</b>
Gestione Consortile	Vetro Meccanico Cavo	1.882.000	1.795.908	+4,8%
	“altre tipologie di riciclo”	0	0	-
	<b>Totale</b>	<b>1.844.000</b>	<b>1.795.908</b>	<b>+2,7%</b>
<b>TOTALE MPS RICICLATO</b>		<b>2.292.000</b>	<b>2.182.858</b>	<b>+5,0%</b>

**Tipologia di gestione del riciclo di imballaggi in vetro in Italia, 2021 – 2022 (Aggiornamento 2022 PGP CONAI)**

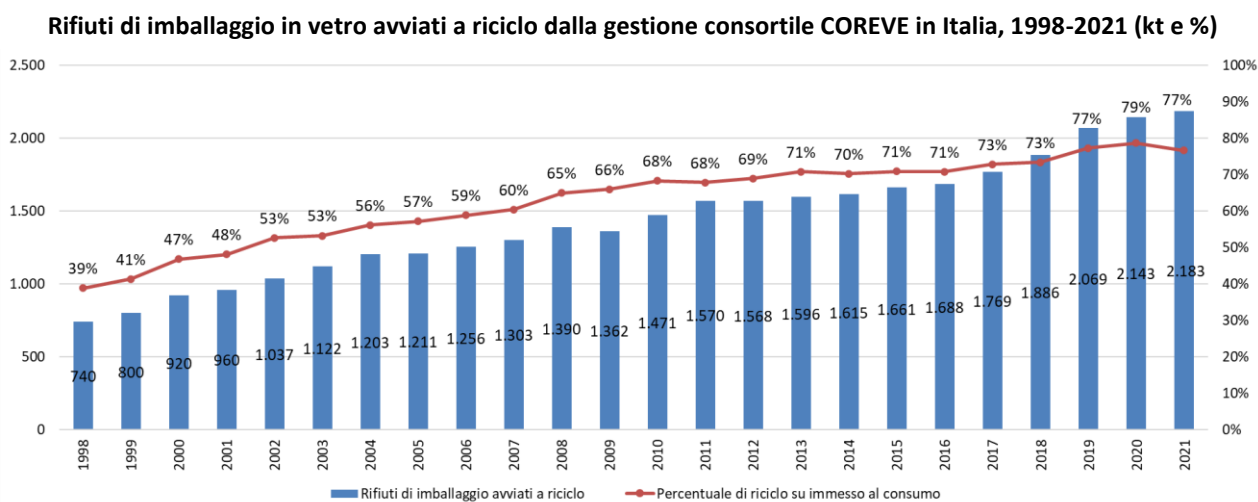


Fonte: PGP 2022 CONAI



## I 25 anni del sistema consortile CONAI-COREVE

Tra il 1998 e il 2021 sono state avviate a riciclo circa 35 Mt di rifiuti di imballaggio in vetro. Nel 2021 la percentuale di riciclo sull'immesso al consumo ha raggiunto il 77%, crescendo di 38 punti percentuali durante il periodo considerato. Come si può osservare dalla Figura, la crescita della quantità di rifiuti di imballaggio in vetro avviata a operazioni di riciclo è stata costante durante i 25 anni, passando da un valore pari a 740 kt nel 1998 a uno di 2.183 nel 2021.



Fonte: CONAI

## 5.5 L'immesso al consumo di imballaggi in vetro in Italia

La filiera del vetro, con 2.838 kton di imballaggi immessi al consumo nel 2022 resta sostanzialmente stabile rispetto al 2021. Le tipologie di imballaggi in vetro sono rappresentate da bottiglie, flaconi, fiale, vasi, ecc. Il dato 2022 è frutto dell'andamento contrastante dei consumi relativi ai principali prodotti in vetro che, per diverse ragioni, tra cui il minor ricorso allo "smart working", hanno registrato una sostanziale contrazione a livello domestico, quasi completamente compensata dall'incremento dei consumi fuori casa, sostenuti dalla ripresa delle attività del circuito HoReCa e dall'aumento delle presenze turistiche, in particolare dall'estero. (PGP CONAI pg 177)

Alla luce dei dati attualmente disponibili relativi alla produzione di nuovi contenitori, all'andamento del Contributo Ambientale e alle indicazioni espresse dall'istituto di ricerca Prometeia, stimiamo un incremento dei consumi interni di imballaggi di vetro pari all'1,4%. (PSP COREVE)

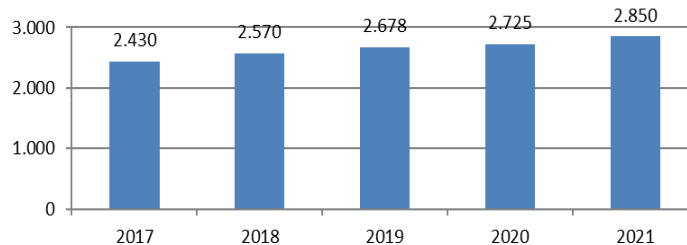
**Imballaggi in vetro immessi al consumo: previsione anno 2022 <sup>(i)</sup>**

**2.890.000 tonnellate**

<sup>(i)</sup> Previsione CoReVe 2022 su dati Prometeia.

La filiera degli imballaggi in vetro, con 2.850 kt immessi al consumo, registra nel 2021 un incremento del 4,6% sull'anno precedente. A spingere i consumi di prodotti in vetro sono stati la progressiva ripresa delle attività che fanno capo al circuito HoReCa (Hotel, Ristoranti e Catering) e il parziale recupero delle presenze turistiche, in particolare dall'estero, calate drasticamente nei periodi di lockdown.

**Imnesso al consumo di imballaggi in vetro in Italia, 2017-2021 (kt)**



Fonte: PSP COREVE 2022

## 5.6 La raccolta dei rifiuti di imballaggio in vetro

Nel 2022 la raccolta differenziata dei rifiuti di imballaggio in vetro risulterà in crescita del 5,0%, passando da 2.417.000 ton del 2021 a 2.538.000 tonnellate. (PSP COREVE)

Nella prima parte dell'anno si è registrato un incremento del 5% del quantitativo gestito attraverso le convenzioni locali rispetto al 2021, salvo poi diminuire ed attestarsi sugli stessi livelli. In generale, è prevista una crescita dei quantitativi gestiti in convenzione pari al 2,5%.

Il COREVE, attraverso le convenzioni locali, ha gestito direttamente circa 2,2 Mt di rifiuti d'imballaggio in vetro, corrispondenti all'88,3% della raccolta differenziata del vetro grezzo in Italia. Nel 2020 era l'87,8%.

CoReVe, nel 2022, dovrebbe gestire complessivamente il ritiro dei rifiuti di imballaggio in vetro raccolti in modo differenziato in oltre 7.500 Comuni (il 95,3% del totale), in sostanziale equilibrio rispetto al 2021.

I Comuni convenzionati con COREVE, direttamente o attraverso il proprio gestore delegato, sono 7.569 (il 95,8% del totale) con un aumento del 2,2% rispetto al 2020. Gli abitanti coinvolti sono 57,5 milioni, pari al 97,5% della popolazione italiana.

In relazione alla raccolta, nei prossimi anni la sfida sarà quella di riuscire a intercettare, con la collaborazione dei Comuni italiani e dei gestori delle raccolte, buona parte delle oltre 400.000 t che, ancora oggi, sono purtroppo destinate alla discarica.

**DATI TOTALE ITALIA – QUANTITA' RACCOLTE DI RIFIUTI DI IMBALLAGGI IN VETRO –  
Anni 2013 – Prev. 2022 (ton/1000) (PSP COREVE)**

Andamento Raccolta		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Prev. 2022	Cagr%
Superficie Pubblica	Gestione Consortile	1.420	1.521	1.648	1.600	1.715	1.892	2.053	2.104	2.134	<b>2.187</b>	+4,9%
	Gestione Indipendente	290	233	167	254	292	285	271	290	273	<b>341</b>	+1,8%
<b>TOTALE SUPERFICIE PUBBLICA</b>		<b>1.710</b>	<b>1.754</b>	<b>1.815</b>	<b>1.654</b>	<b>2.007</b>	<b>2.177</b>	<b>2.323</b>	<b>2.394</b>	<b>2.407</b>	<b>2.528</b>	+4,4%
Superficie Privata		10	10	10	10	12	12	12,8	2	10	<b>10</b>	0,0%
<b>TOTALE RACCOLTA</b>		<b>1.720</b>	<b>1.764</b>	<b>1.825</b>	<b>1.864</b>	<b>2.019</b>	<b>2.189</b>	<b>2.336</b>	<b>2.396</b>	<b>2.417</b>	<b>2.538</b>	+4,4%

## 5.7 Il riciclo dei rifiuti di imballaggio in vetro

Nel 2021, il riciclo dei rifiuti di imballaggi in vetro provenienti dalla raccolta nazionale ha raggiunto il quantitativo di 2,2 Mt.

A questo risultato ha concorso anche l'utilizzo della sabbia di vetro ottenuta dal recupero secondario di parte degli scarti derivanti dalle frazioni fini e dalla cernita degli inerti diversi dal vetro (ceramiche, porcellane, pietre, ecc.).

Il settore vetrario rimane tutt'ora il naturale e, di gran lunga, il più importante sbocco per il riciclo dei rifiuti di imballaggio in vetro raccolti in ambito nazionale: nel periodo 2012-2021, il vetro riciclato proveniente dai rifiuti di imballaggio consumati in Italia è cresciuto del 37,8%, mentre il riciclo totale, comprensivo anche del rottame nazionale di vetro piano e del rottame di vetro importato, ha avuto un incremento del 29,6%.

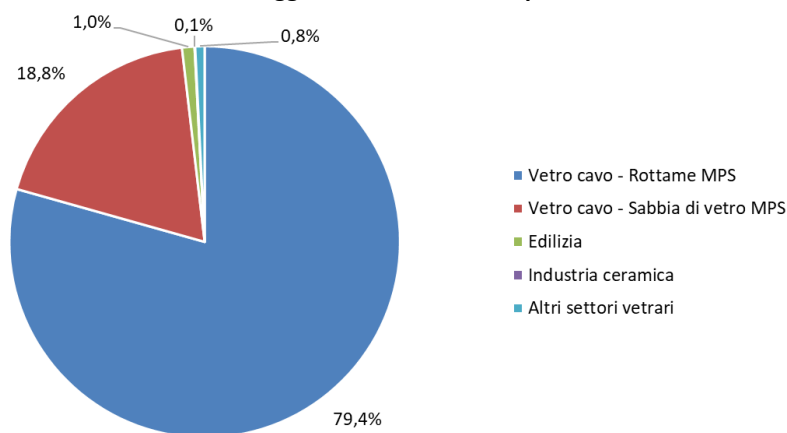
Nel 2022 nel comparto del vetro cavo meccanico saranno avviate al riciclo circa 2.654.000 tonnellate di vetro, con un incremento del 4,6% rispetto allo scorso anno.

Il vetro complessivamente riciclato, tenendo conto delle quantità di sabbia di vetro derivanti dal trattamento secondario degli scarti avviati a riciclo nell'industria delle ceramiche e in altri settori vetrari (es. fibre), dovrebbe arrivare a circa 2.697.000 tonnellate.

**TOTALE ITALIA – RICICLO DI MPS, DERIVANTE DA RIFIUTI DI TUTTI I TIPI DI VETRO, RICICLATI IN DIVERSI SETTORI INDUSTRIALI (ton) (PSP COREVE)**

ORIGINE	SETTORE INDUSTRIALE CHE EFFETTUA IL RICICLO	2021	Prev 2022	Δ%	Δ	Incidenza % 2021	Incidenza % 2022
Non Imballaggio da raccolta nazionale e acquisti tra Vetriere	vetro cavo e altri comparti vetrari	163.053	183.000 <sup>(1)</sup>	12,2%	19.947	6,3%	6,8%
Imballaggio da raccolta nazionale	vetro cavo	2.142.290	2.249.000 <sup>(2)</sup>	5,0%	106.710	83,1%	83,4%
Importazioni	vetro cavo e altri comparti vetrari	232.227	222.000 <sup>(1)</sup>	-4,4%	-10.227	9,0%	8,2%
Esportazioni Imballaggio da raccolta nazionale <sup>(2)</sup>	vetro cavo	0	0	-	0	0,0%	0,0%
<b>Imballaggio e non, comprese importazioni ed esportazioni <sup>(1)</sup></b>	<b>vetro cavo e altri comparti vetrari</b>	<b>2.537.569</b>	<b>2.654.000 <sup>(1)</sup></b>	<b>4,6%</b>	<b>116.431</b>	<b>98,4%</b>	<b>98,4%</b>
Imballaggio da raccolta nazionale	Ceramica, edilizia e altri comparti vetrari	25.174	27.000	7,3%	1.826	1,0%	1,0%
Esportazioni Imballaggio da raccolta nazionale	Ceramica, edilizia e altri comparti vetrari	15.395	16.000	3,9%	605	0,6%	0,6%
<b>RICICLO TOTALE</b>		<b>2.578.137</b>	<b>2.697.000</b>	<b>4,6%</b>	<b>118.863</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

**Riciclo totale di rifiuti di imballaggio in Italia suddiviso per destinazione di utilizzo (%)**



Fonte: PSP COREVE 2022

## 5.8 Il riciclo del vetro

La materia prima seconda (MPS) ricevuta dalla vetreria, dopo il trattamento, è un rottame di vetro pronto per essere fuso nel forno in sostituzione delle materie prime vergini, per la maggior parte soda e sabbia, che per diventare nuovo vetro devono invece prima subire un processo di trasformazione chimica ad alta temperatura.

La produzione di nuovi contenitori in vetro (bottiglie e vasetti) attraverso il riciclo dell'MPS proveniente dalla raccolta differenziata dei rifiuti di imballaggi in vetro è un esempio perfetto di economia circolare, un modello di piena sostenibilità economica e ambientale di un materiale detto "permanente".

Attualmente, i forni che producono vetro verde, prevalentemente utilizzato per bottiglie per vino, birra e olio, possono impiegare una miscela composta fino al 90% di rottame di vetro. I fattori limitanti per l'uso in vetreria di MPS da raccolta differenziata è soprattutto la presenza di ceramica, di cristallo e di pyrex, anche in quantità molto piccole.

La selezione dei rifiuti di imballaggi in vetro per colore, oggi tecnicamente possibile negli impianti di trattamento a valle della raccolta, consente di riciclare il rottame anche nelle produzioni dei contenitori di colore ambra o incolore, non possibile se l'MPS è di colore misto, ampliando così le opportunità di riciclo in vetreria.

Il vetro fuso esce dal forno e viene incanalato verso gli stampi delle macchine di formatura, nei quali viene soffiato e trasformato in un nuovo contenitore. Successivamente, dopo rinvenimento nel forno di ricottura dove subisce un raffreddamento controllato che lo rende più resistente, l'imballaggio viene accuratamente controllato con macchine meccaniche, ottiche ed elettroniche, che garantiscono l'assenza di difetti, per essere poi ceduto alle imprese di confezionamento di bevande e alimenti e immesso al consumo. Se correttamente affidato alla raccolta differenziata, dopo il consumo l'imballaggio potrà tornare a essere riciclato in vetreria all'infinito, senza alcuna perdita di materia o decadimento qualitativo.

In Italia sono presenti 19 impianti di trattamento del vetro, dei quali 11 dislocati al Nord, 3 al Centro e 5 nel Mezzogiorno.

Gli stabilimenti vetrari sono complessivamente 36, dei quali 25 al Nord, 5 al Centro e 6 nel Mezzogiorno.

### Risparmi ambientali nel settore vetrario in Italia, 2021

<b>Risparmi energetici complessivi</b> , anno 2021	<b>373.000 TEP</b> , pari a circa 412 milioni di Metri Cubi Gas
<b>Minor consumo di materie prime minerali**</b> , a parità di vetro prodotto, pari a circa:	<p>3.957.000 tonnellate <b>di cui:</b></p> <p>Sabbia 2.449.000 ton.</p> <p>Soda 704.000 ton.</p> <p>Calcare 447.000 ton.</p> <p>Dolomite 218.000 ton.</p> <p>Feldspato 72.000 ton.</p> <p>Altro 67.000 ton.</p>
Riduzione diretta di emissioni di CO <sub>2</sub> eq (materie prime e fonti energetiche):	985.000 tonnellate di CO <sub>2</sub> eq

Fonte: PSP COREVE 2022

**Quantità di materie prime tipicamente risparmiate in tonnellate/anno, suddivise per tipologia di rottame riutilizzato. (PSP COREVE)**

Tipologia Rottame	TOTALE Ton/a	Sabbia ton/a	Soda ton/a	Marmo ton/a	Dolomite ton/a	Feldspato ton/a	Altro ton/a
Nazionale da raccolta differenziata imballaggi	2.581.072	1.597.684	459.431	291.661	141.959	46.717	43.878
Nazionale non da imballaggio	196.449	121.602	34.968	22.199	10.805	3.556	3.340
Mercato estero	279.791	173.191	49.803	31.616	15.389	5.064	4.756
Riciclo Interno	899.604	556.855	160.129	101.655	49.478	16.283	15.293
<b>TOTALE</b>	<b>3.956.916</b>	<b>2.449.331</b>	<b>704.331</b>	<b>447.132</b>	<b>217.630</b>	<b>71.620</b>	<b>67.268</b>

Complessivamente quindi vengono risparmiate circa 3.956.916 ton/anno di materie prime. Considerando una densità apparente della miscela vetrificabile di circa 1,7 ton/m<sup>3</sup>, la quantità di materia prima risparmiata in termini di volume risulta pari a circa 2.327.598 m<sup>3</sup>.

## 5.9 Risparmio emissioni CO2

L'uso del rottame di vetro al posto delle materie prime consente di ridurre la quantità di anidride carbonica CO<sub>2</sub> derivante dalla decomposizione dei carbonati presenti nella miscela vetrificabile tradizionale. Al mancato utilizzo di soda (sodio carbonato), marmo (calcio carbonato) e dolomite (carbonato di calcio e magnesio) corrisponde una minore emissione di CO<sub>2</sub> da processo. (PSP COREVE)

Risparmio di CO<sub>2</sub> suddiviso per singola materia prima

Tipologia (materie prime)	CO <sub>2</sub> risparmiata (ton/anno)
Soda	289.832
Calcare (marmo)	195.039
Dolomite	102.722
<b>Totale</b>	<b>587.593</b>

## 5.10 Le potenzialità e le problematiche di filiera

La filiera della raccolta e recupero dei rifiuti di imballaggio in vetro, grazie al sostanziale incremento delle capacità di trattamento, è stata in grado di risolvere in via definitiva le difficoltà di ritiro registrate nel biennio 2018-2019. Ha però altresì generato la necessità di ricorrere all'importazione di notevoli quantità di rottame di vetro (oltre 230.000 t nel 2021), non reperibili sul mercato nazionale, per poter soddisfare le richieste delle aziende di produzione di contenitori in vetro, a dimostrazione che l'industria nazionale è in grado di assorbire quantitativi significativamente superiori rispetto a quelli attualmente intercettati attraverso la raccolta differenziata. In questo mutato contesto, le esportazioni di rottame di vetro sono risultate praticamente azzerate.

Per far fronte al crescente fabbisogno di materia prima seconda, COREVE, d'intesa con l'Associazione Nazionale Comuni Italiani (ANCI), ha avviato un piano nazionale per lo sviluppo quali-quantitativo della raccolta differenziata del vetro con l'obiettivo di riuscire a intercettare una parte significativa, pari ad almeno 300.000 t, dei rifiuti di vetro di imballaggio che ancora oggi si stima finiscano nella raccolta indifferenziata e vengano, purtroppo, smaltiti in discarica.

L'auspicio è quello di poter avviare il maggior numero di progetti territoriali allo scopo di consentire, con il prezioso contributo di Comuni e gestori, un significativo incremento della raccolta del vetro, in particolare nelle regioni del Centro e Sud Italia.

Sebbene, a oggi, non si siano manifestate particolari criticità sul fronte del riciclo del rottame in vetreria, è opportuno valutare le prospettive inerenti alla capacità di riciclo installata nel nostro Paese. Il rottame "pronto al forno" (MPS) di colore misto è composto da una mix di vetri provenienti dal circuito post-consumo degli imballaggi. Da molti anni costituisce la componente principale della miscela utilizzata per produrre vetro cavo colorato per imballaggi, con incidenze che possono superare il 90% in peso sul totale della composizione vetrificabile. Il tasso di riciclo in produzioni non colorate (nelle colorazioni "bianco" e "mezzo bianco") è invece più basso. Questa diversa situazione è dovuta principalmente alla limitata disponibilità di vetro MPS incolore, in particolare per i settori di alta gamma, quali profumeria, farmaceutico e spirits.

Nei prossimi anni, riuscendo a incrementare la produzione di materia prima seconda incolore, si potranno ampliare considerevolmente le potenzialità di assorbimento del rottame di vetro sul territorio nazionale. Gli impianti di trattamento del vetro di recente realizzazione sono stati progettati avvalendosi delle tecnologie più innovative, capaci di separare in modo automatico il vetro incolore (processo di color sorting) dal vetro misto con un elevato grado di efficienza.

Inoltre, come previsto dall'Allegato tecnico Vetro, si ritiene indispensabile promuovere, in parallelo al potenziamento della capacità impiantistica, anche lo sviluppo della raccolta separata per colore in alcune aree significative del Paese. Il primo progetto a essere sostenuto da COREVE è stato avviato nel 2021 in provincia di Pordenone e ha riguardato un bacino di circa 170.000 abitanti. Entro la fine di quest'anno, COREVE si propone di ampliare le aree di intervento in modo da raggiungere un bacino di raccolta complessivo di almeno 500.000 di abitanti.

Dal punto di vista normativo, una delle problematiche che la filiera si trova ad affrontare ormai da qualche anno, e che suscita particolare interesse anche nei gestori delle raccolte, riguarda i rifiuti di vetro di imballaggio provenienti dalla raccolta effettuata nelle strutture sanitarie. Per effetto di quanto previsto dal Regolamento europeo "End of Waste" n. 1179 del 2012, che disciplina l'attività degli impianti di trattamento del vetro, al momento, questa tipologia di rifiuti, costituita prevalentemente da flaconi per infusione, non può essere utilizzata per la produzione di materia prima seconda da riciclare negli stabilimenti vetrari e, pertanto, deve essere avviata a smaltimento in discarica.

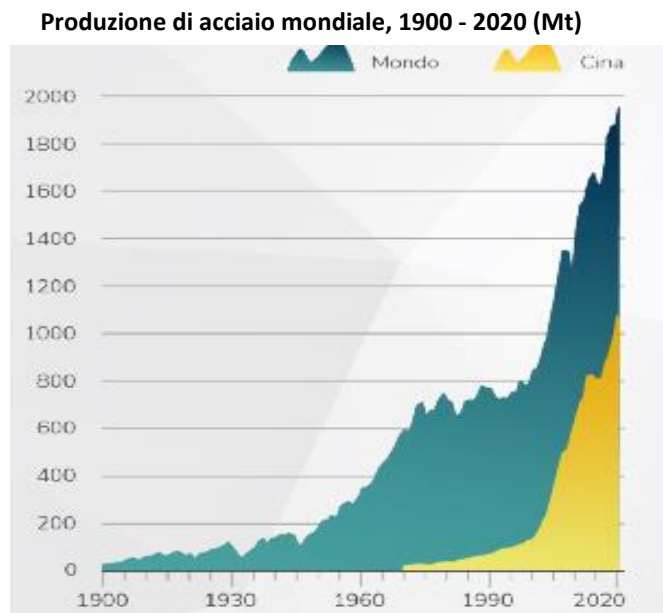
COREVE e ASSOVETRO, con il supporto della Stazione Sperimentale del Vetro, hanno presentato al MITE una proposta per l'introduzione di una regolamentazione nazionale ad hoc di tipo End of Waste, finalizzata al riciclo dei flaconi per fleboclisi, raccolti presso strutture ospedaliere, case di cura e altri presidi sanitari. Purtroppo, l'iter di questa proposta sta incontrando qualche difficoltà e in questo momento non è possibile fare una previsione sull'esito di tale iniziativa.

## CAP 6. ACCIAIO

### 6.1 Il contesto di mercato internazionale ed europeo

L'evoluzione storica della produzione mondiale di acciaio evidenzia due periodi di eccezionale sviluppo. Il primo riguarda i trent'anni successivi alla fine della Seconda guerra mondiale, con la ricostruzione post-bellica e il miracolo economico delle principali economie occidentali: dalla metà degli anni '40 alla fine degli anni '70 del Novecento, la produzione mondiale di acciaio è cresciuta di quasi sette volte passando da 110 a 750 milioni di tonnellate (Mt).

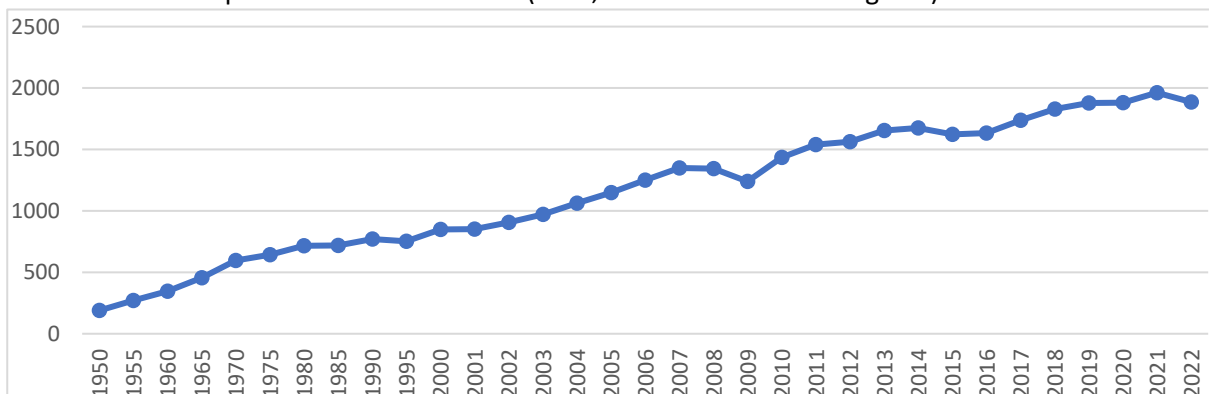
Il secondo, è legato all'ingresso della Cina nel mercato globale, che a partire dalla metà degli anni '90 del secolo scorso diventa la "fabbrica del mondo", registrando tassi di crescita economica a due cifre. In poco più di vent'anni la Cina moltiplica per dieci la propria produzione di acciaio arrivando a superare quella di tutti gli altri Paesi del mondo messi insieme, determinando un radicale mutamento della geopolitica del settore con importanti ripercussioni sulla reperibilità e stabilità dei prezzi di approvvigionamento delle materie prime.



Per la Cina i dati sono disponibili dal 1970

Fonte: GER RICREA 2022

World crude steel production 1950 to 2022 (WSA, 2023 World Steel in Figures)





## 6.2 La produzione di acciaio nel mondo e in Europa

Nel 2021, la produzione mondiale di acciaio grezzo ha sfiorato i 2 miliardi di tonnellate (Mldt), di cui il 90% prodotto in 15 Paesi, per oltre la metà in Cina, che da più di vent'anni è il primo produttore mondiale assoluto e nel 2021 ha superato il miliardo di tonnellate. In una classifica a parte, date le quantità di un ordine di grandezza inferiore rispetto alla produzione cinese, al primo posto troviamo l'India, con 118 Mt prodotte. Seguono le 96 Mt del Giappone e le 86 Mt degli Stati Uniti, che in vent'anni registrano un calo della produzione significativo, contro l'incremento del 30% della Russia, passata da 58 a 76 Mt, e del +65% della Corea del Sud, che a inizio secolo produceva poco più di 43 Mt contro le oltre 70 Mt del 2021.

Il primo Paese produttore dell'Unione europea, ottavo a livello mondiale, subito dopo la Turchia, è la Germania, con un totale nel 2021 di 40 Mt di acciaio grezzo, in flessione del 10% rispetto al 2000. L'Italia, con poco più di 24 Mt, si classifica all'undicesimo posto globale, con una produzione ben lontana dalle oltre 31 Mt dei primi anni del secolo.

Ripartizione della produzione di acciaio(Mt) tra i principali Paesi produttori, 2021 (tot.1.950 Mt)



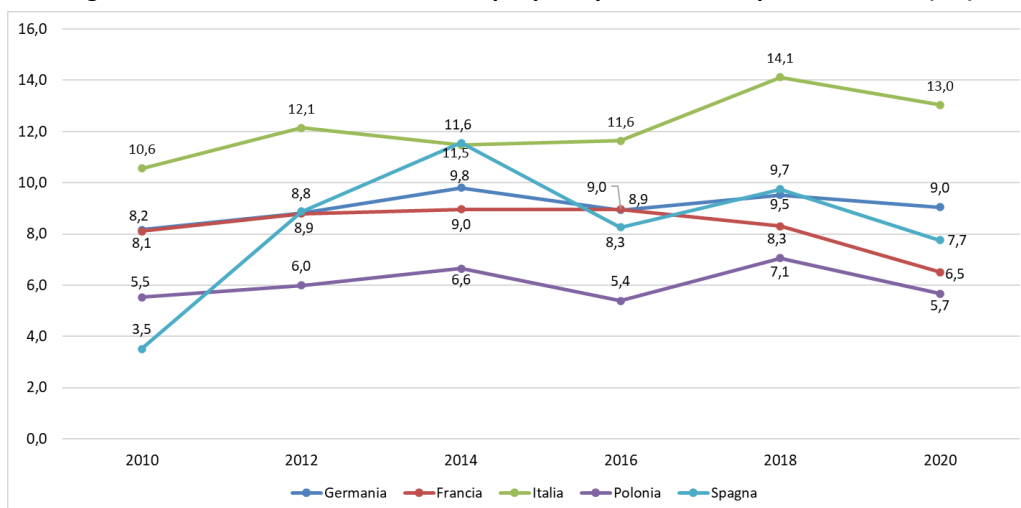
Fonte: GER RICREA 2022

## 6.3 Il confronto a livello europeo sul riciclo dei metalli ferrosi

In UE27 nel 2020 sono state avviate a riciclo 61 Mt di metalli ferrosi<sup>27</sup>, con la quota maggiore raggiunta dall'Italia (13 Mt), poco più del 20% del totale in tutta Europa. Questo dato è confermato dalla quantità di rifiuti generati sul territorio nazionale, che si attesta a 9 Mt, indicando che importiamo una buona quota dei metalli che vengono avviati a riciclo in Italia. Rispetto ai valori del 2010 il nostro Paese ha incrementato la quantità di materiale ferroso avviato a riciclo del 24%, passando da 10,6 Mt del 2010 a 13 Mt del 2020.

<sup>27</sup> Secondo la classificazione fornita da EUROSTAT rientrano in questa categoria i metalli ferrosi (ferro e acciaio) e le leghe. Essi includono rifiuti come scaglie di laminazione dell'industria siderurgica, limatura, tornitura e particelle di metallo dalla lavorazione dei metalli, rifiuti da costruzione e demolizione, stampi scartati dalla produzione di ceramica, metalli provenienti dal trattamento meccanico e dalla frantumazione dei rifiuti e metalli rimossi a seguito dell'incenerimento dei rifiuti.

**Figura 1 Metalli ferrosi riciclati nei cinque principali Paesi europei, 2010-2020 (Mt)**



Fonte: EUROSTAT

## 6.4 La produzione di acciaio in Italia

La produzione italiana di acciaio nel 2021 è stata di 24,4 Mt, in crescita del 20% rispetto all'anno precedente, con valori che riportano a quelli registrati prima della pandemia.

Federacciai afferma che, considerando le categorie di prodotti lunghi e piani, nel 2022 sono stati prodotti in Italia circa 12 milioni di tonnellate di acciai lunghi, in calo del 12% rispetto all'anno precedente, e 9,5 milioni di tonnellate di piani, il 13,8% in meno. Con 21,617 milioni di tonnellate, la produzione italiana di acciaio grezzo ha chiuso il 2022 facendo segnare un calo dell'11,5% rispetto al 2021.



**Produzione di acciaio in Italia, 2009-2021 (Mt)**



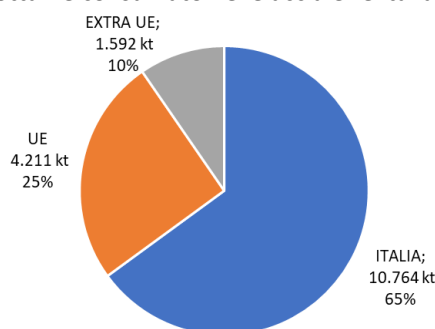
Fonte: Federacciai

## 6.5 Il mercato dei rottami di acciaio

La storica carenza di materia prima in Italia ha contribuito a sviluppare, in misura superiore rispetto agli altri Paesi, il ciclo con forno elettrico, ossia la produzione mediante rifusione del rottame ferroso, che rappresenta oltre il 78% della produzione nazionale. Rispetto all'anno precedente, il 2020 non ha fatto registrare significativi scostamenti in relazione alla provenienza del rottame: il 65% di provenienza nazionale, il 25% importato da Paesi UE e il restante 10% da Paesi terzi.

A causa della forte dipendenza dell'industria manifatturiera italiana dall'importazione dei metalli, il miglioramento della raccolta differenziata di questa frazione diviene sempre più strategica per la nostra economia.

Provenienza del rottame consumato nelle acciaierie italiane, 2020 (kt e %)



Fonte: Federacciai

## 6.6 La filiera del recupero degli imballaggi in acciaio in Italia

La filiera dell'acciaio ha registrato nel 2021, un decremento delle quantità avviate a riciclo: -6,0%, a causa di un valore di immesso a consumo particolarmente alto, che porta a un risultato di riciclo del 72%. La gestione diretta del Consorzio RICREA è pari a quasi il 57,7% del totale avvio a riciclo.

Al 30 giugno 2022 RICREA ha intercettato complessivamente 233.323 tonnellate di rifiuti di imballaggi in acciaio. Si può stimare, per la chiusura dell'anno 2022, la quantità totale raccolta in 480.000 ton (**PSP 2022 RICREA**)

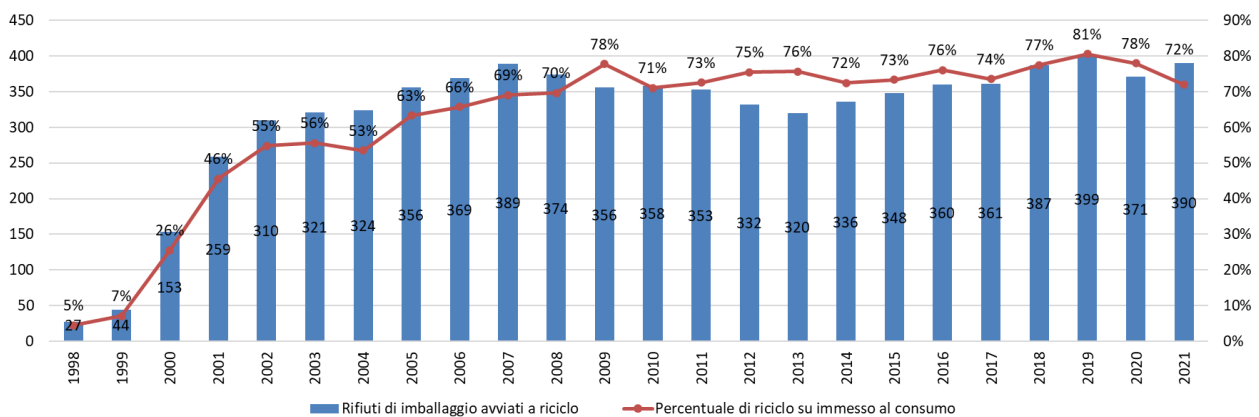
Tipologia di gestione del riciclo di imballaggi in acciaio, 2022 e 2021 (PGP CONAI 2023)



## I 25 anni del sistema consortile CONAI-RICREA

Tra il 1998 e il 2021 sono state avviate a riciclo 7,6 Mt di rifiuti di imballaggio in acciaio. Al 2021 la percentuale di riciclo sull'impresso al consumo ha raggiunto il 72%, crescendo di ben 67 punti percentuali durante il periodo considerato: un incremento è dovuto ai livelli di avvio a riciclo particolarmente bassi (5%) nel 1998. Come si può osservare nella figura, la crescita della quantità di rifiuti di imballaggio in acciaio avviati a riciclo non è stata lineare negli anni ma è comunque aumentata durante i 25 anni, passando da 27 kt nel 1998 a 390 kt nel 2021.

**Figura 2 Rifiuti di imballaggio in acciaio avviati a riciclo dalla gestione consortile in Italia, 1998-2021 (kt e %)**



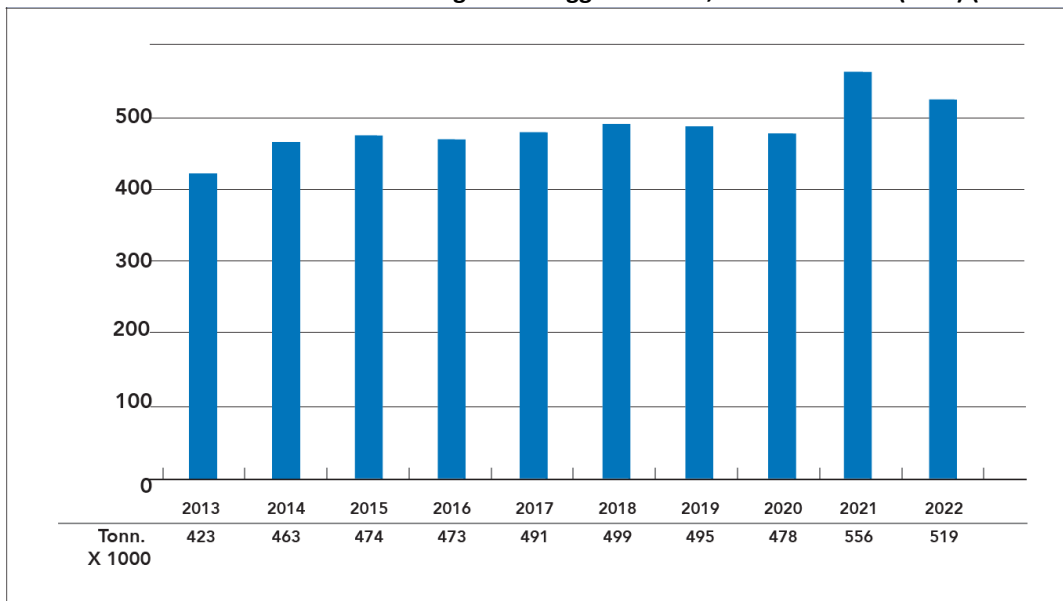
Fonte: CONAI

## L'impresso al consumo degli imballaggi in acciaio

Il dato di impresso al consumo per l'anno 2021 è pari a 542 kt, in aumento del 13% rispetto all'anno precedente.

Il dato di impresso a consumo indicato da CONAI per l'anno 2022, è pari a 518.913 tonnellate.

## Andamento dell'impresso al consumo degli imballaggi in acciaio, anni 2013-2022 (kton) (RGPS RICREA 2023)



Con riferimento alla tipologia di imballaggi in acciaio immessi al consumo, nel 2021 la metà di quelli prodotti è riconducibile alle categorie Open Top (30%) e fusti e gabbie per cisternette in acciaio, comprese quelle rigenerate (23%).

### Imballaggi in acciaio prodotti in Italia

**Gli imballaggi in acciaio prodotti in Italia**

**Open top** Piccoli e grandi contenitori, fino ad una capacità massima di 5 kg, in banda stagnata, o cromata per prodotti alimentari come scatolette per carne, prodotti ittici, barattoli per derivati del pomodoro, frutta sciropata, caffè, etc.

**Tappi Corona** Tradizionali tappi corona, nonché capsule di vario tipo per bottiglie e vasetti di vetro e i coperchi a strappo "easy open" il cui impiego è collegato alla produzione di scatole Open top.

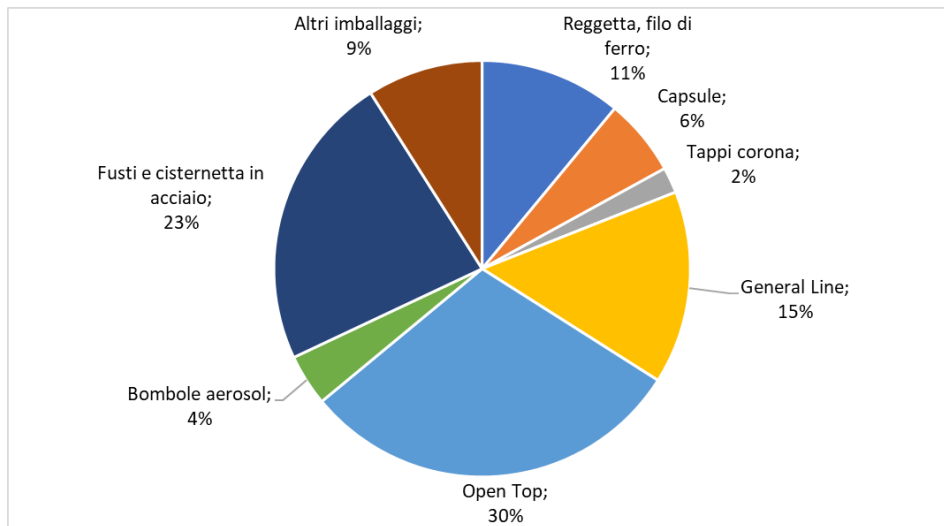
**Fusti e gabbie per cisternette** Grandi fusti e gabbie per cisternette tradizionalmente utilizzati dai settori chimici e petrolchimico, ma anche dall'industria alimentare.

**Bombole Aerosol** Impiegate dalle industrie che producono insetticidi, detersivi per la pulizia, cosmetici, prodotti alimentari, farmaci, etc.

**General line** Contenitori destinati in prevalenza all'industria dei prodotti chimici (vernici, inchiostri, pitture, ecc.) e alimentari (olio d'oliva) con capacità fino a 30 kg.

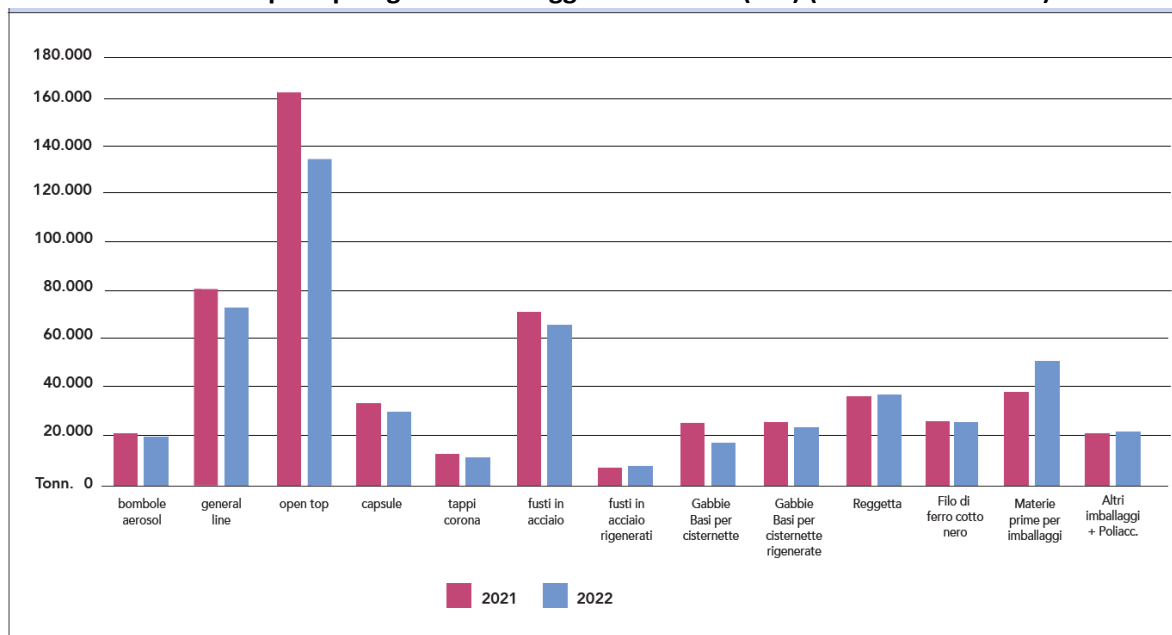
**Reggetta e filo di ferro** Utilizzati per fissare o ancorare oggetti su pallet e casse, nonché come rinforzo di casse di legno, casse e scatole di cartone.

### Ripartizione dell'impresso al consumo per tipologia di imballaggi in acciaio in Italia, 2021 (%)



Fonte: Relazione sulla gestione 2021 RICREA

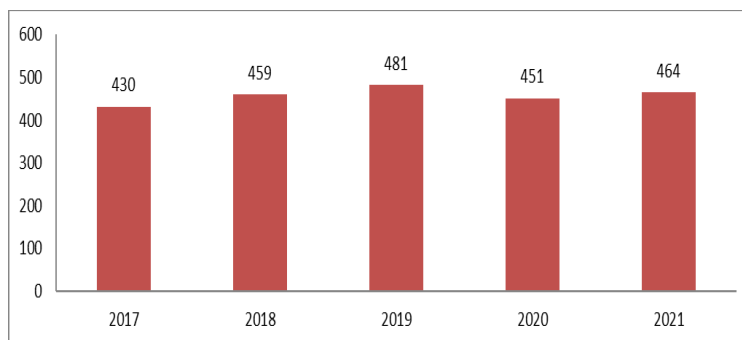
## Imnesso al consumo per tipologia di imballaggio 2021-2022 (ton) (RGPS 2023 RICREA)



## 6.7 La raccolta dei rifiuti di imballaggio

La raccolta degli imballaggi in acciaio nel 2021 è aumentata del 3% rispetto ai quantitativi del 2020 attestandosi a 464 kt.

Andamento della raccolta degli imballaggi in acciaio, 2017-2021 (kt)



Fonte: Relazione sulla gestione 2021 RICREA

I flussi di rifiuto per l'avvio a riciclo sono due:

- rifiuti di provenienza domestica, raccolti su suolo pubblico dai gestori delle raccolte dei rifiuti urbani, pari in Italia nel 2021 a 260 kt, in flessione del 5% rispetto ai valori registrati nel 2020;
- rifiuti provenienti dalle attività produttive e commerciali, raccolti su superficie privata (cosiddetti imballaggi industriali), pari in Italia nel 2021 a 204 kt, in crescita del 16% rispetto ai valori del 2020.

### Andamento della raccolta biennio 2021/22 (RGPS RICREA 2023)

		Raccolta 2021 (t)	Raccolta 2022 (t)	Variazione 2022/2021 (%)
<b>Raccolta da superficie pubblica</b> di cui:		<b>259.901</b>	<b>278.613</b>	<b>+7%</b>
gestione diretta	Nord	122.721	131.946	+8%
	Centro	57.750	56.041	-3%
	Sud	66.969	70.743	+6%
gestione indiretta		12.460	19.883	+60%
<b>Raccolta da superficie privata</b> di cui:		<b>203.964</b>	<b>211.610</b>	<b>+4%</b>
gestione diretta	Nord	43.478	45.395	+4%
	Centro	7.476	11.117	+49%
	Sud	421	512	+22%
gestione indiretta		152.589	154.585	+1%
<b>Totale raccolta</b>		<b>463.865</b>	<b>490.223</b>	<b>+6%</b>

## 6.8 Il riciclo e il recupero dei rifiuti di imballaggio in acciaio

Nel 2021 le quantità avviate a riciclo sono pari a 390 kt (+5% rispetto al 2020), il 72% degli imballaggi immessi al consumo, con un calo di 6 punti percentuali rispetto al 2020.

Ricordiamo che tutte le tipologie di imballaggi in acciaio sono totalmente riciclabili al 100%, poiché costituiti da un metallo riciclabile all'infinito.

L'effettivo riciclo dipende quindi solo dalle modalità di raccolta e recupero, oppure dalla tipologia dei prodotti residui ancora presenti negli imballaggi.

Le caratteristiche fisiche dell'imballaggio in acciaio rendono il materiale recuperabile unicamente attraverso il recupero di materia. Il recupero energetico è nullo poiché negli impianti di termovalorizzazione di RSU l'acciaio non brucia e non fonde, difatti lo si ritrova nelle ceneri pesanti che solitamente sono trattate in modo da estrarne proprio il ferro e altri metalli residui. Quindi il "recupero totale" coincide con i valori di "riciclo totali".

### Quantità avviata a riciclo nel 2022 (RGPS ricrea 2023)

		Superficie Pubblica	Superficie Privata	Totale
Quantità Raccolta	ton	278.613	211.610	490.223
Quantità da detrarre (Impurità, FMS)	ton	68.693	3.440	72.132
<b>Quantità avviata a riciclo</b>	<b>ton</b>	<b>209.921</b>	<b>208.170</b>	<b>418.091</b>
% Riciclo su immesso al consumo	ton	75%	88%	81%

Una volta raccolti, i rifiuti di imballaggio in acciaio devono essere consegnati a impianti autorizzati, operatori accreditati RICREA, dove vengono effettuate tutte le operazioni necessarie per il loro recupero (per poterli inviare ad acciaierie e fonderie).

I principali processi di lavorazione e valorizzazione che subiscono gli imballaggi in acciaio prima di essere riciclati sono quattro: rigenerazione, distagnazione, frantumazione, riduzione volumetrica.

#### -Rigenerazione

Il Consorzio RICREA investe nell'attività di ricondizionamento e rigenerazione di fusti e cisternette che, per le loro caratteristiche di solidità e resistenza, possono subire diversi processi di rigenerazione e bonifica tornando a essere nuovi imballaggi reimmessi nuovamente sul mercato (con nuovo pagamento del CAC). I fusti e le cisternette rigenerate rappresentano una quota pari a circa il 6% degli imballaggi in acciaio annualmente immessi al consumo (quota stabile dal 2018 a oggi).

#### -Distagnazione

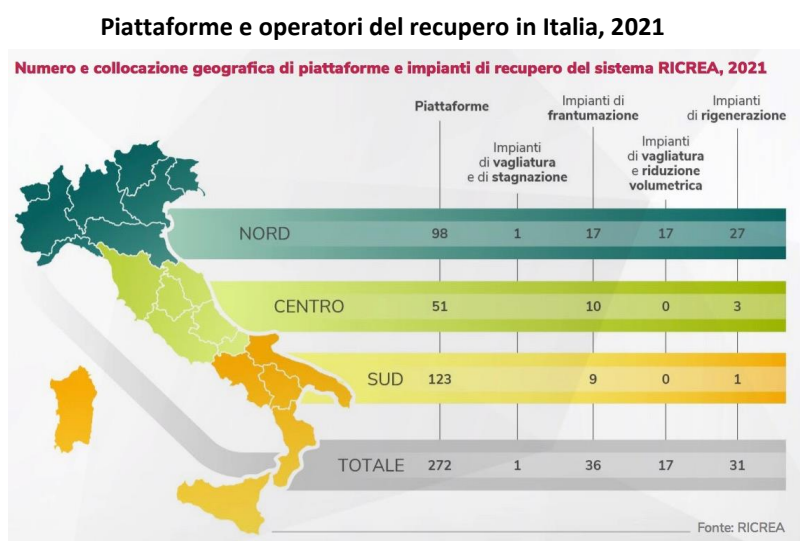
Con tale processo i materiali conferiti ai centri di trattamento subiscono la separazione dalla frazione ferrosa dello stagno, elemento pregiudizievole nei processi di fusione effettuati dalle acciaierie.

#### -Frantumazione

La frantumazione rappresenta un'ulteriore strada attraverso cui possono essere avviati a riciclo gli imballaggi metallici provenienti sia da raccolta differenziata sia da raccolta non differenziata. Tale sistema si basa principalmente su due operazioni: triturazione, con conseguente riduzione volumetrica, e vagliatura/deferrizzazione del materiale trattato.

#### -Riduzione volumetrica

La riduzione volumetrica si basa sulla pressatura del materiale, dando luogo al confezionamento degli imballaggi in pacchi di diversi formati. Questo trattamento viene utilizzato principalmente per i flussi di scatolame in banda stagnata (rifiuti di origine domestica) dotati di elevate caratteristiche qualitative.



Fonte: RICREA



### **Benefici generati dal sistema RICREA nel 2021**

- 6.625 TJ di energia risparmiata grazie al riciclo degli imballaggi in acciaio
- 450.000 t di materiale primario risparmiato
- 539.000 t di CO<sub>2</sub>eq evitate

*(Dati RICREA su elaborazioni LCC CONAI)*

### **Benefici generati dal sistema RICREA nel 2022**

- 6750 TJ: energia primaria risparmiata grazie al riciclo degli imballaggi in acciaio.
- 398.000 tonnellate di materia prima risparmiata
- 548.000 tonnellate di CO<sub>2</sub> eq. evitata

*(Dati RICREA su elaborazioni LCC CONAI, Fonte RGP 2023 RICREA)*

## **6.9 Le potenzialità e le problematiche di filiera**

Gli scenari futuri che si prospettano per il sistema di riciclo degli imballaggi in acciaio saranno determinati evidentemente dall'efficienza delle operazioni di raccolta, da cui deriveranno i corrispettivi per Comuni e convenzionati RICREA, nonché dal valore di mercato del rottame ferroso, che beneficia in questi mesi di condizioni particolarmente favorevoli.

Su quest'ultimo punto si sottolinea in particolare l'apertura di RICREA a un ruolo di sussidiarietà rispetto al libero mercato, così come meglio disciplinato nel nuovo Allegato tecnico Acciaio, in modo da lasciare al convenzionato (il Comune o il soggetto da questi delegato) la facoltà di scegliere se usufruire del sistema consortile per il recupero del materiale o se affidarsi al libero mercato, ferma restando la necessità di RICREA di intercettare i quantitativi di imballaggi in acciaio che annualmente vengono avviati a recupero. Per questo sarà fondamentale avere la collaborazione di tutti i soggetti della filiera, al fine di assicurare uno scambio di dati preciso e tempestivo, consentendo quindi una raccolta completa dei risultati di raccolta e riciclo.

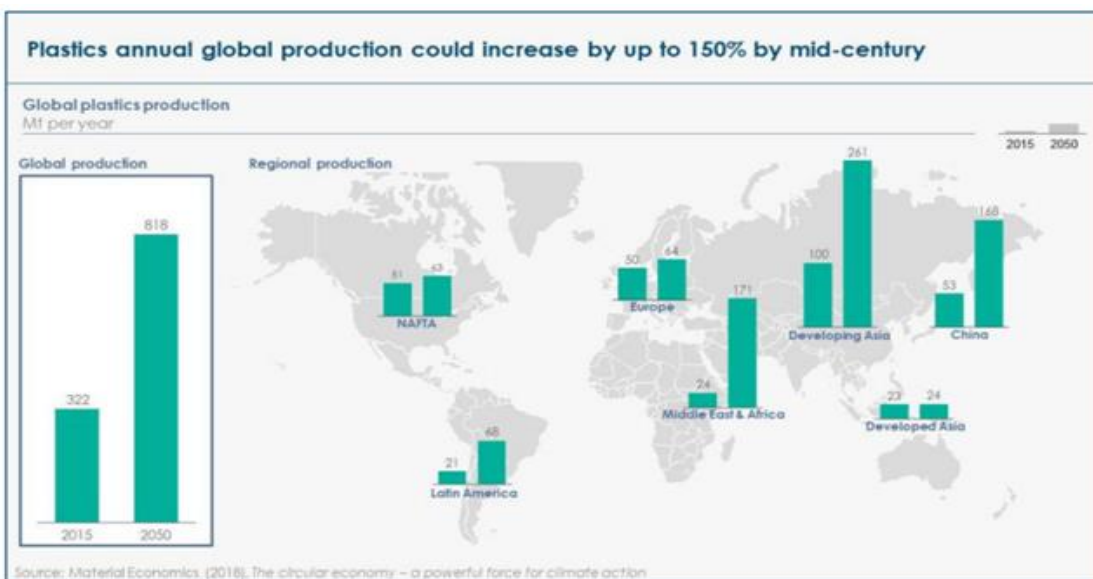
A livello globale, invece, le criticità del sistema siderurgico rispetto all'attuazione della "circular economy" sono principalmente legate alle caratteristiche dell'acciaio e alle attuali tecnologie impiegate. Infatti la sfida per il prossimo futuro rimane quella di ridurre drasticamente la produzione siderurgica derivante da impianti ad altoforno (energivori e alimentati principalmente con minerale di ferro e carbone), in favore di quella da forno elettrico (alimentata da rottame ferroso che viene riciclato).

## CAP 7. PLASTICA

### 7.1 Plastica e cambiamento climatico

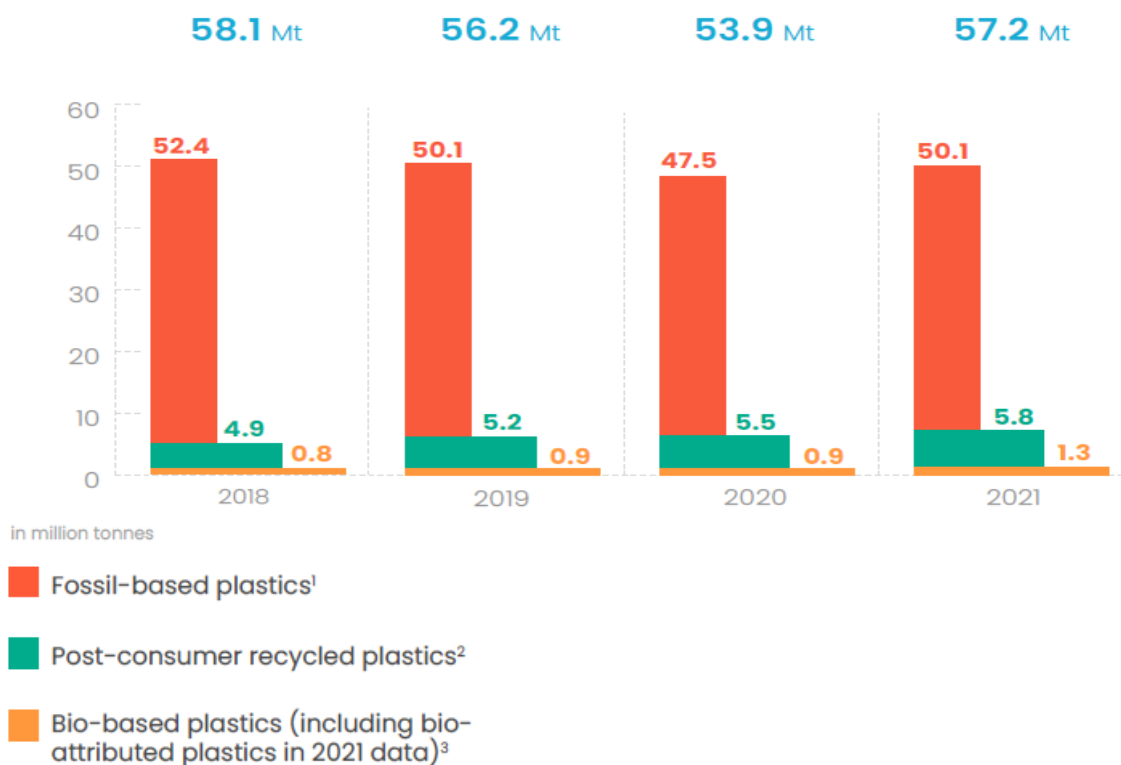
Anche se le stime variano ampiamente sul livello di emissioni di CO<sub>2</sub> per tonnellata di plastica in produzione e alla fine del ciclo di vita, i calcoli di Material Economics sottolineano che le emissioni di CO<sub>2</sub> derivanti dalla produzione e dall'uso di materie plastiche primarie potrebbero ammontare in media a 5,1 tonnellate di CO<sub>2</sub> per tonnellata di plastica prodotta (compreso il carbonio incorporato nel materiale che potrebbe essere rilasciato a fine vita). In seno al processo produttivo, le emissioni vengono generate nella produzione a monte di materie prime (nafta, etano o GPL), nella produzione di monomeri tramite steam cracking e sintesi aromatica e nella polimerizzazione per la produzione di prodotti finali. Le stime delle emissioni derivanti dalla sola produzione di monomeri variano da 1,15 a 1,6 tonnellate di CO<sub>2</sub> per tonnellata di plastica. Se si aggiungono le emissioni derivanti dalla produzione di materia prima e dalla polimerizzazione, le emissioni del processo di produzione raggiungono all'incirca 2,5 tonnellate di CO<sub>2</sub> per tonnellata di plastica prodotta.

Inoltre, l'incenerimento della plastica può produrre circa 2,7 tonnellate di CO<sub>2</sub> per ogni tonnellata di plastica bruciata e, anche se non venisse bruciata, alla fine produrrebbe comunque emissioni derivanti dalla sua disgregazione. Attualmente, la maggior parte delle valutazioni sulle emissioni di gas serra prodotte dalla plastica ignorano le emissioni derivanti dall'incenerimento, adducendo come motivazione che l'incenerimento della plastica riduce l'uso di combustibili fossili. Ma, con la decarbonizzazione di altri settori, questo approccio non sarà più applicabile e se il mondo vuole raggiungere le emissioni zero, dovrà trattare le emissioni da incenerimento delle materie plastiche come un contributo netto al totale globale (a meno che l'incenerimento della plastica non sia combinato con la cattura del carbonio). La crescita prevista della produzione di materie plastiche nei prossimi decenni si traduce in un potenziale aumento delle emissioni di CO<sub>2</sub> derivanti dalla produzione e dal fine vita delle materie plastiche entro la metà del secolo. Considerando i livelli di produzione di 300Mt di plastica nel 2013 (materiali plastici e altre forme di plastica, escluse le fibre e la gomma), le emissioni di CO<sub>2</sub> derivanti dalla produzione e dalla fine del ciclo di vita della plastica ammontano a circa 450-750Mt di CO<sub>2</sub>, pari al massimo al 2,5% delle emissioni totali del sistema energetico globale. Se i livelli di produzione dovessero raggiungere le 800Mt di di plastica entro la metà del secolo, come previsto, le emissioni derivanti dalla sola produzione potrebbero raggiungere 2Gt all'anno.



Se tutta la plastica prodotta ogni anno entro la metà del secolo venisse disintegrata o bruciata alla fine del ciclo di vita, le emissioni totali di CO<sub>2</sub> all'anno potrebbero addirittura raggiungere il livello teorico di 4,2 Gt entro la metà del secolo. In pratica, le emissioni derivanti dalla fine del ciclo di vita della plastica in stock entro la metà del secolo dipenderanno dalla durata di vita della plastica prodotta, dai tassi di riciclo e dal fatto che lo smaltimento in discarica è preferito all'incenerimento. Tenendo conto di questi fattori, Material Economics stima che le emissioni nette globali di materie plastiche potrebbero aumentare del 188% (fino a 2,1Gt di CO<sub>2</sub> all'anno) tra oggi e il 2050 a causa della crescita della domanda, oltre a maggiori emissioni nette da incenerimento. Questa progressione sarebbe minore in Europa (76%), soprattutto grazie a tassi di riciclo più elevati. Tuttavia, in Europa, si è assistito ad un incremento post covi della produzione di plastica, tornata a livelli significativi nel 2021<sup>28</sup>:

### Produzione della plastica in Europa



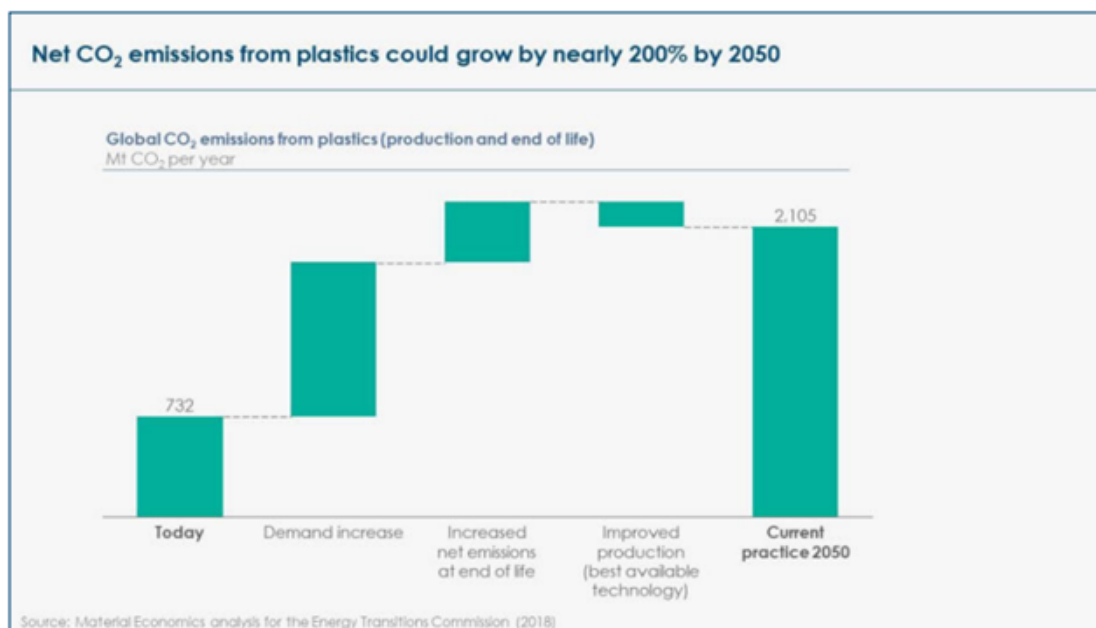
1. Includes fossil-based thermoplastics, thermosets and PUR used for plastic parts and products

2. Data on recycled plastics in the EU27+ 3 had been developed in 2018 and 2020, data for other years are estimations

3. Including bio-attributed plastics in 2021 data. Source: nova-Institute 2022; data for bio-based structural polymers, preliminary estimations

<sup>28</sup> *Plastics – the Facts 2022*, <https://plasticseurope.org>

A livello globale, se non si attuano politiche incisive, la plastica potrebbe essere responsabile del 16% delle emissioni totali nel 2050 che sono compatibili con l'obiettivo climatico di Parigi di di Parigi, che prevede una temperatura ben al di sotto dei 2°C<sup>29</sup>.



## 7.2 Decarbonizzazione settore

L'Italia è il secondo Paese consumatore di plastica in Europa: nel 2020 sono state consumate 5,9 milioni di tonnellate di polimeri fossili, quasi 100 kg a persona, col trend che cresce, nonostante la riduzione del periodo covid; in questo modo, la plastica consumata fino al 2050 sarà ancora di origine fossile per la maggior parte.

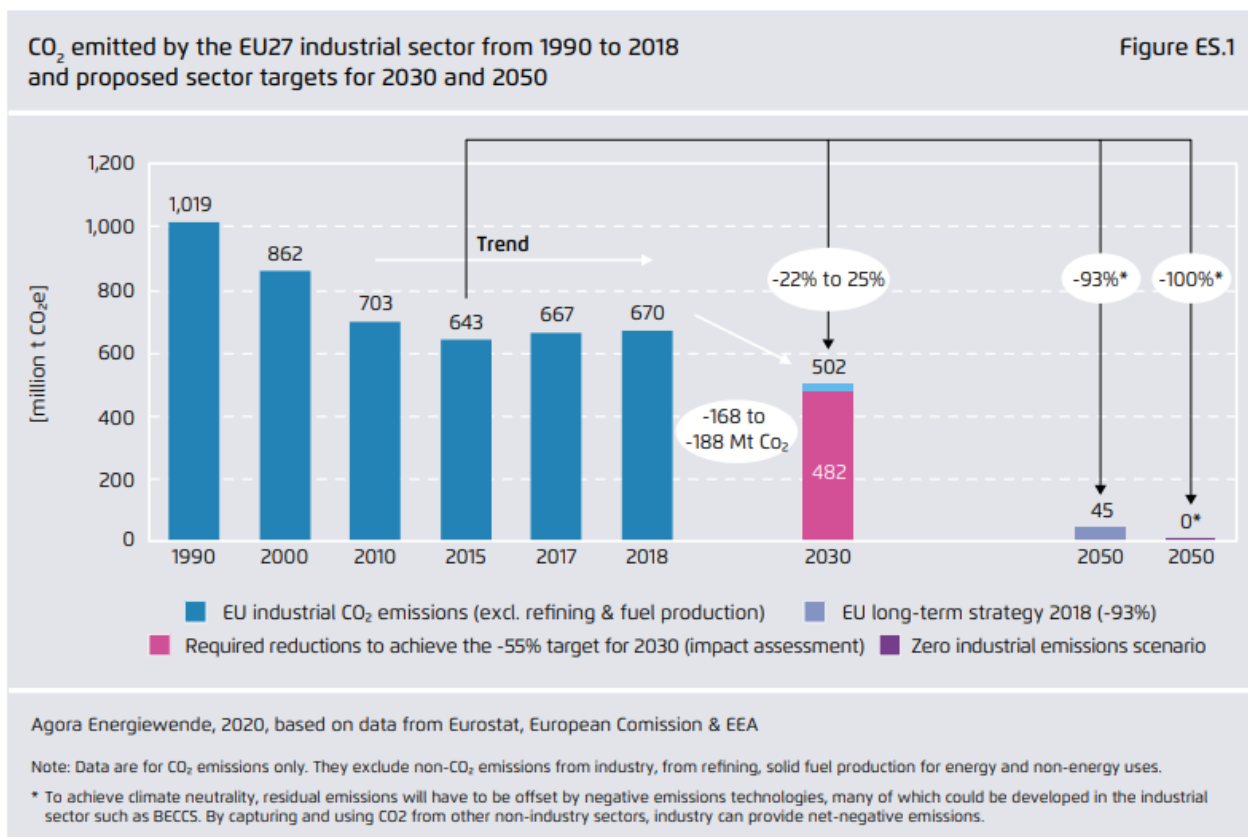
In Europa, il 99% della plastica viene prodotta utilizzando come materie prime petrolio e gas naturale e i combustibili fossili vengono impiegati anche per la generazione del calore necessario durante la produzione. Ciò comporta l'immissione in atmosfera di circa 1,2 kg di CO<sub>2</sub> per ogni kg di plastica, considerando la sola fase di produzione. Se si esaminano anche le emissioni di CO<sub>2</sub> relative all'estrazione e alla raffinazione dei combustibili fossili, per la produzione di 1 kg di plastica si ha un totale di circa 1,7 kg di emissioni dirette di CO<sub>2</sub><sup>30</sup>. L'UE si è posta l'obiettivo di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050. Ciò significa che tutti i settori compresi i cosiddetti "settori difficili da abbattere" come l'acciaio, i prodotti chimici e il cemento, dovranno diventare praticamente neutrali dal punto di vista climatico entro i prossimi tre decenni. Inoltre, la Commissione europea ha raccomandato nella sua comunicazione sugli obiettivi climatici per il 2030 di aumentare gli obiettivi di riduzione dei gas serra dell'UE dal -40% ad almeno il -55% entro il 2030 (rispetto ai livelli del 1990).

Nonostante le riduzioni ottenute nel periodo 1990-2010 grazie a misure di efficienza energetica, le emissioni di gas serra del settore industriale sono rimaste per lo più costanti. Nel 2015, le emissioni hanno cominciato ad aumentare insieme alla crescita economica. Sebbene l'efficienza energetica continui a essere importante, da sola non basterà per ottenere una riduzione del 22-25%

<sup>29</sup> *Mission Possible: Reaching net-zero carbon emissions from harder-to-abate sectors by mid-century*, Energy Transitions Commission (ETC)

<sup>30</sup> *Breakthrough Strategies for Climate-Neutral Industry in Europe*, Agora Energiewende, aprile 2021

entro il 2030. Inoltre, c'è il rischio che le pressioni o gli incentivi per investire in misure di efficienza immediate per le attività ad alta intensità di gas serra provochino solo un marginale abbattimento dei gas, incrementando però la durata operativa degli impianti. La mitigazione a breve termine è in conflitto con l'obiettivo di neutralità climatica a lungo termine. Per questo motivo, l'introduzione di tecnologie chiave a basse emissioni di carbonio è necessaria per gli impianti industriali quando si prevede di sostituirli o rinnovarli. Queste tecnologie possono compensare il ristagno delle riduzioni delle emissioni e avviare un percorso costante verso la neutralità climatica<sup>31</sup>.



In tal senso, un ruolo fondamentale deve essere svolto anche dal riciclo. Grazie al recupero degli imballaggi in plastica, non solo si evita il loro abbandono nell'ambiente, ma si consumano meno risorse naturali, si risparmia energia e si riducono le emissioni in atmosfera.

In Italia, i dati elaborati da COREPLA indicano che, nel 2021, il recupero complessivo degli imballaggi in plastica ha raggiunto le 1.037.182 t, in crescita rispetto al 2020 (+0,4%), soprattutto

<sup>31</sup> Breakthrough Strategies for Climate-Neutral Industry in Europe”, Agora Energiewende, aprile 2021

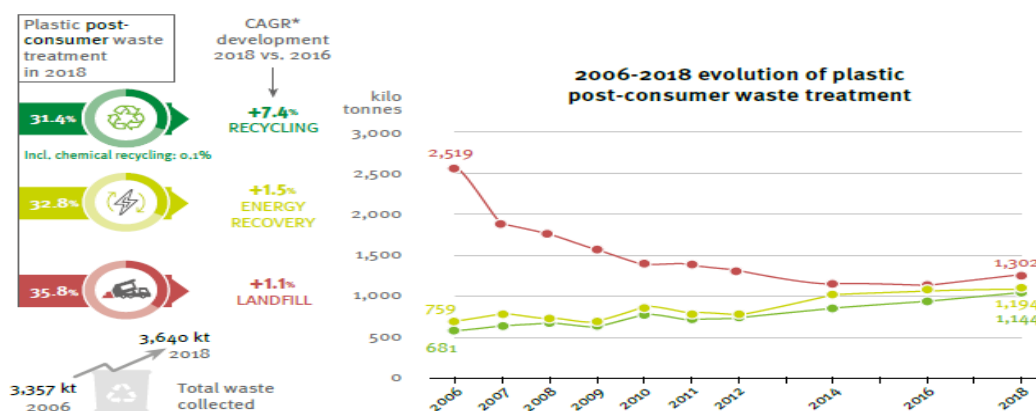
grazie alla spinta data dal riciclo, con un forte impatto positivo sulle materie prime risparmiate, l'energia risparmiata e le emissioni di CO2 evitate<sup>32</sup>:

	2019	2020	2021
<b>Materia prima vergine risparmiata (t)</b>	424.000	458.000	520.000
<b>Energia primaria risparmiata (GWh)</b>	8.714	9.472	10.867
<b>Emissioni di CO2 eq evitate grazie al riciclo (t)</b>	828.000	906.000	879.000

### 7.3 Strategie Decarbon

In Italia, come detto, la migliore strategia applicata è il riciclo, in particolare quello meccanico, essendo sostanzialmente ferme altre tecnologie produttive green (ad es. idrogeno verde).

Concentrandosi su questa particolare tecnica, nel 2018 il 31% dei rifiuti post-consumo in plastica sono stati avviati al riciclo meccanico, corrispondenti a 1,1 milioni di tonnellate<sup>65</sup>. In particolare, riguardo ai rifiuti da imballaggio, nello stesso anno sono stati avviati a riciclo meccanico il 45% di questi, pari a un milione di tonnellate. Il resto della raccolta, circa 1,3 Mt, viene destinato al recupero energetico o alla discarica, in quanto composto da manufatti difficili o impossibili da riciclare mediante questa soluzione tecnica. Si ha una forte diminuzione degli imballaggi di plastica destinati alla discarica, mentre si assiste a un progressivo aumento della plastica riciclata e utilizzata per la generazione di energia<sup>33</sup>:



<sup>32</sup> Corepla - Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclo e il Recupero degli imballaggi in Plastica

<sup>33</sup> Plastics – the Facts 2020, PlasticsEurope

Volgendo l'attenzione al resto delle tecnologie utilizzate per la produzione di plastica, l'idrogeno e le materie prime a base di carbonio vengono generalmente ricavate da frazioni di petrolio greggio, in quanto idrocarburi abbondanti e convenienti. Man mano che il mondo si allontana dal petrolio come fonte di energia, il suo utilizzo continuo come materia prima potrebbe diventare sempre più impegnativo a causa dei limiti nell'abbattimento delle emissioni di produzione (0,4 tonnellate di CO<sub>2</sub>e per tonnellata di polimero). Pertanto, le fonti di materie prime fossili non vergini saranno probabilmente richieste dal futuro sistema della plastica sotto forma di materie biobased o di carbonio catturato. La plastica può essere prodotta da materie prime biologiche, come la biomassa coltivata in modo sostenibile (ad esempio, legno o canna da zucchero), così come dai rifiuti organici. Queste sostituzioni devono essere effettuate con attenzione, caso per caso, considerando il loro più ampio impatto ambientale. Allo stesso modo, il carbonio catturato dalle emissioni di processo del settore della plastica (o di altri settori) è probabile che diventi una materia prima sempre più abbondante verso il 2050. Queste tecnologie stanno iniziando a raggiungere la scala commerciale e offrono l'opportunità di produrre plastica da fonti sostenibili e che riducono le emissioni, in quanto ridurre il livello di carbonio nell'atmosfera.

L'idrogeno a basso contenuto di carbonio è un componente critico di un sistema a emissioni zero nette. L'idrogeno è già utilizzato come combustibile e materia prima nei processi industriali di tutto il mondo, ma viene tipicamente prodotto da fonti fossili in un processo ad alta intensità di energia e di emissioni. Tuttavia, l'idrogeno può essere prodotto anche dall'acqua elettrolizzata utilizzando fonti di energia rinnovabili, definito "idrogeno verde". Questo processo è altrettanto intensivo dal punto di vista energetico e richiede costosi elettrolizzatori, ma offre la possibilità di produrre un carburante a zero emissioni di carbonio e ad alta temperatura, e un combustibile a temperatura elevata a zero emissioni di carbonio, nonché una materia prima di base fondamentale per molti prodotti chimici. L'"idrogeno blu" è un'altra forma di idrogeno a basse emissioni di carbonio prodotto utilizzando il processo di produzione dell'idrogeno grigio con cattura e stoccaggio (CCS), che può avere un ruolo primario nella transizione, grazie ai vantaggi economici e infrastrutturali a breve termine. L'idrogeno verde è attualmente molto costoso (~4-6€/kg) e deve superare molteplici barriere tecniche legate al trasporto e allo stoccaggio. Tuttavia, questo sistema potrebbe entrare a pieno regime su scala industriale entro la fine del 2030. Ciò potrebbe ridurre in modo sostanziale i costi (potenzialmente a <2€/kg), mettendolo così in grado di competere con l'idrogeno blu nel lungo periodo. L'idrogeno a basso contenuto di carbonio può essere utilizzato in tutto il sistema delle materie plastiche come materia prima (ad esempio, nella gassificazione dei rifiuti) e può essere combinato con il carbonio catturato per produrre plastica vergine a basse emissioni di gas serra. Può anche essere utilizzato come combustibile a zero emissioni di carbonio<sup>34</sup>.

Altra tecnologia per la decarbonizzazione è la cattura del carbonio, la quale potrebbe essere applicata per catturare i gas di scarico dei forni di pirolisi, per poi essere stoccati in depositi sotterranei o utilizzati in diverse applicazioni, potenzialmente all'interno del settore chimico. In linea di principio, ciò dovrebbe essere tecnicamente semplice, dato che nel processo di produzione dell'etilene vi è un numero limitato di punti di emissione. Le stime dei costi di cattura per le prime applicazioni sono comprese tra i 56 e i 108 dollari per tonnellata di CO<sub>2</sub> risparmiata, e potrebbero essere significativamente ridotti. Il costo totale della CCS dipenderà dal costo del trasporto e dello stoccaggio in circostanze specifiche (in media 20 dollari/tCO<sub>2</sub>). Attualmente non esistono impianti di CCS su scala industriale sui forni di pirolisi. Inoltre, l'efficienza della cattura del carbonio è limitata, con livelli massimi stimati intorno all'80-90%<sup>35</sup>.

---

<sup>34</sup> *ReShaping Plastics: Pathways to a Circular, Climate Neutral System In Europe*, SYSTEMIQ, <https://plasticseurope.org/>

<sup>35</sup> *Mission Possible: Reaching net-zero carbon emissions from harder-to-abate sectors by mid-century*, Energy Transitions Commission (ETC)

Tra le tecnologie più promettenti, la biomassa potrebbe svolgere diversi ruoli nella decarbonizzazione della produzione di materie plastiche, in alcuni casi anche per compensare le emissioni a fine vita. In termini di apporto energetico, la biomassa potrebbe essere utilizzata, potenzialmente in forma di biogas, per fornire il calore ai forni. Questo ridurrebbe le emissioni nette di produzione ma lascerebbe invariate le emissioni a fine vita. Per sostituire le materie prime di origine fossile si potrebbero utilizzare diverse forme di

bio-materie prime per la produzione di plastica. Queste ridurrebbero - e potenzialmente porterebbero a zero - le emissioni nette da materia prima a fine vita poiché, anche se la plastica viene incenerita, le emissioni risultanti sarebbero compensate dalla CO<sub>2</sub> assorbita nella crescita della biomassa originaria.

Attualmente, queste fonti di energia o di materie prime biologiche costerebbero molto di più dei combustibili fossili. In linea di principio, questi costi potrebbero ridursi significativamente nel tempo, man mano che il settore della bioraffineria e il processo di bioraffinazione diventi più efficiente. Le bio-fonti includono la biomassa (ad esempio, da foreste gestite in modo sostenibile), i rifiuti organici (ad esempio, da foreste gestite in modo sostenibile), i rifiuti organici (ad esempio, gli oli vegetali di scarto), le colture energetiche (ad esempio, i rifiuti di oli vegetali di scarto). In base alla presunzione di alti livelli di circolarità, il carbonio proveniente da fonti biologiche viene utilizzato con la massima efficienza e viene rilasciato solo in piccoli volumi nell'atmosfera attraverso le inevitabili perdite dei sistemi<sup>36</sup>. Il potenziale stimato per biomassa è di circa 7 milioni di tonnellate (14% dell'utilità della plastica). Si stima che ci siano 1-1,3 exajoule di biomassa sostenibile adatta all'uso da parte del settore plastico europeo. Di questo totale, la biomassa legnosa è preferibile in quanto è trasportabile e ad alta densità di carbonio, e quindi non in concorrenza con la catena di approvvigionamento. In questo modo si sostituisce la produzione fossile ancora in corso all'interno del sistema, creando così un cuneo di carbonio negativo che porta il sistema a emissioni zero entro il 2050. Questo approccio riduce le emissioni cumulative di carbonio 2020-2050 del 60%<sup>37</sup>.

---

<sup>36</sup> *Mission Possible: Reaching net-zero carbon emissions from harder-to-abate sectors by mid-century*, Energy Transitions Commission (ETC)

<sup>37</sup> *ReShaping Plastics: Pathways to a Circular, Climate Neutral System In Europe*, SYSTEMIQ, <https://plasticseurope.org/>



## CAP 8. LEGNO

Il settore del legno non può essere trattato come gli altri settori per le particolarità che lo contraddistinguono.

Non ci si limita a dare giusto valore al riciclo, ma l'attenzione deve essere posta anche alla gestione del patrimonio forestale nazionale ed europeo e a quanto le foreste siano strumento diretto per l'abbattimento della CO<sub>2</sub> in atmosfera.

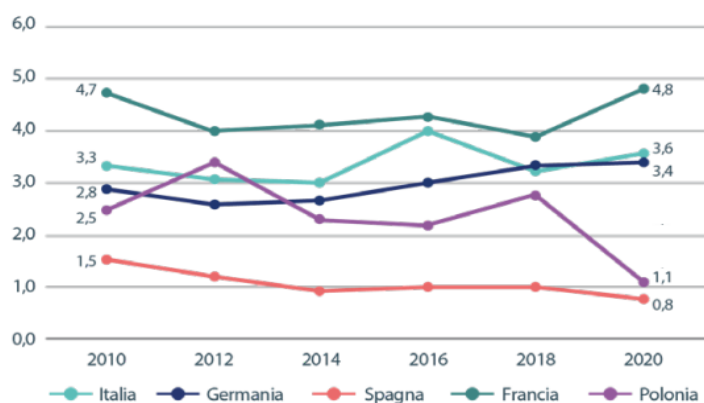
Il Regolamento (UE) 2018/841 (Regolamento LULUCF)<sup>38</sup> impone che le foreste europee dovranno garantire l'assorbimento 310 Mt di CO<sub>2</sub> contro le 249 Mt del 2019. Si tratta di un passaggio fondamentale per raggiungere gli obiettivi del pacchetto Fit for 55, che fissa la riduzione del 55% di emissioni di CO<sub>2</sub> rispetto a quello del 1990, entro il 2030, nel tentativo di raggiungere la neutralità climatica dell'Europa entro il 2050.

Il Regolamento punta a migliorare la gestione e la protezione dei terreni e delle foreste, punta a superare la regola del "non debito" (emissioni non devono superare gli assorbimenti) per il quinquennio 2026-2030, periodo in cui gli assorbimenti dovranno superare le emissioni.

### 8.1 Il riciclo del legno<sup>39</sup>

Nel corso del 2020, in EU27 sono state generate 50 milioni di tonnellate di rifiuti di legno, di questi 20 milioni di tonnellate sono stati avviati a riciclo. Si è assistito ad un decremento del 14% rispetto al 2010, con l'Italia unico Paese con un trend positivo che ha visto un incremento di 8 punti percentuali nello stesso periodo.

**Riciclo dei rifiuti in legno** nei cinque principali Paesi europei, 2010-2020 (Mt)



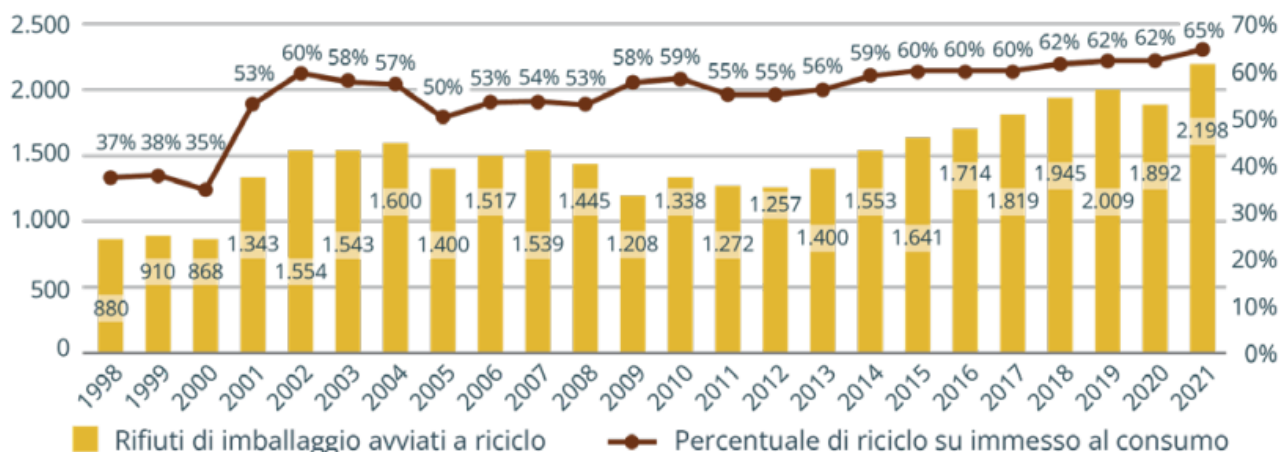
Fonte: Eurostat – Il riciclo in Italia 2022, Fondazione per lo sviluppo sostenibile

L'obiettivo di riciclo per il 2025 è del 25%, per il 2030 del 30%, entrambi già ampiamente superati dalla filiera del legno in Italia, che ha raggiunto quasi il 65% nel 2021, con 2,2 Mt di materiale avviato a riciclo.

<sup>38</sup> <https://www.europarl.europa.eu/>

<sup>39</sup> Il riciclo in Italia 2022, Fondazione per lo sviluppo sostenibile

Rifiuti di **imballaggio in legno avviati a riciclo** in Italia, 1998-2021 (kt e %)



Fonte: Eurostat – Il riciclo in Italia 2022, Fondazione per lo sviluppo sostenibile

Le prestazioni della filiera italiana sono, quindi, estremamente positive, e la rendono una delle più virtuose, in un contesto generale che vede comunque l'Italia primeggiare in Europa.

Tuttavia, i problemi principali riguardano le differenze tra nord e sud Italia in merito alla capacità di trasporto, con differenze enormi causate dalla presenza delle strutture per la lavorazione quasi del tutto nelle regioni settentrionali. Questo causa, oltre che difficoltà logistiche nella raccolta del materiale da riciclare, anche un aumento significativo dei costi di trasporto.

Se si vuole rendere ancora più efficiente questo settore, bisognerà implementare la capacità di lavorazione su tutto il territorio nazionale per potere puntare ad un abbattimento dei costi.

## BIBLIOGRAFIA

*Aluminium for Climate: Exploring pathways to decarbonize the aluminium industry*, World Economic Forum

Bilancio e relazione sulla gestione 2021, CIAL

*Breakthrough Strategies for Climate-Neutral Industry in Europe*”, Agora Energiewende, aprile 2021

CEPI. Key Statistics: European pulp & paper industry. 2020. Brussels

*Cepi, Roadmap verso il 2050*

Cepi. *The forest fibre and paper industry in 2050 2050 Roadmap to a low-carbon bioeconomy Investing in Europe for Industry Transformation*. 2017. Brussels.

Ger CONAI 2022 – “Lotta al cambiamento climatico ed economia circolare” del Rapporto di sostenibilità Ecopneus 2023

GER RICREA 2022

*Il riciclo in Italia 2022* – Fondazione per lo sviluppo sostenibile

*Mission Possible: Reaching net-zero carbon emissions from harder-to-abate sectors by mid-century*, Energy Transitions Commission (ETC)

PGP CONAI 2023

PSP COREVE 2022

*RAPPORTO AMBIENTALE DELL'INDUSTRIA CARTARIA ITALIANA 2022*, Assocarta

Rosa L, Sanchez DL, Mazzotti M. *Assessment of carbon dioxide removal potential via BECCS in a carbon-neutral Europe*. Energy Environ Sci 2021; 14:3086–97

## SITOGRAFIA

ALUMINIUM TRANSITION STRATEGY, APRIL 2023, <https://missionpossiblepartnership.org/action-sectors/aluminium/>

[Corepla - Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclo e il Recupero degli imballaggi in Plastica](#)

*Decarbonizing Aluminum: Rolling Out a More Sustainable Sector*, [www.csis.org](http://www.csis.org)

Decarbonizing the pulp and paper industry: A critical and systematic review of sociotechnical developments and policy options”, in [Renewable and Sustainable Energy Reviews](#) *Volume 167*, October 2022

*EUROPEAN ALUMINIUM'S CONTRIBUTION TO THE EU'S MID-CENTURY LOW-CARBON ROADMAP*, <https://european-aluminium.eu/>

<https://eur-lex.europa.eu/IT/legal-content/summary/eu-waste-management-law.html>

<https://eur-lex.europa.eu/IT/legal-content/summary/packaging-and-packaging-waste.html>

<https://reopenspl.invitalia.it/archivio-news/notizie/reopen-spl---recepimento-pacchetto-economia-circolare>

*Plastics – the Facts 2022*, <https://plasticseurope.org>

*PROcesses for Value added fibres by Innovative Deep Eutectic Solvents*, [Nuove tecnologie di macerazione sostenibili | PROVIDES Project | Results in brief | H2020 | CORDIS | European Commission \(europa.eu\)](#)

*ReShaping Plastics: Pathways to a Circular, Climate Neutral System In Europe*, SYSTEMIQ, <https://plasticseurope.org/www.europarl.europa.eu>

<https://www.cial.it/produzione-alluminio/>