

Riepilogo

QUANTO È CIRCOLARE IL PET?

Un rapporto sulla circolarità dei contenitori in PET, utilizzando l'Europa come caso di studio

Febbraio 2022





1.0 Introduzione e scopo

Il polietilene tereftalato (PET) è un polimero ampiamente utilizzato negli imballaggi monouso e nella produzione tessile (fibre di poliestere). Secondo un modello economico completamente circolare, tutti i prodotti in PET sarebbero realizzati con PET riciclato (rPET = Polietilentereftalato riciclato) e non ci sarebbe bisogno di PET vergine (vPET). In questo rapporto, chiediamo quale proporzione di PET immesso sul mercato (POM) è oggi mantenuta all'interno di un modello di produzione circolare - e quanto PET vergine (vPET) è richiesto come proporzione di tutti i prodotti PET complessivamente prodotti - per rispondere alla domanda "quanto è circolare il PET?".

Oltre a valutare l'attuale circolarità, valutiamo anche la potenziale circolarità ed i suoi limiti superiori in futuro coinvolgendo solo tecniche di riciclaggio meccanico. Consideriamo quindi l'ulteriore potenziale di circolarità se in futuro verranno impiegate anche tecniche di riciclo chimico e se verrà ampliata la gamma di prodotti PET riciclati a circuito chiuso. Sebbene le nostre valutazioni dettagliate sulla circolarità del PET utilizzino i dati per l'Europa, temi e conclusioni simili si applicano anche a livello globale. Questo rapporto considera la circolarità del PET attraverso tre ambiti di produzione:



Bottiglie in PET



Tutti gli imballaggi in PET
(inclusi altri imballaggi in PET, ad es. vassoi e reggiatura)



Il flusso generale del PET
(aggiungendo l'ambito della produzione di tessuti/fibre)

2.0 Circolarità attuale

La maggior parte del PET non è attualmente gestita in un modello circolare poiché la perdita dal sistema circolare è elevato, con perdita di materiale in tutte le fasi del ciclo di vita del PET. Ci sono diverse potenziali limitazioni che influenzano l'attuale circolarità del PET:

Problemi chiave

- **Sistemi di raccolta inefficaci che portano a perdite elevate di PET post-consumo.**
- **La mancanza di disponibilità di riciclatori significa che parte del materiale raccolto non può essere riprocessato.**
- **Contaminanti da raccolta e selezione.**
- **Design del prodotto e qualità dei materiali, inclusi PET colorato e multimateriale applicazioni e standard alimentari per rPET.**
- **L'economia rPET, ovvero il tasso di mercato di rPET rispetto a vPET che dipende da molti fattori trainanti, inclusa la domanda da parte dei mercati finali.**



Il modello di circolarità del PET è molto più complesso di un unico modello di PET con applicazione circolare. In effetti, ci sono molti prodotti diversi in PET con differenti requisiti di produzione di materie prime in PET riciclato (rPET). È tecnicamente ed economicamente più impegnativo fornire requisiti di qualità di produzione da rPET rispetto a PET vergine. Poiché questo è particolarmente vero per le applicazioni a circuito chiuso, rPET può "cadere" da un flusso di prodotti all'altro, di solito da una qualità superiore a una inferiore. Una volta caduto, è improbabile che ritorni alla qualità superiore e in alcuni casi, rPET potrebbe uscire dal sistema di riciclo circolare.

2.1 Bottiglie in PET

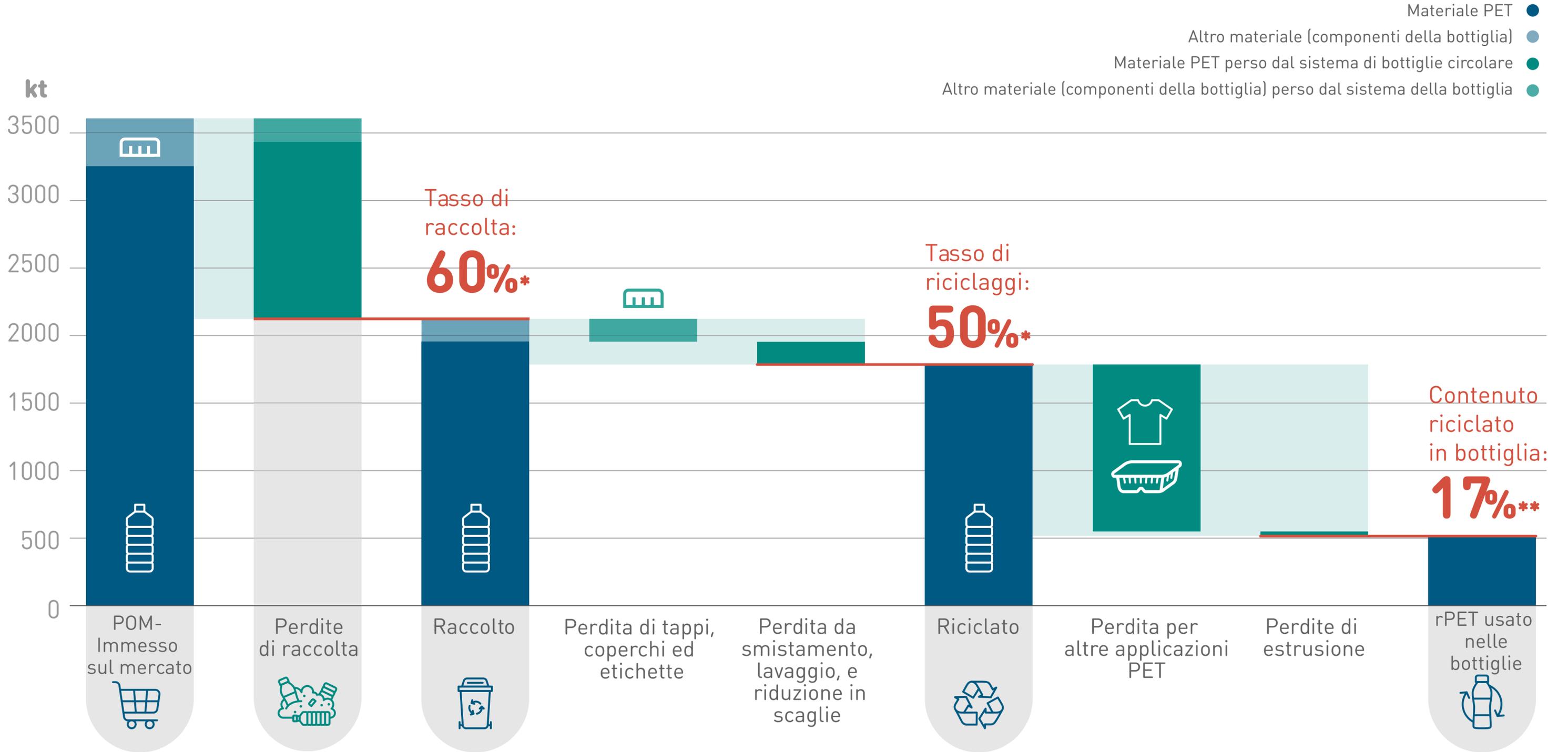
Di tutta la famiglia PET, il riciclo delle bottiglie ha la tecnologia e l'infrastruttura più sviluppata. In tutta Europa, gli schemi di raccolta delle bottiglie in PET variano. Alcuni paesi stanno ottenendo tassi di riciclo elevati con i regimi di deposito cauzionale sulle bevande (DRS), mentre altri paesi e regioni stanno ottenendo tassi di riciclo più bassi con schemi di raccolta differenziata. Stimiamo che le bottiglie in PET abbiano un tasso di riciclo di circa il 50% (calcolato utilizzando il peso del materiale PET nella fase successiva al lavaggio e riduzione in scaglie contro

il peso delle bottiglie in PET (compresi coperchi ed etichette) immesse sul mercato. Il rPET utilizzato nella produzione di bottiglie ha criteri complessivi di qualità generale elevati e deve essere derivato da bottiglie. Si stima che le bottiglie immesse sul mercato (POM) comprendano solo una media del 17%⁽¹⁾ di rPET, il restante rPET "downcycled" si usa per applicazioni di produzione di qualità inferiore e quindi considerato una perdita dal flusso circolare di bottiglie.



Figura E-1

Raccolta e riciclo delle bottiglie in PET – stato attuale



2.2 Il flusso generale del PET

Mentre le bottiglie costituiscono la quota maggiore degli imballaggi in PET, il PET viene utilizzato in altre applicazioni come nelle fibre, nella produzione di vassoi monouso, nelle pellicole e nella reggiatura.

In Europa non esistono raccolta e smistamento standardizzati delle applicazioni PET che non siano bottiglia.

La mancanza di adeguate tecnologie di smistamento e riciclo, nonché la progettazione di queste applicazioni, rende attualmente difficile il riciclo. Sebbene il riciclo di alcuni vassoi e pellicole avvenga su piccola scala, attualmente l'importo è trascurabile in uno schema più ampio dell'ambito della produzione di imballaggi in PET. Pertanto, è stato considerato solo il riciclo delle bottiglie nello scenario attuale.

I vassoi utilizzano circa un terzo (31%) del totale di rPET generato dal riciclo delle bottiglie. In totale, PET Packaging utilizza il 74% di rPET derivato dalle bottiglie. Sebbene ciò significhi che il rPET generato dalle bottiglie trova impiego nei nuovi prodotti di imballaggio, la mancanza di riciclo su larga scala per qualsiasi cosa diversa dalle bottiglie significa che alla fine si ha una perdita dalla circolarità degli imballaggi in PET.

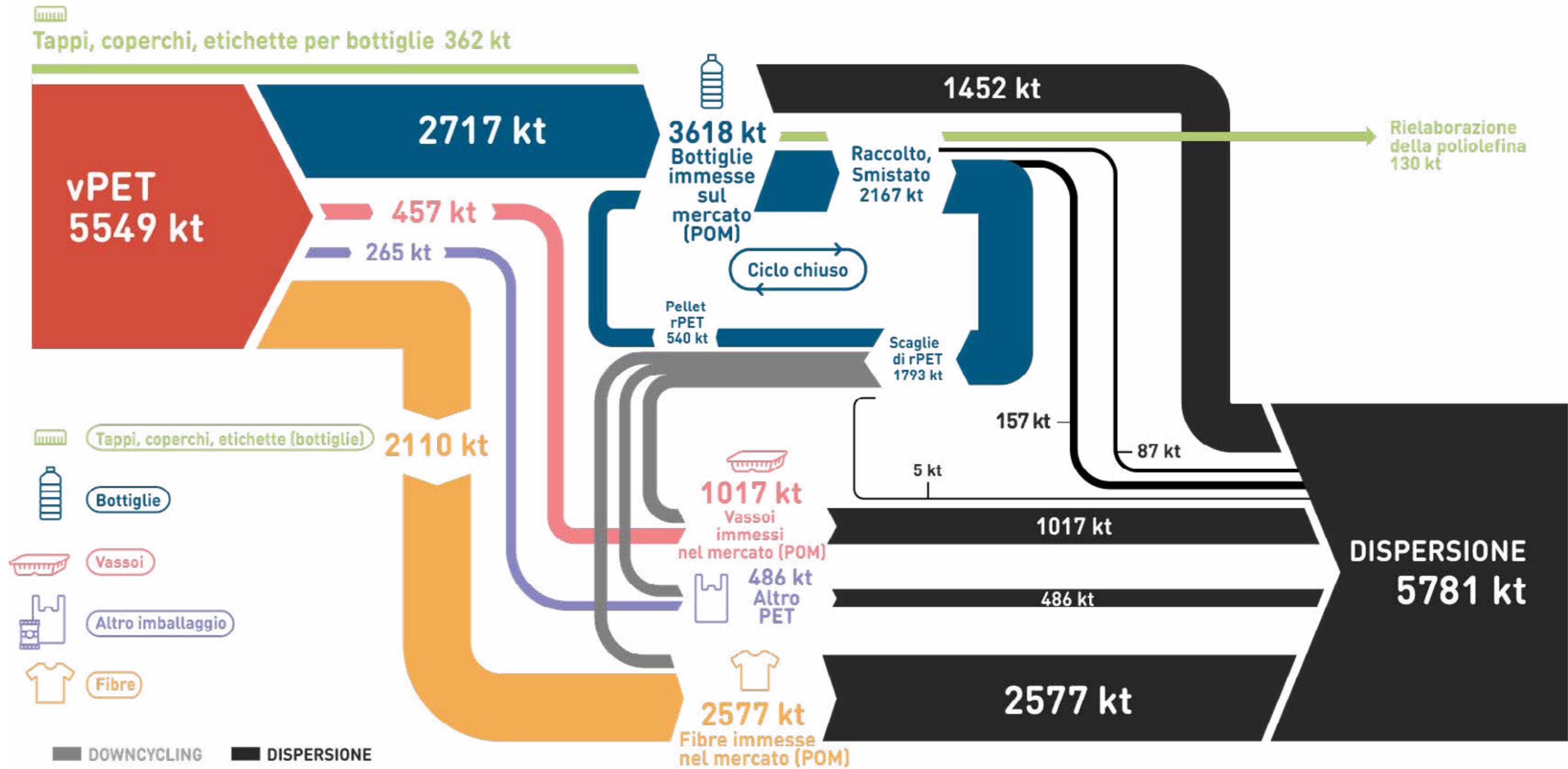
Circa il 14% del mercato globale del poliestere è costituito da poliestere riciclato, per la maggior parte prodotto da bottiglie in PET.⁽²⁾

Il materiale della bottiglia trasparente/azzurro è in genere più desiderabile per la produzione tessile, poiché questo produce fibra con scolorimento ridotto.

Sebbene le fibre possano avere un contenuto riciclato (rPET dalle bottiglie), non sono noti attuali processi di riciclo su scala di mercato per le fibre post-consumo. Pertanto, allo stesso modo, come visto in altre applicazioni del PET che non sia bottiglia, la massa di PET utilizzata nelle fibre finirà come perdita dal sistema circolare.



Figura E-2: Flussi di massa del PET -stato attuale

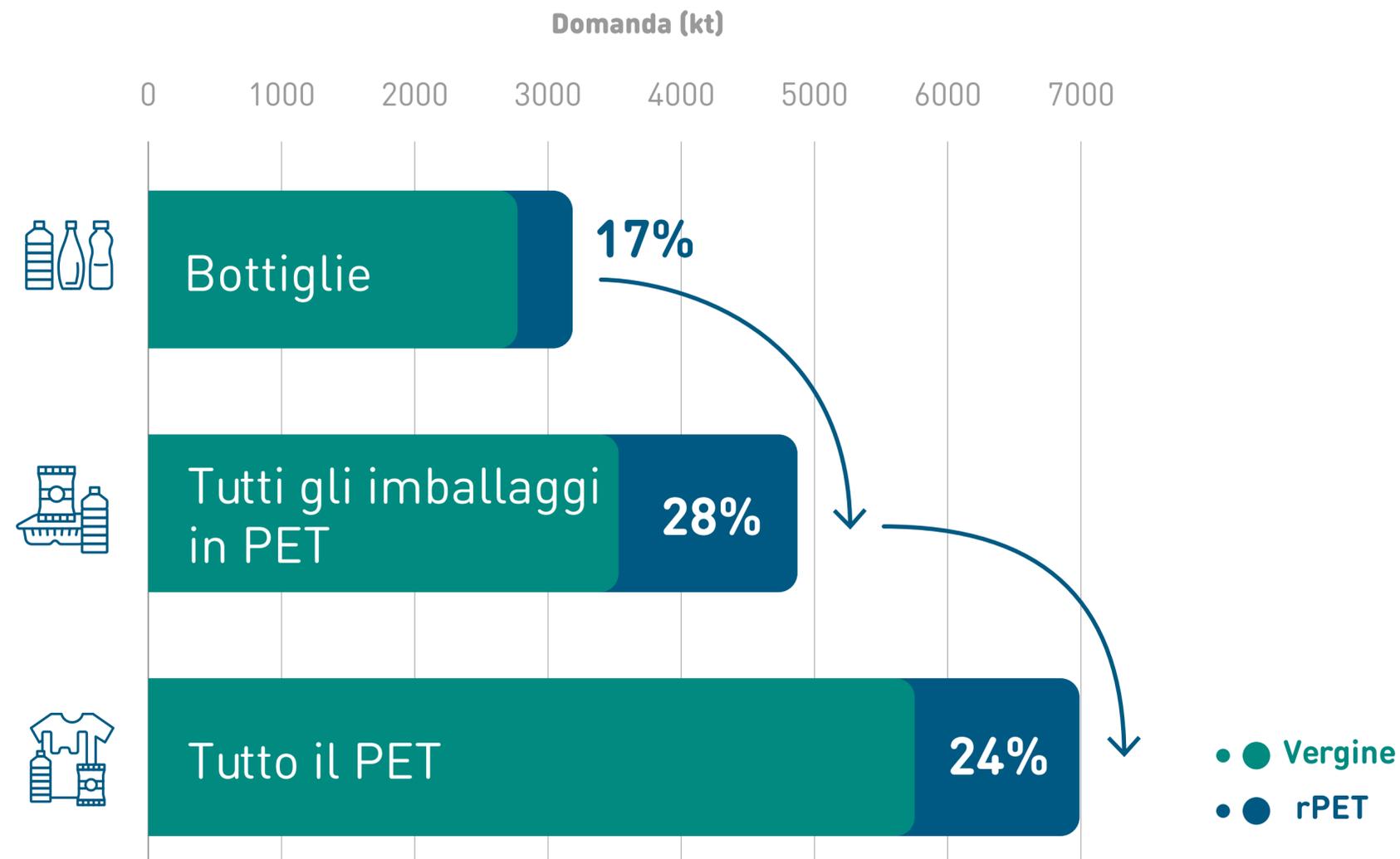


La figura E-2 presenta gli attuali flussi di massa PET valutate in questo rapporto, per tutte le applicazioni PET. Mostra chiaramente che solo le bottiglie vengono riciclate e che quindi il contenuto riciclato per tutti i flussi di prodotti, proviene dalle bottiglie. Degli 1,8 tonnellate metriche di scaglie in uscita dalle bottiglie, solo il 31% viene trasformato in pellet per bottiglie, mentre il resto (69%) cade a cascata in altri prodotti, come vassoi, altri imballaggi o fibre. La mancanza di riciclo in alcuni flussi di prodotti fornisce ulteriori dispersioni dal sistema PET.

La figura E-3 mostra anche la mancanza di circolarità del PET osservando il contenuto riciclato di ciascun ambito di produzione Europeo.

Figura E-3:

Contenuto riciclato per ambito di produzione (linea guida)



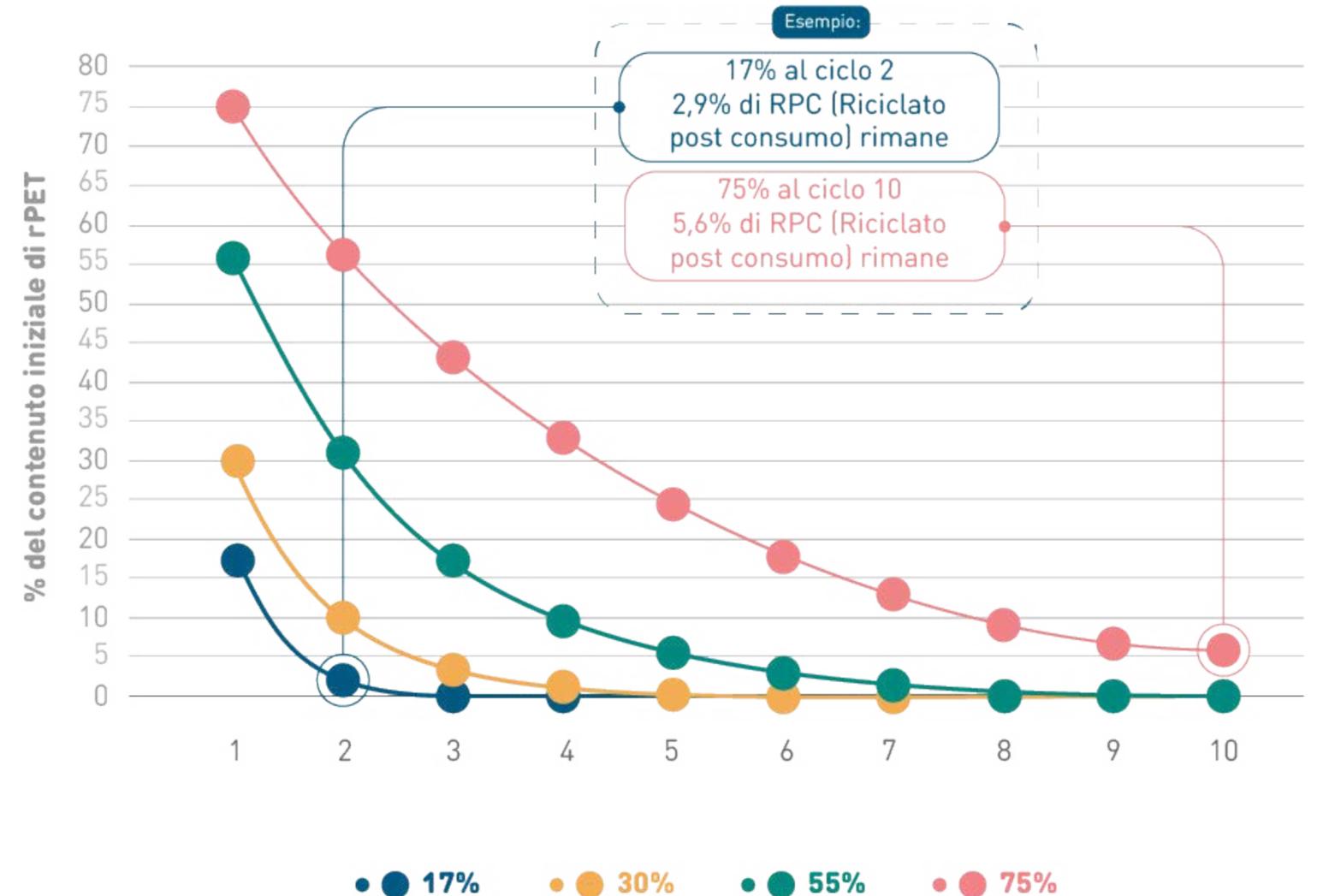
3.0 Limiti superiori alla circolarità del PET per il futuro

L'imminente linea di condotta sta guidando verso un aumento delle raccolte di bottiglie, probabilmente realizzabile solo attraverso l'introduzione di sistemi di depositi cauzionali (DRS) per le bottiglie di bevande in PET. È probabile che anche l'introduzione su vasta scala del deposito cauzionale, unita ai miglioramenti nel design offra vantaggi nella qualità del rPET derivato dalle bottiglie.

Petcycle, un sistema circolare Tedesco sul deposito cauzionale a circuito chiuso, dimostra che è possibile ottenere una circolarità continua con il 55% di contenuto di rPET delle bottiglie (obiettivo di contenuto riciclato per i membri, negli ultimi otto anni). Recenti risultati di test di laboratorio⁽³⁾ indicano che le bottiglie possono essere realizzate con il 75% di contenuto riciclato in un modello circolare a circuito chiuso aggiungendo il 25% di vPET in ciascuna fase di produzione, senza alcuna perdita significativa delle caratteristiche qualitative delle bottiglie, a parte una colorazione grigia nell'aspetto della bottiglia.

Figura E-4:

Longevità del contenuto di rPET all'interno di bottiglie in PET



All'interno del mercato europeo totale delle bottiglie in PET, ciò significa che le bottiglie immesse sul mercato contengono in media il 17% di rPET, il che significa che solo il 17% verrà riportato dal ciclo precedente e il contenuto RCP all'interno del sistema viene rapidamente ridotto, come si vede in Figura E - 4. Prendendo in considerazione gli imminenti cambiamenti di politica, il caso-studio Petcycle e i risultati dell'esperimento di Pinter et al., possiamo vedere che l'impatto sulla longevità del contenuto della RCP in ogni caso è significativo

Uno scenario futuro vedrà probabilmente le bottiglie gestite in modo molto più circolare di quanto non sia attualmente. Con un alto

Contenuto di RCP (un massimo del 75% nel ns esempio), una quantità elevata di scaglie di rPET è restituito in bottiglie dello stesso colore, con ridotti livelli di caduta da bottiglie,

a flussi di valore inferiore. Noto è anche una significativa riduzione delle perdite, sia in termini di rifiuti che di rPET a cascata in altre applicazioni PET di grado inferiore, come si può vedere nella Figura E - 5.

Per mancanza di disponibilità di rPET da bottiglie chiare e azzurre, nella migliore delle ipotesi è possibile solo il 61% di contenuto riciclato invece del 75%. Considerando solo il tradizionale mercato del riciclo meccanico, ci sono due potenziali scenari valutati in dettaglio in questo rapporto che potrebbero aumentare il contenuto riciclato nelle bottiglie:

- 1 Un ulteriore miglioramento della Riscossione Tariffe (ad es., raggiungimento di tassi di riscossione più elevati negli schemi DRS); e/o
- 2 Un passaggio dalle bottiglie colorate e opache alle bottiglie trasparenti (questo richiederebbe una riduzione di circa il 91% delle bottiglie.

Non è possibile generare il 75% di contenuto riciclato esclusivamente con un ulteriore aumento del tasso di raccolta DRS, anche supponendo che tutti i sistemi DRS attuali e futuri raggiungano il più performante tasso di raccolta del sistema DRS con le prestazioni più elevate (ovvero, il 97% riportato in Germania).

Pertanto, i produttori dovrebbero considerare le modifiche all'interno della progettazione delle loro bottiglie, più precisamente i colori che utilizzano per i loro prodotti.

Ridurre del 91% le attuali bottiglie per bevande opache e colorate immesse sul mercato, aumentando così le bottiglie trasparenti e azzurre degli stessi numeri assoluti, significa che è possibile ottenere complessivamente il 75% di contenuto riciclato nelle bottiglie.

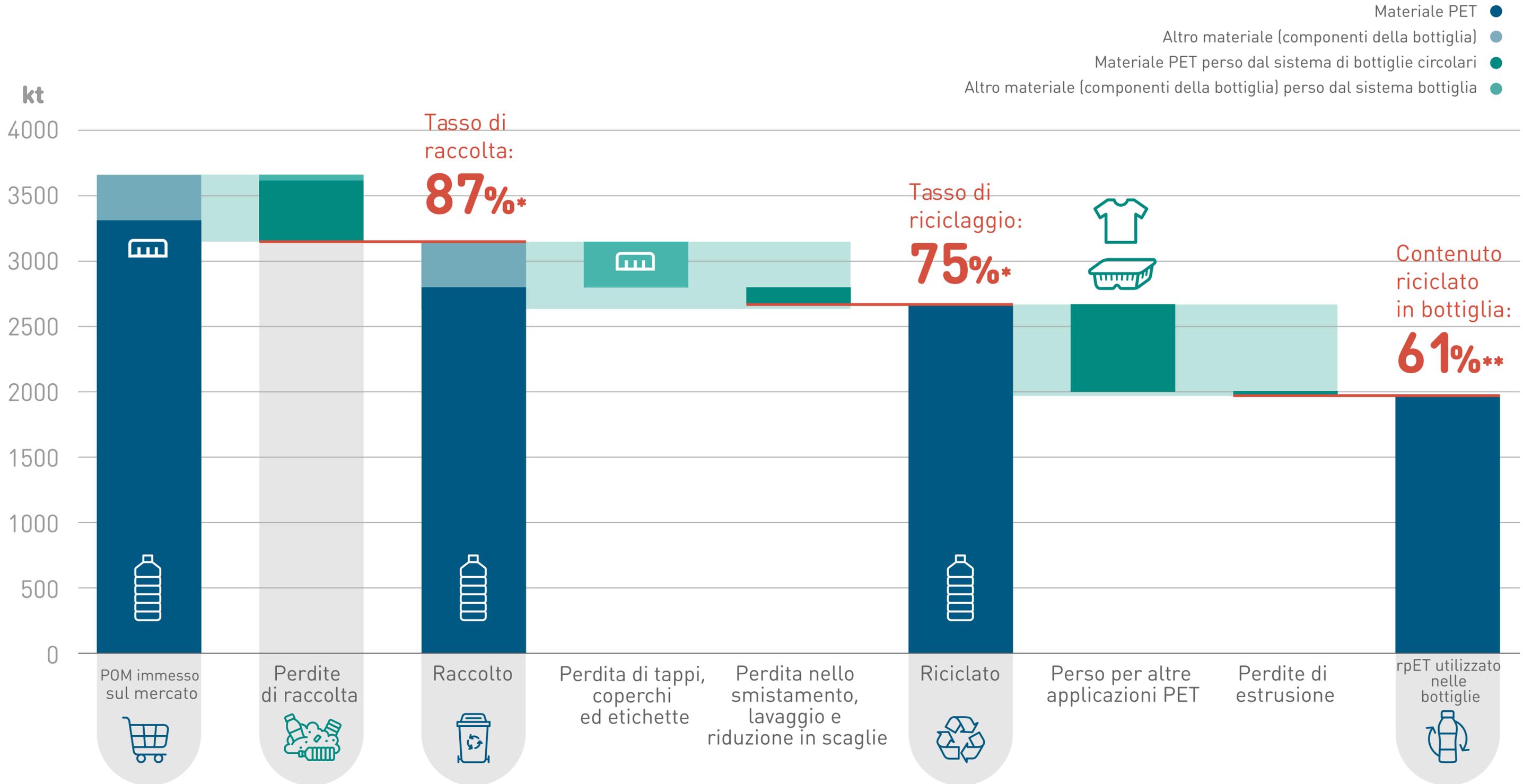
Oltre ai due scenari considerati per il riciclo meccanico, esiste la possibilità che le tecnologie di riciclo chimico, come la

depolimerizzazione chimica, contribuiscano alla circolarità del PET e raggiungano un contenuto di riciclo del 75% in tutte le bottiglie. Tuttavia questo settore non ha raggiunto la maturità e il suo vero potenziale non è al momento del tutto noto, ma sembra che sia prevista una capacità di ingresso (scaglie di PET post-consumo selezionati e puliti) di circa 350 ktpa (chilo tonnellate all'anno) entro il 2025⁽⁴⁾, che potrebbe essere sufficiente per raggiungere il 75% di contenuto in bottiglia se le normative sul contatto con gli alimenti lo consentono.



* Basato sul tonnellaggio totale della bottiglia POM
 ** Based on PET tonnage POM

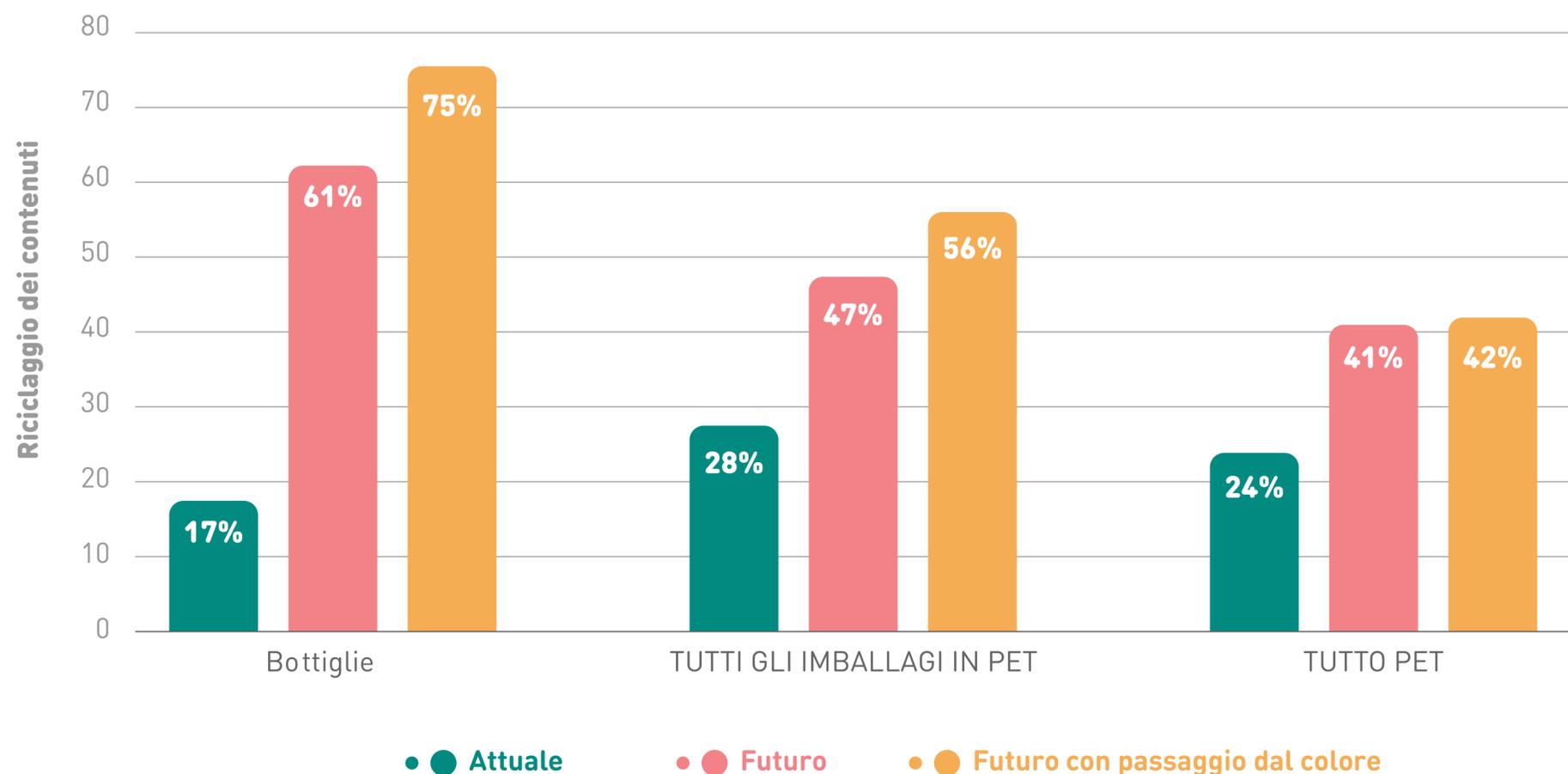
Figura E-5: Raccolta e riciclo delle bottiglie in PET – Limite superiore



Stimiamo che in futuro, potremmo assistere a un aumento del limite superiore del riciclaggio da bottiglia a bottiglia con un contenuto riciclato compreso tra il 61% e il 75%, rispetto all'attuale 17%. Ciò è, tuttavia, sotto il presupposto di dare la priorità al circuito chiuso di riciclaggio (ovvero, utilizzando rPET da bottiglie in bottiglie rispetto ad altre applicazioni PET) per garantire la massima circolarità. Più realisticamente, sulla base delle condizioni di mercato, stimiamo che l'uso futuro del contenuto riciclato

nelle bottiglie si collochi tra un minimo obiettivo guidato dalle politiche del 30% e il limite massimo possibile del 75%. Se si considera l'impatto che le modifiche potrebbero avere su tutti gli imballaggi in PET, si può notare un aumento del contenuto riciclato dal 28% a un valore compreso tra il 47% e il 56%. In futuro, per tutte le applicazioni PET, il contenuto riciclato passa dall'attuale 24% a un limite superiore da 41% a 42%.

Figura E-6
Contenuto riciclato per ambito di produzione



Questo avverrà solo...

- Dando priorità al riciclo a circuito chiuso da bottiglia a bottiglia invece di utilizzare rPET da bottiglie, in altre applicazioni PET;
- Aumentando l'uso dei sistemi di deposito cauzionale, che miglioreranno la quantità e la qualità del materiale raccolto; e/o
- Passando dal PET colorato e opaco al PET trasparente. n e p r o z i r n o g P E T - a n a p r o z i r n i P E T .

4.0

Aumentare la circolarità delle applicazioni PET che non siano bottiglia



L'aumento della domanda di rPET per applicazioni in bottiglia è destinato a ridurre la disponibilità di rPET per altre applicazioni di imballaggio in PET.

Data l'attuale mancanza di metodi praticabili e su larga scala per il riciclo di termoformati in PET come i vassoi, i produttori richiederanno maggiori volumi di materiale vergine per soddisfare la domanda.

Sono in corso lavori di sviluppo sulle opzioni di fine vita del vassoio con una resa ragionevole. PETCORE Europe ha istituito il gruppo di lavoro sul riciclaggio delle termoforme in PET nel 2015. La pellicola in PET è adatta per il riciclo meccanico in quanto può mantenere le sue proprietà fisiche e ottiche durante i cicli di estrusione. Tuttavia, poco sappiamo sull'entità del riciclaggio attualmente in corso delle pellicole. Si presume che le quantità siano basse e nella migliore delle ipotesi a livello sperimentale e che la materia prima debba provenire da fonti pulite e monomateriali.

Esistono due percorsi principali per il riciclo meccanico (fibra-fibra diretta ed estrusione a fusione) e una forma di riciclo fisico (purificazione con solvente) della fibra di PET, che hanno visto

l'attuazione a livello sperimentale.

Negli ultimi anni, produttori, riciclatori e decisori politici hanno mostrato interesse nello sviluppo delle tecnologie di riciclo chimico come meccanismi complementari insieme al riciclo meccanico della plastica.⁽⁵⁾ Di particolare interesse per l'industria del PET è la depolimerizzazione chimica (spesso indicata come riciclo di monomeri), una categoria di processi di riciclo che scompongono le catene polimeriche utilizzando sostanze chimiche. Una volta che questa depolimerizzazione è avvenuta, i monomeri vengono recuperati dalla miscela di reazione e purificati per lasciare un monomero di qualità vergine che può essere utilizzato direttamente nella produzione del polimero.

Le tecniche di depolimerizzazione e ripolimerizzazione hanno il potenziale per affrontare alcune delle limitazioni di circolarità dettagliate in questo rapporto poiché i processi potrebbero essere in grado di produrre monomeri da cicli PET "inferiori" (ad es. imballaggi colorati e materiale non a contatto con gli alimenti) da utilizzare in cicli PET "superiori" (ad es. bottiglie per bevande trasparenti) se le normative sul contatto con gli alimenti lo consentono.

Tuttavia, in Europa questo è ancora un mercato emergente. Ci sono esempi di aziende con impianti pilota/dimostrativi e l'industria della depolimerizzazione segnala che è in procinto di passare a impianti su scala commerciale completa. Attualmente, si stima che sia disponibile una capacità di ingresso di 68 chilo-tonnellate all'anno, da fornitori di tecnologia di depolimerizzazione chimica che hanno dimostrato di essere ad un livello operativo. È probabile che questa capacità raggiunga i 350 chilo-tonnellate all'anno entro il 2025.⁽⁶⁾

Tuttavia, le prestazioni e i costi di questi processi non sono ancora chiari. Le informazioni sui rendimenti dei monomeri attraverso questi processi, che a prima vista sembrano promettenti, si trovano in genere solo nei brevetti tecnologici o nel materiale orientato al marketing. Vengono fornite informazioni di supporto minime sul metodo di calcolo (ad esempio, i materiali considerati nel calcolo della resa), invece di dettagliare i flussi di massa di materiale a livello di impianto. Pertanto, l'impatto risultante sulla resa quando queste tecnologie vengono aumentate, quando si considerano fattori come lo smistamento, la lavorazione e la purificazione, rimane poco chiaro.

Attualmente vi è ancora una notevole incertezza sul potenziale a lungo termine delle tecnologie di depolimerizzazione chimica dal punto di vista finanziario e ambientale. È anche importante notare che in genere ci sono poche informazioni circa la misura in cui la contaminazione può essere tollerata. Tuttavia, molte di queste tecnologie richiedono input significativi di sostanze chimiche ed energia e flussi di rifiuti altrettanto puliti e omogenei rispetto al riciclo meccanico, con conseguenti costi e impatti sostanzialmente simili nelle fasi di raccolta, smistamento e preparazione del materiale. Pertanto, questo studio si concentra sull'ottimizzazione del riciclaggio meccanico utilizzando tecniche ben collaudate e consolidate su scala commerciale, ma riconosce che un futuro che includa la depolimerizzazione chimica potrebbe vedere ulteriori miglioramenti nella circolarità del PET.

Note

1) Natural Mineral Waters Europe, Petcore Europe, Plastic Recyclers Europe, e Unesda (2022) Mercato del PET in Europa: Stato di avanzamento 2022, gennaio 2022

2) Textile Exchange (2020) Preferred Fibre & Materials Market Report 2020

3) Pinter, E., Welle, F., Mayrhofer, E., et al. (2021) Circularity Study on PET Bottle-To-Bottle Recycling, Sustainability, Vol.13, No.7370

4) Natural Mineral Waters Europe, Petcore Europe, Plastic Recyclers Europe, e Unesda (2022) Mercato del PET in Europa: Stato di avanzamento 2022, gennaio 2022

5) Crippa, M., De Wilde, B., Koopmans, R., et al. (2019) A circular economy for plastics – Insights from research and innovation to inform policy and funding decisions

6) Natural Mineral Waters Europe,

Petcore Europe, Plastic Recyclers Europe, e Unesda (2022) Mercato del PET in Europa: Stato di avanzamento 2022, gennaio 2022

7) Hann, S., and Connock, T. Chemical Recycling: State of Play (2020)

QUANTO È CIRCOLARE IL PET?

Andy Grant
Vera Lahme
Toby Connock
Leyla Lugal