

RAPPORTO DI SINTESI

KuRVe

(Riciclaggio e valorizzazione delle materie plastiche)

Analisi del profilo economico ed ecologico dei sistemi di raccolta e riciclaggio della plastica proveniente dalle economie domestiche in Svizzera

Clienti

Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)
Ufficio dei rifiuti, dell'acqua, dell'energia e dell'aria (AWEL), Canton Zurigo
Ufficio dell'ambiente e dell'energia, Canton Basilea-Città
Ufficio acque e rifiuti (AWA), Canton Berna
Ufficio dell'ambiente, Canton Turgovia
Ufficio per la protezione ambientale e l'energia (AUE), Canton Basilea-Campagna
Dipartimento federale dell'ambiente, Canton Aargau
Ufficio per la natura e l'ambiente (ANU), Canton Grigioni
Ufficio dell'ambiente e dell'energia, Canton San Gallo
Organizzazione Infrastrutture comunali (OIC), Berna
cemsuisse, Berna
Swiss Recycling, Zurigo
Associazione svizzera dei dirigenti e gestori degli impianti di trattamento dei rifiuti (ASIR), Berna

Autori

Fredy Dinkel, Thomas Kägi, Carbotech AG, Zurigo
Rainer Bunge, Thomas Pohl, Ariane Stäubli, UMTEC Rapperswil

Basilea, 13.07.2017

Sommario

Il rapporto costi-benefici della raccolta delle materie plastiche provenienti dalle economie domestiche è inferiore a quello generato dalla raccolta delle bottiglie in PET; anzi, ai modesti benefici per l'ambiente si contrappongono costi elevati: sono questi i principali risultati del progetto Kunststoff Recycling und Verwertung (KuRVe – Riciclaggio e valorizzazione della plastica), realizzato dalla società Carbotech AG e dall'UMTEC, istituto del politecnico a Rapperswil, per conto di otto amministrazioni cantonali, di varie associazioni e dell'Ufficio federale dell'ambiente UFAM.

Accanto alla tradizionale raccolta delle bottiglie in PET, negli ultimi anni si sono affermate varie nuove modalità di raccolta degli altri rifiuti in plastica delle economie domestiche, per lo più a cura di enti privati. Il progetto Kunststoff Recycling und Verwertung (KuRVe – Riciclaggio e valorizzazione della plastica) ha studiato proprio le modalità di valorizzazione e smaltimento dei rifiuti in plastica prodotti dai nuclei familiari svizzeri, valutandone i benefici per l'ambiente e i costi. In realtà solo parte dei rifiuti in plastica raccolti può essere riciclata (con valorizzazione del materiale), mentre la parte non riciclabile viene utilizzata a fini energetici nei cementifici oppure sottoposta a trattamento termico negli impianti di incenerimento dei rifiuti, ricavandone così energia sotto forma di corrente elettrica e calore. Il presente studio è stato svolto dalla società Carbotech AG e dall'UMTEC (un Istituto del politecnico di Rapperswil) per conto di otto amministrazioni cantonali, di varie associazioni e dell'Ufficio federale dell'ambiente UFAM.

Lo studio scientifico in oggetto conclude che in Svizzera il rapporto tra i costi e i benefici dei sistemi di raccolta delle materie plastiche è pari a circa un terzo dell'efficienza dell'attuale sistema di riciclaggio del PET. Una nuova modalità di raccolta dei rifiuti in plastica offrirebbe vantaggi all'ambiente, ma la sua attuazione risulterebbe dispendiosa. Il potenziale vantaggio ecologico per ogni abitante in un anno offerto da un nuovo sistema di raccolta equivarrebbe all'incirca a quello ottenibile riducendo di 30 km il totale percorso in auto.

Parte dei rifiuti in plastica che vengono raccolti può essere trattata e reintrodotta nel ciclo produttivo industriale sotto forma di materiali riciclati. Un ulteriore beneficio per l'ambiente si ottiene anche grazie alla possibilità di utilizzare i residui di smistamento non riciclabili come combustibile di sostituzione nei cementifici oppure per produrre energia termica presso un efficiente impianto di incenerimento dei rifiuti. Per calcolare il vantaggio per l'ambiente di un "nuovo" metodo di riciclaggio è stato effettuato un confronto con la situazione attuale, che prevede lo smaltimento della plastica in impianti di incenerimento. I costi di tale modalità di smaltimento, pari a circa 250 franchi svizzeri per tonnellata, sono molto inferiori a quelli di un eventuale nuovo metodo di raccolta e valorizzazione della plastica (pari a circa 750 CHF per tonnellata). Esistono vantaggi per l'ambiente dati da questa modalità di raccolta e valorizzazione delle materie plastiche rispetto a quelle attuali ma nel complesso sono limitati e comportano costi non indifferenti.

I risultati dello studio offrono supporto per ulteriori e necessarie valutazioni e per eventuali decisioni politiche da prendere in merito a eventuali nuove modalità di raccolta dei rifiuti in plastica.

Indice

Sommario	2
1 Situazione iniziale	4
2 Individuazione degli obiettivi	5
3 Procedura e metodologia	8
3.1 Analisi del flusso dei materiali	8
3.2 Analisi dei costi	9
3.3 Analisi del ciclo di vita	11
3.4 Eco-efficienza (SEBI)	12
4 Risultati	14
4.1 Costi	14
4.2 Analisi del ciclo di vita	15
4.3 Eco-efficienza SEBI*	17
4.4 Potenzialità delle modalità di raccolta mista e differenziata	19
5 Conclusioni	22
6 Glossario	23
Tabella sinottica dei sistemi di raccolta analizzati	23
Definizioni	23
7 Bibliografia	25
8 Allegati	26

1 Situazione iniziale

Nell'ambito di questo progetto sono state esaminate la valorizzazione e lo smaltimento di imballaggi in plastica provenienti da economie domestiche (rifiuti urbani) in Svizzera. Ogni anno nella Confederazione viene utilizzata una quantità di materie plastiche pari a circa 1 milione di tonnellate. Di tale quantitativo, oltre la metà viene trasformato in prodotti di lunga durata, utilizzati ad es. nel settore dell'edilizia o per veicoli e apparecchiature elettriche. Circa un terzo, ovvero 302'000 t¹ (Steiger, 2014), viene utilizzato per la creazione di imballaggi usati nelle economie domestiche (i settori manifatturiero e industriale sono esclusi). Parte di tali imballaggi può essere raccolta in modo differenziato e riciclata, mentre il rimanente è impossibile da recuperare perché troppo sporco, oppure perché la frazione di plastica in esso contenuta è troppo difficile da separare dal resto del materiale. Poiché la Svizzera ha messo in atto da tanto tempo l'obbligo d'incenerimento dei rifiuti combustibili, il riutilizzo dei rifiuti in plastica prodotti dalle economie domestiche, ovvero di riciclo della plastica, non è stato forzato come in altri Paesi. L'unica eccezione è stata rappresentata per molto tempo dalle bottiglie in PET, che nel corso degli anni sono state raccolte in notevoli quantità (con una percentuale di valorizzazione superiore all'80%) e con una purezza della varietà relativamente buona, e riutilizzate per la produzione di prodotti di alta qualità.

Attualmente in Svizzera vengono raccolte differenziatamente ogni anno circa 68'000 t (Seyler, Sommerhalder, & Wolfensberger, 2016) di rifiuti plastici provenienti da economie domestiche². A tale cifra si contrappongono quelle relative alle raccolte di plastica nel resto d'Europa, dove le tipologie di plastiche raccolte e valorizzate sono molto più variegata. Conseguentemente il quantitativo raccolto per persona è considerevolmente maggiore. Esistono tuttavia problematiche connesse al riciclo dei materiali derivati da grandi quantitativi di materie plastiche eterogenee, tra cui la presenza di sporco e la difficoltà di separare le varie tipologie di plastica. L'ovvia conseguenza è che parte di tale materiale viene effettivamente riciclata ma può essere poi utilizzata per realizzare solo prodotti di scarsa qualità che non hanno un significativo beneficio ambientale, oppure si creano grandi quantità di scarti che devono essere sottoposti a un trattamento termico. Tutto ciò pone la questione se non risulti più utile, dal punto di vista sia della tutela ambientale, sia del profitto, raccogliere una quantità di plastica minore ma più omogenea, ottenendone prodotti di alta qualità.

L'obiettivo della Svizzera di valorizzare una sempre maggiore quantità di materie plastiche ha dato origine in passato a una serie di iniziative: ad es. da tempo i supermercati offrono punti di raccolta per le bottiglie del latte in PE. Inoltre, nel 2013, i commercianti svizzeri al dettaglio hanno deciso di ampliare la raccolta delle bottiglie in plastica, e questa iniziativa è stata accolta anche dal settore pubblico in varie regioni della Svizzera. In tempi recenti sono stati inoltre introdotti svariati sistemi di raccolta, talvolta in competizione tra loro, a cura di enti sia privati, sia pubblici (aziende, comuni, consorzi), che differiscono tra loro in maniera notevole anche per la tipologia di plastica raccolta, i costi e il grado di riciclaggio. Mentre ad es. un sistema permette di consegnare gratuitamente bottiglie per il latte in PE, un altro offre la raccolta differenziata di tutti i rifiuti in plastica di origine domestica al prezzo di 2,60 CHF per ogni sacco da 60 litri. I sistemi di raccolta differenziata sono stati creati, tra l'altro, anche su richiesta degli stessi abitanti, che spingono in direzione di uno smistamento sempre più accurato delle materie plastiche. Alcuni studi

¹ Tra questi rientrano anche oggetti in plastica come corpi cavi, gusci, pellicole per uso domestico (212'000 t) e altri involucri in plastica (90'000 t).

² Di questi circa 50.000 t vanno alla raccolta di bottiglie in PET (quantitativo raccolto prima della selezione e del trattamento). Fonte: PET-Recycling Schweiz, Rapporto di gestione 2015 (46'231 t). Da conteggiare inoltre altre circa 3.000 t non raccolte dai membri del PRS. La cifra di 50'000 t è confermata anche da (Haupt et al., 2016). Le rimanenti 18.000 t provengono da altri rifiuti in plastica prodotti dalle economie domestiche.

(Schwegler et al., 2015) evidenziano che una gran parte della popolazione è convinta di poter così contribuire in maniera incisiva a uno sviluppo sostenibile.

2 Individuazione degli obiettivi

Quali stakeholder raccolgono materie plastiche? Di che tipo e in che quantità? A quali costi? E cosa succede a questi materiali? Ecco una serie di domande a cui al momento neanche gli esperti nel settore sanno rispondere in modo esauriente. In aggiunta regna una notevole incertezza sui benefici per l'ambiente generati dai vari sistemi di raccolta. L'obiettivo del progetto KuRVe aveva come scopo quello di chiarire la situazione riguardo alle attuali modalità di smaltimento o riciclo impiegate per i vari tipi di plastica ottenuti con la raccolta differenziata. Tra queste rientra l'analisi dei sistemi di raccolta della plastica, ad es. l'impiego di diversi tipi di sacchi di raccolta, e la consegna nei centri di raccolta o nei supermercati. Questi sistemi di valorizzazione sono stati considerati positivamente sia in ambito ambientale che economico e consolidati da i risultati e la conoscenza ottenuta dai bilanci ambientali esistenti. L'idea era quindi quella di poter creare una base di informazioni utile per decidere quale fosse la tipologia di valorizzazione più adeguata dal punto di vista ecologico ed economico, a seconda degli scenari.

Il progetto si proponeva in sostanza di chiarire i punti seguenti:

- Quali modalità di raccolta della plastica per le economie domestiche esistono attualmente in Svizzera? (anno dello studio: 2016)
- In che quantità la plastica viene raccolta differenziatamente, cosa accade con questa quantità e quali costi ne derivano?
- Qual è l'entità dei benefici ambientali che si ricavano dalla raccolta e valorizzazione della plastica, rispetto invece all'ipotesi di riferimento "Trattamento termico in un impianto di capacità media"?
- Quale rapporto costi/benefici genera ognuno dei sistemi impiegati?
- Quali scenari si prospettano per il futuro, e con quali rapporti costi/benefici?

Il progetto ha preso in considerazione la valorizzazione e lo smaltimento degli imballaggi in plastica provenienti da economie domestiche svizzere nel 2016, con l'esclusione delle materie plastiche per cui è prevista una modalità diversa di valorizzazione o smaltimento, ad es. i rifiuti di apparecchiature elettroniche, che contengono anch'essi plastica. Lo studio esclude anche i teli in plastica di uso agricolo, come anche i prodotti di lunga durata, ad es. i prodotti per l'edilizia o gli elementi di arredo in plastica, ad es. mobili.

Lo studio ha scelto come base di confronto (unità funzionale) la valorizzazione/lo smaltimento di una tonnellata di plastica di breve durata raccolta dalle economie domestiche. Il limite del sistema studiato è stato definito come segue: dal "conferimento nel sistema di smaltimento" (ad es. "raccolto a bordo strada" oppure "consegnato ai container di raccolta comunali") fino al "prodotto ottenuto dall'impianto di riciclaggio" o ancora fino all' "utilizzo dell'energia" e alla "consegna in discarica delle scorie dell'inceneritore". Come sistema di riferimento (base di confronto) è stato esaminato lo smaltimento delle materie plastiche in un impianto di incenerimento dei rifiuti svizzero di capacità media (secondo le indicazioni ASIR³). Nella Figura 1 sono riportati i limiti del sistema e una panoramica dei principali processi coinvolti.

³ Associazione svizzera dei gestori degli impianti di valorizzazione dei rifiuti

I risultati del presente studio mirano a promuovere un dialogo di natura tecnica sulla valutazione ecologica ed economica dei sistemi di raccolta della plastica presi in esame, sulla base di dati attuali; in particolare, l'obiettivo consiste nell'offrire alle autorità cantonali e comunali le informazioni necessarie a prendere decisioni consapevoli. Un ulteriore target dello studio è anche la popolazione coinvolta, che è uno dei co-gestori dei sistemi di raccolta delle materie plastiche.

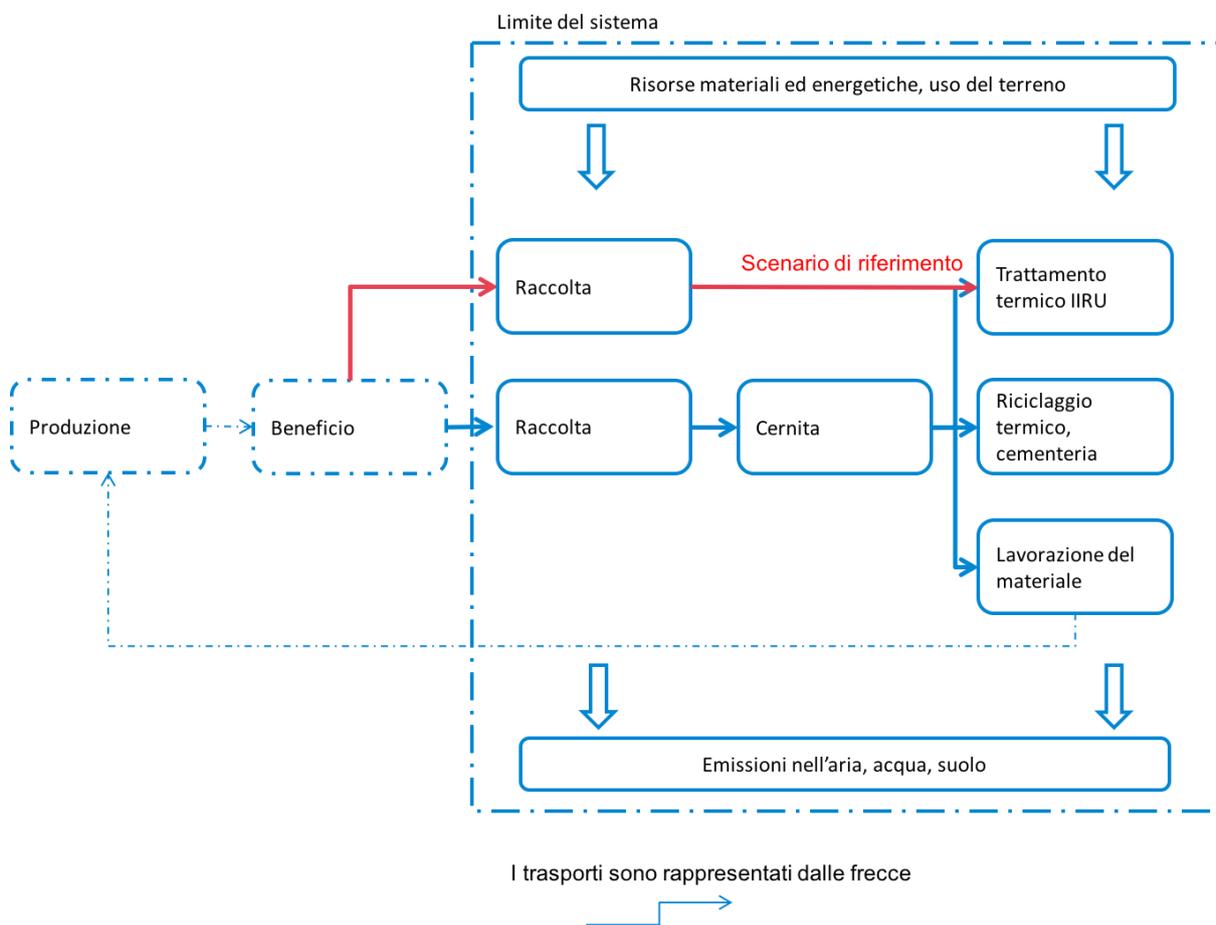


Figura 1: Limite (quadrato grande, blu) dei sistemi di raccolta e di recupero di plastica. I trasporti sono rappresentati dalle frecce.

Sistemi di raccolta analizzati

La Figura 2 rappresenta un elenco dei sistemi di raccolta di plastica analizzati nello studio, scelti per la disponibilità di dati affidabili. Questi sistemi raccolgono complessivamente poco più di 11'000 t di plastica all'anno, che corrispondono circa ai due terzi delle 18'000 t di rifiuti in plastica (escluse le bottiglie in PET, v. Seyler, Sommerhalder, & Wolfensberger, 2016, pag. 23, fig. 2) che vengono raccolti differenziatamente in un anno su tutto il territorio svizzero. Come sistemi di riferimento sono stati impiegati il sistema svizzero PET-Recycling Schweiz PRS e quello tedesco Gelber Sack Deutschland.

La lunghezza delle barre nella Figura 2 evidenzia quale percentuale di tutta la plastica raccolta è stata avviata a una valorizzazione di alta (sostituito il 90% della plastica primaria), media (sostituito il 70% della plastica primaria) o bassa qualità (sostituito legno o cemento ad es. nel grigliato erboso) e quale percentuale è stata riciclata con metodi termici (in cementificio o impianto di incenerimento dei rifiuti). I componenti non riciclabili del materiale raccolto, ad es. i liquidi residui presenti nelle bottiglie vengono considerati come perdita di umidità. La percentuale del 100% si riferisce alla quantità totale raccolta per ciascun sistema.

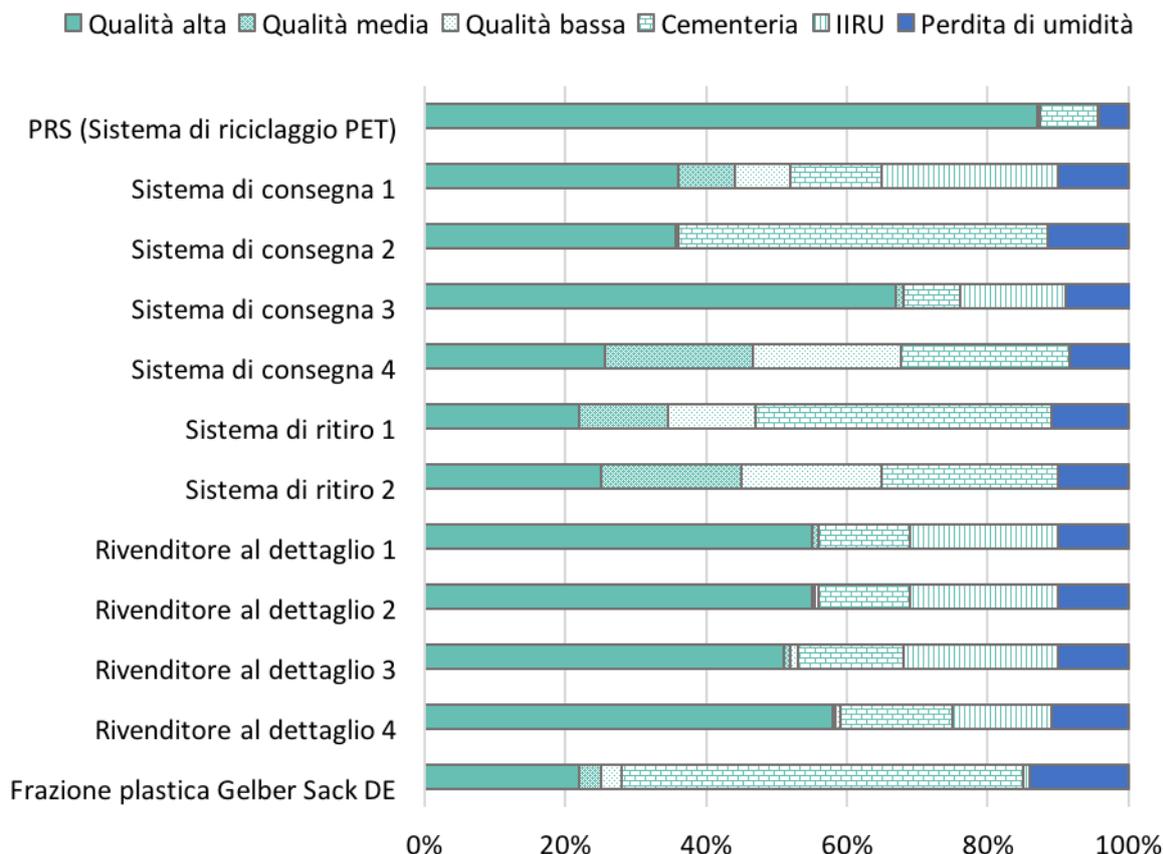


Figura 2: Lo studio ha esaminato i sistemi di raccolta di plastica (v. glossario per la definizione) e il loro percorso di smaltimento e riciclaggio 2016.

Limiti dello studio

Lo studio si concentra sui sistemi di raccolta esistenti in Svizzera. Non sono state prese in considerazione:

- altre possibili combinazioni di sistemi di raccolta (ad es. una raccolta mista di bottiglie in PET e plastica).
- l'eventuale influenza di ulteriori modalità di raccolta della plastica sulla qualità degli altri sistemi di raccolta (ad es. la presenza di una quantità di sporco maggiore).
- l'eventuale influenza dell'aggiunta dei sacchi di raccolta alla quantità di plastica complessiva.

Lo studio non consente di trarre conclusioni definitive sulla qualità dei sistemi di raccolta delle materie plastiche in altri paesi (in particolare in quelli in cui la plastica viene per lo più conferita in discarica). Non rientra negli obiettivi dello studio neanche l'analisi dell'inquinamento degli oceani causato dagli imballaggi in plastica, dato che in Svizzera le materie plastiche vengono incenerite oppure riciclate, e quindi non appare realistico che gli imballaggi in plastica prodotti nella Confederazione possano finire in quantità rilevante nei corsi d'acqua.

3 Procedura e metodologia

3.1 Analisi del flusso dei materiali

Le analisi del flusso dei materiali (MFA) servono per rilevare, rappresentare e interpretare sistematicamente i flussi di merci e materiali in un sistema definito sia in termini temporali che geografici. Esse mostrano i flussi di massa rilevanti e costituiscono la base per una valutazione con l'analisi del ciclo di vita. Di tutti i sistemi di raccolta della plastica esaminati è stata creata un'analisi del flusso dei materiali nella quale le indicazioni di quantità del materiale in entrata includono anche materiali smaltiti in modo errato, contenuti residui e umidità. Le analisi del flusso dei materiali si concentrano in particolare sulla quota finale residua di materie plastiche, v. Figura 2, perché quest'ultima è decisiva per l'analisi del ciclo di vita di un sistema di raccolta della plastica. Si è pertanto prestata particolare attenzione alla qualità del granulato di plastica che si forma durante il riciclo e al corrispondente riutilizzo (ad es. bottiglia per bevande in PET, fibre tessili, europallet, ecc.). La Figura 3 mostra un'analisi del flusso dei materiali come sintesi di tutti i sistemi di raccolta della plastica considerati (senza bottiglie per bevande in PET).

L'analisi del flusso dei materiali è basata su un'approfondita ricerca nella letteratura e su un dettagliato sondaggio condotto tra gli stakeholder.

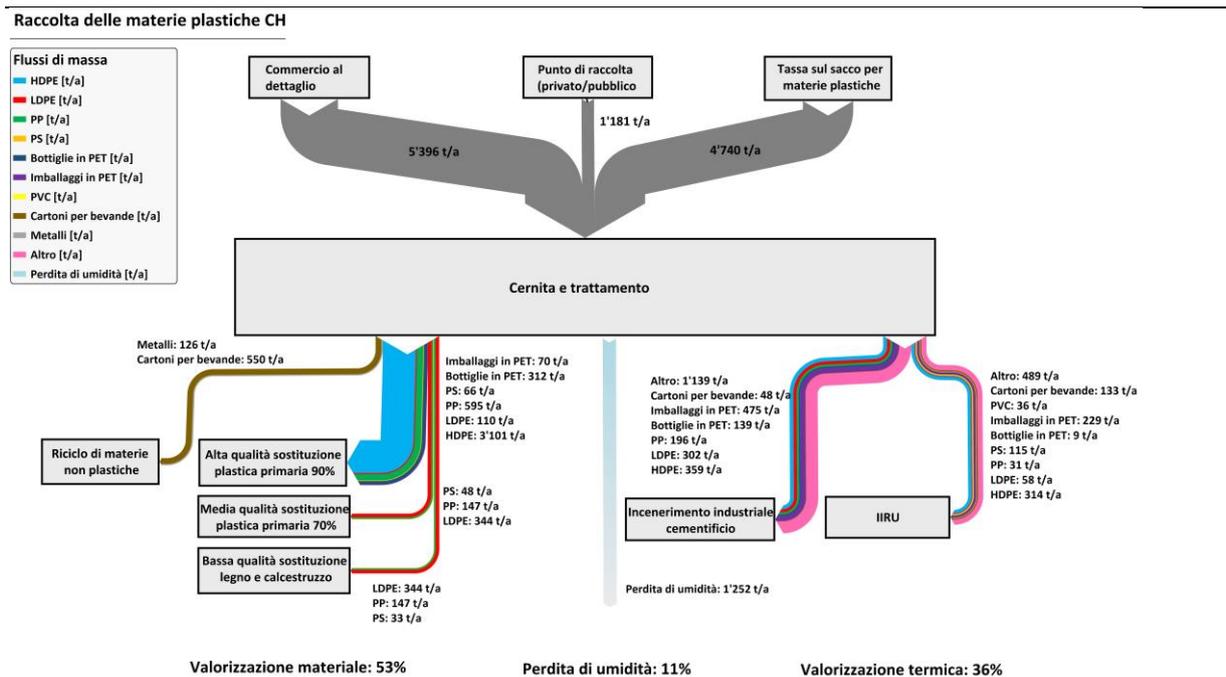


Figura 3: Analisi del flusso dei materiali di tutti i sistemi di raccolta della plastica considerati nello studio (senza bottiglie per bevande in PET). La quantità totale raccolta attraverso tutti i sistemi di raccolta della plastica presi in considerazione è pari a poco più di 11.000 t/a. Si notano sia la rilevanza dei singoli canali di raccolta che la destinazione finale del materiale di riciclo.

3.2 Analisi dei costi

In un'ulteriore fase della modellizzazione sono stati determinati sia i costi dei sistemi di riciclo che quelli di un impianto di incenerimento dei rifiuti (IIRU) svizzero medio (v. Figura 4). Inoltre, sono state considerate tutte le spese e sono stati dedotti i ricavi derivanti dai materiali riciclabili e dall'energia (costi netti), applicando in tal modo gli stessi limiti di sistema previsti per l'analisi ecologica. Ciò è fondamentale per l'analisi dell'eco-efficienza.

I dati relativi all'incenerimento delle materie plastiche negli IIRU, la cui plausibilità è stata verificata nell'ambito di questo studio, sono stati messi a disposizione dall'Associazione svizzera dei dirigenti e gestori degli impianti di trattamento dei rifiuti (ASIR). Costi e ricavi dei sistemi di raccolta delle materie plastiche analizzati sono stati ricavati per lo più dalle interviste condotte con gli stakeholder e anche di questi dati è stata verificata la plausibilità. Laddove i dati non fossero disponibili o non sono fossero messi a disposizione per motivi di riservatezza, sono state fatte supposizioni o effettuate osservazioni per analogia.

Nella raccolta delle materie plastiche, oltre a un'osservazione dei costi basata sul sistema, sarebbe possibile condurre anche un'osservazione basata su criteri economici. Se, nell'ambito di un'osservazione di breve/medio termine, si tiene conto del parco IIRU esistente, la raccolta differenziata delle materie plastiche domestiche sottrae "combustibile" all'IIRU locale. A seconda dei casi, ciò può comportare conseguenze finanziarie per il gestore dell'IIRU, ossia il consorzio intercomunale per i rifiuti e, in ultima analisi, la popolazione (aumento delle tariffe). Di questi costi di natura politico-economica non si è tenuto conto nei risultati che sono illustrati di seguito.

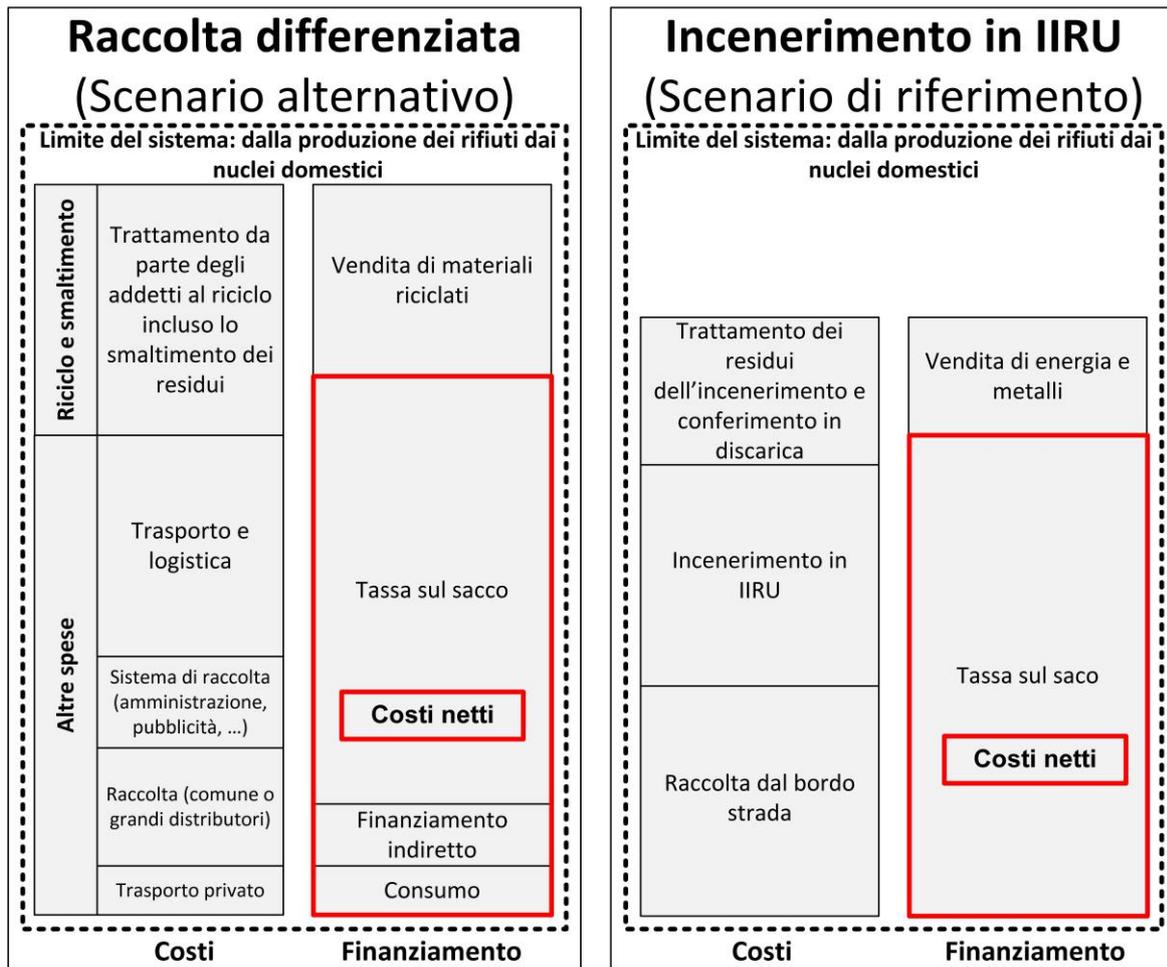


Figura 4: I costi di sistema dello scenario alternativo nell'ambito dei limiti del sistema "Dalla produzione dei rifiuti in casa" vengono scomposti in "Riciclo e smaltimento" (trattamento da parte degli addetti al riciclo, incluso lo smaltimento di residui) e "Altre spese" (spese dei punti di raccolta, spese logistiche, ecc.). Nello scenario di riferimento IIRU si considerano i costi di raccolta, di incenerimento, trattamento e conferimento in discarica. Mentre questi costi sono coperti da una tassa sul sacco e dalla vendita di energia e metalli, i sistemi di riciclo sono finanziati con la vendita di materiale riciclabile ed eventuali tasse sul sacco o "finanziamenti indiretti", ad es. le spese di ritiro dei grandi distributori. La popolazione contribuisce al finanziamento partecipando gratuitamente alla raccolta differenziata. Le dimensioni dei box corrispondono alla percentuale approssimativa di partecipazione alla struttura dei costi o di finanziamento dei sistemi di riciclo. I costi netti corrispondono ai costi dedotta la vendita di materiali riciclabili ed energia.

3.3 Analisi del ciclo di vita

L'analisi del ciclo di vita o ecobilancio è un metodo esauriente e significativo che permette di valutare l'impatto ambientale provocato da prodotti e sistemi⁴. Nell'ambito di questo progetto l'impatto ambientale è stato pertanto modellizzato attraverso un'analisi del ciclo di vita (Life Cycle Assessment, LCA). Per questa procedura ci si è attenuti sostanzialmente alla norma ISO 14'040/44 (ISO 14'040 2006) (ISO 14'044 2006). Per quanto riguarda l'impiego di metodi di valutazione ad aggregazione totale come le unità di carico ecologico (UCE), lo studio non è conforme alla norma.

I dati relativi alle frazioni di materie plastiche, l'efficienza della differenziazione e la quota di recupero effettiva risultano dall'analisi del flusso dei materiali. I dati relativi ai trasporti e alle spese di differenziazione e riciclo sono stati ripresi da ecoinventari sia esistenti che nuovi (Kägi, Zschokke, & Stettler, 2017). Nel caso dei sistemi di conferimento si è tenuto conto anche della quota della frazione di plastica sul trasporto privato ai centri di raccolta, sulla base dei dati raccolti in una tesi di Bachelor (Scherer, 2016). Per la valorizzazione nell'IIRU è stato utilizzato il grado di efficienza energetica medio attuale (Rytec, 2016).

Il riciclo dei materiali comporta un beneficio se diventa possibile sostituire la plastica nuova con il materiale riciclato. È ciò che avviene, ad esempio, con le bottiglie per bevande in PET, una parte delle quali è formata da PET riciclato. Il beneficio ecologico deriva di conseguenza dalla differenza tra l'impatto ambientale provocato dalla fabbricazione del materiale nuovo e l'impatto ambientale provocato dalla fabbricazione del materiale riciclato. In questo cosiddetto principio di sostituzione la qualità del materiale secondario è di importanza fondamentale. Sono stati considerati diversi fattori di sostituzione a seconda della qualità del materiale secondario. Nel caso della valorizzazione termica in un IIRU si è partiti dal presupposto secondo cui la corrente venduta sostituisce un mix energetico limite (approssimato al mix energetico europeo). Il calore venduto dall'IIRU sostituisce un mix termico generato da olio (55%) e gas (45%). Nel caso della valorizzazione termica in un cementificio si è partiti dal presupposto che al giorno d'oggi il carbon fossile viene sostituito come vettore energetico.

L'inventario del ciclo di vita e gli impatti ambientali e la loro relativa valutazione sono stati calcolati con il software SimaPro V8.0 (PRé Consultants, 2011). Per i processi a monte si è fatto ricorso ai dati standard ricavati da ecoinvent V3.3: Allocation Recycled Content (ecoinvent, 2016) o da processi interni.

Per la valutazione degli impatti ambientali si è utilizzato il metodo della scarsità ecologica. Questo metodo è stato ideato con l'obiettivo di ridurre i vari impatti ambientali (tra cui le emissioni di CO₂, ulteriori emissioni in aria, le emissioni acidificanti, il consumo di risorse non rinnovabili, le emissioni in acqua e nel terreno, ecc.) a un parametro unico (le cosiddette unità di carico ecologico [UCE]). Si tratta di un metodo di analisi ecologica nel quale, oltre agli impatti già presenti, si tiene conto anche degli obiettivi della politica ambientale svizzera. Maggiore è l'impatto ambientale di un prodotto, più alto sarà il numero di unità di carico ecologico valutato.

Lo studio è stato sottoposto a una revisione critica sulla base della norma ISO 14'040/44 (2006a, b), che è stata eseguita parallelamente allo studio. Come periti ci si è rivolti a Melanie Haupt (ETH Zurigo), Roland Hirschler (EMPA) e Günter Dehoust (Öko-Institut e.V.).

⁴ Il rilevamento dell'impatto ambientale provocato da un prodotto o da un sistema comprende il calcolo quantitativo del consumo di energia e di risorse e quello delle emissioni prodotte nell'aria (es. CO₂), nell'acqua (es. fosfato) e nel terreno (es. metalli pesanti) per tutto il ciclo di vita. Nell'ambito dell'analisi del ciclo di vita queste grandezze vengono normate e ponderate, quindi ridotte a un "denominatore comune", ad es. le unità di carico ecologico UCE.

3.4 Eco-efficienza (SEBI)

In sintesi l'efficienza viene descritta come: "Doing more with less" (Kuosmanen, 2005). L'indicatore di "eco-efficienza" è stato definito dal WBCSD⁵ nel 1991. Esso indica il livello di beneficio ambientale per un determinato dispendio economico. In altre parole, esso misura se, dal punto di vista ecologico, le risorse finanziarie sono ben impiegate. L'efficienza ecologica viene così calcolata:

$$Eco - efficienza = \frac{Vantaggio\ ambientale}{Costi}$$

Questo indicatore viene utilizzato per definire nel modo seguente l'indicatore specifico di benefici ecologici (Specific Eco Benefit Indicator - SEBI):

$$SEBI = \frac{Vantaggio\ rispetto\ allo\ scenario\ di\ riferimento}{Costi\ rispetto\ allo\ scenario\ di\ riferimento} = \frac{impatti\ ambientali\ evitati}{costi\ supplementari}$$

$$= \frac{UCE_{Riferimento} - UCE_{Alternativo}}{Costi_{Alternativo} - Costi_{Riferimento}} \left[\frac{UCE\ evitate}{CHF} \right]$$

Nel calcolare i costi base per l'indicatore SEBI, non sono stati utilizzati i costi lordi, come è invece avvenuto in pubblicazioni precedenti, bensì i costi netti (quindi i costi complessivi dedotti i ricavi derivanti dai materiali riciclabili e dall'energia – v. il commento alla Figura 4). Per questo motivo in questo rapporto viene utilizzata la denominazione SEBI*. Conseguentemente, per calcolare l'efficienza energetica, si confrontano uno "scenario alternativo" e uno "scenario di riferimento" (Figura 5). Lo scenario alternativo è una modalità di smaltimento alternativa allo scenario di riferimento, ad es. il riciclo (utilizzo di materiali) delle bottiglie per bevande in PET e di altre plastiche a uso domestico al posto della valorizzazione termica nell'IIRU (il nostro scenario di riferimento).

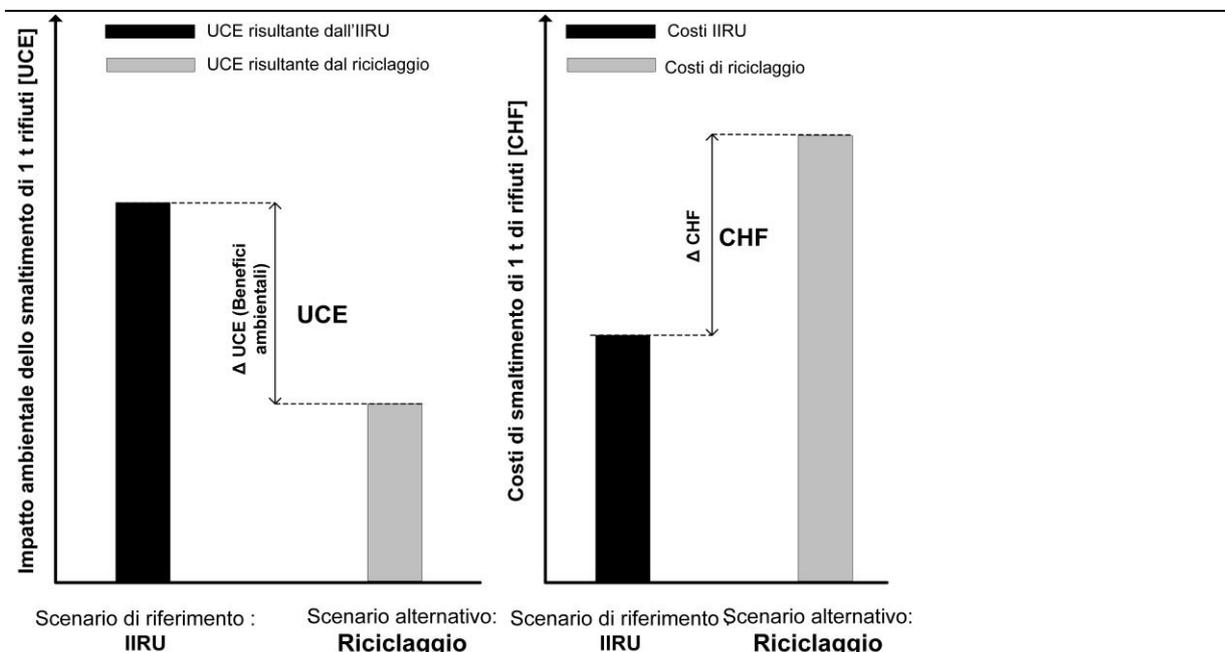


Figura 5: Scenario di riferimento – inceneritore di rifiuti IIRU vs. scenario alternativo – riciclo. A sinistra: la quantificazione del beneficio ambientale attraverso le unità di carico ecologico genera un ΔUCE. A destra: allo stesso modo si calcolano i costi (ΔCHF) aggiuntivi rispetto a uno scenario di riferimento. Queste due differenze (ΔUCE e

⁵ WBCSD: World Business Council For Sustainable Development

Δ CHF) vengono riportate per calcolare l'indicatore SEBI*: $SEBI^* = \Delta UCE / \Delta CHF = eUCE / CHF$ (dove eUCE sta per UCE risparmiate).

4 Risultati

4.1 Costi

La Figura 6 mostra una panoramica dei costi netti aggiuntivi (costi netti dei sistemi di raccolta detratti 250 CHF/t di costi netti dello smaltimento in un IIRU) dei sistemi di raccolta della plastica osservati in questo studio. I costi di sistema aggiuntivi analizzati sono inclusi nella fascia da 300 CHF/t a 700 CHF/t, con una media di circa CHF 500 per ogni tonnellata di plastica. A titolo di confronto si considerano i costi di sistema aggiuntivi della PET Recycling Schweiz PRS, che corrispondono grossomodo al valore medio. Le oscillazioni più grandi sono quelle presentate dai commercianti al dettaglio. In questo caso si deve tenere presente che i costi qui illustrati per i commercianti al dettaglio sono stati riportati senza la perdita di superfici di vendita, dal momento che essa viene in genere contabilizzata come "spese pubblicitarie per fidelizzazione clienti". Nello studio, sono stati considerati solo sistemi che raccolgono più di 100 t di plastica all'anno. Alcune indicazioni di costo fornite dai gestori dei sistemi sono state corrette in base alla verifica della loro plausibilità.

I costi di sistema comprendono solo i costi diretti di raccolta e riciclo delle materie plastiche, mentre sono esclusi i costi di natura politico-economica. Non si è pertanto considerato che, con la raccolta differenziata delle materie plastiche, vengono sottratti materiali ai rifiuti urbani. Si deve notare che le materie plastiche, leggere ma voluminose, "sovvenzionano" finanziariamente il sacco dei rifiuti. Una maggiore raccolta differenziata delle materie plastiche può comportare un aumento della tassa sul sacco, necessaria per sostenere i costi della raccolta e dello smaltimento dei rifiuti. Dai calcoli è emerso che questi costi di natura politico-economica ammonterebbero a circa 500,- per ogni tonnellata di plastica raccolta separatamente (media svizzera).

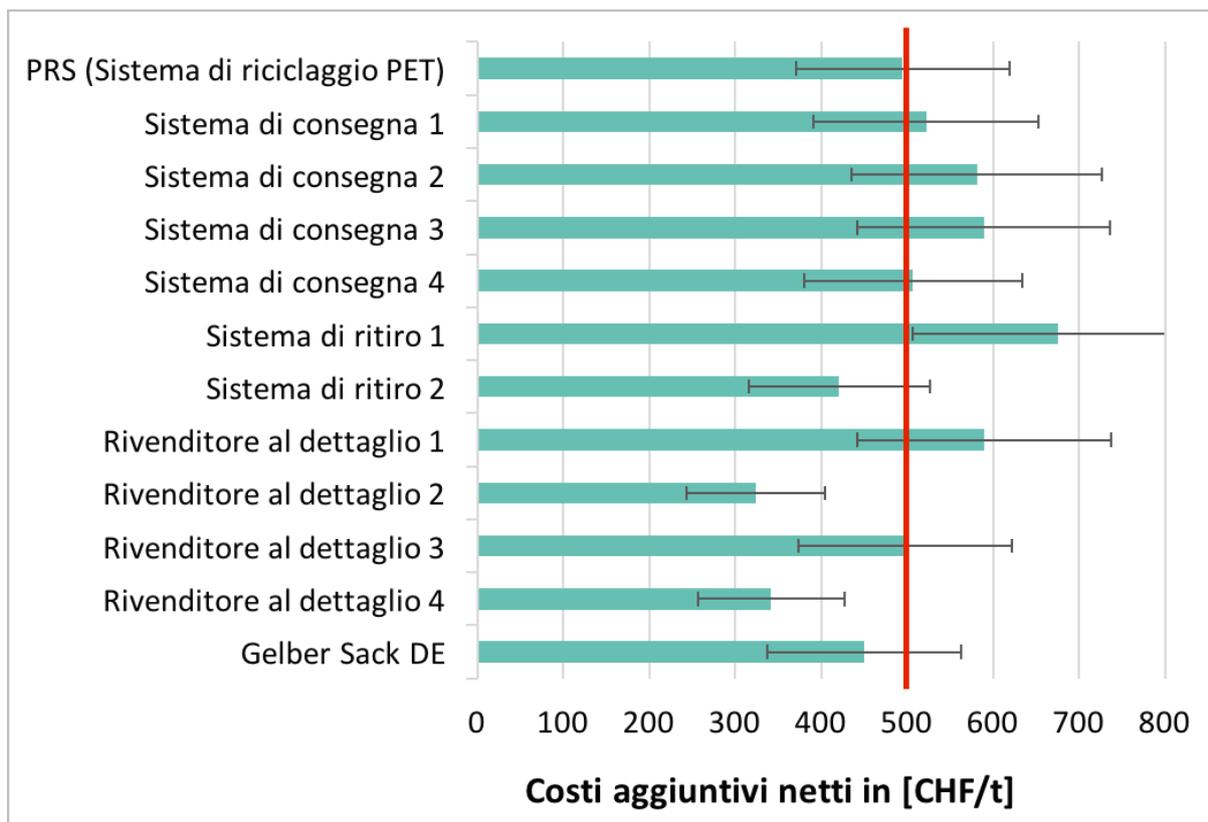


Figura 6: Composizione dei costi netti aggiuntivi dei sistemi di raccolta della plastica presi in considerazione (per la definizione v. il glossario). A titolo di confronto vengono inoltre riportati i costi netti aggiuntivi della PET Recycling Schweiz PRS. La linea rossa rappresenta il valore medio dei costi di sistema analizzati. Da notare: nei commercianti al dettaglio presi in considerazione non si è tenuto conto dell'eventuale perdita di superficie di vendita dovuta alla raccolta della plastica.

4.2 Analisi del ciclo di vita

Il beneficio ambientale dei sistemi di raccolta della plastica presi in considerazione è compreso tra 0,4 e 0,7 milioni di UCE per ogni tonnellata di materiale raccolto (v. la Figura 7). In Svizzera si potrebbero raccogliere e riciclare circa 14 kg di plastica in più all'anno e per persona. Il beneficio ecologico potenziale che ne risulterebbe corrisponde a circa il risparmio di un tragitto in auto di 30 chilometri a persona e all'anno. Il beneficio ambientale risente soprattutto degli aspetti seguenti:

- La qualità del materiale riciclato e, di conseguenza, la possibilità di sostituire materiale nuovo.
- Raccolte differenziate, ad es. solo bottiglie in PE, o raccolte miste selettive, ad es. la raccolta di sole bottiglie in PE e cartoni per bevande comporta tendenzialmente una migliore qualità rispetto alle raccolte miste.
- L'ammontare della quota di recupero effettiva⁶. Questa è ad es. maggiore per le bottiglie rispetto a quella delle pellicole.
- Si ha un beneficio ambientale anche quando le frazioni di plastica di qualità scadente (ad es. pellicole LDPE), anziché riciclate, vengono utilizzate ai fini energetici in un cementificio.
- In questo studio i calcoli sono stati effettuati con l'efficienza energetica di un IIRU svizzero medio. A seconda dell'efficienza energetica dell'IIRU, tuttavia, il beneficio ambientale dei sistemi di raccolta della plastica può variare tra 0 e 1,2 milioni di UCE alla tonnellata. Se nello scenario di riferimento si

⁶ La quota di recupero effettiva indica la percentuale delle materie plastiche raccolte separatamente che può essere effettivamente utilizzata come materia prima secondaria.

utilizzasse un IIRU ottimizzato, nella maggior parte dei sistemi il beneficio ambientale si ridurrebbe di circa due terzi e, in alcuni sistemi, sarebbe addirittura pari a zero. Se, invece, la modellazione fosse basata su un IIRU a bassa efficienza energetica, il beneficio ambientale del riciclaggio della plastica aumenterebbe almeno del 50% (v. anche la Figura 14, Allegato A1.3).

- La modalità di organizzazione della raccolta della plastica, sia se per conferimento, ritiro a domicilio o attraverso il commercio al dettaglio, ha pochissima influenza sui risultati.

Decisamente maggiore è il beneficio ambientale derivante dal sistema di riciclaggio PET, con circa 1,8 milioni di UCE alla tonnellata. Ciò è dovuto anche al fatto che il PET viene raccolto in modo differenziato e può essere riciclato con ottima qualità. Se da una bottiglia per bevande in PET si deve produrre nuovamente una bottiglia per bevande in PET, è necessaria la raccolta differenziata, perché altrimenti lo sporco sarebbe talmente consistente che non sarebbe più possibile rispettare le disposizioni della legislazione in materia di derrate alimentari. Inoltre, nella fase di produzione il PET primario causa un maggiore impatto ambientale rispetto alle poliolefine primarie⁷. Ne consegue che, per il PET, l'accredito per la sostituzione di materiale primario sarà maggiore. Inoltre, il PET presenta un potere calorifico più basso delle poliolefine. Ne consegue che il beneficio dato dal sistema di riferimento (valorizzazione nell'IIRU) è minore (meno corrente e calore). Considerati entrambi fattori, il riciclo del PET comporta un beneficio maggior rispetto al riciclo delle poliolefine.

Per poter fare una stima della funzionalità di un sistema che rileva grandi quantitativi di materie plastiche di diversa qualità, si è preso in considerazione il sistema Gelber Sack molto diffuso in Germania. Con un beneficio ambientale di circa 0,3 milioni di UCE alla tonnellata, questo sistema si colloca all'estremità inferiore della scala del beneficio ecologico di tutti i sistemi di valorizzazione della plastica esaminati in questo studio. Ciò è dovuto a una bassa percentuale di valorizzazione materiale causata dalla scarsa qualità del materiale raccolto. Una percentuale notevole giunge nei cementifici, dove sostituisce i combustibili fossili contribuendo alla riduzione delle emissioni nazionali di CO₂.

La modalità di organizzazione del sistema di raccolta della plastica, sia se per conferimento (trasporto fino al centro di raccolta a cura del consumatore) che ritiro a domicilio (ritiro sul bordo della strada), ha in genere poca influenza sui risultati. Ciò è dovuto al fatto che il trasporto per la raccolta non è decisivo per il beneficio ambientale. Inoltre, gli impatti derivanti dai trasporti per la raccolta sono quasi equivalenti a quelli dei trasporti privati se le frazioni di plastica vengono consegnate al punto di raccolta insieme ad altri materiali di riciclo, come vetro, carta, ecc. Questo sistema di deposito comporta tuttavia il rischio di annientare il beneficio ambientale dato dal conferimento delle materie plastiche in un punto di raccolta, qualora ci si rechi al punto di raccolta appositamente solo per una piccola quantità di rifiuti in plastica. In linea di principio questo pericolo non esiste con i sistemi di ritiro a domicilio.

⁷ Le poliolefine sono idrocarburi saturi che quantitativamente rappresentano il più grande gruppo di materie plastiche. Gli esponenti principali di questo gruppo sono il polietilene (PE) e il polipropilene (PP). Un esempio di prodotto in PE sono le bottiglie del latte. Il PET (polietilentereftalato), anche una materia termoplastica, appartiene ad un altro gruppo di materie plastiche.

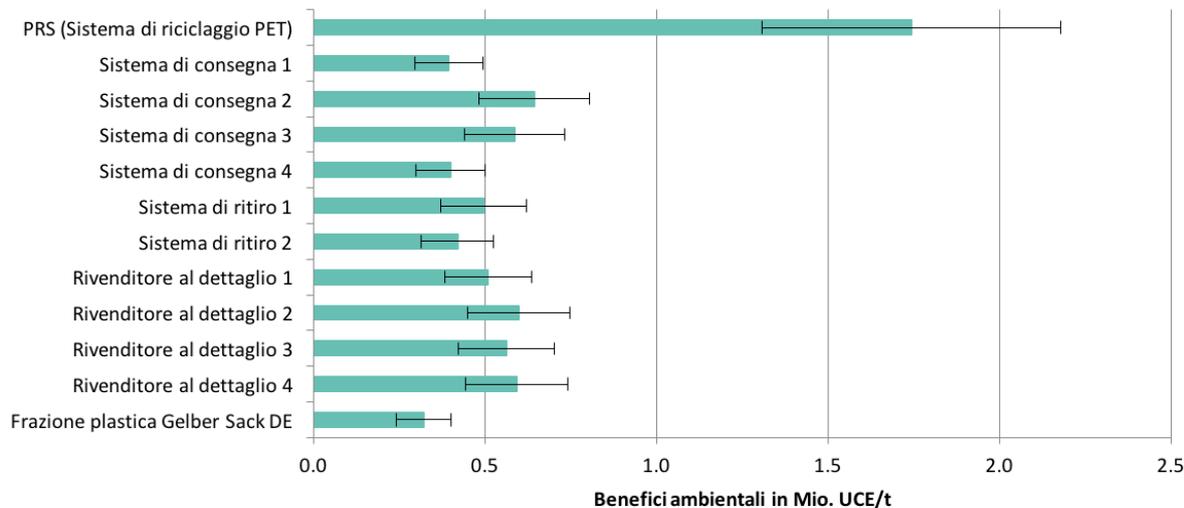


Figura 7: Composizione del beneficio ambientale dei sistemi di raccolta della plastica presi in considerazione (per la definizione v. il glossario). A titolo di confronto sono inoltre riportati il beneficio ambientale della PET Recycling Schweiz e quello della frazione della plastica del Gelber Sack in Germania.

4.3 Eco-efficienza SEBI*

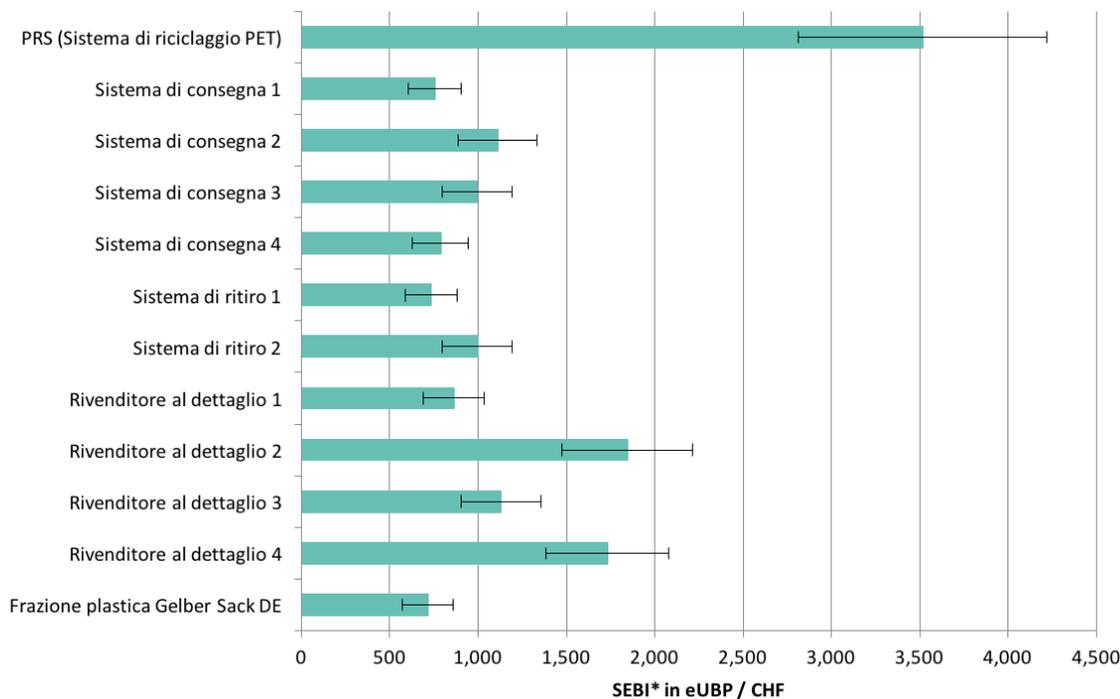


Figura 8: Eco-efficienza dei sistemi esaminati (per la definizione v. il glossario) per ogni tonnellata di materiale raccolto

La massima eco-efficienza, vale a dire il massimo SEBI* dei sistemi di raccolta della plastica, è raggiunta con 3'500 eUCE/CHF da PET Recycling Schweiz, seguita dalla raccolta differenziata di bottiglie in polietilene. È evidente che la maggior parte delle raccolte miste di plastiche eterogenee presenta una eco-efficienza minore rispetto alla raccolta differenziata delle bottiglie in PE. I parametri SEBI* riferiti ai sistemi di raccolta di materie plastiche esaminate rientrano tutti nella fascia 700 – 1'800 eUCE/CHF e sono pertanto da 2 a 5 volte meno efficienti rispetto al sistema della PET Recycling Schweiz (Figura 8).

La Figura 9 mostra i diversi indicatori SEBI* riferiti ai sistemi di raccolta della plastica osservati in questo progetto rispetto allo spettro di efficienza di altre misure di riciclaggio svizzere, analizzate nell'ambito del progetto EconEcol (Bunge, Stäubli, & Pohl, 2016). Dal confronto emerge che tutti i sistemi di raccolta della plastica presi in esame, siano essi il conferimento dei rifiuti, il ritiro a domicilio o la raccolta tramite commercianti al dettaglio, si collocano grossomodo all'estremità inferiore dello spettro d'eco-efficienza dello scenario di riciclo svizzero con un indicatore SEBI* di circa 700 – 1'800 eUCE/CHF. L'indicatore SEBI* della raccolta differenziata della plastica si trova quindi nella stessa fascia del riciclo di capsule di caffè in alluminio e delle batterie per uso domestico usate. Con circa 3'500 eUCE/CHF, la PET Recycling Schweiz si colloca più in alto. Sempre nella zona centrale dello spettro si trova il riciclo di lampade e lampadine. Al confronto, il riciclo di elettrodomestici (SWICO⁸) si posiziona decisamente più in alto, mentre nella zona più alta della scala di eco-efficienza si trovano il riciclo di imballaggi in metallo come l'alluminio e il riciclo di elettrodomestici effettuato dalla SENS.

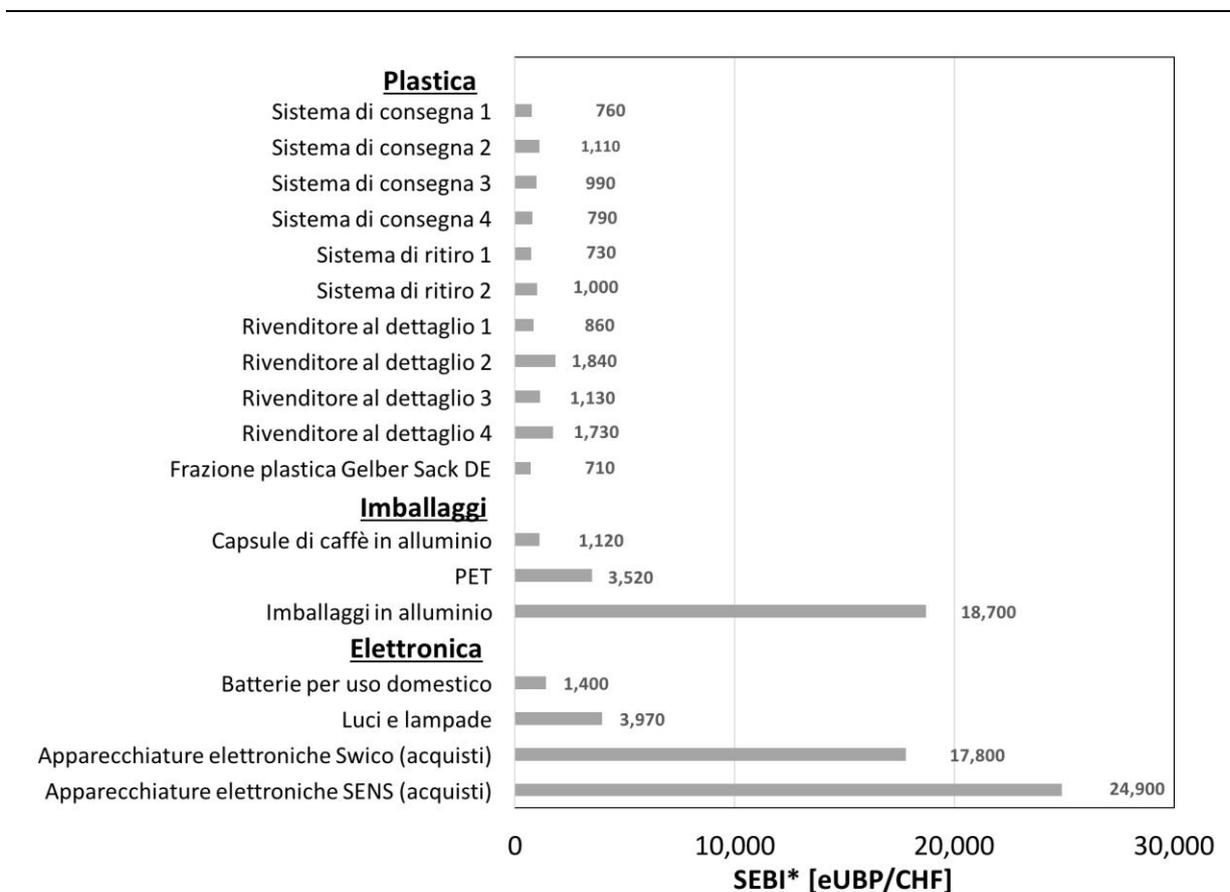


Figura 9: Indicatore SEBI* dei sistemi di raccolta della plastica (per la definizione v. il glossario) riportati nello spettro di efficienza di altre misure di riciclo svizzere, la cui eco-efficienza è stata analizzata nell'ambito del progetto EconEcol (Bunge u. a., 2016). Maggiore è l'eco-efficienza delle misure di riciclo, più alto sarà il parametro SEBI* e più lunga la barra. I valori SEBI* delle raccolte di plastica si collocano all'estremità inferiore della scala dell'eco-efficienza dello scenario di riciclo svizzero. Nota: Il SEBI* è stato rappresentato senza considerare i costi di natura politico-economica (500 CHF/t, vedere il Capitolo 4.1). Se si considerassero questi costi, i valori SEBI* delle raccolte di plastica si ridurrebbero notevolmente. Per il calcolo del valore SEBI* si è tenuto conto, a seconda del sistema, delle quantità effettivamente raccolte (secondo i dati forniti dagli stakeholder).

⁸ Definizione di SWICO e SENS: v. il glossario

4.4 Potenzialità delle modalità di raccolta mista e differenziata

La maggior parte dei sistemi presi in esame è di recente creazione e si trova nella fase di consolidamento, non è perciò possibile prevedere ora quali fra questi sistemi si affermeranno in futuro. Per poter prendere una decisione è importante conoscere le potenzialità dei sistemi di raccolta impiegati in Svizzera. A tal fine sono stati delineati e analizzati gli scenari di raccolta descritti di seguito:

1. Misto CH: tutte le materie plastiche, compresi i cartoni per bevande, vengono raccolte insieme (escluse le bottiglie in PET, raccolte separatamente e non considerate nel quantitativo potenziale)
2. Raccolta differenziata selettiva: le bottiglie in plastica e i cartoni per bevande vengono raccolti insieme (escluse le bottiglie in PET, raccolte separatamente e non considerate nel quantitativo potenziale)
3. PRS: sistema attualmente in uso per le bottiglie PET come scenario di confronto

L'attuale sistema di riciclaggio delle bottiglie in PET (50.000 t/anno) non fa parte degli scenari analizzati e pertanto non è stato inserito nel calcolo del quantitativo potenziale. Ipotizzando una percentuale di raccolta pari al 100%, il potenziale del sistema n. 1 (misto CH) è di 195.000 t/anno⁹ e il potenziale del sistema n. 2 (raccolta differenziata selettiva) è di circa 35.000 t/anno¹⁰. Per ottenere una cifra potenziale realistica, per tutte le frazioni è stata calcolata una percentuale di raccolta futura del 70%, ad eccezione della frazione "plastiche diverse" e "pellicole", per le quali si sono ipotizzate percentuali di raccolta inferiori. Da questi presupposti risulta un quantitativo di 112.000 t/anno per il sistema n. 1 e di 24.500 t/anno per il sistema n. 2 (per capire l'origine e le ipotesi sulla percentuale di raccolta vedi la Tabella 1 in allegato). Gli imballaggi in plastica già raccolti (18.000 t/anno) rientrano in questo quantitativo. Le quantità potenziali fanno riferimento alle quantità raccolte nel punto nella catena di riciclaggio in cui non hanno avuto ancora luogo né la selezione, né il trattamento. Sulla base di questi due valori calcoleremo più avanti i potenziali benefici per l'ambiente e i costi della raccolta mista e differenziata, basandoci sulla modellizzazione degli attuali indicatori (costi di raccolta, costi di smistamento, tassi di riciclaggio, efficienza energetica dell'inceneritore, mix elettrico ecc.). In linea di principio sarebbe preferibile utilizzare i coefficienti futuri; dato però che lo sviluppo previsto può portare con sé tendenze in parte contraddittorie, e dato che, come per tutti gli scenari futuri, c'è da considerare un forte margine di incertezza, si è preferito rinunciare, dato che le previsioni non sembrano condurre a risultati più chiari. Anzi, quest'ultimi diventano ancora più incerti. Per riuscire comunque a fare previsioni sugli sviluppi futuri sono state effettuate svariate analisi delle varianti, che hanno dimostrato che i benefici per l'ambiente dei sistemi di raccolta della plastica analizzati possono variare, a seconda delle ipotesi, da quello attuale fino a quasi al doppio, nonostante sia in aumento l'efficienza energetica degli inceneritori svizzeri (a tal proposito v. anche Appendice A1.4). La ragione di questo aumento è da ricercare nell'efficienza di riciclo leggermente superiore e di un mix termico ed elettrico più sostenibile per l'ambiente, da impiegare come credito per l'energia prodotta dall'inceneritore.

⁹ (UFAM, Seyler et al., 2016) Tabella in Allegato A2. Sono state considerate le frazioni seguenti: pellicole, sacchetti, corpi cavi escluse le bottiglie (contenitori, blister ecc.), vasetti, bottiglie di prodotti derivati dal latte, bottiglie di vario tipo, imbottiture in plastica, imballaggi di vario tipo. Da aggiungere 20'000 t/anno di cartoni per bevande (dato Raymond Schelker). Le bottiglie in PET non sono comprese nel conteggio.

¹⁰ (UFAM, Seyler et al., 2016) È stata considerata la frazione delle bottiglie in PE (15'000 t/anno); da aggiungere ancora 20'000 t/anno di cartoni per bevande (dato dell'Associazione svizzera cartoni per bevande).

La Figura 10 mostra i benefici ambientali annui, ovvero l'efficacia dei tre sistemi con i relativi costi. La raccolta mista della plastica (escluso il PET) genera all'incirca gli stessi benefici ambientali del sistema della PET Recycling Schweiz, a dispetto del quantitativo di plastica raccolta pari a 2,5 volte quello di PRS. Questo è dovuto al fatto che la percentuale di reintroduzione nel ciclo industriale e il beneficio per kg di rigranulato sono inferiori a quelli del PET, mentre i costi sono quasi il triplo. Si rileva inoltre che una ulteriore raccolta differenziata selettiva (cartoni per bevande e bottiglie di plastica, escluse quelle in PET) genera circa un quinto del beneficio ambientale rispetto al sistema della PET Recycling Schweiz alla metà del costo. Il fatto che il beneficio ambientale generato dai sistemi supplementari di raccolta della plastica costi piuttosto caro si evince anche dalla Figura 11 che riporta gli indicatori SEBI* dei vari sistemi. Una raccolta di plastica aggiuntiva, sia che si tratti di raccolta mista (escluso PET), sia che si tratti di raccolta differenziata selettiva di cartoni per bevande e bottiglie (escluso PET), registra un valore SEBI* pari a meno della metà di quello del sistema PRS.

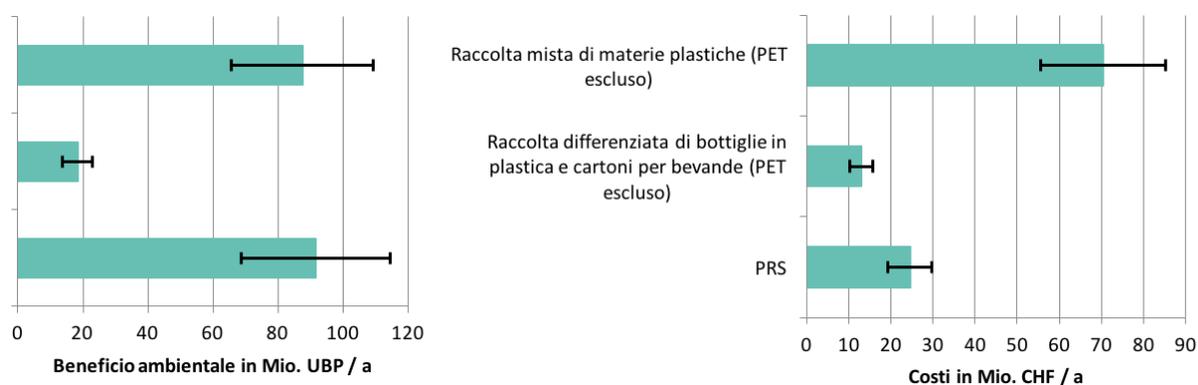


Figura 10: Beneficio ambientale potenziale e costi netti potenziali annui dei sistemi nazionali di raccolta della plastica. Per l'estrapolazione sono stati ipotizzati i quantitativi seguenti: 112.000 t/anno per la raccolta mista e 24.500 t/anno per la raccolta differenziata di bottiglie in plastica e cartoni per bevande. Al sistema di confronto PRS è stato assegnato un quantitativo di 50.000 t/anno.

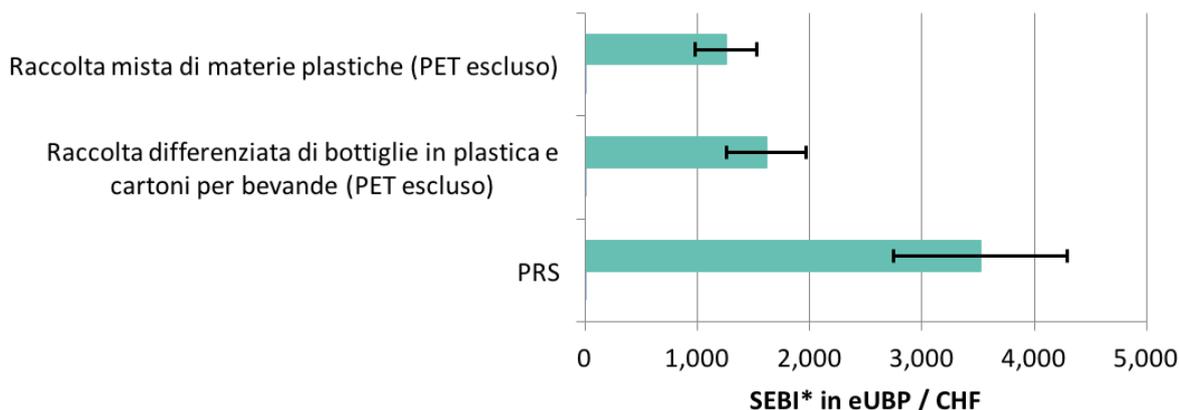


Figura 11: SEBI* del corrispettivo potenziale dei sistemi di raccolta a livello nazionale in Svizzera. Per l'estrapolazione sono stati ipotizzati i quantitativi seguenti: 112.000 t/a per la raccolta mista e 24.500 t/a per la raccolta differenziata di bottiglie in plastica e tetrapak. Al sistema di confronto PRS è stato assegnato un quantitativo di 50.000 t/anno.

Il confronto del beneficio ambientale assoluto con quello di altri sistemi di riciclaggio (Dinkel, Kägi, & Weber, 2017) dimostra che il beneficio ambientale potenziale della raccolta mista di plastica (escluso PET) corrisponde grosso modo a quello dei sistemi di riciclaggio di alluminio, PET o vetro (v. Figura 12).

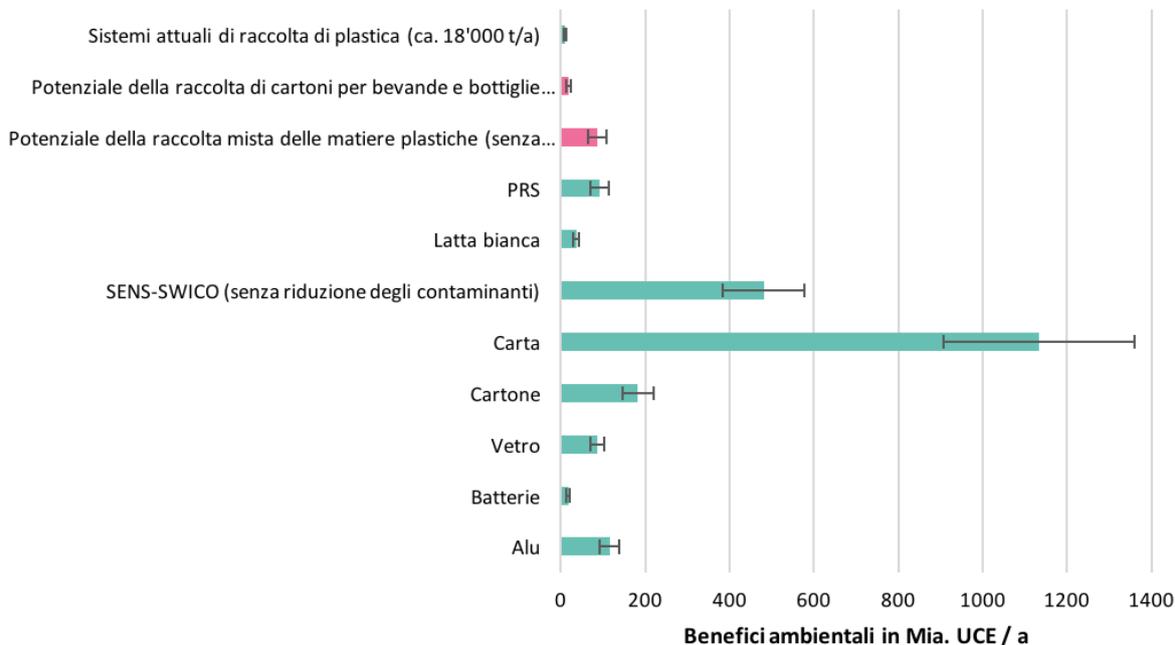


Figura 12: Beneficio ambientale di alcuni sistemi di riciclaggio selezionati. In verde: sistemi in uso. Per i sistemi attuali di raccolta della plastica sono state calcolate 18.000 t (Seyler, Sommerhalder, & Wolfensberger, 2016). In rosso: potenziale di un sistema di raccolta nazionale (escluse bottiglie in PET). Per l'estrapolazione sono stati ipotizzati i quantitativi seguenti: 112.000 t/anno per la raccolta mista e 24.500 t/anno per la raccolta differenziata di bottiglie in plastica e cartoni per bevande.

5 Conclusioni

Le interviste con gli stakeholder e gli studi dettagliati presenti in letteratura hanno evidenziato che attualmente in Svizzera esiste una vasta gamma di sistemi di raccolta delle materie plastiche, che accumulano e processano frazioni diverse di plastica. Nello studio in oggetto è stata presentata e analizzata una selezione ampia e rappresentativa di tali sistemi. Lo studio sottolinea che molti di questi sistemi sono ancora in via di perfezionamento, il che appare evidente anche dal fatto che tutti i sistemi di raccolta, considerati nel loro complesso, arrivano a raccogliere solo circa 11.000 t/anno di rifiuti in plastica. I quantitativi raccolti da ciascun sistema variano tra le 12 e le 3.000 t/anno: si tratta di una percentuale assai ridotta dei rifiuti plastici domestici destinati a raccolta e riciclaggio, se si tiene conto del potenziale di 112.000 t/anno per la raccolta mista di plastica e di 24.500 t/anno per la raccolta differenziata selettiva di bottiglie in plastica e cartoni per bevande; si consideri, come termine di confronto, che nel 2016 PET Recycling Schweiz ha raccolto circa 50.000 t di bottiglie in PET¹¹. Molti dei sistemi di raccolta analizzati nello studio risultano in concorrenza tra loro perché la quantità di plastica prodotta in Svizzera non è sufficiente ad alimentarli tutti.

L'analisi della situazione dei finanziamenti dei sistemi di raccolta della plastica presi in esame ha evidenziato che i costi netti ammontano in media a 750 franchi svizzeri/t, 500 CHF/t in più dei costi dello scenario di riferimento, ovvero lo smaltimento dei rifiuti in un impianto di incenerimento (250 CHF/t, costi netti), a fronte ovviamente dei benefici ambientali prodotti dal riciclaggio. Le nostre analisi hanno dimostrato che tutti i sistemi di raccolta della plastica esaminati offrono un vantaggio per l'ambiente, se confrontati con l'incenerimento in un impianto svizzero di efficienza energetica media, che oscilla tra 0,4 e 0,7 milioni di UCE per tonnellata di plastica raccolta. Tuttavia il beneficio ecologico dei sistemi di raccolta può variare tra gli 0 e gli 1,2 milioni di UCE per tonnellata, a seconda dell'efficienza energetica dell'inceneritore. Questi dati sono confermati da un recente studio olandese (Raymond H.J.M. et al. 2017). Per quanto riguarda il beneficio ambientale sono tre i punti da sottolineare:

- Reinserimento del materiale riciclato di alta qualità nel ciclo industriale.
- La plastica di bassa qualità che viene raccolta può essere sottoposta al trattamento termico in un cementificio, e questo è ecologicamente più vantaggioso rispetto allo smaltimento in un IIRU normale.
- Maggiore è l'efficienza energetica degli impianti di incenerimento dei rifiuti, minore è il beneficio ambientale della raccolta di plastica. Tuttavia alcuni scenari ipotetici studiati fanno intendere che in futuro (2050), nonostante l'ottimizzazione degli inceneritori, i benefici ambientali della raccolta della plastica cresceranno leggermente.

L'efficienza ecologica (SEBI*) dei sistemi di raccolta della plastica presi in esame varia tra i 700 e i 1800 eUCE/CHF, questo è un valore basso se paragonato all'efficienza delle misure di riciclaggio attuate fino ad oggi. I nostri calcoli hanno dimostrato che l'efficienza ecologica si riduce tanto più, quanto minore è la percentuale di materiale di alta qualità da riciclare.

La conclusione è quindi che con riciclando la plastica si ottiene un vantaggio ambientale modesto a un costo piuttosto elevato.

¹¹ Un dato interessante: PET Recycling Schweiz, malgrado un errore nella separazione dei rifiuti da parte dei cittadini pari a 3'500 t/anno, è comunque il maggior gestore di raccolta differenziata di PE della Confederazione.

6 Glossario

Tabella sinottica dei sistemi di raccolta analizzati

Sistema	Cosa viene raccolto?
PRS – PET Recycling Schweiz	Bottiglie in PET
Gelber Sack Deutschland	Tutti gli imballaggi: tutti i tipi di plastica, metallo (ad es. scatolette in alluminio), imballaggi compositi come cartoni per bevande (questo studio analizza solo plastica e imballaggi compositi)
Sistema di consegna 1	Tutte le materie plastiche escluse bottiglie in PET e PVC
Sistema di consegna 2	Tutte le materie plastiche escluse bottiglie in PET e PVC
Sistema di consegna 3	Bottiglie in plastica e cartoni per bevande
Sistema di consegna 4	Tutte le materie plastiche escluse bottiglie in PET e PVC
Sistema di ritiro 1	Tutte le materie plastiche escluse bottiglie in PET e PVC
Sistema di ritiro 2	Tutte le materie plastiche escluse bottiglie in PET e PVC
Punto di vendita al dettaglio 1	Bottiglie in plastica ad es. per shampoo o bottiglie per il latte
Punto di vendita al dettaglio 2	Bottiglie in plastica ad es. per shampoo o bottiglie per il latte
Punto di vendita al dettaglio 3	Bottiglie in plastica ad es. per shampoo o bottiglie per il latte
Punto di vendita al dettaglio 4	Bottiglie in plastica e cartoni per bevande

Definizioni

CB	Cartoni per bevande
Percentuale di reinserimento nel ciclo industriale	Indica la percentuale delle materie plastiche provenienti da raccolta differenziata che può essere reinserita nel ciclo industriale come materia prima secondaria.
KVA	Impianti di incenerimento dei rifiuti
SEBI	Indicatore specifico del beneficio ambientale (Specific-Eco-Benefit-Indicator SEBI) di un sistema a confronto con il sistema di riferimento: beneficio ambientale diviso per i costi aggiuntivi del sistema (costi lordi)
SEBI*	Indicatore specifico del beneficio ambientale (Specific-Eco-Benefit-Indicator SEBI*) di un sistema a confronto con il sistema di riferimento: beneficio ambientale diviso per i costi aggiuntivi netti
SENS	La fondazione SENS conosciuta con il marchio SENS eRecycling è esperta nel riciclaggio sostenibile di apparecchi elettrici ed elettronici e di luci e lampade non più funzionanti.
SWICO	Swico è l'associazione svizzera dei provider di servizi informatici e di altri settori connessi. Swico Recycling è il sistema nazionale di ritiro volontario degli apparecchi elettronici non più funzionanti.
Riciclaggio di alta qualità	Il granulato secondario sostituisce il 90% della plastica primaria, ad es. dal granulato PET ottenuto da bottiglie in PET vengono prodotte nuove bottiglie in PET, dal granulato PE ottenuto da bottiglie del latte vengono prodotte tubature.
Riciclaggio di media qualità	Il granulato secondario sostituisce il 70% della plastica primaria, ad es. dal granulato PE delle pellicole vengono prodotti vasi da fiori.
Riciclaggio di bassa qualità	Il granulato secondario sostituisce il legno o il cemento, ad es. negli europallet oppure nel grigliato erboso.

7 Bibliografia

- Bunge, R., Stäubli, A., & Pohl, T. (2016). *EconEcol - Kosten-Nutzen-Analyse von umweltbezogenen Massnahmen im Recyclingbereich (Kurzbericht)*. Rapperswil: UMTEC.
- Dinkel, F., Kägi, T., & Weber, L. (2017, Februar). Ökologischer Nutzen von Recyclingsystemen in der Schweiz - Update 2017. Im Auftrag von Swissrecycling.
- ecoinvent. (2016). *ecoinvent 2016: Version 3.3*. Swiss Center for Life Cycle Inventories.
- Frischknecht R., & Büsler Knöpfel S. (2013). *Ökofaktoren Schweiz 2013 gemäss der Methode der Ökologischen Knappheit - Methodische Grundlagen und Anwendung auf die Schweiz* (Umwelt-Wissen No. 1330) (S. 256). Bern: Bundesamt für Umwelt.
- Haupt, M., Vadenbo, C., & Hellweg, S. (2016). Do We Have the Right Performance Indicators for the Circular Economy? (Journal of Industrial Economy). Zürich: ETH Zürich.
- ISO 14040. (2006). *Environmental management–Life cycle assessment–Requirements and guidelines*. Geneva.
- ISO 14044. (2006). *Environmental management–Life cycle assessment–Principles and framework*. Geneva.
- Kägi, T., Zschokke, M., & Stettler, C. (2017). *Life Cycle Inventories for Swiss Recycling Processes - Part Carbotech: Recycling of Cardboard, Glass, PE, PET, Tinplate*. Im Auftrag des BAFU.
- PRé Consultants. (2011). SimaPro (Version 8.3.0). Pré Consultants.
- Steiger, U. (2014). *Erhebung der Kehrrichtzusammensetzung*. Bern: BAFU.
- Raymond H.J.M. et al. (2017). A Cost-effectiveness Analysis for Incineration or Recycling of Dutch Household Plastic Waste. *Ecological Economics* 135 (2017) 22-28
- Rytec. (2016). *Einheitliche Heizwert- und Energiekennzahlenberechnung der Schweizer KVA nach europäischem Standardverfahren – Resultate 2015*. Im Auftrag der Bundesämter für Umwelt und Energie. Abgerufen am 01.03.2017 von http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_425037652.pdf.
- Scherer, S. (2016). *Vom Haushalt zum Recyclinghof: Ökobilanz des Transports von separat gesammelten Siedlungsabfällen* (Bachelorarbeit). Zürich: ETH Zürich.
- Schwegler, R., Spescha, G., Schläppi, B., & Iten, R. (2015). *Klimaschutz und Grüne Wirtschaft- was meint die Bevölkerung? Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsbefragung*. Im Auftrag des BAFU. Zürich: INFRAS.
- Seyler, C., Sommerhalder, M., & Wolfensberger, M. (2016). *Bericht Module 3 + 4 Verwertung Kunststoffabfälle Schweiz im Auftrag des Runden Tisches Kunststoff unter der Leitung des BAFU mit Stellungnahmen der Mitglieder des Projektausschusses Runder Tisch Kunststoff*. Bern.

8 Allegati

A1.1 Quantitativi potenziali della raccolta della plastica

La Tabella 1 riporta le quantità di plastica impiegate (escluso il PET) suddivise per quantità consumata e quantità raccolta. Il dato sulle quantità raccolte è stato preso dallo studio di Seyler, Sommerhalder, & Wolfensberger (2016, allegato A2-1, pagina 95), con l'aggiunta di 20.000 t di cartoni per bevande (dato di Raymond Schelker). Per la maggior parte delle frazioni di plastica è stata ipotizzata una percentuale di raccolta pari al 70%, sulla base delle esperienze acquisite con gli altri sistemi di riciclaggio. Per la frazione "materie plastiche varie" e per parte della frazione "pellicole" si è tenuto conto di una percentuale di raccolta del 35%. Analizzando i flussi di materiali dei sistemi di raccolta della plastica già esistenti si nota che la percentuale di raccolta delle due frazioni sopracitate dovrebbe risultare assai inferiore a 35%. Dato che la percentuale di sacchi per la raccolta che queste contengono è notevolmente inferiore a quella che si otterrebbe con la stessa percentuale di raccolta.

Tabella 1: Elenco delle quantità di plastica impiegate (escluso PET) suddivise in quantità usata e quantità raccolta.

Frazione	Descrizione	Consumo in t/anno	Stima della quota raccolta	Raccolta in t/anno
Pellicola	Confezioni di generi alimentari quali carne, formaggio, patatine, paste alimentari, prodotti surgelati, prodotti refrigerati, giornali, apparecchiature elettriche ecc.	50'000	25'000 t pari a 70% 25'000 t pari a 35%	26'250
Shopper	Buste per abbigliamento e generi alimentari, sacchetti ecc.	12'000	70%	8'400
Corpi cavi escluse bottiglie	Contenitori, scatolette, blister ecc.	45'000	70%	31'500
Vasetti	Vasetti di yogurt, contenitori di gelato e di caffè ecc.	5'000	70%	3'500
Bottiglie del latte	Bottiglie del latte, panna, bevande a base di latte ecc.	5'000	70%	3'500
Bottiglie di vario tipo	Bottiglie di detersivi, per cosmesi, di detersivi, per alimenti (escluse le bottiglie in PET) ecc.	10'000	70%	7'000
Imbottiture, imballaggi	Imbottiture soprattutto di apparecchi elettr(on)ici	3'000	70%	2'100
Varie	Imballaggi di vario tipo, ad es. sacchi per i rifiuti	45'000	35 %	15'750
Cartoni per bevande	Cartoni per bevande come latte, succhi di frutta, ecc.	20'000	70 %	14'000
Totale		195'000		112'000

A1.2 Benefici sul clima

Oltre alla scarsità ecologica, si è calcolata anche la Carbon Footprint quantificando il beneficio per il clima in t CO₂eq. per tonnellata di plastica ottenuta con i sistemi di raccolta (Figura 13). Il beneficio per il clima dei sistemi di raccolta varia fra 0,7 und 2,4 t CO₂eq per tonnellata di plastica raccolta. Alcuni di essi si avvicinano al coefficiente ottenuto dalla PET Recycling Schweiz, che si aggira intorno a 2,8 t CO₂eq / t. Sulla base del potenziale di 1'120'000 t/anno in Svizzera si potrebbero raccogliere e valorizzare circa altri 14 kg di plastica per abitante all'anno. Il vantaggio potenziale che ne deriva in relazione alle emissioni con impatto sul clima è pari all'incirca a quello ottenibile con una riduzione di 100 km in auto da ogni abitante in un anno.

Occorre considerare, peraltro, che ai fini della Carbon Footprint si tiene conto solo delle emissioni che hanno un impatto sul clima, mentre nel calcolo dei benefici ambientali, effettuato con il metodo della scarsità ecologica, rientrano oltre alle emissioni con impatto climatico, anche le emissioni di altro tipo nell'aria, nell'acqua e nel suolo, nonché lo sfruttamento delle risorse. La Carbon Footprint rappresenta quindi solo uno dei numerosi effetti sull'ambiente ed è pertanto un indicatore idoneo a supportare i processi decisionali solo in parte.

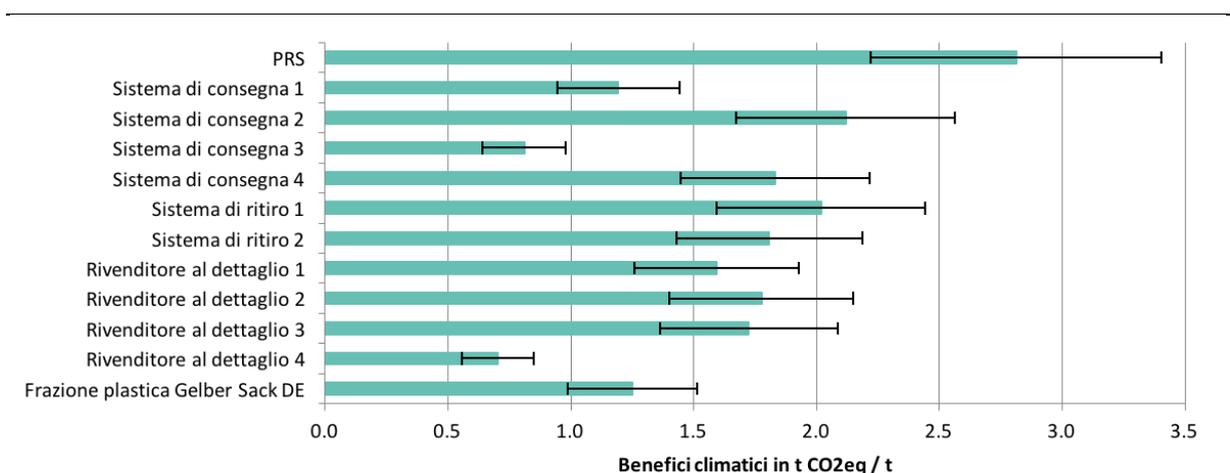


Figura 13: Compilazione dei benefici climatici dei sistemi di raccolta di plastica considerati (per la definizione v. glossario)

A1.3 Influsso dell'efficienza degli impianti di incenerimento dei rifiuti (IIRU)

La Figura 14 descrive il beneficio ambientale dei sistemi di raccolta della plastica in relazione all'efficienza energetica degli impianti di incenerimento dei rifiuti. Ai fini del presente studio si è considerata l'efficienza energetica di un inceneritore svizzero medio. Se si fosse invece utilizzato un inceneritore ottimizzato come scenario di riferimento, i benefici ambientali forniti dalla maggior parte dei sistemi sarebbero diminuiti di due terzi e in alcuni sistemi sarebbero stati addirittura pari a zero. Se invece la modellizzazione fosse partita dall'ipotesi di un incenerimento a bassa efficienza energetica, il beneficio per l'ambiente dato del riciclaggio della plastica sarebbe aumentato di almeno il 50%. Per rendere più comprensibile la figura che segue non è stata inserita l'incertezza dei risultati. Nell'interpretare la grafica, occorre prestare attenzione al fatto che l'incertezza dei risultati supera gli 0,3 milioni di UCE/t. Analogamente, i risultati negativi oppure quelli di pochissimo positivi significano che i benefici sono praticamente nulli, tuttavia da ciò non si può concludere che un inceneritore con maggiore efficienza energetica offra anche benefici maggiori.

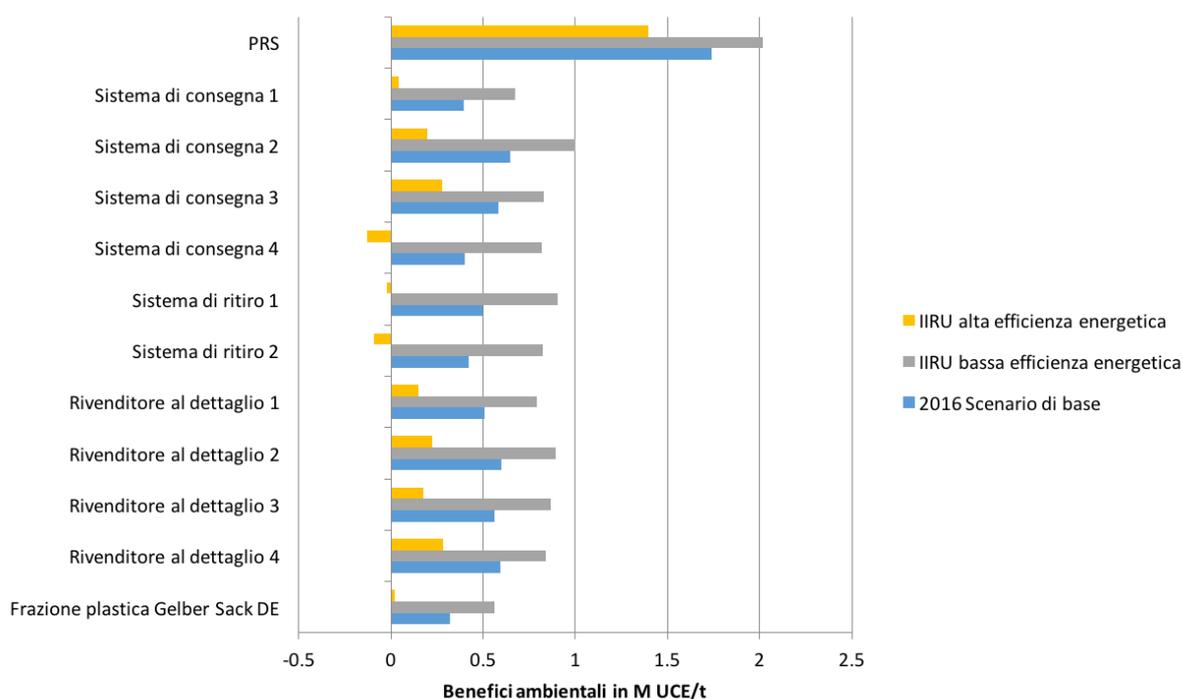


Figura 14: Composizione dei benefici ecologici dei sistemi di raccolta della plastica esaminati (per la definizione v. glossario), correlati all'efficienza energetica dell'incenerimento (IIRU).

A1.4 Benefici ambientali futuri dei sistemi di raccolta della plastica

La Figura 15 rappresenta i benefici ambientali futuri dei sistemi di raccolta della plastica, in cui è chiaramente visibile, estrapolando i dati, che i vantaggi per l'ambiente aumenteranno in futuro per tutti i sistemi di raccolta della plastica. Le principali ragioni di tale aumento risiedono nelle ipotesi di una crescita futura della qualità del riciclaggio oppure della percentuale di reintroduzione nel ciclo industriale. Nello scenario di riferimento l'incenerimento sarà molto più efficiente (elevata efficienza energetica) e produrrà minori quantità di emissioni specifiche (NOx, SO2, PM, diossina ecc.), ma nel contempo il mix termico ed elettrico da sostituire diventerà molto più inquinante, il che ridurrà il vantaggio per l'ambiente. Un'altra ipotesi prevede anche per il futuro la sostituzione del carbone nei cementifici¹².

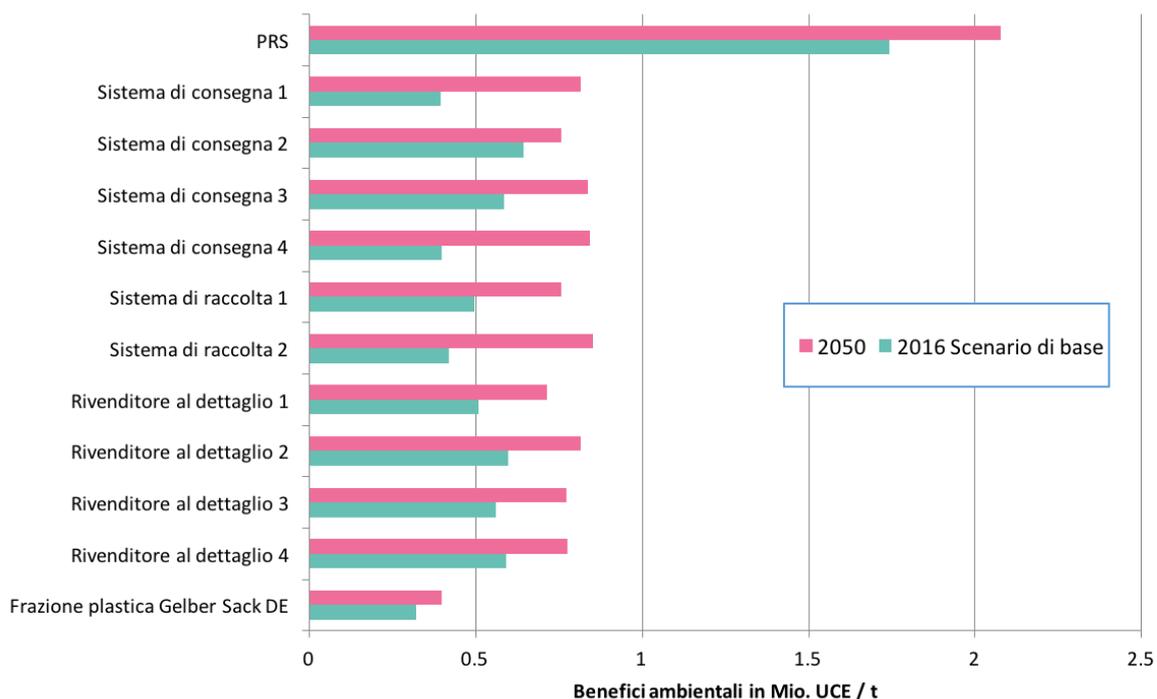


Figura 15: La compilazione dei futuri benefici ambientali dei sistemi di raccolta di plastica considerati (v. glossario per la definizione).

¹² Lo scopo dei cementifici svizzeri è di aumentare gradualmente la percentuale di combustibili alternativi, e quindi di ridurre la percentuale di carbone. Fintanto che viene utilizzato carbone, si può presumere che un'unità addizionale dei carburanti di sostituzione sostituisca la corrispondente quantità di carbone. L'uso di petrolio o di gas nei prossimi 40 anni non è un'opzione secondo la dichiarazione CemSuisse.