

Schema nazionale volontario «Made Green in Italy»

Regole di Categoria di Prodotto (RCP)
**Sistemi di tubazione in polietilene per la
distribuzione di fluidi**

[Codice NACE: 22.21.21 “Budella artificiali di proteine indurite o di materie plastiche cellulosiche; tubi rigidi di materie plastiche” e 22.21.29 “Altri tubi e loro accessori, di materie plastiche”]

Versione1.0

Validità 05-06-2027

Sommario

1.	Informazioni generali sulla RCP	4
1.1.	Soggetti proponenti	4
1.2.	Consultazione e portatori di interesse	4
1.3.	Data di pubblicazione e scadenza	5
1.4.	Regione geografica	5
1.5.	Lingua	5
2.	Input metodologico e conformità	5
3.	Revisione della PEFCR e informazione di base della RCP	5
4.	Ambito di applicazione della RCP	6
4.1.	Unità funzionale	6
4.2.	Prodotti rappresentativi	6
4.3.	Classificazione del prodotto (NACE/CPA)	7
4.4.	Confini del sistema – Stadi del ciclo di vita e processi	8
4.4.1.	Confini del sistema per le tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi	8
4.5.	Selezione dei tre indicatori di impatto più rilevanti	12
4.6.	Informazioni ambientali aggiuntive	13
4.7.	Assunzioni e limitazioni	13
4.8.	Requisiti per la denominazione “Made in Italy”	13
4.9.	Tracciabilità	14
5.	Inventario del ciclo di vita	15
5.1.	Analisi preliminare (Screening Step)	15
5.2.	Requisiti di qualità dei dati	18
5.3.	Requisiti per la raccolta di dati specifici relativi ai processi sotto diretto controllo (di «foreground») 19	
5.3.1.	Materie prime	19
5.3.2.	Packaging delle materie prime	21
5.3.3.	Produzione	22
5.3.4.	Qualità di dataset specifici elaborati dall'azienda	23
5.4.	Requisiti relativi ai dati generici relativi ai processi su cui l'organizzazione non esercita alcun controllo (di «background») e dati mancanti	23
5.5.	Dati mancanti	24
5.6.	Logistica	24

5.7.	Fase d'uso.....	25
5.7.1.	Installazione delle tubazioni in polietilene con posa interrata tradizionale	26
5.7.2.	Installazione delle tubazioni in polietilene tramite trivellazione orizzontale controllata	27
5.7.3.	Installazione delle tubazioni in polietilene con posa non interrata	29
5.8.	Fase di fine vita	29
5.9.	Requisiti per l'allocazione di prodotti multifunzionali e processi multi-prodotto.....	32
5.9.1.	Allocazioni nella fase di produzione	32
6.	Benchmark e classi di prestazioni ambientali.....	33
7.	Reporting e comunicazione	34
8.	Verifica	34
9.	Riferimenti Bibliografici.....	35
10.	Elenco degli allegati	36
	Allegato I - Benchmark e classi di prestazioni ambientali	36
	Allegato II – Fattori di normalizzazione	49
	Allegato III – Fattori di pesatura	50
	Allegato IV – Dati di foreground	51
	Allegato V – Dati di background.....	52
	Allegato VI – Formula di allocazione per i materiali riciclati e recuperati (circular footprint)	53
	Allegato VII – Informazioni di base sulle scelte metodologiche attuate durante lo sviluppo della RCP	54
	Allegato VIII-1 – Modellazione dell'energia elettrica	55
	Allegato IX-1 – Modellazione degli impatti nella categoria cambiamento climatico	58

1. Informazioni generali sulla RCP

La presente Regola di Categoria di Prodotto (RCP) riassume i requisiti e le linee guida necessarie alla conduzione di uno Studio di Valutazione dell'Impronta Ambientale funzionale all'ottenimento del Marchio Made Green in Italy previsto dalla Legge n. 221 del 28 Dicembre 2015 per le tubazioni in polietilene per i sistemi di tubazione in polietilene per il trasporto di fluidi.

La presenta RCP, promossa dal Consorzio PolieCo è frutto di un processo partecipato che ha coinvolto più del 50% della produzione nazionale in termini di fatturato dei beni in oggetto.

1.1. Soggetti proponenti

Soggetto proponente: Consorzio Polieco

PolieCo (di seguito Consorzio), consorzio nazionale con riferimento ai beni a base di polietilene, nel Consiglio di Amministrazione del 18 febbraio 2022 ha preso la decisione di farsi carico del processo di proposta ed elaborazione di una RCP in materia di sistemi di tubazione in polietilene per il trasporto di fluidi (codice NACE 22.21.21 e 22.21.29).

Il Consorzio non ha scopi di lucro ed è retto dallo statuto di cui al d.m. del 15 Luglio 1998 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 12 Agosto 1998); infatti per legge ed in particolare ai sensi e per gli effetti dell'articolo 234 del d. lgs. 152/2006, con riferimento ai beni a base di polietilene, possono aderire al Consorzio i produttori e gli importatori, gli utilizzatori ed i distributori, i riciclatori ed i recuperatori di rifiuti, oltre ai soggetti che intendano essere coinvolti nella gestione dei rifiuti stessi di beni a base di polietilene.

Il Consorzio nel 2019 ha portato a compimento l'iter di pubblicazione della prima RCP dello schema "Made Green in Italy" relativa alle borse multiuso in PE, seguito nel 2021 dalla pubblicazione della RCP per le grandi casse in PE e nel 2023 dalla pubblicazione della RCP per i sistemi di tubazione in polietilene per l'acqua sanitaria all'interno di edifici.

Il Consorzio in virtù del suo ruolo aggregante rappresenta oltre il 50% della produzione nazionale in termini di fatturato dei sistemi di tubazione in PE per la distribuzione dei fluidi oggetto di questa RCP.

Supporto tecnico scientifico: Spinlife – Spinoff dell'Università di Padova

Spin Life Srl (di seguito Spin Life) nasce nel 2017 con l'obiettivo di coinvolgere le imprese nel campo della ricerca applicata anche grazie all'esperienza acquisita dal Gruppo di Ricerca CESQA (Centro Studi Qualità Ambiente) operante all'interno del Dipartimento di Ingegneria Civile Edile e Ambientale dell'Università di Padova da cui prende origine.

Spin Life, esperto in progetti di analisi del ciclo di vita (Life Cycle Assessment - LCA) è stato individuato da PolieCo per supportare l'elaborazione della RCP.

1.2. Consultazione e portatori di interesse

- Settembre 2022 – presentazione progetto e modalità di coinvolgimento tavolo di lavoro;
- Novembre 2022 – conduzione studio di screening e condivisione risultati con il tavolo di lavoro;
- Dicembre 2022– invio questionario per la raccolta dei dati primari presso tutti i consorziati produttori di tubazione in PE per il trasporto di fluidi
- Marzo 2023 – Invio della bozza di RCP al Ministero;
- Maggio 2023 – Avvio della consultazione pubblica;

- Giugno 2023 – Chiusura della consultazione pubblica.

1.3. Data di pubblicazione e scadenza

Versione 1.0, valida dal 05/06/2023 al 05/06/2027.

La scadenza potrebbe essere ridotta qualora venga elaborata una PEFCR relativa alla medesima categoria di prodotto.

1.4. Regione geografica

Questa RCP è valida per i soli prodotti venduti e utilizzati in Italia. Ogni studio basato su questa RCP deve specificare che la sua validità è limitata ai confini del territorio italiano dove i prodotti sono realizzati e venduti.

1.5. Lingua

La presente RCP è redatta in lingua italiana.

2. Input metodologico e conformità

La presente RCP è stata redatta in conformità ai seguenti riferimenti metodologici e normativi:

- Decreto n. 56 del 21 marzo 2018 il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare;
- Allegato II alla COMMISSION RECOMMENDATION of 16.12.2021 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations;
- Suggestion for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method redatto dal Joint Research Centre (JRC) (2019).

3. Revisione della PEFCR e informazione di base della RCP

Al momento dell'elaborazione e pubblicazione della presente RCP non esistono PEFCR di riferimento applicabili.

4. Ambito di applicazione della RCP

La presente RCP si applica ai sistemi di tubazioni in polietilene impiegati per il convogliamento di fluidi quali: acqua potabile in pressione (tubo liscio), fognatura in pressione (tubo liscio), fognatura non in pressione (tubo liscio e tubo corrugato), gas (tubo liscio), fluidi industriali (tubo liscio). Per alcune di queste applicazioni le caratteristiche dei tubi e gli scenari di posa sono identici, per questo motivo vengono definite quattro Prodotti Rappresentativi di tubazioni, riassunte in Tabella 1.

Tabella 1 Tubazioni in polietilene e norme di riferimento

Prodotto Rappresentativo	Ambito di applicazione dei tubi	Norme applicabili
1	Acqua potabile in pressione, trasporto di gas, fognatura in pressione (tubo liscio)	UNI EN 12201, ISO 4427, UNI EN 1555, ISO 4437
2	Fognatura non in pressione (tubo liscio)	UNI EN 12666
3	Fognatura non in pressione (tubo corrugato)	UNI EN 13476-3
4	Industriale (tubo liscio)	UNI EN ISO 15494

4.1. Unità funzionale

L'unità funzionale (FU) dei sistemi di tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi è definita secondo le caratteristiche riportate in Tabella 2. La seguente unità funzionale è da ritenersi valida per tutte le tipologie di sistemi di tubazione (e relativi prodotti rappresentativi) coperte dalla presente RCP.

Tabella 2 Aspetti chiave della Unità Funzionale per “Sistemi di tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi”

Domanda	Risposta
La funzione erogata (“ What ”)	Trasporto di fluidi quale acqua potabile in pressione, fognatura in pressione, fognatura non in pressione, trasporto di gas o trasporto di fluidi industriali
In quale misura (“ How much ”)	100 metri di tubo
Con quale livello di qualità (“ How well ”)	Tale da garantire la portata necessaria
Per quanto tempo (“ How long ”)	Durata di progetto di 50 anni

Il flusso di riferimento è definito come la quantità di prodotto necessaria ad assolvere alla funzione definita e deve essere misurato come la quantità di materiali necessaria per installare e far svolgere la funzione di trasporto di un fluido al sistema di tubazioni.

4.2. Prodotti rappresentativi

La presente RCP copre diverse applicazioni dei sistemi di tubazione in PE, le quali possono influenzare, anche alla luce di specifici standard tecnici, caratteristiche quali composizione, geometria e modalità di posa. I prodotti rappresentativi sono dei prodotti reali. Le principali alternative tecnologiche identificate sono:

- Prodotto Rappresentativo 1: sistema di tubazioni in polietilene liscio SDR 17 (Diametro nominale 110 mm) per il trasporto di acqua potabile in pressione, scarichi in pressione e gas;
- Prodotto Rappresentativo 2: sistema di tubazioni in polietilene liscio SDR 33 (Diametro nominale 250 mm) per il trasporto di scarichi non in pressione.
- Prodotto Rappresentativo 3: sistema di tubazioni in polietilene corrugato SN 8 (Diametro nominale 250 mm) per il trasporto di scarichi non in pressione.
- Prodotto Rappresentativo 4: sistema di tubazioni in polietilene liscio SDR 17 (Diametro nominale 110 mm) per il trasporto di fluidi industriali.

Analizzando il mercato dei sistemi di tubazioni in polietilene, esistono diverse variabili da tenere in considerazione:

- Il Prodotto Rappresentativo 1 può essere posato in due modi differenti durante la fase d'uso (installazione), il primo prevede una posa tradizionale tramite lo scavo di una trincea, mentre il secondo prevede la posa tramite trivellazione orizzontale controllata (TOC);
- Il Prodotto Rappresentativo 2 e 3 prevede una posa tradizionale durante la fase d'uso (installazione);
- Il Prodotto Rappresentativo 4 prevede una posa esterna, non sarà considerato alcun consumo di energia e/o materiale durante la fase d'uso (installazione) di questa tipologia di tubazioni.

Nel mercato esistono diverse configurazioni di sistemi di tubazioni in polietilene, diversificate in funzione del loro diametro e dello spessore delle pareti (e quindi di portata e resistenza meccanica che possono garantire). Essendo l'unità funzionale basata sulla lunghezza del sistema di tubazione, queste caratteristiche influenzano enormemente il flusso di riferimento (e conseguentemente l'impatto). Ne deriva quindi che un tubo con diametro più piccolo sia caratterizzata da impatti più bassi, seppur nell'infrastruttura siano necessari vari diametri in funzione delle caratteristiche delle utenze da servire. Inoltre, la scelta di una unità funzionale diversa, ad esempio relativa alla massa del tubo, avrebbe portato alle stesse problematica, in quanto anche gli impatti del processo di posa sono correlati al diametro del tubo. Al fine di gestire questa variabilità si è deciso quindi di prendere come riferimento, per ogni tipologia di tubazione (ovvero per ogni Prodotto Rappresentativo), una specifica combinazione di diametro e uno spessore (indicato con SDR o SN). Per ogni famiglia di tubazioni dovrà quindi essere confrontata con il benchmark la specifica configurazione. Le principali caratteristiche sono quindi riassunte in Tabella 3.

Tabella 3 Caratterizzazione delle principali configurazioni presenti sul mercato

Prodotto Rappresentativo	Diametro [mm]	SDR/SN	Modalità di installazione	Flusso di riferimento [kg]
1	110	SDR 17	Interrato	218,38
2	250	SDR 33	Interrato	598,00
3	250	SN 8	Interrato	270,00
4	110	SDR 17	Non interrato	218,38

4.3. Classificazione del prodotto (NACE/CPA)

La presente RCP si applica ai prodotti inclusi nei seguenti codici NACE:

- 22.21.21 "Budella artificiali di proteine indurite o di materie plastiche cellulosiche, tubi rigidi di materie plastiche";
- 22.21.29 "Altri tubi e loro accessori, di materie plastiche".

Qualsiasi altra soluzione/materiale per tubi che non sia specificamente elencata è da considerarsi fuori campo e quindi non conforme alla presente RCP. La raccorderia non è oggetto della presente RCP.

4.4. Confini del sistema – Stadi del ciclo di vita e processi

4.4.1. Confini del sistema per le tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi

Il ciclo di vita dei sistemi di tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi può essere riassunto nei seguenti processi:

- Produzione delle materie prime (granuli ed altri additivi, imballaggi delle materie prime);
- Approvvigionamento delle materie prime;
- Il granulo, miscelato con le altre materie, viene caricato nella linea produttiva dove viene estruso. Rientrano in questa fase anche eventuali processi di rigranulazione interna del materiale destinato poi ad essere reimpiegato nelle medesime linee produttive;
- Trasporto tubazioni in PE per il trasporto di fluidi dallo stabilimento produttivo al cliente finale/cantiere;
- Fase d'uso che prevede l'installazione per la posa delle tubazioni in polietilene (energia e materiali ausiliari): la posa può essere effettuata a terra, tramite trivellazione orizzontale controllata e libera. Per il Prodotto Rappresentativo 4 non è prevista la posa interrata;
- Trasporto tubazioni in PE per il trasporto di fluidi al centro di trattamento/smaltimento;
- Fine vita tubazioni in PE per il trasporto di fluidi.

In Tabella 4 si riportano i processi elencati suddivisi per fasi del ciclo di vita (Materie Prime, Produzione, Distribuzione, Fase d'uso/installazione, Fine Vita).

Tabella 4 Processi inclusi nelle fasi del ciclo di vita considerate

Fase del ciclo di vita	Processi inclusi
Materie prime	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Produzione delle materie prime vergini (granuli, coloranti, carbon black); ▪ Produzione delle materie prime riciclate; ▪ Trasporto delle materie prime dal fornitore allo stabilimento produttivo.
Produzione	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Produzione e approvvigionamento energia elettrica; ▪ Produzione e approvvigionamento energia termica; ▪ Trattamento degli scarti generati in fase di produzione;
Distribuzione	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trasporto tubazioni in PE per il trasporto di fluidi presso il sito di installazione
Fase d'uso (installazione)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Installazione delle tubazioni in PE
Fine vita	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trasporto delle tubazioni in PE per il trasporto di fluidi fino al centro di trattamento/smaltimento; ▪ Trattamento/smaltimento delle tubazioni in PE per il trasporto di fluidi.

Si riportano di seguito il diagramma riassuntivo dei confini del sistema (Figura 1, Figura 2 e Figura 3).

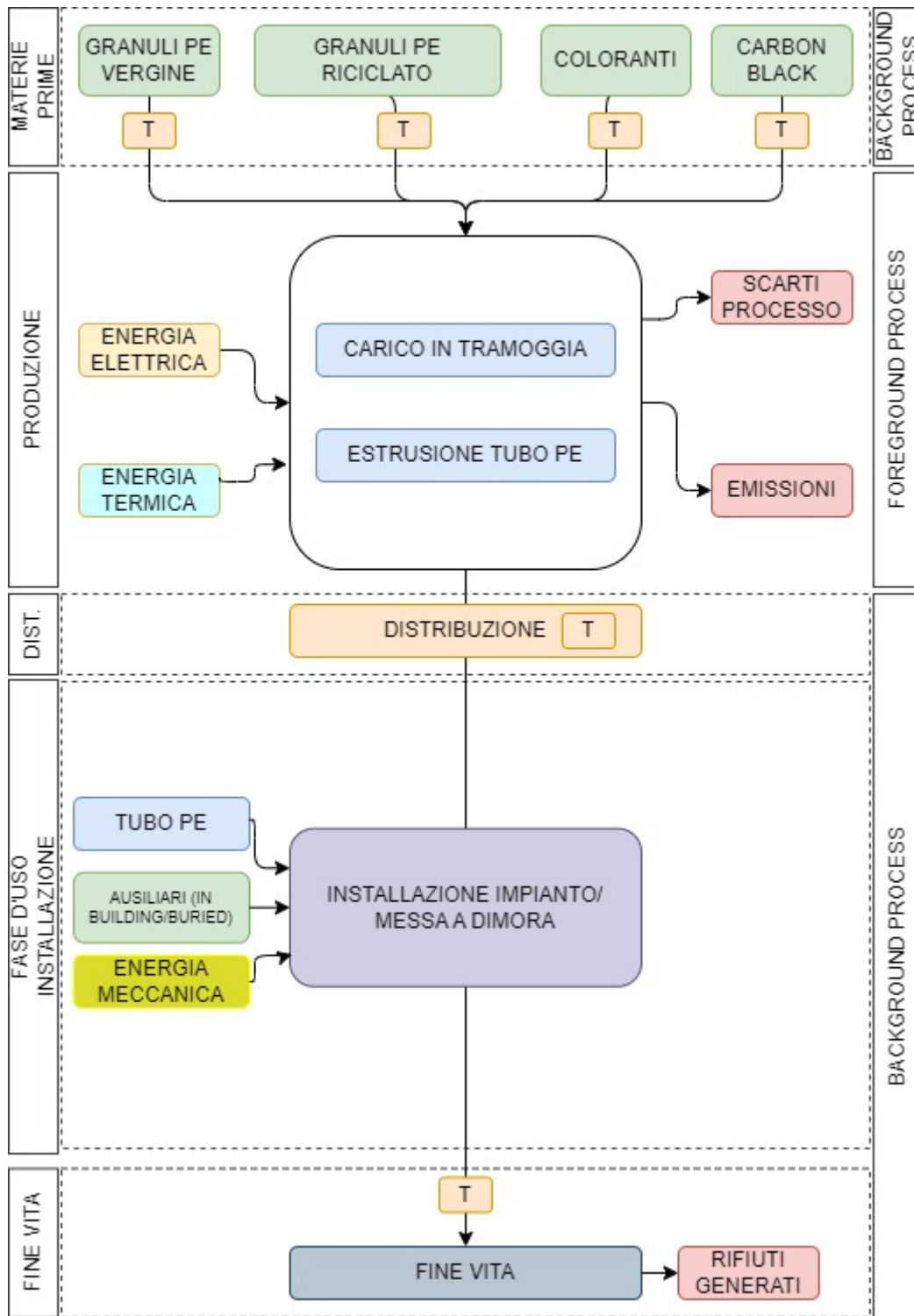


Figura 1 Diagramma dei confini del sistema per le tubazioni in PE per il trasporto di fluidi (Prodotto Rappresentativo 1,2,3 con posa tradizionale)

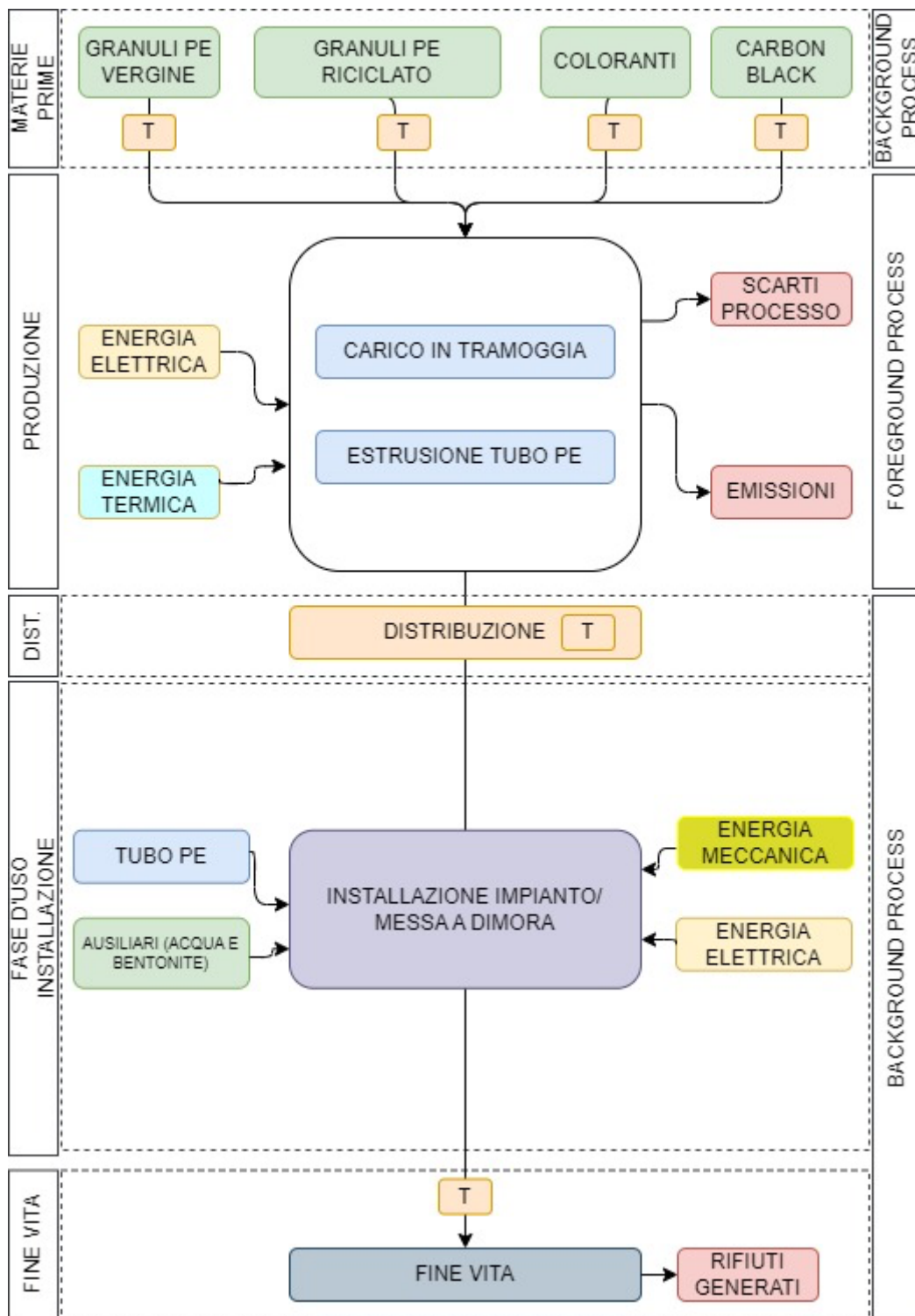


Figura 2 Diagramma dei confini del sistema per le tubazioni in PE per il trasporto di fluidi (Prodotto Rappresentativo 4 con posa tramite trivellazione orizzontale controllata)

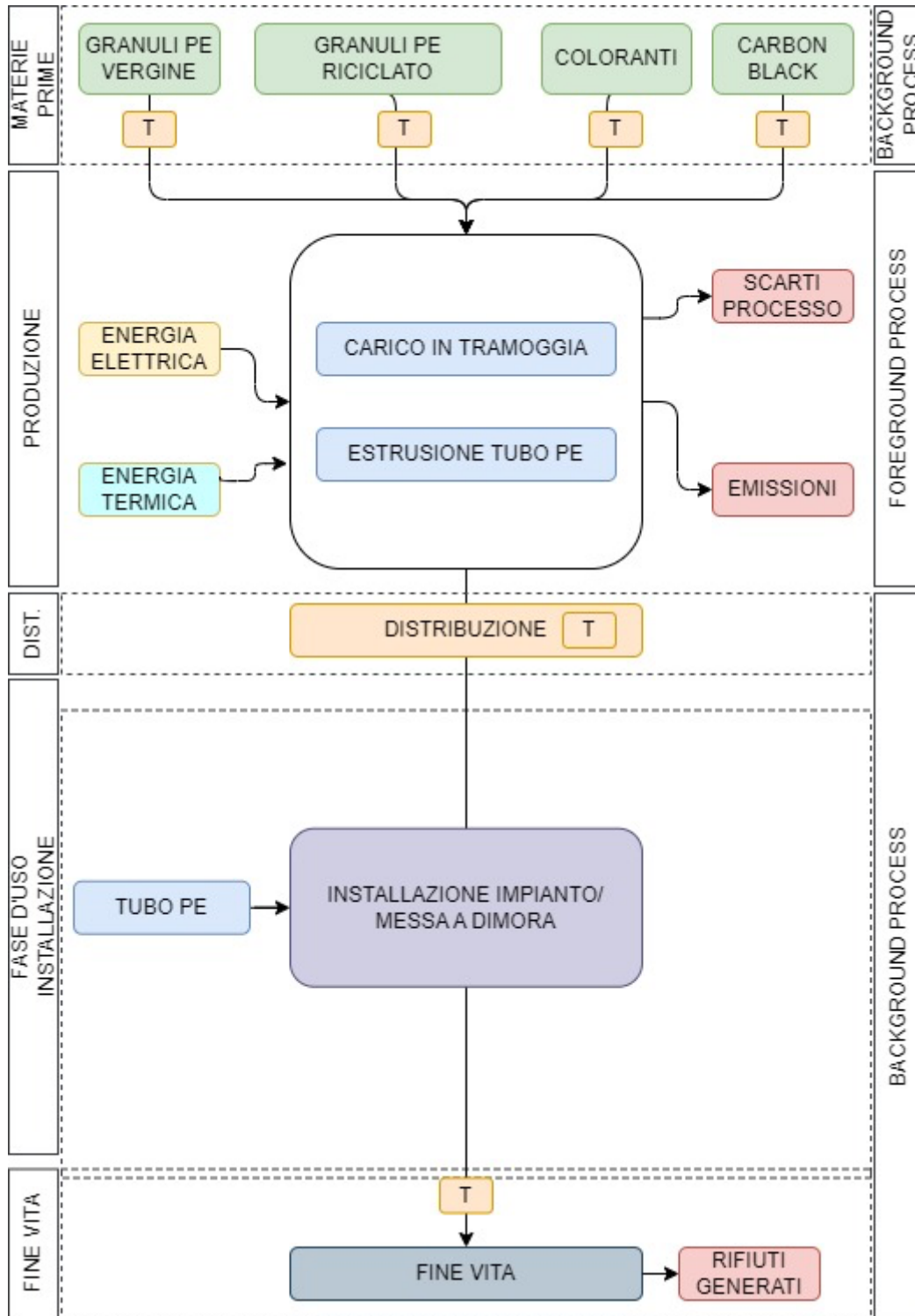


Figura 3 Diagramma dei confini del sistema per le tubazioni in PE per il trasporto di fluidi (Prodotto Rappresentativo 4, senza posa)

Secondo questa RCP, sulla base delle indicazioni emerse dallo studio di screening, i seguenti processi possono essere esclusi in base alla regola di cut-off:

- Produzione delle infrastrutture aziendali legate alla produzione del prodotto (stabilimento produttivo);
- Produzione, trasporto e gestione a fine vita degli imballaggi del prodotto finito;
- Altri consumi legati ad attività generali dello stabilimento non direttamente riconducibili al processo produttivo del bene in esame (es. consumi uffici, consumi legati al riscaldamento dei locali).

4.5. Selezione dei tre indicatori di impatto più rilevanti

Ogni studio funzionale all'ottenimento del Marchio Made Green in Italy deve calcolare un profilo di indicatori ambientali poi tradotti a seguito di normalizzazione (Allegato II) e pesatura (Allegato III) in un punteggio singolo. Si riportano di seguito gli indicatori di impatto rilevanti per le tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi, suddivisi per Prodotto Rappresentativo, in quanto i tre indicatori differiscono.

Tabella 5 Indicatori rilevanti per i Prodotti Rappresentativi 1, 2 e 3 di sistemi di tubazioni in polietilene per il trasporto dei fluidi. (*) I sotto indicatori "Climate change Biogenic" e "Climate Change - land use" non devono essere riportati separatamente perché il loro contributo al totale dell'indicatore cambiamento climatico, nel caso dei benchmark, è stato valutato inferiore al 5%.

Categoria d'impatto	Indicatore	Unità	Metodo raccomandato
Climate Change (*)	Radiative forcing espresso in Global Warming Potential (GWP100)	kg CO2 eq	Baseline GWP100 IPCC 2013
Particulate matter	Disease incidence due to kg of PM2.5 emitted	disease inc.	The indicator is calculated applying the average slope between the Emission Response Function (ERF)
Resource use, fossils	Abiotic resource depletion – fossil fuels (ADP-Fossil)	MJ	CML 2002 (Guinée et al., 2002 and can Oers et al., 2002)

Tabella 6 Indicatori rilevanti per il Prodotto Rappresentativo 4 di sistemi di tubazioni in polietilene per il trasporto dei fluidi. (*) I sotto indicatori "Climate change Biogenic" e "Climate Change - land use" non devono essere riportati separatamente perché il loro contributo al totale dell'indicatore cambiamento climatico, nel caso dei benchmark, è stato valutato inferiore al 5%.

Categoria d'impatto	Indicatore	Unità	Metodo raccomandato
Climate Change (*)	Radiative forcing espresso in Global Warming Potential (GWP100)	kg CO2 eq	Baseline GWP100 IPCC 2013
Resource use, fossils	Abiotic resource depletion – fossil fuels (ADP-Fossil)	MJ	CML 2002 (Guinée et al., 2002 and can Oers et al., 2002)
Resource use, mineral and metals	Abiotic resource depletion – fossil fuels (ADP-Mineral and metals)	kg Sb eq	CML 2002 (Guinée et al., 2002 and can Oers et al., 2002)

Come riportato in Allegato I, la scelta dei tre indicatori è stata effettuata procedendo con la quantificazione di tutti gli impatti previsti alla COMMISSION RECOMMENDATION of 16.12.2021 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations. e da Suggestion for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method (Zampori & Pant, 2019). Quelli selezionati coprono più del 65% dell'impatto complessivo.

I riferimenti ai fattori di normalizzazione e pesatura sono riportati, rispettivamente, in Allegato II e Allegato III.

4.6. Informazioni ambientali aggiuntive

Non esistono Criteri Ambientali Minimi pubblicati ed applicabili ai prodotti oggetto della presente RCP.

Sulla base dell'esperienza maturata in seno all'elaborazione della presente RCP e come previsto dal regolamento attuativo dello schema Made Green in Italy (DECRETO 21 marzo 2018, n. 56), ai fini dell'ottenimento del marchio deve essere rispettato il seguente criterio aggiuntivo:

- Dichiarazione della percentuale di materia prima riciclata (granulo PE).

L'azienda che intende richiedere l'uso del marchio deve dare prova documentale della suddetta dichiarazione (se maggiore il contenuto di riciclato dichiarato è maggiore di zero). Non sono previsti altri requisiti facoltativi.

4.7. Assunzioni e limitazioni

Al momento della pubblicazione della presente RCP non è ancora possibile utilizzare le banche dati PEF previste dall'Unione Europea. Ne consegue che gli studi basati sulla presente RCP non possono essere dichiarate studio PEF compliant.

Per questo motivo valgono le seguenti limitazioni:

- I risultati di uno studio sviluppato secondo la presente RCP sono frutto di espressioni potenziali e non predicono impatti reali sulle categorie end-point esaminate;
- I risultati dello studio non possono essere ritenuti conformi alle linee guida PEF in quanto, per motivi di copyright, non è possibile utilizzare i dataset PEF compliant sviluppati dall'Unione Europea.

Queste dichiarazioni devono quindi essere incluse in ogni studio sviluppato secondo la presente RCP.

Fermo restando le limitazioni sopra esposte, gli Studi di Valutazione dell'Impronta Ambientale condotti in conformità alla presente RCP producono risultati ragionevolmente comparabili e le informazioni incluse al suo interno possono quindi essere utilizzate in comparazioni e asserzioni comparative.

4.8. Requisiti per la denominazione “Made in Italy”

Un prodotto è da considerarsi Made in Italy, in base all'art. 60 del regolamento UE n.952/2013, comma 1 e 2, nei seguenti casi:

- *quando le merci sono interamente ottenute in Italia;*
- *quando le merci alla cui produzione contribuiscono due o più paesi o territori hanno subito in Italia l'ultima trasformazione o lavorazione sostanziale ed economicamente giustificata, effettuata presso un'impresa attrezzata a tale scopo, che si sia conclusa con la fabbricazione di un prodotto nuovo o abbia rappresentato una fase importante del processo di fabbricazione.*

Fermo restando l'applicazione del codice doganale per la definizione di prodotto “Made in Italy”, sono da prendere in considerazione, se presenti, norme o regolamenti che declinano le regole del “Made in Italy”, definendo condizioni specifiche per il settore di riferimento.

4.9. Tracciabilità

Ai fini di garantire la tracciabilità dei prodotti e a riprova del rispetto dei requisiti della denominazione “Made in Italy”, il soggetto richiedente deve produrre un’auto-dichiarazione sul rispetto degli stessi e supportata da evidenze documentali atte a dimostrare il loro effettivo rispetto.

5. Inventario del ciclo di vita

Un qualsiasi nuovo processo funzionale alla valutazione degli impatti ambientali dei prodotti oggetto della presente RCP e non incluso nella stessa, deve essere modellato ed incluso nello studio in conformità, ove applicabile, ai requisiti della linea guida PEF dell'EU (EU, 2018).

Il campionamento è ammesso dalla presente RCP secondo i requisiti riportati al capitolo 4.4.6 delle linee guida Suggestion for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method (Zampori & Pant, 2019).

5.1. Analisi preliminare (Screening Step)

La presenta RCP e tutti i suoi contenuti sono stati ottenuti attraverso la conduzione di uno studio PEF di screening applicato ai prodotti in esame e risultato dell'elaborazione di dati primari delle imprese produttrici delle tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi aderenti al Consorzio PolieCo che hanno partecipato alla raccolta dati.

Lo studio ha avuto luogo tra il 2022 e il 2023 prima della presentazione della RCP per la consultazione pubblica.

Lo studio di screening ha permesso di identificare le fasi del ciclo di vita che maggiormente contribuiscono agli impatti ambientali del prodotto in esame, ovvero:

- Materie prime;
- Produzione;
- Fine Vita.

Lo studio di screening ha permesso di identificare quindi i processi principali che maggiormente contribuiscono agli impatti ambientali del prodotto in esame (processi rilevanti), ovvero:

- Per i Prodotti Rappresentativi 1, 2 e 3:
 - Produzione del granulo in HDPE vergine;
 - Consumo di energia elettrica per il processo produttivo;
 - Estrazione e trasporto della sabbia utilizzata come materiale da riporto nell'installazione dei sistemi di tubazione;
 - Consumi di gasolio per le macchine operatrici durante la fase di installazione del sistema di tubazione.
 - Smaltimento del sistema di tubazione a fine vita.
- Per il Prodotto Rappresentativo 4:
 - Produzione del granulo in HDPE vergine;
 - Trattamento dei rifiuti a fine vita.

Il dettaglio dei processi rilevanti per le singole categorie d'impatto rilevanti è riportato nella seguente tabella.

Tabella 7 Processi significativi per i sistemi di tubazioni in polietilene per il trasporto dei fluidi (tutti i Prodotti Rappresentativi)

Categoria d'impatto	Processi
<u>Prodotto Rappresentativo 1 e 2</u>	
Climate Change	Produzione del granulo in HDPE vergine; Consumo di energia elettrica per il processo produttivo; Consumi di gasolio per le macchine operatrici durante la fase di installazione del sistema di tubazione; Trattamento dei rifiuti a fine vita.
Particulate Matter	Produzione del granulo in HDPE vergine; Estrazione e trasporto della sabbia utilizzata come materiale da riporto nell'installazione dei sistemi di tubazione; Consumi di gasolio per le macchine operatrici durante la fase di installazione del sistema di tubazione.
Resource use, fossils	Produzione del granulo in HDPE vergine; Estrazione e trasporto della sabbia utilizzata come materiale da riporto nell'installazione dei sistemi di tubazione; Consumi di gasolio per le macchine operatrici durante la fase di installazione del sistema di tubazione.
<u>Prodotto Rappresentativo 3</u>	
Climate Change	Produzione del granulo in HDPE vergine; Consumi di gasolio per le macchine operatrici durante la fase di installazione del sistema di tubazione; Trattamento dei rifiuti a fine vita.
Particulate Matter	Estrazione e trasporto della sabbia utilizzata come materiale da riporto nell'installazione dei sistemi di tubazione; Consumi di gasolio per le macchine operatrici durante la fase di installazione del sistema di tubazione.
Resource use, fossils	Produzione del granulo in HDPE vergine; Estrazione e trasporto della sabbia utilizzata come materiale da riporto nell'installazione dei sistemi di tubazione; Consumi di gasolio per le macchine operatrici durante la fase di installazione del sistema di tubazione.
<u>Prodotto Rappresentativo 4</u>	
Climate Change	Produzione del granulo in HDPE vergine; Trattamento dei rifiuti a fine vita.
Resource use, fossils	Produzione del granulo in HDPE vergine;
Resource use, mineral and metals	Produzione del granulo in HDPE vergine;

Lo studio di screening ha permesso infine di identificare i flussi elementari diretti che maggiormente contribuiscono agli impatti ambientali del prodotto in esame, ovvero:

Tabella 8 Contributi dei principali processi nelle categorie di impatto rilevanti per le tubazioni per acqua potabile liscio, trasporto di gas liscio e fognatura in pressione liscio (Prodotto Rappresentativo 1)

Categoria d'impatto	Granulo HDPE Vergine	Energia elettrica	Sabbia	Diesel	Fine vita
Climate change	Carbon dioxide, fossil (78,25%), Methane, fossil (20,96%)	Carbon dioxide, fossil (88,49%)	-	Carbon dioxide, fossil (96,33%),	Carbon dioxide, fossil (97,70%)
Particulate matter	Particulates, < 2.5 um (47,45%), Sulfur dioxide (30,22%), Particulates, < 2.5 um, and <10 um (15,60%)	-	Particulates, < 2.5 um (82,98%)	Particulates, < 2.5 um (90,30%)	-
Resource use, fossils	Oil, crude (58,77%), Gas, natural (31,69%)	-	Oil, crude (58,77%), Uranium (18,00%)	Oil, crude (91,49%)	-

Tabella 9 Contributi dei principali processi nelle categorie di impatto rilevanti per le tubazioni per fognatura non in pressione liscio (Prodotto Rappresentativo 2)

Categoria d'impatto	Granulo HDPE Vergine	Energia elettrica	Sabbia	Diesel	Fine vita
Climate change	Carbon dioxide, fossil (78,09%), Methane, fossil (21,13%)	Carbon dioxide, fossil (88,47%)	-	Carbon dioxide, fossil (96,33%)	Carbon dioxide, fossil (97,71%)
Particulate matter	Particulates, < 2.5 um (46,75%), Sulfur dioxide (30,61%), Particulates, < 2.5 um, and <10 um (15,85%)	-	Particulates, < 2.5 um (82,98%)	Particulates, < 2.5 um (90,30%)	-
Resource use, fossils	Oil, crude (58,98%), Gas, natural (31,78%)	-	Oil, crude (66,64%), Uranium (18,00%)	Oil, crude (91,49%)	-

Tabella 10 Contributi dei principali processi nelle categorie di impatto rilevanti per le tubazioni per fognatura non in pressione corrugato (Prodotto Rappresentativo 3)

Categoria d'impatto	Granulo HDPE Vergine	Sabbia	Diesel	Fine vita
Climate change	Carbon dioxide, fossil (78,04%), Methane, fossil (21,18%)	-	Carbon dioxide, fossil (96,33%)	Carbon dioxide, fossil (96,52%)
Particulate matter	-	Particulates, < 2.5 um (82,98%)	Particulates, < 2.5 um (90,30%)	-
Resource use, fossils	Oil, crude (59,04%), Gas, natural (31,82%)	Oil, crude (66,64%), Uranium (18,00%)	Oil, crude (91,49%)	-

Tabella 11 Contributi dei principali processi nelle categorie di impatto rilevanti per le tubazioni per uso industriale liscio (Prodotto Rappresentativo 4)

Categoria d'impatto	Granulo HDPE Vergine	Fine vita
Climate change	Carbon dioxide, fossil (78,40%), Methane, fossil (20,79%)	Carbon dioxide, fossil (97,71%), Methane, fossil (4,86%)
Resource use, fossils	Oil, crude (58,55%), Gas, natural (31,59%)	-
Resource use, minerals and metals	Tellerium (65,30%), Gold (16,50%)	

5.2. Requisiti di qualità dei dati

La qualità dei dati e delle banche dati e di conseguenza quella complessiva dello studio deve essere valutata e calcolata secondo la seguente formula:

$$DQR = \frac{\overline{TeR} + \overline{Gr} + \overline{TiR} + \overline{P}}{4}$$

Equazione 1 DQR Formula

Dove:

\overline{TeR} corrisponde alla rappresentatività tecnologica;

\overline{Gr} corrisponde alla rappresentatività geografica;

\overline{TiR} corrisponde alla rappresentatività temporale;

\overline{P} corrisponde alla precisione/incertezza.

In generale la rappresentatività esprime la misura con cui il processo e/o il prodotto in esame risultano descrivere la realtà del sistema analizzato (e.g. il processo di estrusione in Europa può essere vicino in termini di rappresentatività a quello italiano mentre il corrispettivo processo di un paese extra-EU potrebbe non esserlo).

Il parametro di precisione indica invece le modalità con cui i dati sono stati raccolti e l'incertezza ad essi associata.

Nei seguenti paragrafi vengono fornite delle tabelle con i criteri da utilizzare per la valutazione della qualità dei dati secondo i criteri appena elencati.

I parametri descritti possono variare tra i valori 1 e 4 e devono essere valutati secondo il §4.6.5 delle linee guida Suggestion for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method (Zampori & Pant, 2019).

5.3. Requisiti per la raccolta di dati specifici relativi ai processi sotto diretto controllo (di «foreground»)

Vengono di seguito riportati i requisiti che devono essere rispettati nella raccolta dei dati primari con riferimento alle fasi del ciclo di vita rilevate come più significative nella fase di screening. In particolare, è richiesta la raccolta dei dati primari elencati all'"Allegato IV - Dati di Foreground". Qualora non disponibili è possibile impiegare per i dati richiesti i valori riportati all'"Allegato V - Dati di Background". Ne consegue che i dati per i quali non sono presenti valori di background debbano essere dati primari.

I dati primari devono essere opportunamente documentati.

Negli stessi paragrafi vengono inoltre riportate le banche dati generiche da utilizzare ai fini dello studio.

Tutte le banche dati generiche riportate nella presente RCP fanno riferimento a Ecoinvent versione 3.8 (cut-off by classification).

5.3.1. Materie prime

In questa fase del ciclo di vita vengono considerate tutte le operazioni ed i processi necessari all'ottenimento delle materie prime e dei materiali utilizzati per l'imballaggio delle stesse, nonché i materiali necessari per l'imballaggio del prodotto finito.

Tabella 12 Materie prime, dati necessari e parametri di qualità

Requisiti ai fini della raccolta dati	Requisiti Specifici	Unità	Dataset da utilizzare di default	TiR	TeR	GR	P	DQR
Tipo di materiale Composizione delle tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi in PE			Per HDPE UE Vergine (Ev): Polyethylene, high density, granulate {RER} production Cut-off, U	1	1	2	2	1.5
			Per HDPE Extra-UE Vergine (Ev): Polyethylene, high density, granulate {RoW} production Cut-off, U	1	1	3	2	1.75
			Per Carbon black Vergine (Ev): Carbon black {GLO} production Cut-off, U	1	1	3	3	2.0
			Per Master colorante Vergine (Ev): Polyethylene, high density, granulate {RER} production Cut-off, U (95%) and Chemical, inorganic {GLO} production Cut-off, U (5%)	1	2	3	2	2.0
Contenuto di riciclato (R1)	Composizione delle tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi in PE	%	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Requisiti ai fini della raccolta dati	Requisiti Specifici	Unità	Dataset da utilizzare di default	TiR	TeR	GR	P	DQR
Quantità del materiale plastico in input	Rilievo diretto	kg	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Con particolare riferimento alle materie prime dei granuli in PE, che generalmente almeno in parte sono di origine riciclata, la seguente formula deve essere impiegata ai fini della modellazione:

$$(1 - R_1)E_V + R_1 \cdot \left(A E_{\text{Recycled}} + (1 - A)E_V \cdot \frac{Q_{S_{in}}}{Q_p} \right)$$

Equazione 2 Estratto della Circular Footprint Formula necessario per descrivere il contenuto di materiale riciclato e vergine

Dove:

- R_1 corrisponde al quantitativo di materiale riciclato in ingresso al sistema di produzione che deriva da un altro sistema di prodotto;
- E_V corrisponde alle emissioni e alle risorse consumate (per unità analizzata) derivanti dalla acquisizione e pre-processo del materiale vergine;
- A è il fattore di allocazione degli impatti e dei crediti ambientali tra il fornitore e l'utilizzatore del materiale riciclato;
- E_{Recycled} corrisponde alle emissioni e alle risorse consumate (per unità funzionale) derivanti dai processi di riciclo del materiale riciclato, includendo la raccolta, la cernita e il trasporto;
- $Q_{S_{in}}$ rappresenta la qualità della materia prima seconda;
- Q_p rappresenta la qualità del materiale vergine.

Si precisa che tutti i parametri qui sopra elencati devono essere riportati all'UF.

Nel caso in cui il valore di R_1 sia diverso da 0, si deve dare evidenza documentale dell'origine riciclata del materiale e la sua tracciabilità deve essere garantita fino alla realizzazione del prodotto finito ovvero la tubazione in polietilene.

Nella tabella seguente si riportano i valori di default dei parametri A , $Q_{S_{in}}$ e $Q_{S_{out}}$ così come riportato all'Annex C delle linee guida PEFCR (EU, 2018).

Tabella 13 Parametri di default per la modellazione del contenuto di PE riciclato

Parametro	Valore
A	0,5
$Q_{S_{in}}$	0,9
$Q_{S_{out}}$	0,9

5.3.2.Packaging delle materie prime

Tabella 14 Packaging delle materie prime, dati necessari e parametri di qualità

Requisiti ai fini della raccolta dati	Requisiti Specifici	Unità	Dataset da utilizzare di default	TiR	TeR	GR	P	DQR
Tipo di packaging Composizione del packaging per approvvigionamento materie prime			Per film plastico, big bag e sacco in PE vergine (Ev): Packaging film, low density polyethylene {GLO} market for Cut-off, U	1	1	2	2	1.5
			Per Pallet vergine (Ev): EUR-flat pallet {RER} market for EUR-flat pallet Cut-off, U	1	1	2	2	1.5
Contenuto di riciclato (R1)	Composizione del packaging	%	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Quantità del materiale in input	Rilievo diretto	kg	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Nel caso in cui il valore di R_1 sia diverso da 0, si deve dare evidenza documentale dell'origine riciclata del materiale e la sua tracciabilità deve essere garantita fino alla realizzazione del prodotto finito ovvero la tubazione in polietilene.

Nella tabella seguente si riportano i valori di default dei parametri A , $Q_{S_{in}}$ e $Q_{S_{out}}$ così come riportato all'Annex C delle linee guida PEFCR (EU, 2018).

5.3.3. Produzione

In questa fase del ciclo di vita sono considerate le operazioni ed i processi significativi che sono necessari alla produzione delle tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi.

Tabella 15 Processi di produzione delle tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi, dati necessari e parametri di qualità

Requisiti ai fini della raccolta dati	Requisiti Specifici	Unità	Dataset da utilizzare di default	TiR	TeR	GR	P	DQR
Processo produttivo								
Quantità e tipologia dei granuli di PE in input	Rilievo diretto se sotto il controllo dell'azienda	kg/kg estruso	Vedi Tabella 12	-	-	-	-	-
Quantità e tipologia di additivi in input	Rilievo diretto se sotto il controllo dell'azienda	kg/kg estruso	Vedi Tabella 12	-	-	-	-	-
Consumo di energia elettrica per il processo produttivo	Rilievo diretto se sotto il controllo dell'azienda	kWh/kg estruso	Vedi Tabella 16	-	-	-	-	-
% di scarto generato durante il processo di estrusione (destinato a rigranulazione interna)	Rilievo diretto se sotto il controllo dell'azienda	%	-	-	-	-	-	-
% di scarto generato durante il processo di estrusione (destinato all'esterno)	Rilievo diretto se sotto il controllo dell'azienda	%	-	-	-	-	-	-

Tabella 16 Energia elettrica per la produzione delle tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi, dati necessari e parametri di qualità

Requisiti ai fini della raccolta dati	Requisiti Specifici	Unità	Dataset da utilizzare di default	TiR	TeR	GR	P	DQR
Prelievo energia elettrica da rete	Rilievo diretto se sotto il controllo dell'azienda	%	Residual mix {IT}*	-	-	-	-	-
Produzione energia elettrica tramite pannelli fotovoltaici	Rilievo diretto se sotto il controllo dell'azienda	%	Electricity, low voltage {IT} electricity production, photovoltaic, 3kWp slanted-roof installation, single-Si, panel, mounted Cut-off, U	1	1	1	2	1,25
Produzione energia elettrica tramite cogeneratore	Rilievo diretto se sotto il controllo dell'azienda	%	Electricity, high voltage {IT} heat and power co-generation, natural gas,	1	1	1	2	1,25

Requisiti ai fini della raccolta dati	Requisiti Specifici	Unità	Dataset da utilizzare di default	TiR	TeR	GR	P	DQR
			conventional power plant, 100MW electrical Cut-off, U					

*Con particolare riferimento alla modellazione del mix energetico da rete, si rimanda all'Allegato VIII-1 del presente documento.

Tabella 17 Energia termica per la produzione delle tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi, dati necessari e parametri di qualità

Requisiti ai fini della raccolta dati	Requisiti Specifici	Unità	Dataset da utilizzare di default	TiR	TeR	GR	P	DQR
Energia termica								
Produzione energia termica da caldaia	Rilievo diretto se sotto il controllo dell'azienda	%	Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} market for heat, district or industrial, natural gas Cut-off, U	1	1	2	2	1,50
Produzione energia termica da cogeneratore	Rilievo diretto se sotto il controllo dell'azienda	%	Heat, district or industrial, natural gas {IT} heat and power co-generation, natural gas, conventional power plant, 100MW electrical Cut-off, U	1	1	1	2	1,25

5.3.4. Qualità di dataset specifici elaborati dall'azienda

Come descritto al paragrafo 5.3 è possibile che l'azienda interessata allo studio delle tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi secondo la presente RCP, sia in grado di sviluppare data-set specifici e più rappresentativi del proprio contesto produttivo (e.g. autoproduzione di energia elettrica da fotovoltaico invece che approvvigionamento da rete). In questo caso l'azienda potrebbe anche trovarsi ad avere un data-set in parte costruito su dati primari ed in parte su dati secondari.

In questo ultimo caso la qualità dello stesso deve essere valutata considerando separatamente quella dei singoli dati primari e quella dei singoli dati secondari.

Il punteggio che rappresenta la qualità minima di ogni dato che compone il dataset specifico dell'azienda, non può essere superiore a 3 nel caso di TiR, TeR e GR e superiore a 2 nel caso del parametro P. Il DQR risultante non deve quindi essere superiore a 1,6.

La procedura per il calcolo dei parametri di qualità dei dataset specifici deve essere condotta secondo quanto previsto della linea guida PEFCR paragrafo B.5.4.1(EU, 2018).

5.4. Requisiti relativi ai dati generici relativi ai processi su cui l'organizzazione non esercita alcun controllo (di «background») e dati mancanti

Nei seguenti capitoli vengono riportati i requisiti relativi ai dati generici rispetto ai quali l'organizzazione non esercita alcun controllo, nonché le raccomandazioni riguardanti l'utilizzo di dati di default qualora non fossero disponibili dati primari.

5.5. Dati mancanti

In questa RCP, vengono fornite raccomandazioni riguardanti l'utilizzo di dati di default quando i rispettivi dati primari non sono disponibili. Per questo motivo viene esclusa la possibilità di dati mancanti.

I dati di default sono riportati nei paragrafi 5.6, 5.7, 5.8.

5.6. Logistica

In questa fase del ciclo di vita vengono modellati i trasporti in ingresso e in uscita allo stabilimento di produzione delle tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi.

Tabella 18 Logistica, dati necessari e parametri di qualità

Requisiti ai fini della raccolta dati	Requisiti Specifici	Unità	Dataset da utilizzare di default	TiR	TeR	GR	P	DQR
Logistica in ingresso allo stabilimento di produzione								
Trasporto delle materie prime	Rilievo diretto	t*km	Transport, freight, lorry >32 metric ton, euro4 {RER} market for transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 Cut-off, U	1	2	2	2	1.75
			Transport, freight train {Europe without Switzerland} market for Cut-Off, U	1	2	2	2	1.75
			Transport, freight, inland waterways, barge {RER} market for transport, freight, inland waterways, barge Cut-off, U	1	2	2	2	1.75
			Transport, freight, sea, transoceanic ship {GLO} market for Cut-off, U	1	2	3	2	2.0
Logistica in uscita (Distribuzione tubazioni in polietilene)								
Trasporto delle tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi	Rilievo diretto	t*km	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro4 {RER} market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Cut-off, U	1	2	2	2	1.75

Si precisa che i trasporti associati alla logistica in ingresso devono essere modellati secondo quanto previsto dalle regole delle linee guida Suggestion for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method (Zampori & Pant, 2019). Qualora non fossero disponibili informazioni in merito alla tipologia di mezzo e distanza percorsa è possibile fare riferimento alla distanza di default indicata in Tabella 19. Qualora vengano

impiegati i dataset Ecoinvent riportati in Tabella 18 non è necessario applicare i fattori di carico e tassi di rientro riportati in Tabella 19.

Tabella 19 Logistica in ingresso e uscita, dati di default e background data

Parametro	Luogo	Mezzo	Distanza di default (km)	Carico effettivo (t)*	Tasso di rientro a vuoto*
Logistica in ingresso allo stabilimento di produzione	EU	Lorry >32 metric ton	130	21	0,3
		Freight Train	280	-	-
		Barge	270	-	-
	Extra EU	Lorry >32 metric ton	1000	21	0,3
		Transoceanic ship	18000	-	-

*I dataset impiegati non permettono una modifica del carico effettivo di default e del tasso di rientro a vuoto. Il carico effettivo medio utilizzato dal dataset è di 15,96 t.

Con riferimento alla logistica in uscita, la stessa deve essere modellata secondo quanto previsto dalle regole della linea guida PEF (EU, 2018) integrate dai dati riportati nelle seguenti tabelle.

Tabella 20 Logistica in uscita per le tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi, dati di default e background data

Parametro	Mezzo	Distanza di default* (km)	Carico effettivo (t)*	Tasso di rientro a vuoto*
Logistica in uscita distribuzione delle tubazioni in PE	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro4 {RER} market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Cut-off, U	460*	21	0,3

* valore determinato da TEPPFA (TEPPFA, 2012a) (TEPPFA, 2012b) (TEPPFA, 2012c)

** I dataset impiegati non permettono una modifica del carico effettivo di default e del tasso di rientro a vuoto. Il carico effettivo medio utilizzato dal dataset è di 15,96 t.

5.7.Fase d'uso

La fase d'uso del sistema di tubazioni in polietilene comprende la fase d'installazione ai fini di rendere possibile il passaggio dei fluidi.

Per il Prodotto Rappresentativo 1 (sistema di tubazioni in polietilene liscio SDR 17 Diametro nominale 110 mm) per il trasporto di acqua potabile in pressione, scarichi in pressione e gas si prevedono due tipologie di installazione interrate: la posa tradizionale e la posa tramite trivellazione orizzontale controllata; si prevede l'80% delle installazioni tramite posa tradizionale e 20% tramite trivellazione orizzontale controllata. Per il Prodotto Rappresentativo 2: sistema di tubazioni in polietilene liscio SDR 33 (Diametro nominale 250 mm) per il trasporto di scarichi non in pressione si prevede una posa esclusivamente di tipo tradizionale. Per il Prodotto Rappresentativo 3: sistema di tubazioni in polietilene corrugato SN 8 (Diametro nominale 250 mm) per il trasporto di scarichi non in pressione si prevede una posa esclusivamente di tipo tradizionale. Per il

Prodotto Rappresentativo 4: sistema di tubazioni in polietilene liscio SDR 17 (Diametro nominale 110 mm) per il trasporto di fluidi industriali si prevede una posa non interrata, pertanto senza l'ausilio di input materiali e/o energetici.

5.7.1. Installazione delle tubazioni in polietilene con posa interrata tradizionale

In questa fase del ciclo di vita rientra il processo di installazione del sistema di tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi. Per l'installazione tramite la posa a terra sono necessari materiali ausiliari ed input energetici, quali sabbia e suolo, oltre all'energia meccanica necessaria per lo scavo.

Relativamente agli scarti di prodotto (2% in massa) generati durante la fase d'uso (installazione), oltre al consumo di materiale (modellizzato analogamente a quanto descritto nei paragrafi 5.3.3 e 5.3.1) è stato considerato il suo trasporto (stessa distanza e modalità della distribuzione del prodotto finito) e il successivo smaltimento. Per la modellazione del fine si rimanda al paragrafo successivo (5.8), fermo restando che lo smaltimento di questo scarto è imputato a questa fase del ciclo di vita.

Lo scarto prodotto durante la fase d'uso (installazione) si assume pari al 2% in peso del sistema di tubazioni in polietilene (TEPPFA, 2012a).

Tabella 21 Fase d'uso (installazione) tramite posa a terra, dati necessari e parametri di qualità

Requisiti ai fini della raccolta dati	Requisiti Specifici	Unità	Dataset da utilizzare di default	TiR	TeR	GR	P	DQR
Fase d'uso (installazione delle tubazioni tramite posa interrata)								
Sabbia	Materiale per installazione	m ³ (kg)	Sand {CH} gravel and quarry operation Cut-off, U	2	1	3	2	2.00
Energia meccanica	Scavo del terreno	MJ	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Cut-off, U	1	1	3	2	1.75

Si precisa che i trasporti associati alla fase d'uso (installazione) dei materiali ausiliari devono essere modellati secondo quanto previsto dalle regole della linea guida PEF (EU, 2018) integrate dai dati riportati nelle seguenti tabelle. Qualora vengano impiegati i dataset Ecoinvent riportati in Tabella 24 non è necessario applicare i fattori di carico e tassi di rientro.

Tabella 22 Fase d'uso (installazione) tramite posa a terra in uscita per le tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi del Prodotto Rappresentativo 1 (diametro nominale 110 mm), dati di default e background data

Parametro	Dataset	Unità	Dato di default
Sabbia	Sand {CH} gravel and quarry operation Cut-off, U	m ³	13,92*
Energia meccanica	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Cut-off, U	MJ	1.500*

*(TEPPFA, 2012a)

Tabella 23 Fase d'uso (installazione) tramite posa a terra in uscita per le tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi del Prodotto Rappresentativo 2 e del Prodotto Rappresentativo 3 (diametro nominale 250 mm), dati di default e background data

Parametro	Dataset	Unità	Dato di default
Sabbia	Sand {CH} gravel and quarry operation Cut-off, U	m ³	31*
Energia meccanica	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Cut-off, U	MJ	4.450*

*(TEPPFA, 2012c)

Tabella 24 Dataset e dati di default per il trasporto dei materiali ausiliari per l'installazione interrata

Parametro	Mezzo	Distanza di default (km)	Carico effettivo (t) ^{***}	Tasso di rientro a vuoto ^{***}
Trasporto del suolo rimosso (fase d'uso/installazione)	Transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, euro4 {RER} market for transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, EURO4 Cut-off, U	5*		0,3
Trasporto della sabbia (fase d'uso/installazione)	Transport, freight, lorry >32 metric ton, euro4 {RER} market for transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 Cut-off, U	10*		0,3
Trasporto degli scarti prodotti (fase d'uso/installazione)	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro4 {RER} market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 Cut-off, U	100**		0,3

* valore determinato da TEPPFA (TEPPFA, 2012a) (TEPPFA, 2012b) (TEPPFA, 2012c)

** valore determinato da PEF (Zampori & Pant, 2019)

*** I dataset impiegati non permettono una modifica del carico effettivo di default e del tasso di rientro a vuoto. Il carico effettivo medio utilizzato dal dataset è di 15,96 t.

5.7.2. Installazione delle tubazioni in polietilene tramite trivellazione orizzontale controllata

In questa fase del ciclo di vita rientra il processo di installazione del sistema di tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi. Per l'installazione tramite la trivellazione orizzontale controllata sono necessari materiali ausiliari ed input energetici, quali acqua e bentonite, oltre all'energia meccanica ed elettrica necessaria per la trivellazione.

Relativamente agli scarti di prodotto (2% in massa) generati durante la fase d'uso (installazione), oltre al consumo di materiale (modellizzato analogamente a quanto descritto nei paragrafi 5.3.3 e 5.3.1) è stato

considerato il suo trasporto (stessa distanza e modalità della distribuzione del prodotto finito) e il successivo smaltimento. Per la modellazione del fine si rimanda al paragrafo successivo (5.8), fermo restando che lo smaltimento di questo scarto è imputato a questa fase del ciclo di vita.

Lo scarto prodotto durante la fase d'uso (installazione) si assume pari al 2% in peso del sistema di tubazioni in polietilene (TEPPFA, 2012b).

Tabella 25 Fase d'uso (installazione) tramite trivellazione orizzontale controllata, dati necessari e parametri di qualità

Requisiti ai fini della raccolta dati	Requisiti Specifici	Unità	Dataset da utilizzare di default	TiR	TeR	GR	P	DQR
Fase d'uso (installazione delle tubazioni tramite trivellazione orizzontale controllata)								
Acqua	Materiale per installazione	kg	Tap water {RER} market group for Cut-off, U	2	2	2	2	2,00
Bentonite	Materiale per installazione	kg	Activated bentonite {DE} production Cut-off, U	2	2	3	2	2,25
Energia elettrica	Energia elettrica per saldatura	kWh	Residual mix {IT}*	-	-	-	-	-
Energia meccanica	Energia per trivellazione	MJ	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Cut-off, U	1	2	3	2	2,00

*Con particolare riferimento alla modellazione del mix energetico da rete, si rimanda all'Allegato VIII-1 del presente documento.

Si precisa che il trasporto associato alla bentonite utilizzata durante la fase d'uso (installazione) deve essere modellato considerando uno scenario di trasporto medio europeo, secondo quanto previsto dalle regole della linea guida PEF (EU, 2018), analogo a quello delle materie prime in ingresso, descritto al paragrafo 5.6.

Tabella 26 Fase d'uso (installazione) tramite trivellazione orizzontale controllata in uscita per le tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi del Prodotto Rappresentativo 1 (diametro nominale 110 mm), dati di default e background data

Parametro	Dataset	Unità	Dato di default
Acqua	Tap water {RER} market group for Cut-off, U	kg	41,41
Bentonite	Activated bentonite {DE} production Cut-off, U	kg	0,939
Energia elettrica	Residual mix {IT}	kWh	0,00746
Energia meccanica	Diesel, burned in building machine {GLO} processing Cut-off, U	MJ	15,93

5.7.3. Installazione delle tubazioni in polietilene con posa non interrata

Per questa fase non è previsto utilizzo di materiali ausiliari o energia durante la fase di installazione non interrata, questo tipo di posa si applica esclusivamente al Prodotto Rappresentativo 4.

5.8. Fase di fine vita

In questa fase vengono modellati i dati relativi alla gestione degli scarti di produzione, degli scarti della fase d'uso (installazione) e dei rifiuti post-consumo. I processi che devono essere considerati riguardano le tipologie di trattamento dei materiali che intervengono nel ciclo di vita delle tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi.

Si precisa inoltre che gli impatti dovuti agli scarti di produzione sono da includere nella fase di produzione delle tubazioni, così come gli scarti prodotti durante la fase d'uso (installazione), devono essere inclusi in tale fase.

Il fine vita delle tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi e degli scarti generati durante il processo di produzione deve essere modellato secondo quanto previsto dalle linee guida Suggestion for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method (Zampori & Pant, 2019), ovvero tramite l'applicazione della circular-footprint formula.

I parametri per la sua applicazione, qualora non descritti specificatamente nel presente documento, devono essere estrapolati, qualora disponibili, dall'Annex C contenuto in Suggestion for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method (Zampori & Pant, 2019).

Per la definizione dei parametri R_2 e R_3 per gli scarti di produzioni in PE dovrà essere fatto riferimento a dati aziendali (es. formulari per l'anno di riferimento). In assenza di informazioni specifiche dovrà essere considerato uno scenario di incenerimento per la totalità del rifiuto generato ($R_2=0$ e $R_3=1$).

Per la gestione a fine vita degli scarti di produzione bisogna invece fare riferimento a dati specifici dell'azienda per caratterizzare il valore di R_2 . Gli scarti della fase d'uso e rifiuti post-consumo delle tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi, i valori di R_2 e R_3 dovranno essere calcolati sulla base del set di dati disponibili dall'Annex C delle linee guida Suggestion for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method (Zampori & Pant, 2019). In particolare, il valore di R_2 risulta pari a 0 (PE in building – water supply pipes; PE in building in construction).

Tabella 27 Fine vita, dati necessari e parametri di qualità

Dato	Unità	Dataset	TiR	TeR	GR	P	DQR
Scarti di PE da produzione (E _{REC})	kg	Polyethylene, high density, granulate {Europe without Switzerland} polyethylene, high density, granulate, recycled to generic market for high density PE granulate Cut-off, U	1	2	3	2	2.0
Scarti di PE da produzione (E _{ER})	kg	Waste plastic, mixture {CH} treatment of, municipal incineration Cut-off, U	1	2	3	2	2.0
Scarti di PE da produzione (E _D)	kg	Waste plastic, mixture {CH} treatment of, sanitary landfill Cut-off, U	1	2	3	2	2.0
PE post consumo (E _{REC})	kg	Polyethylene, high density, granulate {Europe without Switzerland} polyethylene, high density, granulate, recycled to generic market for high density PE granulate Cut-off, U	1	2	3	2	2.0

Dato	Unità	Dataset	TiR	TeR	GR	P	DQR
PE post consumo (E _V)	kg	Polyethylene, high density, granulate {RER} production Cut-off, U	1	2	3	2	2.0
PE post consumo (E _{ER})	kg	Waste plastic, mixture {CH} treatment of, municipal incineration Cut-off, U	1	2	3	2	2.0
PE post consumo (E _D)	kg	Waste plastic, mixture {CH} treatment of, sanitary landfill Cut-off, U	1	2	3	2	2.0
E _{SE,heat}	kWh	Heat, central or small-scale, other than natural gas {RER} market group for Cut-off, U	1	2	3	2	2.0
E _{SE,elec}	kWh	Electricity, medium voltage {IT} market for Cut-off, U	1	2	3	2	2.0

Material:

$$(1 - R_1)E_V + R_1 \cdot \left(A E_{\text{Recycled}} + (1 - A)E_V \cdot \frac{Q_{\text{Sin}}}{Q_p} \right) + (1 - A)R_2 \cdot \left(E_{\text{RecEoL}} - E_V^* \cdot \frac{Q_{\text{Sout}}}{Q_p} \right)$$

Energy:

$$(1 - B)R_3 \cdot (E_{ER} - \text{LHV} \cdot X_{ER\text{heat}} \cdot E_{SE\text{heat}} - \text{LHV} \cdot X_{ER\text{elec}} \cdot E_{SE\text{elec}})$$

Disposal:

$$(1 - R_2 - R_3) \cdot E_D$$

Equazione 3 Circular Footprint Formula

Dove:

B fattore di allocazione per il processo di recupero energetico;

Q_{Sout} qualità della materia prima seconda in uscita;

R₂ frazione di materiale contenuto nel prodotto che verrà riciclato (o riutilizzato) in un seguente sistema. R₂ deve inoltre tenere conto delle inefficienze nel sistema di raccolta e nel processo di riciclo. R₂ deve essere misurato all'uscita dell'impianto di riciclo;

R₃ frazione di materiale del prodotto che è impiegato per il recupero energetico a fine vita;

E_{recEoL} emissioni specifiche e consumo di risorse (per unità funzionale) derivanti dai processi di riciclo a fine vita, inclusa la raccolta, la cernita e trasporto;

E_V^{*} emissioni specifiche e consumo di risorse (per unità funzionale) derivanti dai processi di acquisizione e pre-processo dei materiali vergini che si assume essere sostituito dal materiale riciclato;

E_{ER} emissioni specifiche e consumo di risorse (per unità funzionale) derivanti dai processi di recupero energetico;

E_{SEheat} emissioni specifiche e consumo di risorse (per unità funzionale) che si avrebbero con la risorsa energetica sostituita, per la produzione di calore;

E_{SEelec} emissioni specifiche e consumo di risorse (per unità funzionale) che si avrebbero con la risorsa energetica sostituita, per la produzione di energia elettrica;

E_D emissioni specifiche e consumo di risorse (per unità funzionale) derivanti dallo smaltimento dei rifiuti nella fase di fine vita del prodotto in analisi, senza recupero energetico;

X_{ERheat} efficienza del processo di recupero energetico (calore);

X_{ERelec} efficienza del processo di recupero energetico (elettricità);

LHV potere calorifico inferiore.

I valori dei parametri funzionali all'applicazione della circular footprint formula (Eq. 3) dovrebbero essere desunti da fonti primarie per i rifiuti generati in processi sotto il controllo dell'organizzazione. Qualora non disponibili devono essere utilizzati i valori disponibili all'Annex C e riportati in Tabella 28.

Ai fini della valutazione del fattore R_2 , dovrebbe essere condotta una prova sulla riciclabilità del materiale del prodotto in esame secondo quanto previsto dalla ISO 14021 (ISO, 2016). La stessa deve essere riportata all'interno della Dichiarazione dell'Impronta Ambientale di Prodotto.

Tabella 28 Parametri da utilizzare nell'applicazione della CFF. I valori di LHV indicati sono stati estrapolati dai "PEF-OEF_EOL DefaultData v1.2"

Rifiuto	A	B	Q _{sin} /Q _p	Q _{out} /Q _p	LHV	$X_{ER,elec}$	$X_{ER,heat}$
Scarti da lavorazione in PE	0,50	0,00	0,90	0,90	42,47	0,17	0,04
PE post-consumo	0,50	0,00	0,90	0,90	42,47	0,17	0,04

Tabella 29 Valori di R_2 e R_3 di default da utilizzare nell'applicazione della CFF

Rifiuto	R_2	R_3
Scarti da lavorazione in PE	Richiesto dato specifico	Richiesto dato specifico
Tubazione in PE	0	0,35

Per quanto riguarda i trasporti dei rifiuti dal luogo di produzione fino al luogo di trattamento finale si devono considerare, ove non disponibili dati specifici, le seguenti informazioni.

Tabella 30 Parametri da utilizzare per i trasporti dei rifiuti

Parametro	Mezzo	Distanza* (km)	Carico effettivo** (t)
Logistica dal prelievo al luogo di trattamenti	Lorry 16-32 metric ton	100*	7.5

* valore determinato da PEF (Zampori & Pant, 2019)

**I dataset impiegati non permettono una modifica del carico effettivo di default e del tasso di rientro a vuoto. Il carico effettivo medio utilizzato dal dataset è di 15,96 t.

5.9. Requisiti per l'allocazione di prodotti multifunzionali e processi multi-prodotto

5.9.1. Allocazioni nella fase di produzione

I dati di energia e consumo di materie prime che avvengono nella fase di produzione dovrebbero essere raccolti in modo separato per ogni specifico processo rilevante al fine di disporre di un quadro più dettagliato e preciso possibile del processo in esame. Questo in particolare dovrebbe riguardare:

- Consumi di energia elettrica e termica per il processo produttivo.

Solo qualora i dati dei consumi di materia ed energia non risultassero effettivamente disponibili, è possibile impiegare dati a livello di stabilimento, allocandoli sulla massa complessiva delle tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi prodotta.

6. Benchmark e classi di prestazioni ambientali

Di seguito si riportano i valori di benchmark calcolati per il prodotto rappresentativo.

Tabella 31 Caratterizzazione: Benchmark per i sistemi di tubazione in polietilene espressi per UF

Categoria d'impatto	Unità	Prodotto	Prodotto	Prodotto	Prodotto
		Rappresentativo 1	Rappresentativo 2	Rappresentativo 3	Rappresentativo 4
Climate change	kg CO2 eq	9,31E+02	2,58E+03	1,44E+03	6,96E+02
Particulate matter	disease inc.	7,27E-05	2,03E-04	1,76E-04	-
Resource use, fossils	MJ	2,02E+04	5,56E+04	2,92E+04	1,68E+04
Resource use, Mineral and metals	kg Sb eq	-	-	-	3,22E-03

Tabella 32 Normalizzazione: Benchmark per i sistemi di tubazione in polietilene espressi per UF

Categoria d'impatto	Unità	Prodotto	Prodotto	Prodotto	Prodotto
		Rappresentativo 1	Rappresentativo 2	Rappresentativo 3	Rappresentativo 4
Climate change	person eq.	1,15E-01	3,19E-01	1,78E-01	8,60E-02
Particulate matter	person eq.	1,22E-01	3,41E-01	2,96E-01	-
Resource use, fossils	person eq.	3,11E-01	8,56E-01	4,48E-01	2,58E-01
Resource use, Mineral and metals	person eq.	-	-	-	5,06E-02

Tabella 33 Pesatura: Benchmark per i sistemi di tubazione in polietilene espressi per UF

Categoria d'impatto	Unità	Prodotto	Prodotto	Prodotto	Prodotto
		Rappresentativo 1	Rappresentativo 2	Rappresentativo 3	Rappresentativo 4
Climate change	Pt.	2,42E-02	6,71E-02	3,75E-02	1,81E-02
Particulate matter	Pt.	1,09E-02	3,05E-02	2,65E-02	-
Resource use, fossils	Pt.	2,59E-02	7,12E-02	3,73E-02	2,14E-02
Resource use, Mineral and metals	Pt.	-	-	-	3,82E-03

Di seguito sono riportati i risultati del benchmark calcolati in termini di singolo valore ottenuto dalla somma dei valori pesati dei tre indicatori d'impatto più rilevanti, e le soglie inferiore e superiore della classe B. Le soglie sono state definite tenendo conto dell'incertezza che caratterizza il modello di calcolo e l'effettiva variabilità d'impatto riscontrata nei dati del processo produttivo delle aziende campionate, nonché considerando l'elevato contributo che hanno le fasi non sotto il diretto controllo dell'azienda produttrice di

tubi e raccordi. Le due soglie sono asimmetriche. Per i Prodotti Rappresentativi 1,2 e 3 le soglie sono -1,5% e +3%, mentre per il Prodotto Rappresentativo 4 le soglie sono -2,5% e +5%. Le soglie del Prodotto Rappresentativo 4 sono più ampie delle altre in quanto il ciclo di vita di questi prodotti non interrati non presenta impatti legati ad attività i cantiere per l'installazione (la quale generalmente è fuori dal diretto controllo dell'organizzazione). Per questa ragione interventi di miglioramento nel processo produttivo possono avere un'incidenza maggiore sul risultato pesato complessivo, giustificando un intervallo più ampio per la Classe B.

Tabella 34 Valori soglia impiegati per la classificazione per i sistemi di tubazione in polietilene espressi per UF

Prodotto Rappresentativo	Unità	Soglia Inferiore	B	Soglia Superiore
Prodotto Rappresentativo 1	Pt.	6,01E-02	6,10E-02	6,29E-02
Prodotto Rappresentativo 2	Pt.	1,66E-01	1,69E-01	1,74E-01
Prodotto Rappresentativo 3	Pt.	9,98E-02	1,01E-01	1,04E-01
Prodotto Rappresentativo 4	Pt.	4,23E-02	4,34E-02	4,55E-02

7. Reporting e comunicazione

La Dichiarazione dell'Impronta Ambientale di Prodotto deve essere eseguita secondo quanto previsto dall'Allegato 2 del Decreto del Ministero dell'ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 21 Marzo 2018.

Risulta possibile utilizzare la RCP oggetto di questo studio, per comparare le performance di prodotti simili, purché rientrino nell'ambito di applicazione del presente documento (cfr. §4).

Fermo restando le limitazioni esposte al §4.8, le Dichiarazioni di Impronta Ambientale condotte in conformità alla presente RCP producono risultati ragionevolmente comparabili e le informazioni incluse al suo interno possono quindi essere utilizzate in comparazioni e asserzioni comparative.

Oltre a questo, deve essere riportata l'autodichiarazione conforme ad ISO 14021 circa la riciclabilità dei prodotti oggetto della Dichiarazione dell'Impronta Ambientale di Prodotto.

8. Verifica

La Verifica della Dichiarazione di Impronta Ambientale deve essere condotta secondo quanto previsto dall'Allegato 3 Decreto del Ministero dell'ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 21 Marzo 2018.

9. Riferimenti Bibliografici

- D.M. 21 marzo 2018, n. 56, in materia di “Regolamento per l’attuazione dello schema nazionale volontario per la valutazione e la comunicazione dell’impronta ambientale dei prodotti, denominato “Made Green in Italy” di cui all’articolo 21, comma 1, della legge 28 dicembre 2015, n. 221”
- EUROSTAT, 2021 - *Treatment of waste by waste category, hazardousness and waste management operations* - http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?lang=en&dataset=env_wastrt
- ISO, 2016 – UNI EN ISO 14021:2016 “Environmental labels and declarations – Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling)”
- L. 28 dicembre 2015, n. 221 in materia di “Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell’uso eccessivo di risorse naturali”
- Wernet, et al., 2016 - “The Ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology.” - Int. J. Life Cycle Assess. 2016, 21, 1218–1230
- Zampori, L., & Pant, R. (2019). Suggestion for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method. Luxemburg: Publications Office of the European Union.
- TEPPFA (2012a). Environmental Product Declaration: Polyethylene (PE) pipe system for water distribution.
- TEPPFA (2012b). Environmental Product Declaration: Polyethylene (PE) pipe system for water supply, using horizontal directional drilling (HDD).
- TEPPFA (2012c). Environmental Product Declaration: polyvinylchloride (PVC-U) solid wall sewer pipe system.

10.Elenco degli allegati

Allegato I - Benchmark e classi di prestazioni ambientali

Di seguito vengono presentati i risultati caratterizzati, normalizzati e pesati riferiti al prodotto rappresentativo ed espressi in funzione dell'unità funzionale.

Tabella 35 Risultati di impatto caratterizzati riferiti al Prodotto Rappresentativo 1

Categoria d'impatto	Unità	Totale	Materie Prime	Processo produttivo	Distribuzione	Fase d'uso (installazioni)	Fine Vita
Climate change	kg CO2 eq	9,31E+02	4,67E+02	8,16E+01	1,66E+01	2,41E+02	1,25E+02
Ozone depletion	kg CFC11 eq	7,10E-05	1,24E-05	1,33E-05	3,86E-06	4,76E-05	-6,12E-06
Ionising radiation	kBq U-235 eq	5,50E+01	2,89E+01	4,89E+00	1,30E+00	2,78E+01	-7,85E+00
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	4,47E+00	1,67E+00	1,32E-01	9,00E-02	2,67E+00	-9,78E-02
Particulate matter	disease inc.	7,27E-05	1,71E-05	7,12E-07	1,48E-06	5,44E-05	-9,90E-07
Human toxicity, non-cancer	CTUh	5,17E-06	2,96E-06	2,36E-07	2,06E-07	2,66E-06	-8,87E-07
Human toxicity, cancer	CTUh	3,08E-07	1,41E-07	1,07E-08	6,38E-09	1,31E-07	1,93E-08
Acidification	mol H+ eq	4,01E+00	1,83E+00	2,10E-01	8,39E-02	2,17E+00	-2,75E-01
Eutrophication, freshwater	kg P eq	8,32E-02	6,92E-02	7,41E-03	1,08E-03	2,22E-02	-1,66E-02
Eutrophication, marine	kg N eq	1,59E+00	3,52E-01	4,54E-02	2,89E-02	8,79E-01	2,86E-01
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	1,39E+01	3,73E+00	4,32E-01	3,16E-01	9,66E+00	-2,01E-01
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	5,67E+03	2,81E+03	3,89E+02	1,97E+02	2,65E+03	-3,73E+02
Land use	Pt	3,11E+03	5,76E+02	1,03E+02	1,73E+02	2,33E+03	-6,62E+01
Water use	m3 depriv.	4,24E+02	3,44E+02	1,49E+01	7,56E-01	1,03E+02	-3,89E+01
Resource use, fossils	MJ	2,02E+04	1,60E+04	1,18E+03	2,52E+02	3,71E+03	-9,05E+02
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	4,24E-03	3,05E-03	1,09E-04	5,81E-05	1,11E-03	-8,93E-05
Climate change - Fossil	kg CO2 eq	9,30E+02	4,66E+02	8,14E+01	1,66E+01	2,41E+02	1,26E+02
Climate change - Biogenic	kg CO2 eq	2,57E-01	7,56E-01	1,94E-01	5,88E-03	3,18E-01	-1,02E+00
Climate change - Land use and LU change	kg CO2 eq	2,26E-01	1,54E-01	5,08E-03	6,56E-03	6,45E-02	-4,08E-03

Tabella 36 Risultati di impatto caratterizzati riferiti al Prodotto Rappresentativo 2

Categoria d'impatto	Unità	Totale	Materie Prime	Processo produttivo	Distribuzione	Fase d'uso (installazione)	Fine Vita
Climate change	kg CO2 eq	2,58E+03	1,23E+03	2,96E+02	4,54E+01	6,68E+02	3,41E+02
Ozone depletion	kg CFC11 eq	2,08E-04	3,02E-05	5,19E-05	1,06E-05	1,32E-04	-1,68E-05
Ionising radiation	kBq U-235 eq	1,53E+02	8,10E+01	1,47E+01	3,55E+00	7,55E+01	-2,15E+01
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	1,23E+01	4,24E+00	4,74E-01	2,47E-01	7,63E+00	-2,68E-01
Particulate matter	disease inc.	2,03E-04	4,45E-05	2,32E-06	4,04E-06	1,55E-04	-2,71E-06
Human toxicity, non-cancer	CTUh	1,26E-05	7,66E-06	8,23E-07	5,65E-07	6,01E-06	-2,43E-06
Human toxicity, cancer	CTUh	8,17E-07	3,67E-07	3,47E-08	1,75E-08	3,45E-07	5,28E-08
Acidification	mol H+ eq	1,07E+01	4,52E+00	7,06E-01	2,30E-01	6,01E+00	-7,52E-01
Eutrophication, freshwater	kg P eq	2,04E-01	1,80E-01	2,30E-02	2,94E-03	4,35E-02	-4,55E-02
Eutrophication, marine	kg N eq	4,38E+00	8,57E-01	1,45E-01	7,91E-02	2,52E+00	7,82E-01
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	3,85E+01	9,04E+00	1,52E+00	8,64E-01	2,77E+01	-5,51E-01
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	1,42E+04	6,59E+03	1,26E+03	5,39E+02	6,84E+03	-1,02E+03
Land use	Pt	8,45E+03	1,42E+03	3,35E+02	4,75E+02	6,40E+03	-1,81E+02
Water use	m3 depriv.	1,07E+03	9,63E+02	4,86E+01	2,07E+00	1,65E+02	-1,07E+02
Resource use, fossils	MJ	5,56E+04	4,29E+04	4,43E+03	6,91E+02	1,01E+04	-2,48E+03
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	1,11E-02	8,19E-03	4,00E-04	1,59E-04	2,63E-03	-2,45E-04
Climate change - Fossil	kg CO2 eq	2,58E+03	1,23E+03	2,95E+02	4,53E+01	6,67E+02	3,44E+02
Climate change - Biogenic	kg CO2 eq	6,05E-01	2,00E+00	6,05E-01	1,61E-02	7,69E-01	-2,78E+00
Climate change - Land use and LU change	kg CO2 eq	5,77E-01	3,96E-01	1,77E-02	1,80E-02	1,57E-01	-1,12E-02

Tabella 37 Risultati di impatto caratterizzati riferiti al Prodotto Rappresentativo 3

Categoria d'impatto	Unità	Totale	Materie Prime	Processo produttivo	Distribuzione	Fase d'uso (installazione)	Fine Vita
Climate change	kg CO2 eq	1,44E+03	5,52E+02	7,08E+01	2,05E+01	6,45E+02	1,54E+02

Categoria d'impatto	Unità	Totale	Materie Prime	Processo produttivo	Distribuzione	Fase d'uso (installazione)	Fine Vita
Ozone depletion	kg CFC11 eq	1,56E-04	1,66E-05	1,07E-05	4,77E-06	1,31E-04	-7,57E-06
Ionising radiation	kBq U-235 eq	1,10E+02	3,75E+01	6,32E+00	1,60E+00	7,45E+01	-9,71E+00
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	9,58E+00	1,88E+00	1,29E-01	1,11E-01	7,58E+00	-1,21E-01
Particulate matter	disease inc.	1,76E-04	2,05E-05	8,39E-07	1,82E-06	1,54E-04	-1,22E-06
Human toxicity, non-cancer	CTUh	8,76E-06	3,42E-06	2,60E-07	2,55E-07	5,92E-06	-1,10E-06
Human toxicity, cancer	CTUh	5,47E-07	1,64E-07	1,11E-08	7,88E-09	3,40E-07	2,38E-08
Acidification	mol H+ eq	7,96E+00	2,01E+00	2,34E-01	1,04E-01	5,95E+00	-3,40E-01
Eutrophication, freshwater	kg P eq	1,11E-01	7,98E-02	9,35E-03	1,33E-03	4,15E-02	-2,06E-02
Eutrophication, marine	kg N eq	3,30E+00	3,77E-01	4,22E-02	3,57E-02	2,50E+00	3,53E-01
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	3,21E+01	3,97E+00	4,34E-01	3,90E-01	2,75E+01	-2,49E-01
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	9,91E+03	2,94E+03	4,46E+02	2,43E+02	6,74E+03	-4,61E+02
Land use	Pt	7,28E+03	6,47E+02	1,18E+02	2,14E+02	6,38E+03	-8,18E+01
Water use	m3 depriv.	5,60E+02	4,35E+02	1,81E+01	9,35E-01	1,55E+02	-4,81E+01
Resource use, fossils	MJ	2,92E+04	1,94E+04	1,05E+03	3,12E+02	9,55E+03	-1,12E+03
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	6,30E-03	3,69E-03	1,05E-04	7,18E-05	2,54E-03	-1,10E-04
Climate change - Fossil	kg CO2 eq	1,44E+03	5,50E+02	7,05E+01	2,05E+01	6,44E+02	1,55E+02
Climate change - Biogenic	kg CO2 eq	6,55E-01	8,90E-01	2,53E-01	7,27E-03	7,62E-01	-1,26E+00
Climate change - Land use and LU change	kg CO2 eq	3,36E-01	1,75E-01	5,19E-03	8,10E-03	1,52E-01	-5,04E-03

Tabella 38 Risultati di impatto caratterizzati riferiti al Prodotto Rappresentativo 4

Categoria d'impatto	Unità	Totale	Materie Prime	Processo produttivo	Distribuzione	Fase d'uso (installazione)	Fine Vita
Climate change	kg CO2 eq	6,96E+02	4,86E+02	5,57E+01	1,66E+01	1,40E+01	1,25E+02
Ozone depletion	kg CFC11 eq	1,94E-05	1,36E-05	7,73E-06	3,86E-06	3,98E-07	-6,12E-06
Ionising radiation	kBq U-235 eq	2,65E+01	2,81E+01	4,39E+00	1,30E+00	5,56E-01	-7,85E+00

Categoria d'impatto	Unità	Totale	Materie Prime	Processo produttivo	Distribuzione	Fase d'uso (installazione)	Fine Vita
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	1,92E+00	1,80E+00	9,12E-02	9,00E-02	3,81E-02	-9,78E-02
Particulate matter	disease inc.	1,95E-05	1,80E-05	5,77E-07	1,48E-06	3,82E-07	-9,90E-07
Human toxicity, non-cancer	CTUh	2,68E-06	3,13E-06	1,71E-07	2,06E-07	5,82E-08	-8,87E-07
Human toxicity, cancer	CTUh	1,86E-07	1,47E-07	8,73E-09	6,38E-09	3,70E-09	1,93E-08
Acidification	mol H+ eq	2,02E+00	2,01E+00	1,63E-01	8,39E-02	4,10E-02	-2,75E-01
Eutrophication, freshwater	kg P eq	6,50E-02	7,28E-02	6,40E-03	1,08E-03	1,37E-03	-1,66E-02
Eutrophication, marine	kg N eq	7,61E-01	3,93E-01	3,83E-02	2,89E-02	1,50E-02	2,86E-01
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	4,70E+00	4,18E+00	3,10E-01	3,16E-01	9,31E-02	-2,01E-01
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	3,44E+03	3,22E+03	3,17E+02	1,97E+02	7,12E+01	-3,73E+02
Land use	Pt	8,39E+02	6,33E+02	8,29E+01	1,73E+02	1,65E+01	-6,62E+01
Water use	m3 depriv.	3,17E+02	3,37E+02	1,20E+01	7,56E-01	6,44E+00	-3,89E+01
Resource use, fossils	MJ	1,68E+04	1,63E+04	7,49E+02	2,52E+02	3,32E+02	-9,05E+02
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	3,22E-03	3,11E-03	7,30E-05	5,81E-05	6,35E-05	-8,93E-05
Climate change - Fossil	kg CO2 eq	6,96E+02	4,85E+02	5,56E+01	1,66E+01	1,39E+01	1,26E+02
Climate change - Biogenic	kg CO2 eq	-5,58E-02	7,84E-01	1,67E-01	5,88E-03	4,26E-03	-1,02E+00
Climate change - Land use and LU change	kg CO2 eq	1,73E-01	1,64E-01	3,72E-03	6,56E-03	3,41E-03	-4,08E-03

Tabella 39 Risultati di impatto normalizzati riferiti al Prodotto Rappresentativo 1

Categoria d'impatto	Unità	Totale	Materie Prime	Processo produttivo	Distribuzione	Fase d'uso (installazione)	Fine Vita
Climate change	person eq.	1,15E-01	5,77E-02	1,01E-02	2,05E-03	2,98E-02	1,54E-02
Ozone depletion	person eq.	1,32E-03	2,31E-04	2,48E-04	7,20E-05	8,87E-04	-1,14E-04
Ionising radiation	person eq.	1,30E-02	6,84E-03	1,16E-03	3,07E-04	6,59E-03	-1,86E-03
Photochemical ozone formation	person eq.	1,10E-01	4,12E-02	3,25E-03	2,22E-03	6,58E-02	-2,41E-03
Particulate matter	person eq.	1,22E-01	2,88E-02	1,20E-03	2,48E-03	9,14E-02	-1,66E-03
Human toxicity, non-cancer	person eq.	2,25E-02	1,29E-02	1,03E-03	8,98E-04	1,16E-02	-3,86E-03
Human toxicity, cancer	person eq.	1,82E-02	8,32E-03	6,32E-04	3,77E-04	7,78E-03	1,14E-03
Acidification	person eq.	7,22E-02	3,29E-02	3,78E-03	1,51E-03	3,90E-02	-4,95E-03
Eutrophication, freshwater	person eq.	5,18E-02	4,30E-02	4,61E-03	6,69E-04	1,38E-02	-1,04E-02
Eutrophication, marine	person eq.	8,14E-02	1,80E-02	2,32E-03	1,48E-03	4,50E-02	1,46E-02
Eutrophication, terrestrial	person eq.	7,89E-02	2,11E-02	2,44E-03	1,79E-03	5,47E-02	-1,14E-03
Ecotoxicity, freshwater	person eq.	1,33E-01	6,58E-02	9,11E-03	4,61E-03	6,20E-02	-8,73E-03
Land use	person eq.	3,80E-03	7,02E-04	1,25E-04	2,12E-04	2,84E-03	-8,07E-05
Water use	person eq.	3,70E-02	3,00E-02	1,30E-03	6,59E-05	8,98E-03	-3,39E-03
Resource use, fossils	person eq.	3,11E-01	2,46E-01	1,82E-02	3,88E-03	5,71E-02	-1,39E-02
Resource use, minerals and metals	person eq.	6,66E-02	4,79E-02	1,71E-03	9,12E-04	1,74E-02	-1,40E-03

Tabella 40 Risultati di impatto normalizzati riferiti al Prodotto Rappresentativo 2

Categoria d'impatto	Unità	Totale	Materie Prime	Processo produttivo	Distribuzione	Fase d'uso (installazione)	Fine Vita
Climate change	person eq.	3,19E-01	1,52E-01	3,65E-02	5,60E-03	8,25E-02	4,22E-02
Ozone depletion	person eq.	3,88E-03	5,63E-04	9,67E-04	1,97E-04	2,47E-03	-3,12E-04
Ionising radiation	person eq.	3,63E-02	1,92E-02	3,50E-03	8,42E-04	1,79E-02	-5,10E-03
Photochemical ozone formation	person eq.	3,04E-01	1,04E-01	1,17E-02	6,07E-03	1,88E-01	-6,60E-03
Particulate matter	person eq.	3,41E-01	7,47E-02	3,90E-03	6,79E-03	2,60E-01	-4,55E-03
Human toxicity, non-cancer	person eq.	5,50E-02	3,33E-02	3,58E-03	2,46E-03	2,62E-02	-1,06E-02

Categoria d'impatto	Unità	Totale	Materie Prime	Processo produttivo	Distribuzione	Fase d'uso (installazione)	Fine Vita
Human toxicity, cancer	person eq.	4,84E-02	2,17E-02	2,05E-03	1,03E-03	2,04E-02	3,12E-03
Acidification	person eq.	1,93E-01	8,14E-02	1,27E-02	4,13E-03	1,08E-01	-1,35E-02
Eutrophication, freshwater	person eq.	1,27E-01	1,12E-01	1,43E-02	1,83E-03	2,70E-02	-2,83E-02
Eutrophication, marine	person eq.	2,24E-01	4,38E-02	7,41E-03	4,04E-03	1,29E-01	4,00E-02
Eutrophication, terrestrial	person eq.	2,18E-01	5,11E-02	8,61E-03	4,89E-03	1,56E-01	-3,12E-03
Ecotoxicity, freshwater	person eq.	3,33E-01	1,54E-01	2,96E-02	1,26E-02	1,60E-01	-2,39E-02
Land use	person eq.	1,03E-02	1,74E-03	4,09E-04	5,79E-04	7,81E-03	-2,21E-04
Water use	person eq.	9,34E-02	8,39E-02	4,23E-03	1,80E-04	1,44E-02	-9,29E-03
Resource use, fossils	person eq.	8,56E-01	6,60E-01	6,82E-02	1,06E-02	1,55E-01	-3,81E-02
Resource use, minerals and metals	person eq.	1,75E-01	1,29E-01	6,28E-03	2,50E-03	4,14E-02	-3,84E-03

Tabella 41 Risultati di impatto normalizzati riferiti al Prodotto Rappresentativo 3

Categoria d'impatto	Unità	Totale	Materie Prime	Processo produttivo	Distribuzione	Fase d'uso (installazione)	Fine Vita
Climate change	person eq.	1,78E-01	6,81E-02	8,74E-03	2,53E-03	7,97E-02	1,90E-02
Ozone depletion	person eq.	2,90E-03	3,09E-04	1,99E-04	8,90E-05	2,45E-03	-1,41E-04
Ionising radiation	person eq.	2,61E-02	8,89E-03	1,50E-03	3,80E-04	1,77E-02	-2,30E-03
Photochemical ozone formation	person eq.	2,36E-01	4,64E-02	3,18E-03	2,74E-03	1,87E-01	-2,98E-03
Particulate matter	person eq.	2,96E-01	3,44E-02	1,41E-03	3,06E-03	2,59E-01	-2,06E-03
Human toxicity, non-cancer	person eq.	3,82E-02	1,49E-02	1,13E-03	1,11E-03	2,58E-02	-4,78E-03
Human toxicity, cancer	person eq.	3,24E-02	9,71E-03	6,59E-04	4,66E-04	2,01E-02	1,41E-03
Acidification	person eq.	1,43E-01	3,62E-02	4,21E-03	1,87E-03	1,07E-01	-6,11E-03
Eutrophication, freshwater	person eq.	6,93E-02	4,96E-02	5,82E-03	8,27E-04	2,58E-02	-1,28E-02
Eutrophication, marine	person eq.	1,69E-01	1,93E-02	2,16E-03	1,83E-03	1,28E-01	1,81E-02
Eutrophication, terrestrial	person eq.	1,81E-01	2,25E-02	2,45E-03	2,21E-03	1,56E-01	-1,41E-03
Ecotoxicity, freshwater	person eq.	2,32E-01	6,89E-02	1,04E-02	5,70E-03	1,58E-01	-1,08E-02
Land use	person eq.	8,88E-03	7,90E-04	1,44E-04	2,62E-04	7,78E-03	-9,98E-05

Categoria d'impatto	Unità	Totale	Materie Prime	Processo produttivo	Distribuzione	Fase d'uso (installazione)	Fine Vita
Water use	person eq.	4,88E-02	3,79E-02	1,58E-03	8,15E-05	1,35E-02	-4,19E-03
Resource use, fossils	person eq.	4,48E-01	2,98E-01	1,62E-02	4,80E-03	1,47E-01	-1,72E-02
Resource use, minerals and metals	person eq.	9,89E-02	5,80E-02	1,65E-03	1,13E-03	3,99E-02	-1,74E-03

Tabella 42 Risultati di impatto normalizzati riferiti al Prodotto Rappresentativo 4

Categoria d'impatto	Unità	Totale	Materie Prime	Processo produttivo	Distribuzione	Fase d'uso (installazione)	Fine Vita
Climate change	person eq.	8,60E-02	6,00E-02	6,88E-03	2,05E-03	1,72E-03	1,54E-02
Ozone depletion	person eq.	3,62E-04	2,53E-04	1,44E-04	7,20E-05	7,42E-06	-1,14E-04
Ionising radiation	person eq.	6,28E-03	6,66E-03	1,04E-03	3,07E-04	1,32E-04	-1,86E-03
Photochemical ozone formation	person eq.	4,73E-02	4,43E-02	2,25E-03	2,22E-03	9,39E-04	-2,41E-03
Particulate matter	person eq.	3,27E-02	3,03E-02	9,70E-04	2,48E-03	6,42E-04	-1,66E-03
Human toxicity, non-cancer	person eq.	1,17E-02	1,36E-02	7,47E-04	8,98E-04	2,53E-04	-3,86E-03
Human toxicity, cancer	person eq.	1,10E-02	8,73E-03	5,17E-04	3,77E-04	2,19E-04	1,14E-03
Acidification	person eq.	3,64E-02	3,62E-02	2,93E-03	1,51E-03	7,39E-04	-4,95E-03
Eutrophication, freshwater	person eq.	4,05E-02	4,53E-02	3,98E-03	6,69E-04	8,50E-04	-1,04E-02
Eutrophication, marine	person eq.	3,89E-02	2,01E-02	1,96E-03	1,48E-03	7,67E-04	1,46E-02
Eutrophication, terrestrial	person eq.	2,66E-02	2,37E-02	1,75E-03	1,79E-03	5,27E-04	-1,14E-03
Ecotoxicity, freshwater	person eq.	8,05E-02	7,55E-02	7,43E-03	4,61E-03	1,67E-03	-8,73E-03
Land use	person eq.	1,02E-03	7,72E-04	1,01E-04	2,12E-04	2,01E-05	-8,07E-05
Water use	person eq.	2,76E-02	2,94E-02	1,05E-03	6,59E-05	5,62E-04	-3,39E-03
Resource use, fossils	person eq.	2,58E-01	2,51E-01	1,15E-02	3,88E-03	5,11E-03	-1,39E-02
Resource use, minerals and metals	person eq.	5,06E-02	4,89E-02	1,15E-03	9,12E-04	9,98E-04	-1,40E-03

Tabella 43 Risultati di impatto pesati riferiti al Prodotto Rappresentativo 1

Categoria d'impatto	Unità	Totale	Materie Prime	Processo produttivo	Distribuzione	Fase d'uso	Fine Vita
Climate change	Pt	2,42E-02	1,21E-02	2,12E-03	4,31E-04	6,27E-03	3,24E-03
Ozone depletion	Pt	8,35E-05	1,46E-05	1,56E-05	4,54E-06	5,60E-05	-7,20E-06
Ionising radiation	Pt	6,53E-04	3,43E-04	5,81E-05	1,54E-05	3,30E-04	-9,32E-05
Photochemical ozone formation	Pt	5,26E-03	1,97E-03	1,55E-04	1,06E-04	3,14E-03	-1,15E-04
Particulate matter	Pt	1,09E-02	2,58E-03	1,07E-04	2,22E-04	8,19E-03	-1,49E-04
Human toxicity, non-cancer	Pt	4,14E-04	2,37E-04	1,89E-05	1,65E-05	2,13E-04	-7,11E-05
Human toxicity, cancer	Pt	3,89E-04	1,77E-04	1,35E-05	8,04E-06	1,66E-04	2,43E-05
Acidification	Pt	4,48E-03	2,04E-03	2,35E-04	9,36E-05	2,42E-03	-3,07E-04
Eutrophication, freshwater	Pt	1,45E-03	1,20E-03	1,29E-04	1,87E-05	3,87E-04	-2,90E-04
Eutrophication, marine	Pt	2,41E-03	5,33E-04	6,88E-05	4,37E-05	1,33E-03	4,32E-04
Eutrophication, terrestrial	Pt	2,93E-03	7,83E-04	9,07E-05	6,63E-05	2,03E-03	-4,23E-05
Ecotoxicity, freshwater	Pt	2,55E-03	1,26E-03	1,75E-04	8,86E-05	1,19E-03	-1,68E-04
Land use	Pt	3,02E-04	5,58E-05	9,94E-06	1,68E-05	2,26E-04	-6,41E-06
Water use	Pt	3,15E-03	2,55E-03	1,10E-04	5,61E-06	7,64E-04	-2,89E-04
Resource use, fossils	Pt	2,59E-02	2,05E-02	1,51E-03	3,23E-04	4,75E-03	-1,16E-03
Resource use, minerals and metals	Pt	5,03E-03	3,62E-03	1,29E-04	6,89E-05	1,31E-03	-1,06E-04

Tabella 44 Risultati di impatto pesati riferiti al Prodotto Rappresentativo 2

Categoria d'impatto	Unità	Totale	Materie Prime	Processo produttivo	Distribuzione	Fase d'uso	Fine Vita
Climate change	Pt.	6,71E-02	3,20E-02	7,69E-03	1,18E-03	1,74E-02	8,88E-03
Ozone depletion	Pt.	2,45E-04	3,55E-05	6,10E-05	1,24E-05	1,56E-04	-1,97E-05
Ionising radiation	Pt.	1,82E-03	9,61E-04	1,75E-04	4,22E-05	8,96E-04	-2,55E-04
Photochemical ozone formation	Pt.	1,45E-02	4,99E-03	5,58E-04	2,90E-04	8,98E-03	-3,15E-04
Particulate matter	Pt.	3,05E-02	6,69E-03	3,50E-04	6,08E-04	2,33E-02	-4,08E-04
Human toxicity, non-cancer	Pt.	1,01E-03	6,13E-04	6,59E-05	4,53E-05	4,81E-04	-1,95E-04
Human toxicity, cancer	Pt.	1,03E-03	4,63E-04	4,38E-05	2,20E-05	4,35E-04	6,66E-05
Acidification	Pt.	1,20E-02	5,05E-03	7,88E-04	2,56E-04	6,71E-03	-8,40E-04

Categoria d'impatto	Unità	Totale	Materie Prime	Processo produttivo	Distribuzione	Fase d'uso	Fine Vita
Eutrophication, freshwater	Pt.	3,55E-03	3,13E-03	4,01E-04	5,13E-05	7,57E-04	-7,94E-04
Eutrophication, marine	Pt.	6,63E-03	1,30E-03	2,19E-04	1,20E-04	3,81E-03	1,18E-03
Eutrophication, terrestrial	Pt.	8,09E-03	1,90E-03	3,20E-04	1,81E-04	5,80E-03	-1,16E-04
Ecotoxicity, freshwater	Pt.	6,39E-03	2,97E-03	5,68E-04	2,43E-04	3,08E-03	-4,59E-04
Land use	Pt.	8,19E-04	1,38E-04	3,25E-05	4,60E-05	6,20E-04	-1,76E-05
Water use	Pt.	7,95E-03	7,14E-03	3,60E-04	1,54E-05	1,22E-03	-7,90E-04
Resource use, fossils	Pt.	7,12E-02	5,49E-02	5,67E-03	8,84E-04	1,29E-02	-3,17E-03
Resource use, minerals and metals	Pt.	1,32E-02	9,72E-03	4,74E-04	1,89E-04	3,13E-03	-2,90E-04

Tabella 45 Risultati di impatto pesati riferiti al Prodotto Rappresentativo 3

Categoria d'impatto	Unità	Totale	Materie Prime	Processo produttivo	Distribuzione	Fase d'uso	Fine Vita
Climate change	Pt.	1,55E-01	5,94E-02	4,64E-03	1,89E-03	8,78E-02	1,11E-03
Ozone depletion	Pt.	3,75E-02	1,43E-02	1,84E-03	5,33E-04	1,68E-02	4,01E-03
Ionising radiation	Pt.	1,83E-04	1,95E-05	1,25E-05	5,62E-06	1,55E-04	-8,90E-06
Photochemical ozone formation	Pt.	1,31E-03	4,45E-04	7,51E-05	1,90E-05	8,85E-04	-1,15E-04
Particulate matter	Pt.	1,13E-02	2,22E-03	1,52E-04	1,31E-04	8,92E-03	-1,42E-04
Human toxicity, non-cancer	Pt.	2,65E-02	3,08E-03	1,26E-04	2,75E-04	2,32E-02	-1,84E-04
Human toxicity, cancer	Pt.	7,02E-04	2,74E-04	2,08E-05	2,04E-05	4,75E-04	-8,79E-05
Acidification	Pt.	6,89E-04	2,07E-04	1,40E-05	9,94E-06	4,28E-04	3,00E-05
Eutrophication, freshwater	Pt.	8,88E-03	2,24E-03	2,61E-04	1,16E-04	6,64E-03	-3,79E-04
Eutrophication, marine	Pt.	1,94E-03	1,39E-03	1,63E-04	2,32E-05	7,23E-04	-3,58E-04
Eutrophication, terrestrial	Pt.	5,00E-03	5,71E-04	6,39E-05	5,41E-05	3,78E-03	5,35E-04
Ecotoxicity, freshwater	Pt.	6,73E-03	8,34E-04	9,10E-05	8,19E-05	5,78E-03	-5,22E-05
Land use	Pt.	4,46E-03	1,32E-03	2,01E-04	1,10E-04	3,03E-03	-2,07E-04
Water use	Pt.	7,05E-04	6,27E-05	1,14E-05	2,08E-05	6,18E-04	-7,93E-06
Resource use, fossils	Pt.	4,16E-03	3,23E-03	1,34E-04	6,93E-06	1,15E-03	-3,57E-04

Categoria d'impatto	Unità	Totale	Materie Prime	Processo produttivo	Distribuzione	Fase d'uso	Fine Vita
Resource use, minerals and metals	Pt.	3,73E-02	2,48E-02	1,34E-03	3,99E-04	1,22E-02	-1,43E-03

Tabella 46 Risultati di impatto pesati riferiti al Prodotto Rappresentativo 4

Categoria d'impatto	Unità	Totale	Materie Prime	Processo produttivo	Distribuzione	Fase d'uso	Fine Vita
Climate change	Pt.	5,89E-02	5,18E-02	3,43E-03	1,53E-03	1,18E-03	8,97E-04
Ozone depletion	Pt.	1,81E-02	1,26E-02	1,45E-03	4,31E-04	3,63E-04	3,24E-03
Ionising radiation	Pt.	2,28E-05	1,59E-05	9,09E-06	4,54E-06	4,68E-07	-7,20E-06
Photochemical ozone formation	Pt.	3,14E-04	3,34E-04	5,21E-05	1,54E-05	6,61E-06	-9,32E-05
Particulate matter	Pt.	2,26E-03	2,12E-03	1,07E-04	1,06E-04	4,49E-05	-1,15E-04
Human toxicity, non-cancer	Pt.	2,93E-03	2,72E-03	8,69E-05	2,22E-04	5,75E-05	-1,49E-04
Human toxicity, cancer	Pt.	2,14E-04	2,51E-04	1,37E-05	1,65E-05	4,66E-06	-7,11E-05
Acidification	Pt.	2,34E-04	1,86E-04	1,10E-05	8,04E-06	4,66E-06	2,43E-05
Eutrophication, freshwater	Pt.	2,26E-03	2,24E-03	1,82E-04	9,36E-05	4,58E-05	-3,07E-04
Eutrophication, marine	Pt.	1,13E-03	1,27E-03	1,11E-04	1,87E-05	2,38E-05	-2,90E-04
Eutrophication, terrestrial	Pt.	1,15E-03	5,96E-04	5,80E-05	4,37E-05	2,27E-05	4,32E-04
Ecotoxicity, freshwater	Pt.	9,87E-04	8,78E-04	6,51E-05	6,63E-05	1,95E-05	-4,23E-05
Land use	Pt.	1,55E-03	1,45E-03	1,43E-04	8,86E-05	3,20E-05	-1,68E-04
Water use	Pt.	8,13E-05	6,13E-05	8,03E-06	1,68E-05	1,59E-06	-6,41E-06
Resource use, fossils	Pt.	2,35E-03	2,50E-03	8,92E-05	5,61E-06	4,78E-05	-2,89E-04
Resource use, minerals and metals	Pt.	2,14E-02	2,09E-02	9,59E-04	3,23E-04	4,25E-04	-1,16E-03

Di seguito si riportano le elaborazioni condotte per l'identificazione delle categorie d'impatto rilevanti.

Tabella 47 Contributi delle categorie d'impatto rispetto al Single Score per i Prodotti Rappresentativi 1, 2 e 3

Categoria d'impatto	Prodotto Rappresentativo 1	Prodotto Rappresentativo 2	Prodotto Rappresentativo 3
Climate change	26,86%	27,28%	24,22%
Ozone depletion	0,09%	0,10%	0,12%
Ionising radiation	0,72%	0,74%	0,85%
Photochemical ozone formation	5,83%	5,90%	7,28%
Particulate matter	12,15%	12,41%	17,12%
Human toxicity, non-cancer	0,46%	0,41%	0,45%
Human toxicity, cancer	0,43%	0,42%	0,45%
Acidification	4,97%	4,86%	5,74%
Eutrophication, freshwater	1,61%	1,44%	1,25%
Eutrophication, marine	2,67%	2,69%	3,23%
Eutrophication, terrestrial	3,25%	3,29%	4,35%
Ecotoxicity, freshwater	2,83%	2,60%	2,88%
Land use	0,33%	0,33%	0,46%
Water use	3,49%	3,23%	2,68%
Resource use, fossils	28,72%	28,93%	24,10%
Resource use, minerals and metals	5,58%	5,37%	4,82%

Risultano quindi come categorie rilevanti per il Prodotto Rappresentativo 1 (secondo MGI), nell'ordine:

- Climate change (26,86%);
- Resource use, fossils (28,72%);
- Particulate matter (12,15%).

Risultano quindi come categorie rilevanti per il Prodotto Rappresentativo 2 (secondo MGI), nell'ordine:

- Climate change (27,28%);
- Resource use, fossils (28,93%);
- Particulate matter (12,41%).

Risultano quindi come categorie rilevanti per il Prodotto Rappresentativo 3 (secondo MGI), nell'ordine:

- Climate change (24,22%);
- Resource use, fossils (24,10%);
- Particulate matter (17,12%).

Complessivamente queste tre categorie di impatto per il Prodotto Rappresentativo 1 contribuiscono per il 67,73% del single score, per il Prodotto Rappresentativo 2 per il 68,62% e per il Prodotto Rappresentativo 3 per il 65,44%. Considerando la soglia di rilevanza prevista dalla metodologia PEF (80%), andrebbero considerate come rilevanti anche le categorie Photochemical ozone formation, Resource use (minerals and metals) e Acidification.

Tabella 48 Contributi delle categorie d'impatto rispetto al Single Score per il Prodotto Rappresentativo 4

Categoria d'impatto	Prodotto Rappresentativo 4
Climate change	30,77%
Ozone depletion	0,04%
Ionising radiation	0,53%
Photochemical ozone formation	3,84%
Particulate matter	4,98%
Human toxicity, non-cancer	0,36%
Human toxicity, cancer	0,40%
Acidification	3,84%
Eutrophication, freshwater	1,93%
Eutrophication, marine	1,96%
Eutrophication, terrestrial	1,68%
Ecotoxicity, freshwater	2,63%
Land use	0,14%
Water use	4,00%
Resource use, fossils	36,42%
Resource use, minerals and metals	6,49%

Risultano quindi come categorie rilevanti (secondo MGI), nell'ordine:

- Resource use, fossils (36,42%);
- Climate change (30,77%);
- Resource use, minerals and metals (6,49%).

Complessivamente queste tre categorie di impatto contribuiscono per il 73,68% del single score. Considerando la soglia di rilevanza prevista dalla metodologia PEF (80%), andrebbero considerate come rilevanti anche le categorie Particulate Matter (4,98%) e Water use (4,00%).

Di seguito si riportano i contributi ricalcolati tenendo conto del valore assoluto dei contributi negativi, in accordo con quanto previsto dalla metodologia di riferimento.

Tabella 49 Contributi delle diverse fasi del ciclo di vita nelle categorie d'impatto rilevanti per il Prodotto Rappresentativo 1

Categoria d'impatto	Totale	Materie Prime	Processo produttivo	Distribuzione	Fase d'uso	Fine Vita
Climate change	100%	50,17%	8,76%	1,78%	25,89%	13,39%
Particulate matter	100%	84,36%	3,51%	7,26%	-*	4,87%
Resource use, fossils	100%	72,54%	5,36%	1,14%	16,85%	4,11%

*Per la categoria Particulate Matter l'identificazione delle fasi del ciclo di vita rilevanti è stata fatta escludendo la fase d'uso, in quanto il contributo è superiore al 50% dell'impatto totale.

Tabella 50 Contributi delle diverse fasi del ciclo di vita nelle categorie d'impatto rilevanti per il Prodotto Rappresentativo 2

Categoria d'impatto	Totale	Materie Prime	Processo produttivo	Distribuzione	Fase d'uso	Fine Vita
Climate change	100%	47,67%	11,46%	1,76%	25,88%	13,23%
Particulate matter	100%	83,05%	4,34%	7,55%	-*	5,06%
Resource use, fossils	100%	70,81%	7,32%	1,14%	16,64%	4,09%

*Per la categoria Particulate Matter l'identificazione delle fasi del ciclo di vita rilevanti è stata fatta escludendo la fase d'uso, in quanto il contributo è superiore al 50% dell'impatto totale.

Tabella 51 Contributi delle diverse fasi del ciclo di vita nelle categorie d'impatto rilevanti per il Prodotto Rappresentativo 3

Categoria d'impatto	Totale	Materie Prime	Processo produttivo	Distribuzione	Fase d'uso	Fine Vita
Climate change	100%	38,25%	4,91%	1,42%	44,74%	10,69%
Particulate matter	100%	84,03%	3,45%	7,49%	-*	5,03%
Resource use, fossils	100%	61,66%	3,35%	0,99%	30,43%	3,57%

*Per la categoria Particulate Matter l'identificazione delle fasi del ciclo di vita rilevanti è stata fatta escludendo la fase d'uso, in quanto il contributo è superiore al 50% dell'impatto totale.

Tabella 52 Contributi delle diverse fasi del ciclo di vita nelle categorie d'impatto rilevanti per il Prodotto Rappresentativo 4

Categoria d'impatto	Totale	Materie Prime	Processo produttivo	Distribuzione	Fase d'uso	Fine Vita
Climate change	100%	69,72%	8,00%	2,38%	2,00%	17,90%
Resource use, fossils	100%	87,94%	4,04%	1,36%	1,79%	4,88%
Resource use, minerals and metals	100%	91,65%	2,15%	1,71%	1,87%	2,63%

L'analisi ha permesso di identificare come per tutte le categorie rilevanti analizzate le fasi "Materie Prime" siano le fasi significative. Per i Prodotti Rappresentativi 1,2, 3 risulta significativa anche la fase d'uso (installazione) per tutte le tre categorie. *Climate change* per la fase "Fine vita" risulta rilevante per tutti i Prodotti Rappresentativi di tubazioni in polietilene analizzate.

Allegato II – Fattori di normalizzazione

I fattori di normalizzazione da utilizzare nell'ambito della presente RCP sono quelli previsti dall'EF Method 3.0 che include i fattori di normalizzazione pubblicati in novembre 2019.

Allegato III – Fattori di pesatura

I fattori di pesatura da utilizzare nell'ambito della presente RCP sono quelli previsti dall'EF Method 3.0 che include i fattori di pesatura pubblicati in novembre 2019.

Allegato IV – Dati di foreground

Materiale/processo	Dato richiesto	Unità	Valore
Materie Prime			
Granuli PE e additivi in ingresso (se il processo di estrusione è sotto il controllo dell'azienda)	Origine dei granuli di PE/Additivi <i>oppure</i>	-	
	% PE da fornitori ITA	%	
	% PE da fornitori EU	%	
	% PE da fornitori Extra-EU	%	
	% Additivi da fornitori EU	%	
	% Additivi da fornitori Extra-EU	%	
	Tipologia di mezzo impiegato per l'approvvigionamento	-	
	Distanza percorsa per l'approvvigionamento	km	
	% HDPE Vergine	%	
% HDPE Riciclato	%		
Materiale per l'imballo delle tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi	Tipologia e quantità di materiale d'imballo	-	
	Tipologia di mezzo impiegato per l'approvvigionamento	-	
	Distanza percorsa per l'approvvigionamento	km	
Produzione			
Processo produttivo	Granuli di HDPE in input	Kg	
	Additivi in input	kg	
	Consumo di energia elettrica per il processo	kWh	
	Consumo di energia termica per il processo	MJ	
	% di scarto generato e inviato a trattamento durante il processo di estrusione	%	
	Destinazione dello scarto inviati all'esterno	-	
Mix energia elettrica	Energia elettrica prodotta da cogeneratore	%	
	Energia elettrica da fotovoltaico di proprietà	%	
	Energia elettrica da rete	%	
Mix energia termica	Energia termica da caldaia	%	
	Energia elettrica da cogeneratore	%	
Confezionamento delle tubazioni in polietilene per il trasporto dei fluidi (se previsto)	Tipologia di materiale in input (rifiuti da esterno, scarti interni)	-	
	Quantità di materiale in input	Kg	
Distribuzione			
Distribuzione delle tubazioni in polietilene per il trasporto di fluidi	Tipologia di mezzo utilizzato per la distribuzione	-	
	Distanza media percorsa dal mezzo	km	

Allegato V – Dati di background

In assenza di informazioni primarie sul consumo di energia frigorifera per il processo di estrusione, ove presente un sistema di raffreddamento, potrà essere utilizzato un valore pari a 0,804 MJ con il dataset *Heat, district or industrial, natural gas {RER}| market group for | Cut-off, U* (oppure il mix di energia termica specifico dell'azienda così come descritto in Tabella 17).

Per la caratterizzazione del consumo di energia elettrica prelevata da rete nazionale all'interno del processo è possibile fare riferimento al residual mix dello specifico paese analogamente a quanto fatto per la realtà italiana (Allegato VIII-1). Qualora non fosse noto il paese nel quale viene condotto il processo di estrusione è possibile fare riferimento al residual mix europeo. Per la determinazione della composizione del mix energetico si dovrà fare riferimento a quanto riportato da AIB – Association of issuing bodies nella versione più recente disponibile del report *“European Residual Mixes – Results of the calculation of residual mixes for the calendar year 2021”*.

Per la definizione dello scenario di gestione dello scarto generato dal processo di estrusione si dovrà fare riferimento ai parametri suggeriti dall'Annex C della linea guida *Suggestion for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method* (Zampori & Pant, 2019).

Allegato VI – Formula di allocazione per i materiali riciclati e recuperati (circular footprint)

L'allocazione per i materiali riciclati e recuperati viene eseguita secondo quanto previsto da questa RCP ed in conformità ai requisiti delle linee guida PEFCR ver 6.3 (EU,2018).

Allegato VII – Informazioni di base sulle scelte metodologiche attuate durante lo sviluppo della RCP

Lo sviluppo della presente RCP è stato eseguito seguendo in modo pedissequo le scelte metodologiche descritte dai documenti di riferimento elencati al §2.

Le principali deviazioni metodologiche riguardano la scelta delle banche dati di default dettata dall'attuale limitazione esistente in relazione all'uso delle banche dati PEF.

Per questo motivo nello sviluppo e redazione della presente RCP si è deciso di utilizzare la sola banca dati Ecoinvent 3.8. (cut-off by classification)

La scelta di ricorrere solamente a questa banca dati è stata dettata dalla volontà di avere dati secondari uniformi e basati su assunzioni metodologiche consistenti.

Per la definizione delle categorie di impatto rilevanti, sono state prese le tre categorie di impatto con il contributo maggiore, anche se rappresentano meno dell'80% dell'impatto totale.

Allegato VIII-1 – Modellazione dell'energia elettrica

Per la caratterizzazione del consumo di energia elettrica del processo di estrusione il mix elettrico deve essere modellato con i seguenti dataset, in base alla fonte di generazione dell'energia.

Fonte	Dataset
Energia elettrica da rete	<i>Residual mix (IT)*</i>
Autoproduzione tramite impianto solare fotovoltaico	<i>Electricity, low voltage {IT} electricity production, photovoltaic, 3kWp slanted-roof installation, single-Si, panel, mounted Cut-off, U</i>
Autoproduzione tramite cogeneratore	<i>Electricity, high voltage {IT} heat and power co-generation, natural gas, conventional power plant, 100MW electrical Cut-off, U</i>

*Per la modellazione dell'energia elettrica prelevata da rete ed utilizzata nella fase di produzione del prodotto si è fatto riferimento al Residual Mix italiano (riferito all'anno 2021).

Si è quindi fatto riferimento al Residual Mix per il mercato italiano proposto da AIB – Association of issuing bodies nel report “*European Residual Mixes – Results of the calculation of residual mixes for the calendar year 2021*”, i cui valori sono riassunti nella Tabella 53.

Successivamente il mix energetico è stato ricostruito utilizzando i processi contenuti nel database Ecoinvent 3.8. (cut-off by classification) Una volta caratterizzata l'energia elettrica ad alta tensione, è stato applicato il processo di conversione in media tensione presente in Ecoinvent 3.8. (cut-off by classification)

In particolare, la caratterizzazione del contributo di energia elettrica da nucleare è stata effettuata considerando i principali paesi dai quali l'Italia importa il vettore energetico (sono stati considerati i dati disponibili sul portale Eurostat, riferiti al 2020: Svizzera 51,70%, Francia 37,64% e Slovenia 10,66%). La ripartizione del solare nelle diverse tensioni è stata fatta sulla base dei dati riferiti al 2019 forniti dal GSE: alta tensione 7,50%, media tensione 55,00% e bassa tensione 37,60%.

Tabella 53 Ripartizione percentuale del mix energetico per le diverse fonti

Fonte	Residual Mix 2021
Renewables Unspecified	0,00%
Solar	5,24%
Wind	0,76%
Hydro&Marine	2,48%
Geothermal	0,00%
Biomass	2,33%
Nuclear	6,42%
Fossil Unspecified	1,80%
Lignite	0,19%
Hard Coal	12,75%
Gas	63,60%
Oil	4,43%
TOTALE	100,00%

Tabella 54 Caratterizzazione di 1 kWh di energia elettrica in alta tensione (residual mix)

Fonte	Dataset Ecoinvent	Quantità (kWh)
Solar	Electricity, low voltage {IT} electricity production, photovoltaic, 570kWp open ground installation, multi-Si Cut-off, U	0,0041
Wind	Electricity, high voltage {IT} electricity production, wind, <1MW turbine, onshore Cut-off, U	0,0022
Wind	Electricity, high voltage {IT} electricity production, wind, >3MW turbine, onshore Cut-off, U	0,0007
Wind	Electricity, high voltage {IT} electricity production, wind, 1-3MW turbine, onshore Cut-off, U	0,0051
Hydro	Electricity, high voltage {IT} electricity production, hydro, pumped storage Cut-off, U	0,0011
Hydro	Electricity, high voltage {IT} electricity production, hydro, reservoir, alpine region Cut-off, U	0,0160
Hydro	Electricity, high voltage {IT} electricity production, hydro, run-of-river Cut-off, U	0,0090
Geo	Electricity, high voltage {IT} electricity production, deep geothermal Cut-off, U	0,0000
Bio	Electricity, high voltage {IT} heat and power co-generation, biogas, gas engine Cut-off, U	0,0184
Bio	Electricity, high voltage {IT} heat and power co-generation, wood chips, 6667 kW, state-of-the-art 2014 Cut-off, U	0,0060
Nuclear	Electricity, high voltage {CH} electricity production, nuclear, pressure water reactor Cut-off, U	0,0194
Nuclear	Electricity, high voltage {CH} electricity production, nuclear, boiler water reactor Cut-off, U	0,0155
Nuclear	Electricity, high voltage {FR} electricity production, nuclear, pressure water reactor Cut-off, U	0,0254
Nuclear	Electricity, high voltage {SI} electricity production, nuclear, pressure water reactor Cut-off, U	0,0072
Lignite	Electricity, high voltage {IT} electricity production, lignite Cut-off, U	0,0020
Coal	Electricity, high voltage {IT} electricity production, hard coal Cut-off, U	0,1357
Coal	Electricity, high voltage {IT} heat and power co-generation, hard coal Cut-off, U	0,0005
Coal	Electricity, high voltage {IT} treatment of coal gas, in power plant Cut-off, U	0,0008
Gas	Electricity, high voltage {IT} electricity production, natural gas, combined cycle power plant Cut-off, U	0,2148
Gas	Electricity, high voltage {IT} electricity production, natural gas, conventional power plant Cut-off, U	0,0577
Gas	Electricity, high voltage {IT} heat and power co-generation, natural gas, combined cycle power plant, 400MW electrical Cut-off, U	0,2538
Gas	Electricity, high voltage {IT} heat and power co-generation, natural gas, conventional power plant, 100MW electrical Cut-off, U	0,1564
Gas	Electricity, high voltage {IT} treatment of blast furnace gas, in power plant Cut-off, U	0,0006
Oil	Electricity, high voltage {IT} heat and power co-generation, oil Cut-off, U	0,0391
Oil	Electricity, high voltage {IT} electricity production, oil Cut-off, U	0,0085
Perdite	Electricity, high voltage {IT} market for Cut-off, U	0,0250

Tabella 55 Caratterizzazione di 1 kWh di energia elettrica in media tensione (residual mix)

Fonte	Dataset Ecoinvent	Quantità (kWh)
Input Alta Tensione	Electricity, medium voltage {IT} electricity voltage transformation from high to medium voltage Cut-off, U	0,9712
Solar	Electricity, low voltage {IT} electricity production, photovoltaic, 570kWp open ground installation, multi-Si Cut-off, U	0,0288
Altro	Electricity, medium voltage {IT} electricity, from municipal waste incineration to generic market for Cut-off, U	0,0000
Perdite	Electricity, medium voltage {IT} market for Cut-off, U	0,0033

Tabella 56 Caratterizzazione di 1 kWh di energia elettrica in bassa tensione (residual mix)

Fonte	Dataset Ecoinvent	Quantità (kWh)
Input Media Tensione	Electricity, medium voltage {IT} electricity voltage transformation from high to medium voltage Cut-off, U	0,9803
Solar	Electricity, low voltage {IT} electricity production, photovoltaic, 3kWp slanted-roof installation, multi-Si, panel, mounted Cut-off, U	0,0109
Solar	Electricity, low voltage {IT} electricity production, photovoltaic, 3kWp slanted-roof installation, single-Si, panel, mounted Cut-off, U	0,0088
Perdite	Electricity, low voltage {IT} market for Cut-off, U	0,0227

Allegato IX-1 – Modellazione degli impatti nella categoria cambiamento climatico

Gli impatti ambientali per la categoria Climate Change devono essere modellati secondo quanto previsto dalla linea guida Suggestion for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method (Zampori & Pant, 2019).