



Analisi del ciclo di vita  
(LCA) della gestione rifiuti  
urbani di VERITAS:  
potenziali scenari di  
evoluzione per Venezia  
Centro Storico

**RAPPORTO DEFINITIVO**

VERSIONE 1.4

5 Ottobre 2021

<b>Titolo del rapporto</b>	Analisi del ciclo di vita (LCA) della gestione rifiuti urbani di VERITAS: potenziali scenari di evoluzione per Venezia Centro Storico.
	Rapporto Definitivo
<b>Contratto</b>	
<b>Data</b>	
<b>Versione</b>	1.4
<b>Autore</b>	Simonetta Tunesi – Consulenza Strategica Ambientale
<b>Nome Cliente</b>	VERITAS

#### Tracciabilità del documento

Versione	Revisione	Autori
Rapporto Intermedio 1.1	16 giugno 2021	S. Tunesi
Rapporto Intermedio 1.2	28 luglio 2021	S. Tunesi
Rapporto Intermedio 1.3	3 Agosto 2021	S. Tunesi
Rapporto definitivo 1.4	5 Ottobre 2021	S. Tunesi dopo Revisione Critica Preliminare

<b>EXECUTIVE SUMMARY</b> .....	<b>I</b>
<b>1 OBIETTIVO DELLO STUDIO LCA DELLA GESTIONE VERITAS</b> .....	<b>1</b>
1.1 QUADRO DI RIFERIMENTO E INTERESSE DI VERITAS.....	1
1.2 OBIETTIVI .....	2
1.3 FASI PRINCIPALI DELLO STUDIO.....	2
1.4 COMMITTENTE E DESTINATARI DELLO STUDIO LCA .....	3
1.5 PROCESSO DI REVISIONE CRITICA .....	3
<b>2 METODOLOGIA ADOTTATA PER LA DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI GESTIONE</b> .....	<b>4</b>
2.1 METODOLOGIA .....	4
2.2 IL RENDIMENTO AMBIENTALE DI SCENARI DI GESTIONE RIFIUTI: L'LCA APPLICATO A SISTEMI INTEGRATI.....	6
2.3 CONFINI DEL SISTEMA: IMPATTI DIRETTI ED EVITATI DELLA GESTIONE RIFIUTI.....	8
2.4 FUNZIONE E UNITÀ FUNZIONALE.....	9
2.4.1 <i>Quantità e composizione merceologica dell'Unita Funzionale</i> .....	9
2.5 SOFTWARE UTILIZZATO.....	10
2.6 ESCLUSIONI E CUT-OFF .....	11
2.7 MIX ELETTRICO ITALIANO E L'ANALISI DI SENSITIVITÀ ALL'ENERGIA MARGINALE.....	11
2.8 SELEZIONE DELLE CATEGORIE DI IMPATTO AMBIENTALE E DEI METODI DI VALUTAZIONE.....	12
<i>Anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) biogenica</i> .....	14
2.9 PROCEDURE DI ALLOCAZIONE .....	14
2.10 NECESSITÀ DI UNA BASE ESTESA DI DATI E TIPOLOGIA DEI DATI .....	15
<i>Qualità dei dati: dati primari e dati secondari</i> .....	15
<i>Contributo percentuale delle singole fasi gestionali al risultato complessivo</i> .....	16
<i>Qualità dei dati: valutazione</i> .....	18
2.11 LIMITAZIONI: INCERTEZZA ASSOCIATA AI RISULTATI LCA .....	21
<b>3 SCENARI DI GESTIONE: ELEMENTI COMUNI</b> .....	<b>22</b>
3.1 TUTTI GLI SCENARI: TERRITORIO SERVITO, QUANTITÀ TOTALE, COMPOSIZIONE MERCEOLOGICA E UNITÀ FUNZIONALE.....	22
3.1.1 <i>Quantità raccolte e abitanti serviti</i> .....	22
3.1.2 <i>Zone incluse nello studio sul Centro Storico</i> .....	23
3.1.3 <i>Unità funzionale: quantità e composizione dei rifiuti raccolti e gestiti</i> .....	23
3.2 TUTTI GLI SCENARI.....	25
3.3 RACCOLTA: CONFERIMENTO E CONTENITORI .....	25
3.3.1 <i>Sacca Fisola</i> .....	27
3.3.2 <i>Sant'Erasmo</i> .....	27
3.3.3 <i>Distribuzione su richiesta sacchetti di carta per carta</i> .....	28
3.3.4 <i>Potature</i> .....	29
3.3.5 <i>Ingombranti</i> .....	29
3.3.6 <i>Tessili</i> .....	29
3.3.7 <i>Spazzamento</i> .....	29
3.4 TUTTI GLI SCENARI - TRASPORTO E MEZZI .....	30
3.4.1 <i>Barche e Chiatte</i> .....	30
3.5 TUTTI GLI SCENARI: OPERAZIONI DI TRASFERIMENTO.....	33
3.6 TUTTI GLI SCENARI: SCARICO DALLA CHIATTA A STAZIONE DI TRAVASO .....	33
3.7 TUTTI GLI SCENARI: STAZIONE DI TRAVASO: FUSINA .....	34

3.8	TUTTI GLI SCENARI: FILIERE DEL RECUPERO DI MATERIA DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FRAZIONI SECHE.....	35
3.8.1	<i>Calcolo delle distanze</i> .....	36
3.8.2	<i>Carta a Impianto TERZI</i> .....	36
3.8.3	<i>Vetro, plastiche, lattine (VPL) a ECO-RICICLI</i> .....	37
3.8.4	<i>Vetro a impianto di preparazione</i> .....	38
3.8.5	<i>Lattine ferrose e non-ferrose a MR</i> .....	38
3.8.6	<i>Plastica a impianti seconda selezione</i> .....	38
3.9	TUTTI GLI SCENARI: TRASPORTI PER LE FILIERE DEL RECUPERO.....	39
<b>4</b>	<b>SCENARIO ENEL (SC-ENEL) .....</b>	<b>40</b>
4.1	SCENARIO ENEL: CONSUMI IMPIANTO DI LAVAGGIO.....	41
4.2	SCENARIO ENEL: RIFIUTI RESIDUI A PRE-TRATTAMENTO A ECOPROGETTO VENEZIA SRL .....	41
4.3	SCENARIO ENEL: CENTRALE ENEL .....	42
4.4	SCENARIO ENEL: CEMENTIFICI ITALIA ED ESTERO .....	42
4.5	SCENARIO ENEL: RECUPERO ENERGETICO IN TERMOVALORIZZATORI .....	42
4.6	SCENARIO ENEL 2019: DISCARICA.....	43
<b>5</b>	<b>SCENARIO A – AGGIORNAMENTO DEL POLO TECNOLOGICO VERITAS.....</b>	<b>44</b>
5.1	SCENARIO A - AGGIORNAMENTO: CONSUMI IMPIANTO DI LAVAGGIO.....	45
5.2	SCENARIO A: RIFIUTI RESIDUI A PRE-TRATTAMENTO A ECOPROGETTO VENEZIA SRL .....	45
5.3	SCENARIO A: CENTRALE EPV A BIOMASSE E RIFIUTI.....	46
<b>6</b>	<b>SCENARIO B: RACCOLTA DIFFERENZIATA ORGANICO .....</b>	<b>47</b>
	SCENARI B - ORGANICO: CONSUMI IMPIANTO DI LAVAGGIO .....	47
6.1	SCENARI B - DESTINAZIONE RD ORGANICO .....	48
<b>7</b>	<b>SINTESI DEGLI SCENARI.....</b>	<b>49</b>
<b>8</b>	<b>RISULTATI: SCENARI DI BASE .....</b>	<b>50</b>
8.1	RISCALDAMENTO GLOBALE POTENZIALE .....	51
8.1.1	<i>RISCALDAMENTO GLOBALE POTENZIALE - ENERGIA SOSTITUITA MIX ELETTRICO ITALIANO</i> .....	51
8.2	ESAURIMENTO RISORSE FOSSILI.....	56
8.2.1	<i>CONSUMO/RISPARMIO DI RISORSE FOSSILI - ENERGIA SOSTITUITA MIX ELETTRICO ITALIANO</i> .....	56
8.3	POTENZIALE DI ACIDIFICAZIONE .....	59
8.4	POTENZIALE DI ASSOTTIGLIAMENTO STRATO DI OZONO .....	61
<b>9</b>	<b>ANALISI DI SENSITIVITÀ RISPETTO ALL'ENERGIA MARGINALE.....</b>	<b>63</b>
9.1	RISCALDAMENTO GLOBALE POTENZIALE .....	63
9.2	ESAURIMENTO RISORSE FOSSILI.....	64
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>65</b>
10.1	CONSIDERAZIONI GESTIONALI .....	65
10.2	NOTA SULL'INCERTEZZA .....	66
	<b>ALLEGATO A VALORI DI OFFSET PER GLI IMPATTI EVITATI .....</b>	<b>68</b>
	<b>ALLEGATO B - FATTORI DI CARATTERIZZAZIONE .....</b>	<b>69</b>
	<b>ALLEGATO C CRITERI PER L'ASSEGNAZIONE DI UN VALORE DI QUALITÀ DEI DATI.....</b>	<b>73</b>
	<b>DICHIARAZIONE DI RIESAME CRITICO.....</b>	<b>74</b>

## EXECUTIVE SUMMARY

### OBIETTIVI

Lo studio si è posto l'obiettivo di valutare per il sistema di gestione dei rifiuti urbani a servizio del Centro Storico di Venezia:

1. l'effetto sul rendimento ambientale della chiusura della Centrale Termoelettrica di Fusina e dell'entrata in funzione della Centrale Ecoprogetto Venezia (di seguito EPV), considerate le condizioni di operatività a regime raggiungibili nel 2024;
2. la possibilità di modificare l'organizzazione della sola fase di raccolta rifiuti, con l'introduzione della raccolta differenziata della frazione organica.

L'ANALISI DEI FLUSSI dei rifiuti e la metodologia LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA) applicate al sistema di gestione VERITAS a servizio del Centro Storico del Comune di Venezia hanno permesso di:

- ✓ descrivere il sistema di gestione in cui il CSS in uscita dall'impianto di Ecoprogetto era avviato per recupero energetico alla centrale termoelettrica di Fusina:
  - **Scenario ENEL**
- ✓ formulare due (2) Scenari Alternativi:
  - **Scenario A:** modifica lo Scenario ENEL per il funzionamento dell'impianto di pre-trattamento dei rifiuti residui e la destinazione del CSS, qui avviato a combustione nella Centrale EPV a gestione Veritas (anno di riferimento 2024)
  - **Scenario B:** modifica lo scenario A introducendo la raccolta differenziata della frazione organica nel Centro Storico di Venezia (rimangono invariati gli impianti di pre-trattamento e di recupero energetico).

Lo Scenario B è presentato con due (2) sotto-scenari:

Scenario B-ORG assume che gli scarti derivanti dalle operazioni di pulizia della frazione organica negli impianti di digestione anaerobica siano il 5%;

Scenario B ORG-15 assume che gli scarti derivanti dalle operazioni di pulizia della frazione organica negli impianti di digestione anaerobica siano il 15%.

Gli scarti della frazione organica sono avviati all'impianto di pre-trattamento Ecoprogetto.

- ✓ comparare il rendimento ambientale dei 3 scenari per selezionate categorie di impatto.

### METODOLOGIA

Lo strumento adottato per descrivere lo Scenario ENEL al 2019 e formulare gli Scenari Alternativi è l'ANALISI DEI FLUSSI DEI RIFIUTI DELL'INTERO SISTEMA DI GESTIONE. Questo strumento richiede la descrizione completa e dettagliata dei flussi dei rifiuti che compongono le diverse fasi gestionali, mediante la raccolta ed elaborazione di una elevata mole di dati.

La riduzione dell'incertezza nella descrizione dello Scenario ENEL e nella formulazione degli Scenari Alternativi, ha richiesto un notevole impegno del personale di VERITAS, sia per la descrizione di dettaglio delle modalità di raccolta rifiuti sia per l'elaborazione dei dati necessari a descrivere i flussi alle destinazioni successive alla Stazione di Travaso. Si sottolinea che il dettaglio di questa analisi è stato

reso possibile dall'elevato grado di conoscenza delle singole filiere assicurato da VERITAS mediante gli studi di tracciabilità condotti annualmente.

La figura seguente restituisce la visualizzazione dell'assieme del sistema di gestione descritto dallo SC-A, evidenziando i tre sotto-servizi svolti da VERITAS.

## SINTESI DEI RISULTATI E CONCLUSIONI

La Tabella seguente sintetizza i risultati del presente studio ed evidenzia, per SC-A e SC-B per ogni categoria di impatto ambientale considerata, gli scenari col rendimento ambientale più elevato (verde) e inferiore (rosso).

Lo SC-ENEL descrive una situazione di gestione rifiuti pregressa, conclusa a seguito della chiusura della centrale ENEL di Fusina e definisce la situazione di riferimento più recente.

- ➔ SC-ENEL, in cui il CSS in uscita dall'impianto di pre-trattamento Ecoprogetto, prodotto in condizioni di consumi dell'impianto elevati, era avviato alla centrale termoelettrica in cui sostituiva carbone, risulta in minori emissioni di gas climalteranti ma in impatti maggiori per le altre 3 categorie ambientali considerate.

	SCENARIO	RISCALDAMENTO GLOBALE POTENZIALE (t CO <sub>2</sub> eq)	ESAURIMENTO RISORSE FOSSILI (GJ)	POTENZIALE DI ACIDIFICAZIONE (moli H <sup>+</sup> eq.)	POTENZIALE ASSOTTIGLIAMENTO STRATO DI OZONO (kg CFC-11/ anno)
Scenari di base En. Marginale: mix elettrico italiano	SC-ENEL	50	-261.671	-6.069	3,56
	SC-A	541	-271.131	-25.398	1,63
	SC-B ORG 5%	458	-264.147	-24.612	2,10
	SC-B ORG 15%	644	-264.150	-24.092	2,11

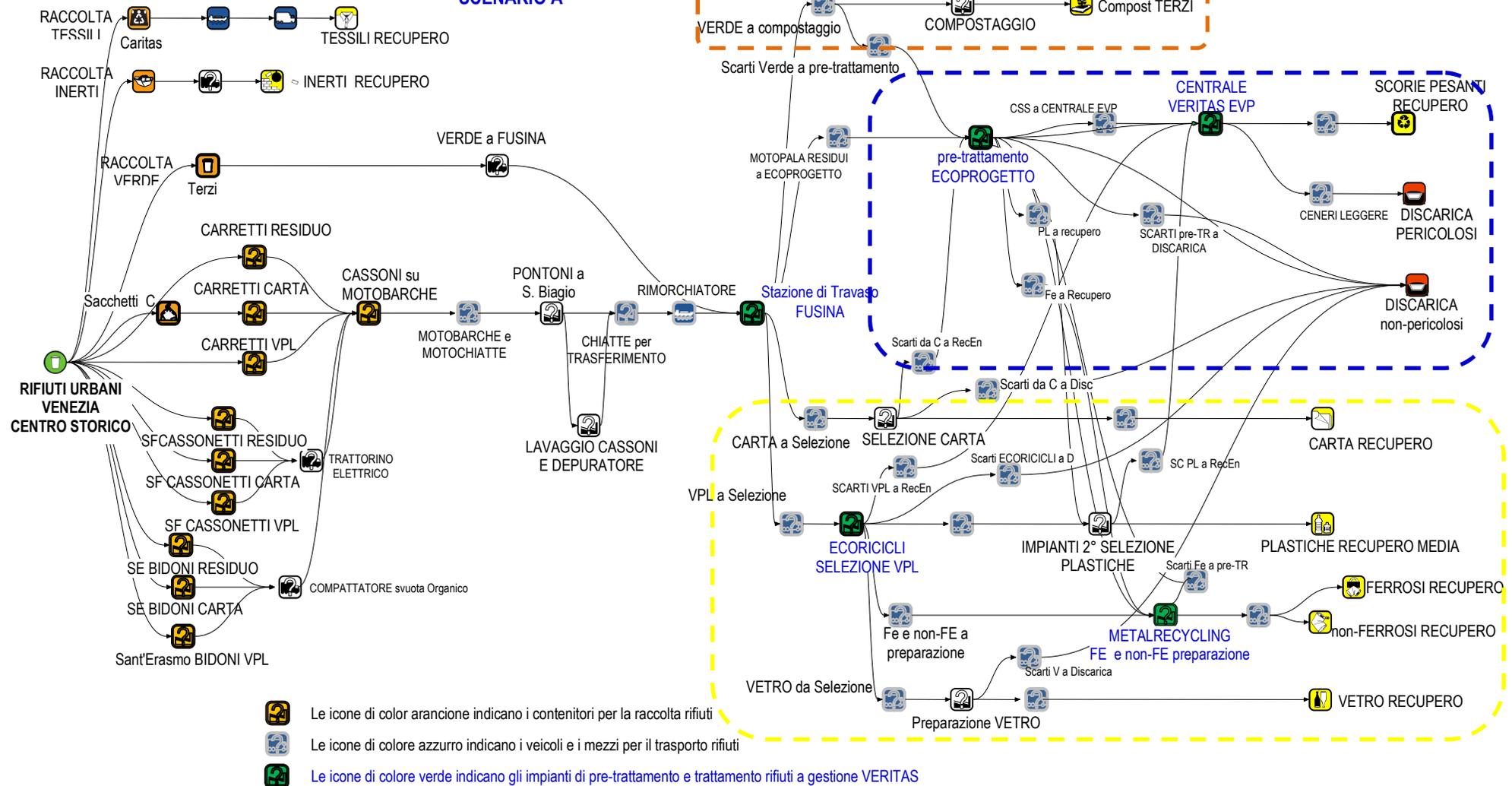
Nessuno scenario, tra gli SC-A e SC-B, presenta il rendimento ambientale migliore per tutte le categorie di impatto.

- SC-A risulta nel rendimento ambientale migliore per le categorie:
  - esaurimento di risorse fossili
  - potenziale di acidificazione
  - potenziale assottigliamento strato di ozono.
- SC-B ORG 5% mostra le minori emissioni equivalenti di gas climalteranti (miglior rendimento per la categoria Riscaldamento Globale Potenziale).
- Al contempo lo SC-B ORG 15% mostra le maggiori emissioni di gas climalteranti, evidenziando che assumere un quantitativo di scarti più vicino a valori di benchmark è sufficiente ad invertire il rapporto del rendimento ambientale rispetto allo SC-A.3.

VERITAS VENEZIA CENTRO STORICO 2019

SCENARIO A

VENEZIA CENTRO STORICO  
SCENARIO A



Si è valutato l'effetto della modifica dell'energia marginale (tipologia di energia sostituita dall'energia ricavata da trattamento termico dei rifiuti) con gas naturale (CCGT) (risultati non mostrati):

- SC-A mostra per il riscaldamento globale potenziale un rendimento inferiore a entrambi gli SC-B (maggiori emissioni equivalenti)
  - SC-A rimane lo scenario a rendimento maggiore per il risparmio di risorse fossili.
- L'analisi di dettaglio degli impatti associati alle diverse fasi della gestione rifiuti, ha evidenziato che per le categorie riscaldamento globale potenziale e potenziale di acidificazione, ogni modifica gestionale che porti alla riduzione dei chilometri percorsi dai rifiuti risulterebbe in un impatto significativo sul rendimento ambientale diminuendo le emissioni dirette.
- ➔ In sintesi: l'introduzione della raccolta differenziata della frazione organica nel Centro Storico di Venezia (SC-B) non risulterebbe, per un'ampia gamma di condizioni operative, in un miglioramento del rendimento ambientale rispetto al sistema di gestione attuale.

#### **NOTA SULL'INCERTEZZA**

Gli scenari modellizzati per descrivere le situazioni a raggiungimento delle operatività a regime (assunta al 2024), SC-A e SC-B, sono affetti dall'incertezza associata all'aver utilizzato dati di progetto per modellare l'impianto di pre-trattamento Ecoprogetto e la Centrale EPV (raggiungimento condizioni operative a regime prevista per il 2024).

Considerata la rilevanza di questa tipologia di dati sul valore dell'impatto complessivo del singolo scenario, si indica la possibilità che, a raggiungimento delle condizioni operative a regime, la valutazione del rendimento ambientale di scenari che prevedono della raccolta differenziata della frazione organica sia sottoposta ad aggiornamento.

# 1 OBIETTIVO DELLO STUDIO LCA DELLA GESTIONE VERITAS

## 1.1 QUADRO DI RIFERIMENTO E INTERESSE DI VERITAS

L'aggiornamento tecnologico dell'impianto di incenerimento e co-incenerimento – d'ora in avanti denominato Centrale EPV – operante all'interno del Polo Impiantistico di Fusina, da parte della società Ecoprogetto Venezia srl, è stato approvato con D.G.R. Veneto il 26 ottobre 2020. Il D.G.R. autorizza al trattamento per combustione un totale di 120.000 t/anno, di cui 81.000 t/anno da CSS proveniente da rifiuti urbani residui.

L'aggiornamento tecnologico del Polo Impiantistico, che prevede anche interventi sull'impianto di Ecoprogetto di produzione di CSS da rifiuti urbani, rappresenta un'evoluzione della gestione rifiuti per il territorio veneziano poiché fornisce un contributo significativo al soddisfacimento della auto-sufficienza territoriale nella gestione dei rifiuti urbani, garantendo al contempo l'ottimizzazione del recupero di materia ed energia da rifiuti.

La garanzia dell'autosufficienza territoriale è un elemento gestionale rilevante a fronte della chiusura della centrale termoelettrica di Fusina che utilizzava CSS ottenuto nell'impianto di Ecoprogetto per sostituire il 5% in peso del carbone combustibile.

A seguito dei mutamenti nella gestione indotti dalla chiusura della centrale termoelettrica di Fusina e dell'aggiornamento tecnologico del Polo Impiantistico, questo studio analizza per la zona di Venezia Centro Storico il variare di selezionati impatti ambientali associati a diversi scenari di gestione rifiuti.

Per descrivere visivamente e modellizzare quantitativamente scenari di gestione che possono essere sviluppati a servizio del Centro Storico del Comune di Venezia questo studio " Analisi del ciclo di vita (LCA) della gestione rifiuti urbani di VERITAS: potenziali scenari di evoluzione per Venezia Centro Storico" utilizza la metodologia definita ANALISI DEI FLUSSI DEI RIFIUTI.

L'Analisi dei Flussi è uno strumento di supporto alle decisioni di pianificazione che:

- descrive il sistema di gestione rifiuti in essere nella sua completezza, restituendo la ricostruzione in dettaglio di tutte le operazioni svolte: questo permette il confronto tra scenari assicurando che tutte le quantità di rifiuti siano seguite fino al trattamento o smaltimento finale;
- facilita la formulazione di scenari alternativi di modifica del sistema in essere;
- fornisce la base per confrontare mediante LCA il rendimento ambientale dei diversi scenari.

Questa metodologia è stata applicata per valutare scelte di pianificazione a scala regionale e in singoli bacini di gestione<sup>1,2</sup>, individuando le forme organizzative, le tecnologie e gli impianti che aumentano / riducono gli impatti ambientali di un sistema di gestione rifiuti, considerato nella sua interezza.

L'applicazione al territorio di Venezia Centro Storico dell'Analisi dei Flussi e del metodo di LCA è stata resa possibile grazie all'elevato dettaglio di organizzazione ed elaborazione di dati aggiornati messi a disposizione dalla struttura tecnica di VERITAS.

---

<sup>1</sup> Regione Emilia Romagna, 2016. "Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti - 2020 – Relazione generale".

<sup>2</sup> S. Tunesi, S. Baroni, S. Boarini. 2016. "Waste flow analysis and LCA of integrated waste management systems as planning tools: application to optimise the system of the City of Bologna". Waste Management & Research, 34, 9, 947-956 – Selected for the special issue for the IWSA 2016 Congress; UTILITALIA, Settembre 2020. "Gestione dei rifiuti urbani – Scenari di Sviluppo infrastrutturale: comparazione del rendimento ambientale".

## 1.2 OBIETTIVI

Lo studio si è posto gli obiettivi di valutare, per il sistema di gestione dei rifiuti urbani a servizio del Centro Storico di Venezia:

3. l'effetto sul rendimento ambientale della chiusura della centrale termoelettrica di Fusina e dell'entrata in funzione della Centrale EPV, considerate le condizioni di operatività a regime raggiungibili nel 2024;
4. la possibilità di modificare l'organizzazione della sola fase di raccolta rifiuti, con l'introduzione della raccolta differenziata della frazione organica.

L'ANALISI DEI FLUSSI dei rifiuti e la metodologia LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA) applicate al sistema di gestione VERITAS a servizio del Centro Storico del Comune di Venezia hanno permesso di:

- ✓ descrivere il sistema di gestione in cui il CSS prodotto nell'impianto di Ecoprogetto era avviato prevalentemente per recupero energetico alla centrale termoelettrica di Fusina: **Scenario ENEL**
- ✓ formulare 2 Scenari Alternativi:
  - **Scenario A:** modifica lo Scenario ENEL per quanto riguarda il funzionamento dell'impianto di pre-trattamento dei rifiuti residui e la destinazione del CSS, qui avviato a combustione nella Centrale EPV (2024).
  - **Scenario B:** modifica lo scenario A introducendo la raccolta differenziata della frazione organica nel Centro Storico di Venezia (rimangono invariati gli impianti di pre-trattamento e di recupero energetico).

SC-B è presentato da 2 sottoscenari:

Scenario B-ORG assume che gli scarti derivanti dalle operazioni di pulizia della frazione organica negli impianti di digestione anaerobica siano il 5%;

Scenario B ORG-15 assume che gli scarti derivanti dalle operazioni di pulizia della frazione organica negli impianti di digestione anaerobica siano il 15%.

- ✓ comparare il rendimento ambientale dei 3 scenari per selezionate categorie di impatto.

## 1.3 FASI PRINCIPALI DELLO STUDIO

Le principali fasi con cui è stato condotto lo studio sono:

1. definizione della struttura dei dati necessari a descrivere il sistema di gestione e a formulare gli scenari alternativi (schede di raccolta dati primari specificamente predisposte)
2. per ogni fase della gestione, VERITAS ha compilato le schede di raccolta dati; questa attività è stata accompagnata dal supporto alla validazione e selezione dei dati primari disponibili
3. formulazione dello Scenario ENEL (con descrizione percentuale dei flussi corrispondente al 2019) e quantificazione dei flussi dei rifiuti che attraversano l'intero sistema integrato di gestione
4. formulazione di due Scenari Alternativi (2024) che introducono modifiche organizzative e infrastrutturali che riflettono l'aggiornamento tecnologico del Polo Impiantistico VERITAS e la potenziale introduzione della raccolta differenziata della frazione umida nel Centro Storico di Venezia

5. calcolo del rendimento ambientale mediante LCA, per selezionate categorie di impatto e confronto tra lo Scenario ENEL e gli scenari Alternativi
6. redazione di un Rapporto Intermedio per una prima verifica da parte di VERITAS della rispondenza degli scenari formulati alle necessità della pianificazione
7. completamento dell'analisi e introduzione delle necessarie revisioni
8. redazione del Rapporto Finale, contenente raccomandazioni in merito alle strategie di evoluzione del sistema di gestione
9. Revisione Critica del Rapporto Finale.

#### **1.4 COMMITTENTE E DESTINATARI DELLO STUDIO LCA**

Il Committente dello studio è VERITAS.

La descrizione dello Scenario ENEL, la formulazione e la comparazione con Scenari Alternativi e la discussione dei risultati sono rivolti in prevalenza alla Dirigenza e ai Tecnici di VERITAS al fine di supportare scelte organizzative ed infrastrutturali mirate all'incremento dell'efficienza ed efficacia del sistema di gestione nel suo complesso.

#### **1.5 PROCESSO DI REVISIONE CRITICA**

Al fine di permetterne la presentazione ad un pubblico esterno a Veritas SpA, lo standard ISO 14044 (§ 6) richiede che gli studi LCA siano sottoposti a valutazione indipendente di esperti. Quest'attività consiste in:

- 1) verifica della coerenza e completezza dello studio LCA allo standard internazionale
- 2) verifica che i metodi utilizzati per effettuare le analisi di LCA siano scientificamente e tecnicamente validi
- 3) verifica dell'adeguatezza e ragionevolezza dei dati raccolti in relazione allo scopo dello studio
- 4) verifica che l'interpretazione dei risultati rifletta i limiti individuati e l'obiettivo dello studio
- 5) verifica della trasparenza e coerenza del report tecnico LCA
- 6) redazione del rapporto di verifica
- 7) redazione del Rapporto di Revisione Critica da allegare allo studio.

## 2 METODOLOGIA ADOTTATA PER LA DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI GESTIONE

### 2.1 METODOLOGIA

Questa sezione illustra il metodo adottato per descrivere e modellizzare gli scenari di gestione dei rifiuti urbani formulati per il Centro Storico di Venezia a seguito dell'aggiornamento del Polo Impiantistico di Fusina e per valutarne il rendimento ambientale.

Lo strumento adottato per descrivere lo Scenario ENEL al 2019 e formulare gli Scenari Alternativi, che assumono il raggiungimento delle condizioni a regime al 2024 è l'ANALISI DEI FLUSSI DEI RIFIUTI DELL'INTERO SISTEMA DI GESTIONE. Questo strumento richiede la descrizione completa e dettagliata dei flussi dei rifiuti che compongono le diverse fasi gestionali mediante la raccolta ed elaborazione di una elevata mole di dati, ottenute sia da misurazioni condotte direttamente da VERITAS sia da dichiarazioni o documenti dei gestori degli impianti di conferimento e destinazione finale.

L'adozione di questa metodologia - l'Analisi dei Flussi e la valutazione di selezionati impatti ambientali mediante LCA - permette di:

- *descrivere e modellizzare* il sistema esistente di gestione rifiuti e *valutarne* il rendimento ambientale;
- *progettare* scenari di evoluzione del sistema di gestione e confrontarli rispetto a selezionate categorie di impatto ambientale. L'analisi è condotta al massimo dettaglio e permette di valutare il contributo di ogni singolo elemento al rendimento complessivo di un sistema di gestione (impianti utilizzati, condizioni operative, ...);
- *disporre* di uno strumento trasparente per presentare ad amministratori e portatori di interesse la validità dei singoli elementi gestionali e della strategia di gestione complessiva adottata.

Il metodo proposto rende inoltre disponibile un'efficace e comprensiva visualizzazione del sistema di gestione.

La Figura 2.1 mostra il diagramma dei flussi dei rifiuti per lo Scenario A<sup>3</sup>.

Il sistema di gestione è visualizzato come un diagramma dei flussi che comincia con le quantità e la composizione merceologica dei rifiuti generati nel Centro Storico e termina con i trattamenti finali o lo smaltimento; l'analisi si concentra anche su tutti i rifiuti speciali generati degli impianti intermedi.

Per facilitare l'analisi delle singole fasi gestionali e supportare nella composizione di scenari per l'evoluzione del sistema esistente, dopo le operazioni di *raccolta e trasporto al primo conferimento* (Stazione di Travaso di Fusina) il diagramma organizza i dati in *tre flussi principali* (che possono essere visti come i *sotto-servizi da organizzare*), sulla base della tipologia di recupero a cui sono avviati i rifiuti:

- la porzione superiore del diagramma mostra i flussi dei rifiuti organici raccolti in maniera differenziata (linea tratteggiata ocra)
- la parte centrale evidenzia il flusso dei *rifiuti residui* avviati a pre-trattamento meccanico biologico nell'impianto Ecoprogetto, i rifiuti speciali in uscita avviati a recupero energetico, recupero di materia e discarica sono seguiti fino alle destinazioni finali (linea tratteggiata blu);
- la parte inferiore del diagramma ricostruisce il flusso delle *frazioni secche raccolte separatamente* con raccolta differenziata e avviate agli impianti di selezione per avvio a recupero di materia.

---

<sup>3</sup> La figura è stata disegnata utilizzando il software WRATE, realizzato dall'Agenzia per la Protezione Ambientale dell'Inghilterra e Galles. <http://www.wrate.co.uk/>



- ✓ Il dettaglio di questa analisi è reso possibile dall'elevato grado di conoscenza delle singole filiere assicurato da VERITAS mediante gli studi di tracciabilità condotti annualmente<sup>4</sup>.

Inoltre, l'elevata disponibilità di dati sul funzionamento pregresso e attuale degli impianti e di dati progettuali per gli impianti in fase di aggiornamento tecnologico è offerta dal fatto che VERITAS ha la gestione diretta di numerosi degli impianti a servizio della propria gestione.

Quando condotta al livello di dettaglio permesso dalla base dati a disposizione di VERITAS, questo tipo di analisi offre alcune specificità:

- identifica **tutti** gli **elementi fisici** che compongono il sistema a servizio della gestione di Venezia Centro Storico: quantità dei rifiuti e composizione merceologica; contenitori per la raccolta (numero, tipologia costruttiva, durata di vita ...); mezzi di trasporto (tipologia, consumi, distanze percorse...); impianti di trattamento intermedio e finale; quantità di rifiuti in uscita dagli impianti intermedi avviati a successivi trattamenti; quantità degli scarti derivanti da ogni singolo impianto e loro destinazione;
- evidenzia le **connessioni** tra i passaggi organizzativi e di trattamento adottati nel sistema VERITAS: permettendo di **tracciare** i rifiuti dalla generazione fino ai trattamenti o smaltimento finale;
- illustra che VERITAS gestisce impianti propri per due sotto-servizi:
  - gestione dei rifiuti residui: impianto Ecoprogetto di pre-trattamento dei rifiuti residui e preparazione CSS; centrale EPV di combustione di CSS e biomassa
  - gestione dai rifiuti da raccolta differenziata delle frazioni secche: impianto ECO-RICICLI VERITAS (di seguito ERV) di selezione e 1° pulizia delle frazioni secche da RD
- evidenzia come per il sotto-servizio dedicato alla gestione frazioni organiche, VERITAS utilizzi impiantistica localizzata fuori Provincia a gestione privata.

## 2.2 IL RENDIMENTO AMBIENTALE DI SCENARI DI GESTIONE RIFIUTI: L'LCA APPLICATO A SISTEMI INTEGRATI

Al fine di ottenere indicazioni significative e valori di impatto ambientale corretti nel confronto tra scelte gestionali, l'LCA deve – come in questo studio - essere applicata al sistema completo di gestione rifiuti, in questo caso il territorio servito per Venezia Centro Storico. Questo permette di valutare come ogni modifica condotta su uno specifico sotto-servizio modifichi e condizioni il rendimento ambientale degli altri due sotto-servizi.

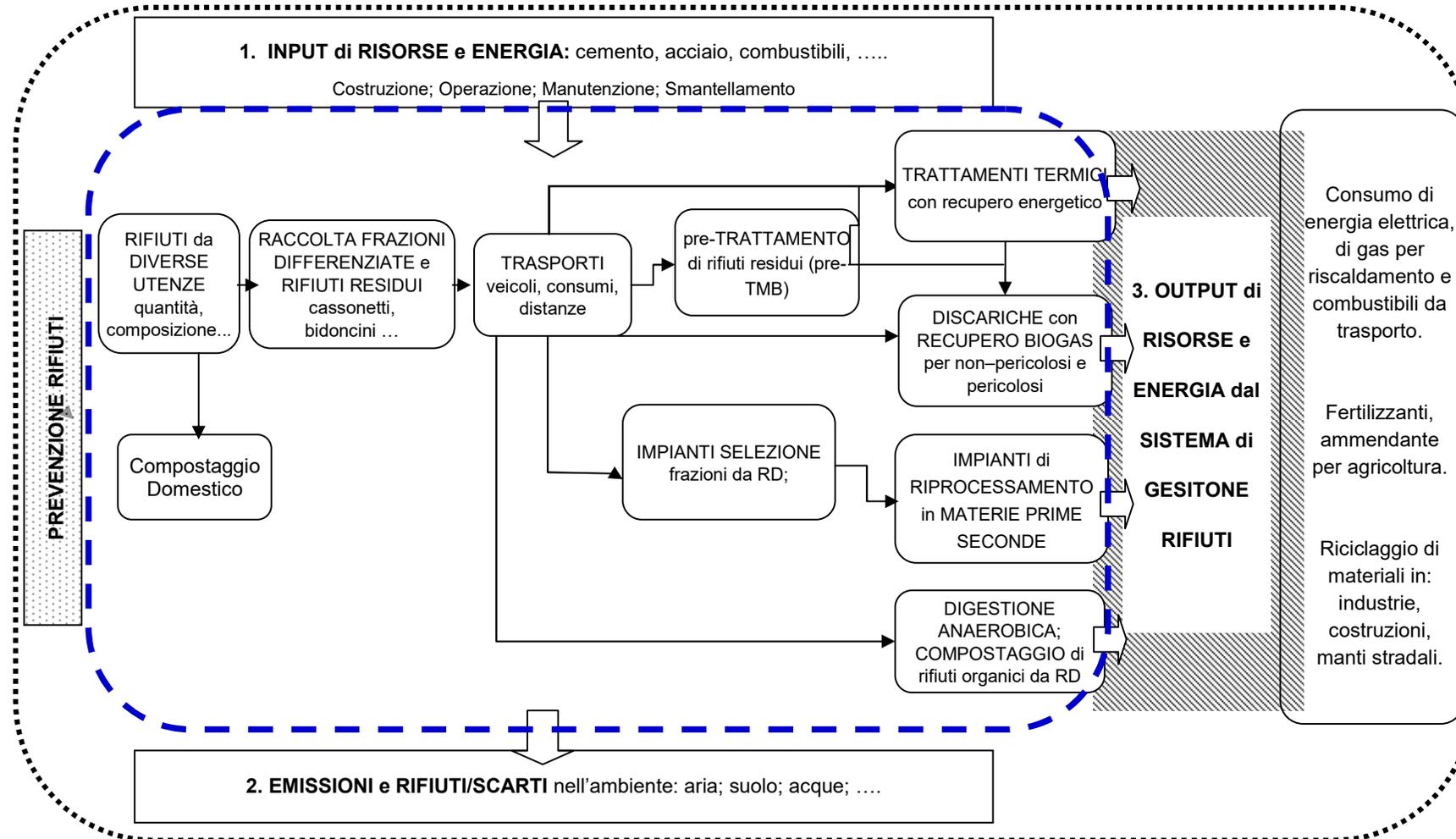
La Figura 2.2 sintetizza gli elementi che compongono un sistema di gestione integrata dei rifiuti (linea tratteggiata interna blu) e gli scambi tra questo e il resto della società: questo approccio è alla base del calcolo degli impatti ambientali mediante LCA.

---

<sup>4</sup> VERITAS, ASVO, ALISEA, Ecoprogetto, Eco-ricicli Veritas "tracciabilità dei flussi dei rifiuti urbani". Dicembre 2019.

**Figura 2.2 Schema degli elementi che compongono un sistema di gestione integrata dei rifiuti e degli scambi con fornitori e utilizzatori esterni**

(adattata da Gentil E. C. et al., Models for waste LCA: Review of technical assumptions, in "Waste Management", 30, 2010, 2636-2648.)



## 2.3 CONFINI DEL SISTEMA: IMPATTI DIRETTI ED EVITATI DELLA GESTIONE RIFIUTI

L'applicazione del metodo LCA alla gestione rifiuti, permette di quantificare gli scambi tra il sistema di gestione rifiuti e il mondo socio-economico e quantifica i flussi di:

- materia ed energia necessari per costruire, far funzionare, mantenere e smettere le attrezzature e gli impianti che compongono il sistema di gestione;
- emissioni in aria, acqua e suolo e rifiuti delle attrezzature e degli impianti che compongono il sistema di gestione;
- materiali ed energia resi disponibili mediante la gestione rifiuti per il recupero da parte del sistema sociale e produttivo.

Nel calcolo degli impatti l'LCA distingue tra:

- **Impatti diretti** associati alle attività che si svolgono all'interno dei confini del sistema rifiuti; ad esempio:
  - i rifiuti biodegradabili smaltiti a discarica che emettono elevate quantità di metano;
  - la costruzione e il funzionamento di tutti gli impianti e delle attrezzature usati nella gestione rifiuti, che consumano materiali, energia ed emettono sostanze inquinanti;
  - le attività di raccolta e il trasporto dei rifiuti che provocano emissioni in atmosfera dovute ai mezzi di trasporto.
- **Impatti evitati** si hanno quando un elemento/processo della gestione rifiuti fa risparmiare materia ed energia al resto del sistema produttivo e civile:
  - i materiali recuperati dal riciclaggio sostituiscono una determinata quantità di materie prime: questo evita gli impatti associati alle fasi di estrazione, pulizia, trasporto delle materie prime che di solito risultano più elevati della produzione di materiali da riciclaggio;
  - l'energia recuperata dai rifiuti sostituisce l'energia prodotta dal mix elettrico italiano (che comprende fonti fossili e rinnovabili): questa sostituzione riduce alcuni degli impatti associati al consumo di combustibili fossili poiché si utilizza invece una fonte di energia (da trattamento termico dei rifiuti) che ha una elevata componente rinnovabile (la frazione organica dei rifiuti).

In sintesi, per ogni categoria d'impatto ambientale, gli impatti di ogni singolo elemento di un sistema integrato di gestione rifiuti si combinano nel definire l'impatto complessivo secondo la seguente formula:

**IMPATTO AMBIENTALE DI UN SISTEMA DI GESTIONE RISPETTO AD OGNI SINGOLA CATEGORIA**

$$= \sum \text{IMPATTI ASSOCIATI AGLI INPUT} + \sum \text{IMPATTI ASSOCIATI AGLI OUTPUT} - \sum \text{IMPATTI EVITATI}$$

È importante osservare che, poiché i tre sotto-servizi della gestione evidenziati in Figura 2.1 sono interconnessi, ogni variazione dei flussi e il funzionamento di un elemento si riflette sull'efficienza ambientale complessiva del sistema e contribuisce a determinare dimensione e segno degli impatti ambientali.

Gli impatti ambientali diretti o evitati di un sistema di gestione, valutato nel suo insieme, sono dati dalla somma dei valori positivi (impatti diretti) o negativi (impatti evitati) associati a ogni singola fase della

gerarchia rifiuti e in particolare all'utilizzo di ogni attrezzatura e impianto attivi in una specifica realtà territoriale.

I confini definiti per il sistema implicano che il rifiuto arriva "libero da pesi", cioè che gli impatti ambientali associati alla produzione del bene che è divenuto rifiuto non sono considerati.

## 2.4 FUNZIONE E UNITÀ FUNZIONALE

Per la modellazione della situazione esistente e la formulazione dei diversi scenari, si è preso a riferimento il dato più aggiornato, disponibile al momento dello svolgimento dell'analisi, per il totale dei rifiuti generati nel solo Centro Storico di Venezia: si è quindi considerata la gestione del 2019.

Il totale generato a Venezia Centro Storico nel 2019 è di **53.862 tonnellate**.

Attenzione: non tutti i rifiuti da RD sono stati inseriti nella modellazione o perché non gestiti da VERITAS o per l'elevata incertezza associata alla modellazione delle operazioni di recupero dovuta alla mancata conoscenza delle condizioni operative degli impianti di trattamento; i rifiuti derivanti da raccolta differenziata esclusi dalla modellazione sono:

- 2.262 t ingombranti; 324 t RAEE; 86 t da Altre Raccolte (pneumatici, batterie, ...) <sup>5</sup>.

L'UNITÀ FUNZIONALE dello studio è quindi **51.191 tonnellate**, con composizione e modalità di gestione riferite al 2019.

Il confronto tra gli scenari è stato condotto considerando la quantità di rifiuti e la composizione merceologica stabilita per il 2019: tutti gli scenari hanno la medesima l'UNITÀ FUNZIONALE.

### 2.4.1 *Quantità e composizione merceologica dell'Unità Funzionale*

La composizione merceologica dei rifiuti urbani generati esprime in percentuale i quantitativi delle singole frazioni presenti. Il valore di queste percentuali è ottenuto sommando per uno stesso anno le quantità delle singole frazioni ottenute da raccolta differenziata e le quantità delle medesime frazioni presenti nel rifiuto da raccolta indifferenziata, determinate mediante indagini dirette di caratterizzazione.

La Tabella 2.4.1 mostra la composizione merceologica dei rifiuti raccolti e gestiti a Venezia Centro Storico nell'anno 2019, espressa in percentuale nella prima colonna e nelle quantità totali (tonnellate per il 2019) nella seconda colonna; la terza colonna mostra i quantitativi delle frazioni incluse nella modellazione e il valore dell'unità funzionale.

---

<sup>5</sup> Le frazioni escluse non sarebbero comunque state oggetto della formulazione degli scenari alternativi.

Tabella 2.4.1	COMPOSIZIONE MERCEOLOGICA %	TOTALE GENERATO CENTRO STORICO VENEZIA ( t / 2019 )	UNITÀ FUNZIONALE STUDIO LCA ( t / 2019 )
<b>Carta &amp; Cartone</b>	19,9	10.737	10.737
<b>Plastica film e imballaggi</b>	9,7	5.220	5.220
<b>Cassette Plastica</b>	0,1	52	52
<b>Assorbenti Ig.</b>	4,8	2.562	2.562
<b>Tessile</b>	2,3	1.272	1.272
<b>Vetro</b>	11,6	6.238	6.238
<b>Legno</b>	0,8	420	420
<b>Lattine ferrosi</b>	1,1	598	598
<b>Lattine non-ferrosi</b>	0,2	115	115
<b>Verde</b>	3,6	1.939	1.939
<b>Organico</b>	37,5	20.179	20.179
<b>Inerti</b>	2,5	1.359	1.359
<b>Ingombranti</b>	4,2	2.262	0
<b>RAEE (solo in residui)</b>	0,7	359	35
<b>Altre RD (solo in residui)</b>	1,0	551	465
<b>TOTALE</b>	<b>100,0</b>	<b>53.862</b>	<b>51.191</b>

## 2.5 SOFTWARE UTILIZZATO

WRATE (Waste and Resources Assessment Tool for the Environment) è un software per LCA sviluppato dalla Environment Agency for England and Wales per comparare il rendimento ambientale di diversi sistemi di gestione rifiuti. Altri strumenti LCA sono disponibili commercialmente ma WRATE presenta il più ampio insieme di impianti dedicati al trattamento dei rifiuti. Il data-base comprende dati su impianti raccolti dalla Environment Agency's Waste Technologies Data Centre (WTDC) per più di 40 processi. Inoltre, come per questo studio, gli utenti possono sviluppare nuovi processi o aggiornare quelli esistenti sulla base di dati primari o di benchmark, in questo studio forniti da VERITAS.

WRATE ha la particolarità di permettere la VISUALIZZAZIONE dell'ANALISI DEI FLUSSI del sistema di gestione modellato. Questo facilita sia la valutazione dell'organizzazione dei sistemi analizzati sia la presentazione delle scelte ad amministratori e a un pubblico non esperto.

WRATE facilita l'identificazione degli impatti diretti ed evitati associati alle SINGOLE FASI DELLA GESTIONE. Gli elementi associati ad ogni fase gestionale sono i seguenti:

- ▶ *raccolta* dei rifiuti, include: contenitori per la raccolta
- ▶ *trasporto a prima destinazione* e trasporto agli *impianti successivi*, include: mezzi di trasporto
- ▶ *logistica intermedia*, include: Stazioni di Trasferenza; impianti di separazione delle frazioni secche differenziate; Centri di Raccolta; impianti di preparazione al riprocessamento (es. frantumazione vetro, frantumazione metalli)
- ▶ *riciclaggio*, include gli impianti di riprocessamento (in cui si evidenzia la sostituzione delle materie prime – "offset")

- ▶ *trattamento e recupero energetico*, include gli impianti di: compostaggio; digestione anaerobica; trattamento termico; cementifici per recupero di CDR; pre-trattamento meccanico-biologico
- ▶ smaltimento a *discarica*, comprende il recupero energetico da biogas.

La versione utilizzata in questo studio è WRATE (v4.0.1.0), rilasciata nel marzo 2017 (più recente).

La banca dati utilizzata da WRATE è Ecoinvent v.2.1 (2009).

I fattori di caratterizzazione necessari a convertire i dati dell'Inventario Ambientale in impatti ambientali sono stati aggiornati utilizzando la pubblicazione "EF method 3.0 (2019) Environmental Footprint, Fazio, S. Castellani, V. Sala, S., Schau, EM. Secchi, M. Zampori, L., Supporting information to the characterisation factors of recommended EF Life Cycle Impact Assessment methods, EUR 28888 EN, European Commission, Ispra, 2018, ISBN 978-92-79-76742-5, doi: 10.2760/671368, JRC109369."

## 2.6 ESCLUSIONI E CUT-OFF

Sono stati esclusi dai confini del sistema:

- i trasporti di fornitura dei *contenitori* e i corrispondenti scenari di fine vita e i trasporti allo smaltimento.
- il decommissioning dei *veicoli*; sono inclusi i processi di manutenzione.
- il decommissioning delle attrezzature della *logistica intermedia*, sono inclusi i processi di manutenzione.
- il decommissioning degli *impianti di trattamento rifiuti*, sono inclusi i processi di manutenzione.

## 2.7 MIX ELETTRICO ITALIANO E L'ANALISI DI SENSITIVITÀ ALL'ENERGIA MARGINALE

Il mix delle fonti che producono elettricità (*baseline fuel mix*) è usato da WRATE per calcolare, per tutti i processi inseriti in uno scenario di gestione rifiuti, gli impatti ambientali diretti dei consumi di energia dalla rete di distribuzione e gli impatti ambientali evitati dalla distribuzione in rete dell'energia generata dai rifiuti.

Il *mix elettrico residuale*, stabilito annualmente dall' Association of Issuing Bodies (AIB)<sup>6</sup>, indica per ogni tecnologia energetica la percentuale delle diverse fonti che rimane dopo che sono stati assegnati i Certificati di Origine (certificano l'uso di una specifica tecnologia da specifici fornitori da parte degli utenti): definisce il mix elettrico disponibile sul mercato generico.

Il software utilizzato WRATE non utilizza direttamente i valori stabili da AIB, per calcolare il *baseline fuel mix richiesto* si considera l'efficienza di generazione con cui ogni tecnologia produce elettricità: i valori percentuali per le singole fonti così ricalcolati sono mostrati per l'anno 2019 (anno che descrive lo Scenario ENEL) in Tabella 2.7.

<sup>6</sup> AIB. "European Residual Mixes - Results of the calculation of Residual Mixes for the calendar year 2019 - Version 1.1, 2010-09-08".

<b>Tabella 2.7</b>	<b>Mix Residuale da AIB 2019 (%)</b>	<b>Efficienza di generazione <sup>7</sup> (%)</b>	<b>Miscela delle fonti energetiche in WRATE 2019 (%)</b>
Coal	18,25	38.8%	19,44
Oil	1,70	44.1%	1,59
Gas	0,00	44.1%	0,00
Gas CCGT	55,88	56.3%	41,07
Nuclear	9,02	27.7%	13,48
Waste	2,83	25.3%	5,57
Thermal other	2,83	42.0%	2,79
Renewables thermal	1,17	42.0%	1,15
Solar PV	4,36	15.5%	11,64
Wind	1,10	25.0%	1,82
Tidal	0,00	82.0%	0,00
Wave	0,00	82.0%	0,00
Hydro	2,05	82.0%	1,03
Geothermal	0,01	82.0%	0,01
Renewable other	0,80	82.0%	0,40
<b>Totals</b>	<b>100%</b>		<b>100</b>

Per gli scenari discussi in questo rapporto è stata condotta un'ANALISI DI SENSITIVITÀ rispetto alle fonti energetiche consumate e generate utilizzando:

1. il *mix elettrico residuale* - scenari di base
2. il *mix elettrico marginale*: questa analisi assume che ad essere sostituito non sia il mix elettrico residuale ma una unica fonte energetica: questa analisi assume che sia sostituita unicamente energia elettrica generata da Turbine a Ciclo Combinato (CCGT) che utilizzano gas naturale.

## 2.8 SELEZIONE DELLE CATEGORIE DI IMPATTO AMBIENTALE E DEI METODI DI VALUTAZIONE

I risultati di un LCA sono espressi in termini di impatti ambientali quantificati mediante predefinite UNITÀ DI MISURA: ed esempio il contributo ai *cambiamenti climatici* è espresso in *kg di anidride carbonica equivalente* emessi o evitati dal sistema analizzato.

In questo studio LCA il confronto tra gli scenari e la discussione dei risultati si concentra su categorie di impatto significative per valutare il rendimento ambientale di alcune ipotesi di sviluppo di un sistema di gestione rifiuti. Si sono selezionate *quattro categorie d'impatto*, tra le principali individuate dalle norme

<sup>7</sup>. Fattori di emissione per la produzione e il consumo di energia elettrica in Italia (aggiornamento al 2017 e stime preliminari per il 2018), TERNA 2018. Le efficienze di generazione non disponibili da TERNA sono state assunte dal data-base di WRATE per l'Italia al 2012.

internazionali (UNI EN ISO 14044:2018) e il documento PEFCR Guidance-2017, ampiamente utilizzate negli studi nazionali e internazionali sui sistemi di gestione rifiuti:

- ✓ **RISCALDAMENTO GLOBALE POTENZIALE:** emissioni dirette o evitate di anidride carbonica equivalente. Il valore di riferimento  $GWP_{100}$  valuta i potenziali effetti a 100 anni dall'emissione nell'atmosfera di gas serra, questo è il valore più frequentemente utilizzato negli studi LCA.
- ✓ **ESAURIMENTO RISORSE FOSSILI:** comprende il consumo/risparmio di energia per l'estrazione e uso delle fonti fossili, quali carbone, petrolio, gas naturale, rese equivalenti mediante trasformazione in un unità comune (MJ/kg o MJ/Nm<sup>3</sup>); anche l'uranio è incluso.
- ✓ **POTENZIALE DI ACIDIFICAZIONE:** le emissioni acidificanti dirette o evitate di SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, ammoniaca.
- ✓ **POTENZIALE ASSOTTIGLIAMENTO STRATO DI OZONO:** le emissioni di gas che danneggiano la fascia dell'ozono.

La scelta di queste categorie è motivata, oltre che dalla rilevanza per il settore gestione rifiuti, dal fatto che hanno effetto a scala superiore a quella locale: regionale l'acidificazione; globale le altre tre categorie.

Infatti la metodologia LCA, risalendo fino alla fase di estrazione dei materiali, quantifica il consumo di risorse, le emissioni in atmosfera di gas climalteranti, di sostanze acidificanti e che danneggiano la fascia dell'ozono indipendentemente dal luogo in cui consumi ed emissioni sono avvenuti e la loro stima non è dipendente dalle caratteristiche ambientali locali. Altre categorie d'impatto, quali il potenziale di eutrofizzazione, la tossicità acquatica e la tossicità umana<sup>8</sup>, esprimono impatti che dipendono fortemente dalle caratteristiche dell'ambiente locale. Si ritiene che la modellazione fornita dai software per LCA attualmente in commercio sia gravata, per impatti a scala così ridotta, da una incertezza eccessiva dovuta all'impossibilità di modelli generici di rappresentare le condizioni geologiche, idrogeologiche, meteorologiche e territoriali locali; questa limitazione ha portato alla scelta di non usare categorie di impatto dipendenti dalle caratteristiche locali come strumenti di valutazione ambientale del sistema di gestione rifiuti a servizio di Venezia Centro Storico.

La valutazione degli impatti a scala locale esula dagli scopi di questo studio e dovrebbe in ogni caso essere condotta con strumenti diversi quali la Valutazione di Impatto Ambientale, l'Analisi di Rischio sito specifica, la Valutazione Ambientale Strategica.

In Tabella 2.8 sono riportate le categorie d'impatto considerate, l'abbreviazione e le unità di misura.

---

<sup>8</sup> Le categorie relative agli impatti per tossicità sono state escluse temporaneamente dal documento PEFCR Guidance v6.3 2017 in attesa della finalizzazione da parte dell'Agenzia ECHA dei Fattori di Caratterizzazione.

TABELLA 2.8 CATEGORIA D'IMPATTO	UNITÀ DI MISURA	METODO DI VALUTAZIONE
<b>Riscaldamento globale potenziale</b>	kg CO <sub>2</sub> eq. (anidride carbonica equivalente)* * massa di tutti i gas serra emessi da un'attività antropica: la massa di ogni gas è convertita in massa di CO <sub>2</sub> moltiplicandola per specifici fattori di conversione.	EF 3.0
<b>Esaurimento risorse fossili</b>	MJ	
<b>Potenziale di acidificazione</b>	Mol H <sup>+</sup> eq. (moli equivalenti di protoni)	
<b>Potenziale assottigliamento strato di ozono</b>	kg di CFC-11 equivalenti	

L'ultima colonna della Tabella 2.8 indica il metodo di valutazione utilizzato per la caratterizzazione e il calcolo degli impatti ambientali. La metodologia LCA, dopo che sono stati individuati gli input e gli output dai diversi processi (in termini di materiali, energia, emissioni e rifiuti con il Life Cycle Inventory) li trasforma in una singola unità di misura comune e li somma per fornire il risultato complessivo relativo a ogni specifica categoria di impatto (Life Cycle Impact Assessment). Per compiere questa trasformazione si utilizzano metodi di valutazione riconosciuti dalla comunità scientifica internazionale, che forniscono per ogni sostanza e combustibile un fattore di conversione all'unità di misura di riferimento.

### **Anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) biogenica**

Ogni frazione di rifiuto contribuisce in modo diverso all'emissione/riduzione di CO<sub>2</sub> eq., inoltre le emissioni dei rifiuti di origine organica sono classificate diversamente dalle emissioni provenienti dalla combustione di composti di origine fossile. Queste emissioni sono particolarmente significative perché la loro fermentazione in discarica, in assenza di ossigeno, provoca elevate emissioni di metano, un potente gas serra. Inoltre l'IPPC ha stabilito che nel calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> eq. le molecole di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) che derivano, per combustione o degradazione, da sostanze organiche naturali (biogeniche, per distinguerle dalle sostanze organiche di sintesi) non siano computate nella somma delle emissioni.

Questa convenzione deriva dall'assumere che ogni molecola di CO<sub>2</sub> emessa sostituisce in atmosfera una molecola che era stata assorbita dal vegetale durante la sua crescita: in questo modo l'energia ottenuta dai rifiuti biogenici, che va a sostituire energia elettrica prodotta in prevalenza da fonti fossili le cui emissioni sono computate, fornisce un contributo netto alla riduzione delle emissioni.

## **2.9 PROCEDURE DI ALLOCAZIONE**

Le procedure di allocazione seguono le procedure raccomandate per il calcolo degli impatti evitati ("offset") con il metodo dell'espansione del sistema, così come definite nella norma ISO 14044 (§ 6).

In conseguenza del recupero di energia e calore dai rifiuti, i quantitativi di energia generata dai rifiuti sostituiscono ("offset") fonti energetiche definite di volta in volta sulla base di dati primari o stabilite da un'analisi di sensitività.

Le quantità di materiali recuperate dai rifiuti sostituiscono l'uso di materiali vergine, generando quindi impatti evitati ("offset"); le assunzioni formulate per gli impatti evitati dalla sostituzione delle materie prime sostituite dal recupero di materiale da ogni frazione di rifiuti sono elencate in Allegato A.

## 2.10 NECESSITÀ DI UNA BASE ESTESA DI DATI E TIPOLOGIA DEI DATI

L'Analisi dei Flussi e l'LCA di un sistema integrato di gestione rifiuti richiedono di selezionare, misurare, stimare e organizzare un elevato numero di dati: ogni *elemento / processo* che compone il diagramma dei flussi deve essere descritto in termini di *input* e *output* di materia, energia e rifiuti che lo attraversano (sezione 2.3). Ciò permette di definire l'inventario del ciclo di vita (LCI) per ogni processo inserito nella modellazione: tutte le operazioni effettuate e tutti gli impianti e le attrezzature operanti nelle diverse fasi di gestione che formano il sistema integrato di ogni scenario sono quantificate in termini di *input* e *output*.

### **Qualità dei dati: dati primari e dati secondari**

Nella modellazione dei processi che entrano nel sistema di gestione di VERITAS si sono utilizzati dati primari e dati secondari.

I DATI PRIMARI sono ottenuti da misurazioni dirette o sono noti dalla pratica operativa. In questo studio LCA erano disponibili *dati primari* per:

- la quantità totale di rifiuti raccolti con modalità indifferenziata a Venezia Centro Storico nel 2019
- le quantità delle singole frazioni di rifiuto da raccolta differenziata a Venezia Centro Storico nel 2019
- il numero e le principali caratteristiche dei contenitori utilizzati per le singole tipologie di raccolta a Venezia Centro Storico (carretti; cassonetti; bidoni; sacchetti)
- le principali caratteristiche dei mezzi di trasporto impiegati per la raccolta dei rifiuti, che data la peculiarità geografica di Venezia comprendono anche barche e chiatte
- le distanze percorse dai mezzi di trasporto in fase di raccolta e trasporto a 1° destinazione utilizzati per ogni singola frazione
- i consumi per la conduzione e manutenzione dell'impianto ERV di 1° selezione del multimateriale VPL
- le quantità di scarti in uscita da ERV avviati agli impianti di preparazione e selezione per il recupero
- le quantità di rifiuti residui avviati all'impianto di Ecoprogetto di pre-trattamento meccanico e biologico per la preparazione del CSS da avviare a recupero energetico
- i consumi dell'impianto Ecoprogetto di pre-trattamento meccanico e biologico e le quantità dei diversi rifiuti in uscita per lo Scenario- ENEL
- l'efficienza energetica di funzionamento degli impianti di trattamento termico (inceneritori): assimilati all'impianto attivo a Padova (da Dichiarazione Ambientale di HESTA).

I *DATI SECONDARI* sono reperiti da documenti forniti dai gestori degli impianti, documenti di progetto, fonti di letteratura e/o banche dati di settore.

In questo studio *dati secondari*, ritenuti sufficientemente rappresentativi per confini temporali, geografici e tecnologici, sono stati adottati per stimare:

- la tipologia e le emissioni degli automezzi per il trasporto dei rifiuti, sia nella fase di raccolta sia nelle fasi di gestione successive alla raccolta e al trasporto a 1° destinazione: banca dati di ISPRA dati riferiti al 2017 (<https://fettransp.isprambiente.it/#/>);
- i consumi per la conduzione della stazione di travaso di Fusina
- i consumi degli impianti di compostaggio: banca dati di WRATE
- i rifiuti trattati e l'energia recuperata, auto-consumata e distribuita in rete dalla Centrale EVP.
- il funzionamento della centrale ENEL: assunto dalla banca dati di WRATE
- il rapporto di sostituzione del carbone con il CSS: assunto di 700 kg di carbone per 1.000 kg di CSS, valore derivato dall'esperienza dei tecnici di Veritas e da letteratura tecnica<sup>9</sup>
- il funzionamento dei cementifici all'estero in cui il CSS sostituiva rifiuti analoghi: assunto dalla banca dati WRATE
- i consumi e l'efficienza di recupero energetico degli impianti di digestione anaerobica a secco per gli scarti alimentari, rappresentativi di impianti di benchmark utilizzati in Italia
- il rapporto di sostituzione tra carta e plastica separate dai rifiuti e carta e plastica vergine impiegate nella produzione: ottenuti da valori di letteratura<sup>10</sup>;
- i valori di offset dei processi di recupero di: plastica, metalli, vetro, scorie da trattamento termico: per cui si sono utilizzati i processi forniti da WRATE;
- le modalità di costruzione e gestione delle discariche. Il valore di intercettazione del biogas da corpo della discarica: assunto al 90% per simulare le condizioni delle discariche in cui conferisce VERITAS.

Relativamente ai dati di secondari da benchmark, non è possibile specificare le fonti poiché i dati sono stati forniti ai Consulenti sotto clausola di confidenzialità da diversi gestori di impianti nell'ambito di altri studi LCA sulla gestione rifiuti condotti a scala regionale e nazionale.

### ***Contributo percentuale delle singole fasi gestionali al risultato complessivo***

Le tabelle seguenti mostrano, per scenario per ogni categoria di impatto, il contributo percentuale delle singole fasi di gestione all'impatto complessivo.

Questa analisi è utile a valutare il peso che l'aver usato dati primari o dati secondari nella descrizione dei diversi impianti può avere sull'incertezza del confronto tra scenari.

Per la categoria 'riscaldamento globale potenziale' i contributi più rilevanti sono rispettivamente:

- recupero di materia: 48-50%
- impianti di pre-trattamento e recupero energetico: 25-33%
- discariche: 8-13%.

---

<sup>9</sup> Beckmann, M.; Horeni, M.: Substitution of Fuels and Raw Materials by Waste in High Temperature Processes. In: Wandrasz, J. W.; Piloni, K.: Paliwa z Odpadów - Band 4. Verlag HELION, 2003. ISBN 83-7361-431-1.

<sup>10</sup> L. Rigamonti et al. " Influence of assumptions about selection and recycling efficiencies on the LCA of integrated waste management systems". Int J Life Cycle Assess (2009) 14:411–419.

Gli scenari non sono modificati rispetto alle filiere del recupero delle frazioni secche da RD, si ritiene che, nonostante l'elevato contributo percentuale, l'aver usato dati secondari per descrivere questa fase di gestione non influenzi la comparazione tra scenari. Questa valutazione esclude il contributo dato dall'avvio

	Raccolta	Trasporti	Logistica Intermedia	Recupero di materia *	Impianti	Discariche
SC ENEL	0,8	8,0	3,8	49,8	24,7	12,9
SC A	0,6	6,3	3,3	48,3	31,5	10,0
SC B ORG	0,6	6,6	3,2	48,6	32,5	8,4
SC B ORG-15	0,6	6,6	3,2	48,1	32,4	9,1

\* per permettere il calcolo, tutti gli impatti sono stati assunti con il valore assoluto.

a recupero delle plastiche recuperate a seguito di pre-trattamento dei rifiuti residui in SC-A e SC-B: in questo caso infatti, l'ipotesi (formulata con dati da progetto) delle quantità recuperate a seguito del pre-trattamento introduce una variazione significativa tra gli SC-B e SC-A.

Nel valutare l'effetto dell'uso di dati primari o secondari sul confronto tra gli Scenari A e B, significativo è da considerarsi anche il peso dell'aver usato dati da progetto e di benchmark (secondari) per gli impianti di:

- pre-trattamento a regime al 2024
- centrale EPV a regime al 2024
- digestione anaerobica.

Per la categoria 'esaurimento risorse fossili' i contributi più rilevanti sono rispettivamente:

- recupero di materia: 59-71%
- impianti di pre-trattamento e recupero energetico: 19-31%.

	Raccolta	Trasporto	Logistica intermedia	Recupero materia*	IMPIANTI	Discarica
SC ENEL	0,5%	3,5%	3,9%	58,8%	30,6%	2,7%
SC A	0,5%	3,0%	3,9%	69,1%	21,2%	2,4%
SC B ORG	0,5%	3,5%	4,0%	71,2%	18,7%	2,1%
SC B ORG-15	0,5%	3,6%	4,0%	71,1%	18,5%	2,4%

\* per permettere il calcolo, tutti gli impatti sono stati assunti con il valore assoluto.

Anche per questa categoria i valori di off-set attribuiti al recupero di materia dominano nettamente gli impatti, ma poiché le filiere del recupero non variano tra gli scenari, si ritiene che non incidano nel confronto. Anche in questo a esclusione della plastica recuperata dopo pre-trattamento, quantità stimata che porta gli Scenari B ad un maggior risparmio di risorse rispetto a Scenario A.

Per la categoria 'potenziale di acidificazione' i contributi più rilevanti sono rispettivamente:

- recupero di materia: 54-70%
- trasporto: 14-17%.

<b>Tabella 2.10.3</b>						
<b>Potenziale di acidificazione – Impatti delle singole fasi di gestione in %</b>						
	Raccolta	Trasporto	Logistica intermedia	Recupero materia*	Impianti*	Discarica
SC ENEL	0,8	14,4	4,5	54,3	22,1	4,0
SC A	0,9	16,7	5,3	68,7	1,7	7,3
SC B ORG	0,9	16,4	5,2	69,5	4,4	3,6
SC B ORG-15	0,8	16,3	5,2	69,0	4,7	4,0

\* per permettere il calcolo tutti gli impatti sono stati assunti con il valore assoluto.

Per le emissioni in atmosfera di sostanze acidificanti i trasporti diventano rilevanti rispetto alle altre fasi di gestione. Per la fase recupero di materia valgono le considerazioni presentate in precedenza.

Per la categoria 'potenziale di assottigliamento strato di ozono' il contributo nettamente predominante è dato dalla fase di smaltimento discarica, da 79 a 86%.

<b>Tabella 2.10.4</b>						
<b>Potenziale di assottigliamento strato ozono – Impatti delle singole fasi di gestione in %</b>						
	Raccolta	Trasporto	Logistica intermedia	Recupero materia*	Impianti*	Discarica
SC ENEL	0,2	3,3	2,9	3,1	4,8	85,8
SC A	0,3	5,9	6,0	5,6	2,8	79,4
SC B ORG	0,2	4,9	4,3	4,6	4,8	81,1
SC B ORG-15	0,2	5,0	4,3	4,6	4,6	81,2

\* per permettere il calcolo tutti gli impatti sono stati assunti con il valore assoluto.

### **Qualità dei dati: valutazione**

La Tabella 2.10.5 sintetizza la tipologia dei dati utilizzati e valuta la qualità di ogni classe di dati; il punteggio da 1 a 4 dove 1 è qualità massima e 4 qualità minima.

<b>TABELLA 2.10.5 TIPOLOGIA DEI DATI UTILIZZATI</b>	<b>PRIMARI</b>	<b>SECONDARI</b>	<b>COMMENTI SULLA QUALITÀ DEI DATI</b>	<b>PRECISIONE 11 E 12</b>	<b>RAPPRESEN. TECNICA</b>	<b>RAPPRESEN. GEOGRAFICA</b>	<b>RAPPRESEN. TEMPORALE</b>
QUANTITÀ di rifiuti urbani e assimilati raccolti con diverse modalità: indifferenziati e differenziati	da VERITAS SpA			1	1	1	2
COMPOSIZIONE merceologica dei rifiuti solidi urbani e assimilati generati e gestiti	Analisi merceologiche VERITAS del rifiuto indifferenziato e delle frazioni carta e VPL avviate a RD, con precisa quantificazione degli scarti		Dati rilevanti per tutta la modellazione. La composizione in ingresso all'impianto di Ecoprogetto, che tratta i rifiuti raccolti da tutto il territorio servito per produzione CSS, è diversa dalla composizione determinata per il solo Centro Storico di Venezia.	1	2	1	1
numero e caratteristiche costruttive dei contenitori per la raccolta *	Numero e tipologia Dati costruttivi da VERITAS			1	1	1	1
caratteristiche e EMISSIONI dei principali MEZZI DI TRASPORTO impiegati per la raccolta DISTANZE per raggiungere gli impianti di 1° destinazione	Tipologia da VERITAS  Da VERITAS	Emissioni mezzi navali da banca-dati WRATE. Emissioni mezzi a terra da banca dati ISPRA 2017.	Non influiscono sul confronto perché non variano significativamente tra gli scenari.	1	1	2	2
Consumi e percorrenze degli autoarticolati per il trasporto dei rifiuti successivamente alla raccolta e al trasporto a 1° conferimento	Dati VERITAS		Questi dati hanno rilevanza per la modellazione dei trasporti e il confronto tra gli scenari.	1	1	1	2
quantità di RIFIUTI DA RD AVVIATI ai diversi impianti	da VERITAS			1	1	1	1
quantità di RIFIUTI INDIFFERENZIATI AVVIATI ai diversi impianti	da VERITAS			1	1	1	1
scarti % di processo e consumi impianto di 1° PULIZIA E SELEZIONE delle frazioni da RD	da VERITAS			1	1	1	1
consumi impianti di PRE-TRATTAMENTO MECCANICO E TRATTAMENTO BIOLOGICO	da VERITAS per SC-ENEL	VERITAS da progetto per SC-A e SC-B	Dati di particolare rilevanza per il confronto tra scenari	2	2	1	2
Flussi di rifiuti speciali in USCITA DAL PRE-TRATTAMENTO	da VERITAS per SC-ENEL	VERITAS da progetto per SC-A e SC-B	Dati di particolare rilevanza per il confronto tra scenari	2	2	1	2
Consumi impianti COMPOSTAGGIO rifiuti organici		Da banca-dati WRATE		3	2	2	2
Consumi e efficienza di recupero energetico impianti DIGESTIONE ANAEROBICA a secco per gli scarti alimentari		Valori da benchmark per impianti operanti in Italia.	Dati rilevanti per il confronto tra scenari A e B.	1	2	1	1
Funzionamento ed emissioni cementifici		Da banca dati WRATE	Dati rilevanti per il confronto tra SC-ENEL e SC-A	2	2	4	4
Efficienza di recupero energetico impianti di TRATTAMENTO TERMICO	da "Dichiarazione Ambientale 2020" HESTAambiente.			1	1	2	1
Efficienza di recupero energetico centrale EPV a biomasse e rifiuti		da VERITAS: da progetto per SC-A e SC-B	Dati rilevanti per confronto tra SC-ENEL e SC-A	2	1	1	2
Valori medi di OFFSET PER le frazioni secche per la categoria EMISSIONI DI CO <sub>2</sub> -EQ		D. Turner, I. D. Williams, S. Kemp. 2015. "Greenhouse gas emission factors for recycling of source-segregated waste materials". Resources, Conservation and Recycling: 105, 2015, 186–197.	Benchè l'impatto percentuale delle fase di recupero di materia vari da 50-48% si è ritenuto di non condurre un'analisi di sensitività relativamente all'assunzione di valori medi di offset poiché questa analisi LCA non modifica la RD e le filiere del riciclaggio tra gli scenari.	3	2	3	4
EFFICIENZA % CAPTAZIONE BIOGAS dalle		Valori da benchmark per impianti operanti in	Dati rilevanti per il confronto tra scenari	2	2	3	3

<sup>11</sup> From Table 38 of European Commission. "PEFCR Guidance document, - Guidance for the development of Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCRs), version 6.3, December 2017"

<sup>12</sup> In Allegato F si riproduce la Tabella 38 del document "PEFCR Guidance" che esplicita i criteri utilizzati nell'assegnazione del punteggio.

discariche di rifiuti non pericolosi		Italia					
Consumi costruzione e gestione STAZIONE FUSINA		Da banca-dati WRATE		3	2	3	3

## 2.11 LIMITAZIONI: INCERTEZZA ASSOCIATA AI RISULTATI LCA

Si sottolinea che ai risultati di ogni analisi LCA è associato un grado di incertezza; i fattori che la determinano possono essere sintetizzati in:

1. i data-base dei software commerciali non contengono tutte le attrezzature e tutti gli impianti attivi nel contesto italiano ed in particolare, in questo caso, nei territori che accolgono i rifiuti, previo pre-trattamento o selezione, di Venezia Centro Storico;
2. anche quando la tecnologia di impianto presente nel data-base corrisponde agli impianti operanti, i dati di input e output sono stati definiti in base alle **condizioni operative** esistenti al momento della misurazione: questi valori sono stati misurati in un momento specifico di attività dell'impianto e possono presentare delle differenze rispetto ai valori con cui operano gli impianti attuali;
3. gli errori associati alle ipotesi assunte nella descrizione del sistema reale e nella formulazione degli scenari.

Per quanto riguarda il punto 3, l'incertezza associata agli scenari è stata affrontata mediante la verifica costante con VERITAS di:

1. dati primari disponibili per le attrezzature utilizzate in raccolta e trasporto
2. dati primari disponibili per gli impianti a gestione VERITAS
3. descrizione dell'organizzazione di raccolta e trasporto alle successive destinazioni non a gestione VERITAS
4. descrizione dei parametri operativi per gli impianti che sono ancora in fase di aggiornamento tecnologico e per cui si è assunto che le condizioni a regime saranno raggiunte nel 2024.

La riduzione dell'incertezza nella descrizione dello Scenario ENEL e nella formulazione di potenziali Scenari Alternativi, ha richiesto un notevole impegno del personale di VERITAS, sia per la descrizione di dettaglio delle modalità di raccolta rifiuti sia per l'elaborazione dei dati necessari a descrivere i flussi alle destinazioni successive alla Stazione di Travaso.

- ✓ Si sottolinea che la modellazione degli impianti a gestione VERITAS che non hanno ancora raggiunto le condizioni operative a regime aggiunge un elemento di incertezza al calcolo degli impatti ambientali e del confronto tra scenari.

La consapevolezza di questo elemento ha portato in questo studio a verificare le ipotesi e i risultati con:

- l'inserimento di due Scenari B, che ipotizzano percentuali diverse di scarti da trattamento della frazione organica,
- lo svolgimento di un'analisi di sensitività energetica.

### 3 SCENARI DI GESTIONE: ELEMENTI COMUNI

Questo studio valuta, sulla base di selezionati impatti ambientali, il rendimento ambientale al modificarsi della strategia di recupero energetico dai rifiuti urbani reso necessario a seguito della chiusura della centrale termoelettrica ENEL di Fusina e definito nel progetto approvato di aggiornamento del Polo Tecnologico presentato da VERITAS.

Gli scenari modellati e i cui rendimenti ambientali sono stati confrontati sono:

- **Scenario ENEL:** descrive la situazione gestionale in cui il CSS prodotto nell'impianto di Ecoprogetto era avviato prevalentemente per recupero energetico alla centrale termoelettrica di Fusina
- **Scenario A:** modifica lo Scenario ENEL per quanto riguarda il funzionamento dell'impianto di pre-trattamento dei rifiuti residui e la destinazione del CSS, qui avviato a combustione nella Centrale EPV a gestione Veritas a seguito della chiusura della centrale a carbone ENEL (condizioni a regime assunte al 2024).
- **Scenario B:** modifica lo scenario A introducendo la raccolta differenziata della frazione organica nel Centro Storico di Venezia (rimangono invariati gli impianti di pre-trattamento e di recupero energetico).

SC-B è analizzato con 2 sottoscenari:

- **Scenario-B-ORG** assume che gli scarti delle frazioni organiche derivanti dalle operazioni di pulizia negli impianti di digestione anaerobica siano il 5%;
- **Scenario B-ORG-15** assume che gli scarti delle frazioni organiche derivanti dalle operazioni di pulizia negli impianti di digestione anaerobica siano il 15 %.

.-.-

Questo capitolo descrive gli elementi del sistema di gestione rifiuti comuni tra tutti gli scenari.

#### 3.1 TUTTI GLI SCENARI: TERRITORIO SERVITO, QUANTITÀ TOTALE, COMPOSIZIONE MERCEOLOGICA E UNITÀ FUNZIONALE

##### 3.1.1 *Quantità raccolte e abitanti serviti*

La Tabella 3.1.1 mostra il totale dei rifiuti raccolti e gestiti nel Centro Storico di Venezia, le quantità e le percentuali di rifiuti avviati a raccolta differenziata e di rifiuti indifferenziati residui:

Tabella 3.1.1	tonnellate / 2019	%
<b>Totale RU</b>	53.862	
<b>Rifiuti residui</b>	35.750	66
<b>Rifiuti differenziati</b>	18.112	34

I rifiuti residui comprendono il peso dei rifiuti da spazzamento.

In merito alla percentuale di RD raggiunta, 34%, notevolmente inferiore alla percentuale raggiunta nel resto del territorio servito da VERITAS, si osserva che a Venezia Centro Storico non si effettua la raccolta differenziata dei rifiuti organici: le conseguenze sugli impatti ambientali dell'attivazione di questa raccolta sono oggetto di valutazione in questo studio con i due Scenari B.

La Tabella 3.1.1.b mostra i dati relativi ad abitanti e utenze servite (al 2019):

<b>Tabella 3.1.1.b</b>	<b>2019</b>
<b>abitanti</b>	59.570
<b>Abitanti 'equivalenti'</b>	70.400
<b>Utenze domestiche residenti</b>	29.115
<b>Utenze domestiche non-residenti</b>	13.782
<b>Utenze non domestiche</b>	17.564

### **3.1.2 Zone incluse nello studio sul Centro Storico**

I rifiuti inclusi nella modellazione sono raccolti nelle seguenti zone: Cannaregio; Castello; Dorsoduro; Santa Croce; San Polo; San Marco; Giudecca; Burano; Murano; Sant'Elena; Sant'Erasmus; Mazzorbo; Torcello.

Piazzale Roma non rientra nella modellazione in quanto servito da mezzi su ruota.

### **3.1.3 Unità funzionale: quantità e composizione dei rifiuti raccolti e gestiti**

La Tabella 3.1.3 mostra, per ogni frazione merceologica, le quantità di rifiuti urbani generata a Venezia Centro Storico.

L'ultima colonna della tabella mostra l'UNITÀ FUNZIONALE: **51.191** tonnellate per l'anno 2019. Come spiegato in Sezione 2.4 per permettere il confronto tra gli scenari, la quantità totale e la composizione dei rifiuti rimangono costanti per tutti gli Scenari Alternativi.

La Tabella 3.1.3 illustra i dati utilizzati per quantificare la composizione del Totale Rifiuti Urbani generati a Venezia Centro Storico; nell'ordine a partire dalla prima colonna:

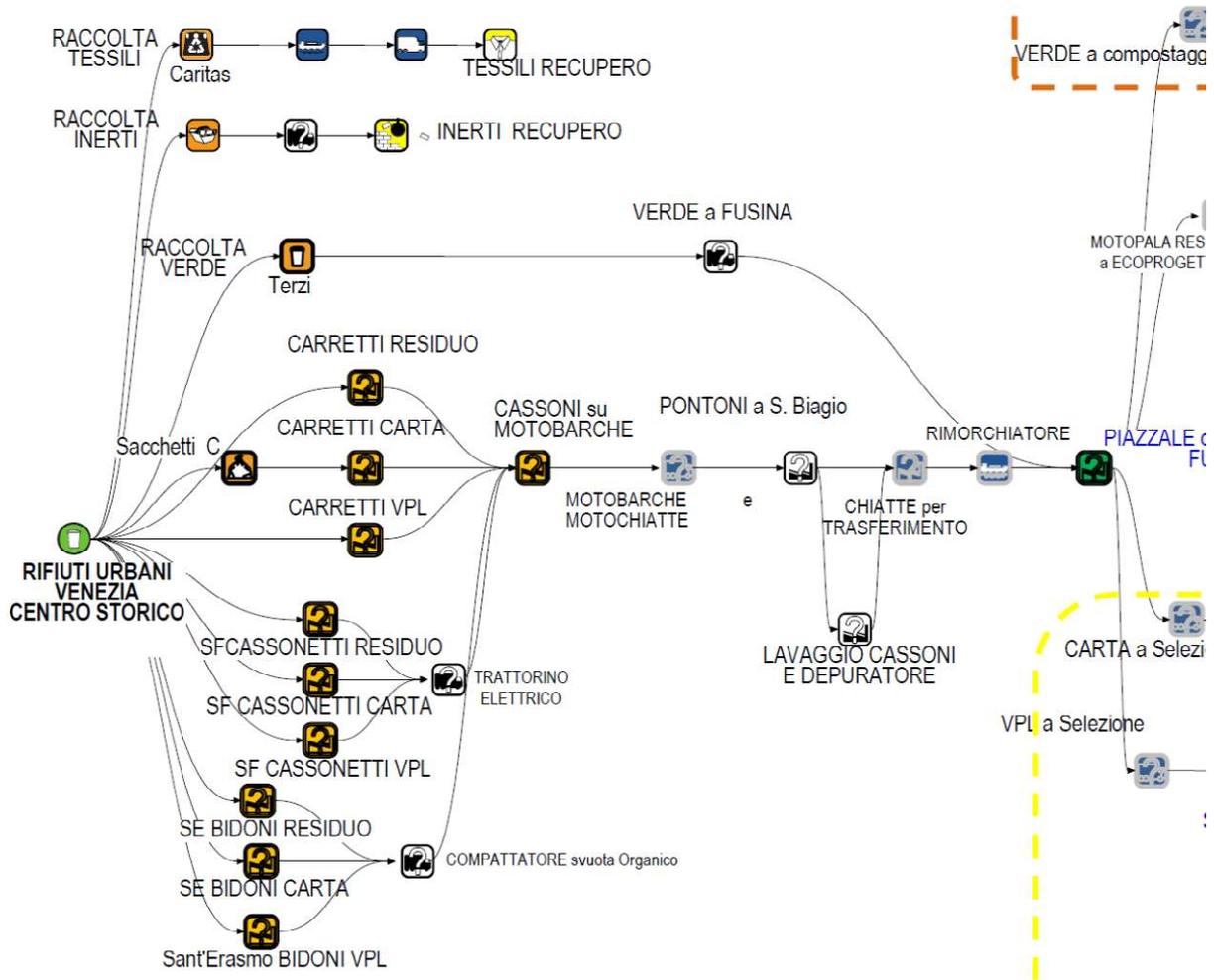
1. composizione dei rifiuti residui: ottenuta tramite le specifiche campagne di analisi merceologiche dei rifiuti residui regolarmente condotte da VERITAS; dopo un'attenta valutazione dei risultati di diversi anni di campagne analitiche, si è ritenuto che la minore incertezza fosse associata all'utilizzo dei risultati ottenuti per il 2019;
2. quantità di frazioni da raccolta differenziata che non includono i quantitativi degli scarti; in grigio le celle i cui quantitativi non sono inseriti nell'unità funzionale;
3. analisi merceologiche condotte sugli scarti della RD della carta;
4. analisi merceologiche condotte sugli scarti della RD multi materiale (vetro, plastica, lattine);
5. composizione dei rifiuti generati;
6. composizione merceologica percentuale dei rifiuti generati;
7. composizione dell'unità funzionale.

Composizione del rifiuto urbano e Unità Funzionale dei diversi Scenari di gestione

Tabella 3.1.3	Analisi merceologiche su Rifiuti Residui (t/2019)	RD senza frazioni estranee (t/2019)	Analisi Merceologiche su scarto RD carta (t/2019)	Analisi Merceologiche su scarto RD VPL	TOTALE RIFIUTI URBANI CENTRO STORICO	Composizione merceologica %	Unità Funzionale
<b>Carta e cartone</b>	3.955	6.321	151	310	10.737	19,9%	10.737
<b>plastica film</b>	187		14	0	201	0,4%	201
<b>plastica imballaggi</b>	2.035	2.802	80	100	5.020	9,3%	5.020
<b>altra plastica -cassette</b>		27	18	7	52	0,1%	52
<b>Assorbenti igienici</b>	2.470	0	12	79	2.562	4,8%	2.562
<b>tessili</b>	1.045	64	12	150	1.272	2,4%	1.272
<b>vetro</b>	2.627	3.607	4	0	6.238	11,6%	6.238
<b>Legno</b>	415		0	5	420	0,8%	420
<b>lattine</b>	94	20	0	0	115	0,2%	115
<b>lattine ferrose</b>	212	386	0	0	598	1,1%	598
<b>organico - cibo</b>	19.921		31	227	20.179	37,5%	20.179
<b>organico - potature</b>	1.665	230	16	28	1.939	3,6%	1.939
<b>inerti</b>	993	30	0	336	1.359	2,5%	1.359
<b>ingombranti</b>	0	2.262	0	0	2.262	4,2%	0
<b>RAEE</b>	10	324	1	24	359	0,7%	35
<b>Altre RD (pericolosi, vernici, oli,...)</b>	120	86	6	339	551	1,0%	465
<b>Totale</b>	<b>35.750</b>	<b>16.159</b>	<b>348</b>	<b>1.605</b>	<b>53.862</b>	<b>100,0%</b>	<b>51.191</b>

### 3.2 TUTTI GLI SCENARI

Per tutti gli scenari la raccolta dei rifiuti, sia differenziati sia residui, e il trasporto alla Stazione di travaso di Fusina sono organizzati come illustrato dal seguente diagramma dei flussi:



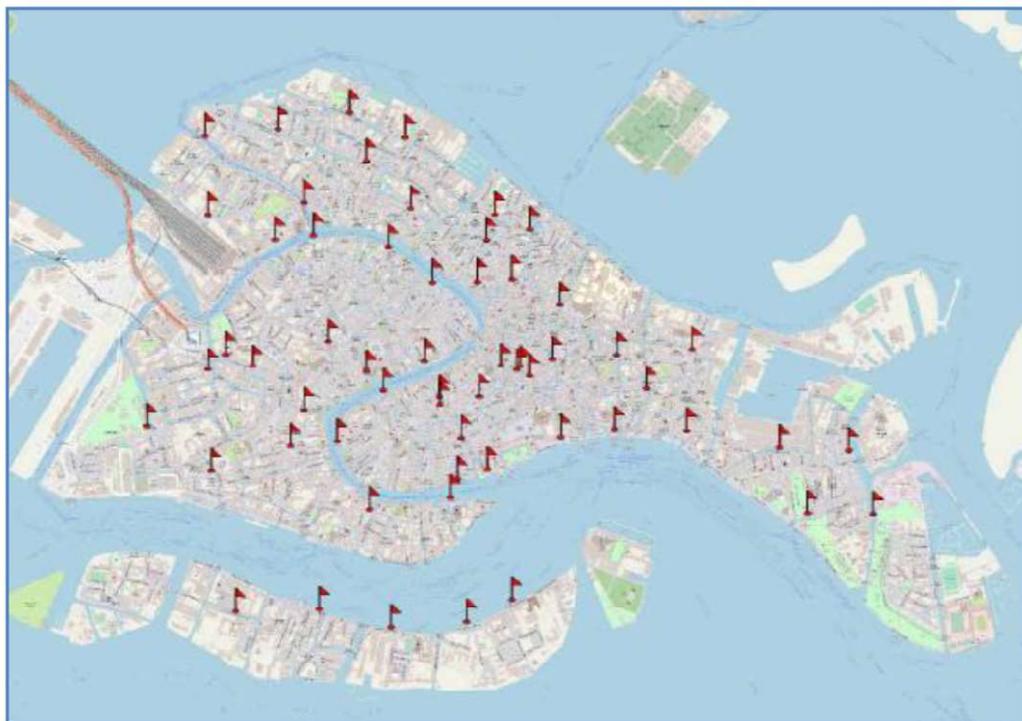
Le sezioni seguenti descrivono nel dettaglio le modalità di raccolta e trasporto alla Stazione di Travaso di Fusina.

### 3.3 RACCOLTA: CONFERIMENTO E CONTENITORI

Per soddisfare sul territorio del Centro Storico di Venezia i criteri di efficienza, efficacia ed economicità, VERITAS adotta 2 modelli organizzativi integrati di raccolta dei rifiuti urbani:

1. conferimento da parte delle utenze a una motobarca dalle ore 6:30 alle 08.30: il cittadino può portare il sacchetto della RD del giorno e il sacchetto del residuo alla motobarca ormeggiata nei punti indicati nella planimetria seguente (da opuscolo informativo VERITAS):

**Figura 4-13: Planimetria della posizione dei punti di raccolta in barche Veritas**



Come mostrato nella foto seguente la motobarca è dotata di un cassone compattatore a due camere separate: una per i rifiuti provenienti da RD e l'altra per residuo.

**Figura 4-14: Punto di raccolta Veritas**



Alcune zone di Venezia producono più rifiuto e in questi casi le motobarche sono due dotate di cassone compattatore tradizionale a una sola camera ed una motobarca raccoglie i rifiuti residui e l'altra i rifiuti differenziati.

In alcuni punti definiti di auto-conferimento ed inseriti nelle ordinanze comunali ci sono 2 carri adiacenti alla zona di ormeggio della barca: uno per rifiuti differenziati e uno per rifiuti residui (mostrati in foto).

2. sistema di raccolta misto “porta a porta” dalle ore 8:30 alle 12:00: i netturbini con il carro suonano il campanello delle singole utenze e si fanno consegnare i sacchetti dal cittadino.

Il calendario settimanale per la raccolta dei rifiuti differenziati nel Centro Storico è indicato di seguito:

Carta & Cartone in sacchetti di carta, che si possono ottenere da VERITAS su richiesta	Lun, Mer e Ven
VPL	Mar, Gio e Sab
Residuo	tutti i giorni 6/7 (L-S)
Organico	Non raccolto

La raccolta è quindi effettuata 6 giorni su 7 dal lunedì al sabato.

### **I CARRETTI DI RACCOLTA**

Anche l’attrezzatura simbolo della raccolta rifiuti, il carretto, è stato modificato da VERITAS per adattarlo alla peculiare realtà del Centro Storico di Venezia, rendendolo funzionale e maneggevole per gli operatori. Il sistema di apertura del fondo a leveraggi ne permette un uso integrato alle motobarche, non necessitando dell’intervento dell’operatore al momento dello scarico nei cassoni della motobarca.

A Sacca Fisola e a Sant’Erasmus sono attive organizzazioni di raccolta specifiche.

#### **3.3.1 Sacca Fisola**

Per la raccolta dal mercato e da utenze domestiche 1 volta a settimana. Si utilizzano n. 56 cassonetti in alluminio con quattro ruote, realizzati con la stessa tecnologia dei carri (apertura del fondo a leveraggi per garantire le stesse modalità di svuotamento), conformati per essere trainati, appositamente realizzati, della capacità di circa 1 mc.

Lo svuotamento dei cassonetti del RUR viene effettuato dal lunedì al sabato mentre la frazione differenziata segue il seguente programma:

LUN.-MER.-VEN.            CARTA

MAR.-GIO.-SAB.           VPL.

La raccolta e il trasporto alla barca sono effettuati con un trattore elettrico di piccole dimensioni.

#### **3.3.2 Sant’Erasmus**

La raccolta presso le utenze domestiche e non domestiche è effettuata con bidoni da 180 L, di colori diversi per le singole raccolte, con un veicolo mono-operatore costipatore che trasferisce e scarica i rifiuti in una barca con cassone aperto.

### 3.3.3 Distribuzione su richiesta sacchetti di carta per carta

A richiesta gli utenti possono prelevare, presso centri di distribuzione VERITAS, sacchetti di carta per l'inserimento della carta raccolta in modo differenziato e il conferimento all'operatore ecologico.

La Tabella 3.3.3 riporta numero, materiali di costruzione, condizioni di sanificazione, di manutenzione e di recupero a fine vita per i contenitori utilizzati nelle diverse aree del Centro Storico di Venezia.

<b>TABELLA 3.3.3 CARATTERISTICHE</b>	
<b>SACCHETTI PER RD CARTA, CARRETTI E CONTENITORI PER CENTRO STORICO</b>	
Sacchetti di carta per RD carta	176.000/anno (nel 2019)
	peso: 53 g/cadauno
Numero carretti totale	207
# Residuo	104
# RD	103
volume	0,76 mc
Peso lega leggera alluminio	62 - 70 kg
Copertoni	2 kg
Consumi per produzione	non reperibile
Materiali sanificazione	Bio-detergente enzimatico erogato con nebulizzatori
Materiali manutenzione	Lega alluminio 1% / anno
A recupero a fine vita	Alluminio 40 kg/carretto
<b>CASSONETTI SACCA FISOLA</b>	
Numero Cassonetti	36 residuo
	10 VPL
	10 Cartone
Volume	1 mc
Peso alluminio	78 kg
Materiali sanificazione	Bio-detergente enzimatico erogato con nebulizzatori
Materiali manutenzione	Lega alluminio 1% / anno
A recupero a fine vita	Alluminio 45 kg/cassonetto
Trattorino elettrico trasporto a barca	Circa 3,5 chilometri/giorno x 50 giorni
<b>SANT'ERASMO</b>	
Bidoni di plastica 180 L	130 residuo
	130 Carta
	130 VPL
Materiale costruzione	PVC o HDPE
Peso	kg 12 cadauno
Veicolo costipatore monooperatore	Circa 10.000 km/anno e 2.400 L diesel/anno

### **3.3.4 Potature**

Viene effettuata la raccolta da parte di terzi che con mezzi propri recapitano a Stazione di Travaso a Fusina. I rifiuti organici sono quindi uniti agli altri flussi raccolti da VERITAS e avviati a compostaggio.

### **3.3.5 Ingombranti**

La raccolta dei materiali ingombranti a Venezia viene eseguita utilizzando motobarche tipo MTR con gru e cassone a cielo aperto.

Il servizio all'utenza è diviso in due modalità:

- servizio a corrispettivo, per il quale viene pianificata la raccolta su appuntamento, a seguito di richiesta da parte dell'utenza attraverso apposito call-center, a cui segue un sopralluogo di un addetto VERITAS e un preventivo di spesa;
- servizio ritiro gratuito su appuntamento. L'utenza ha diritto a un servizio di asporto materiali ingombranti gratuito fino ad 1 mc., con ritiro preso le proprie pertinenze. Attraverso una chiamata al numero verde è possibile prenotare e fissare la data di ritiro.

Il servizio di asporto materiali ingombranti abbandonati è eseguito tre volte alla settimana a fronte delle segnalazioni dei netturbini e/o dei responsabili di zona della presenza di materiali al suolo.

### **3.3.6 Tessili**

Si ha il conferimento in contenitori CARITAS e trasporto con barca in proprio a impianti di recupero del materiale.

### **3.3.7 Spazzamento**

Lo spazzamento è condotto in modalità manuale su tutto il Centro Storico di Venezia; in più su nove zone si ha spazzamento meccanizzato con l'impiego di mini-spazzatrici aspiranti a batterie.

### 3.4 TUTTI GLI SCENARI - TRASPORTO E MEZZI

#### 3.4.1 Barche e Chiatte

Per conferimento diretto da parte delle utenze o per sversamento dai diversi contenitori usati in fase di raccolta, i rifiuti sono versati nei cassoni delle motobarche ormeggiate nei punti stabiliti.

Terminata la raccolta, le motobarche si recano presso il cantiere di Sacca San Biagio (mostrata nella foto) dove effettuano lo svuotamento dei propri cassoni entro le chiatte in attesa.



Dopo il riempimento, le chiatte sono trasferite dal cantiere di Sacca San Biagio alla stazione di travaso di Fusina mediante il traino di un rimorchiatore, analogamente per il viaggio di ritorno.

Le motobarche utilizzate in fase di raccolta adottano diversi modelli, questi infatti si sono evoluti nel tempo per rispondere sempre meglio alle peculiarità del Centro Storico veneziano e ridurre gli impatti ambientali.

Le imbarcazioni dedicate alla raccolta sono realizzate con dimensioni e accorgimenti tali da poter operare su aree ristrette, con condizioni di traffico sostenute e con forti escursioni di marea. Per soddisfare tali esigenze le imbarcazioni hanno una cabina di guida collassabile idraulicamente che permette il transito sotto la maggior parte dei ponti, e una carena con profilo piatto per ridurre il più possibile il pescaggio e transitare su rii con basso fondale.

Questi natanti sono equipaggiati di gru per l'aggancio dei carretti muniti di un sistema di apertura del fondo a leveraggi per il rapido svuotamento nei cassoni compattatori, senza operazioni manuali.

Le imbarcazioni dedicate alla raccolta di frazioni diverse sono munite di compattatore a doppia camera, che consente una riduzione dei volumi fino ad un massimo di 4 volte.

VERITAS ha realizzato una versione migliorata delle imbarcazioni in vetroresina, con l'obiettivo di ridurre le necessità manutentive dell'acciaio e diminuire il peso e i consumi; sono realizzate con le stesse

dimensioni e layout delle imbarcazioni in uso sia per sfruttare le peculiarità operative sia per mantenere la compatibilità con i cassoni compattatori e i carri/cassonetti.

Alla fine del ciclo di vita i natanti sono bonificati e smantellati in modo da poter inviare tutte le componenti agli impianti di smaltimento o recupero autorizzati per tale tipologia di rifiuto:

- per imbarcazioni in metallo, circa 6.000 kg di metallo a recupero;
- le imbarcazioni in vetroresina VERITAS sono ancora tutte in funzione; le attività di recupero saranno avviate al momento della dismissione.

Le motobarche e le chiatte impiegate per la raccolta, il trasporto al cantiere di Sacca San Biagio e il successivo trasporto alla Stazione di Travaso di Fusina sono indicate in Tabella 3.4.1:

#	TABELLA 3.4.1 TIPOLOGIA DI MOTOBARCA UTILIZZATA PER LA RACCOLTA	PESO kg	Media ore moto Anno	Consumi medi Anno L / 2019	Vita Media (anni)
2	Catamarani in vetroresina per raccolta rifiuti galleggianti, setaccio basculante a comando idraulico e cesto di raccolta con svuotamento per apertura del fondo all'interno del cassone compattatore di una motobarca con compattatore e gru	200	900	1.000	10
69	Motobarca MTR in metallo, con cabina collassabile, cassone compattatore (11- 44 mc compattanti) e gru	8.860	900	5.500	40
1	Motobarca tipo BLB in metallo 1 cassone a cielo aperto (22 mc.) senza gru	8.860	1.000	5.200	40
3	Motobarca tipo S. Marco in metallo con cassone a cielo aperto (16 mc)	8.860	400	1.200	40
1	Motobarca tipo San Marco in vetroresina con cassone a cielo aperto (16 mc.)	7.610	600	2000	40
10	Motobarca tipo MTR in vetroresina con cabina collassabile, cassone bi-compattatore (mc. 5,5 + 5,5 - circa 22 + 22 mc. compattati) e gru	7.610	700	4900	40
3	Motochiatta in metallo, con 2 cassoni compattatori + 1 cassone a cielo aperto (23 mc.) + una piattaforma "eco-centro" con contenitori per i diversi materiali, e gru. Presta servizio in zona mercato di Rialto.	24.400	1.100	8.800	25
1	Motochiatta in vetroresina, con 2 cassoni compattatori + 1 cassone a cielo aperto (23 mc) + una piattaforma "eco-centro" con contenitori per i diversi materiali, e gru. Presta servizio presso l'Isola di Burano.	29.890	900	21.650	25

La Tabella 3.4.1bis riporta per i cassoni presenti sulle motobarche il numero, il volume, i materiali di costruzione, le condizioni di pulizia e di recupero dei materiali a fine vita.

<b>TABELLA 3.4.1BIS CASSONI APERTI</b>	
Numero	13
Volume	16 - 20
Peso	Kg. 1.700 – 2.400
Materiali	Acciaio verniciato o zincato
Consumi energetici per costruzione	Non reperibile
Materiali Pulizia (e metodo)	Lavaggio ad alta pressione con acqua fredda e detersivi adeguati in area dedicata
Materiali a recupero	Dopo alienazione

<b>CASSONI COMPATTATORI A DOPPIA CAMERA</b>	
Numero	70
Volume	mc. 5,5 + 5,5
Peso	Kg. 4.100
Materiali	Acciaio zincato
Consumi energetici per costruzione	Non reperibile
Materiali Pulizia (e metodo)	Lavaggio ad alta pressione con acqua fredda e detersivi adeguati in area dedicata
Materiali a recupero	Dopo alienazione

<b>CASSONI COMPATTATORI MONO CAMERA</b>	
Numero	20
Volume	mc. 11
Peso	kg 4.400
Materiali	Acciaio zincato
Consumi energetici per costruzione	Non reperibile
Materiali Pulizia (e metodo)	Lavaggio ad alta pressione con acqua fredda e detersivi adeguati in area dedicata
Materiali a recupero	Dopo alienazione

### 3.5 TUTTI GLI SCENARI: OPERAZIONI DI TRASFERIMENTO

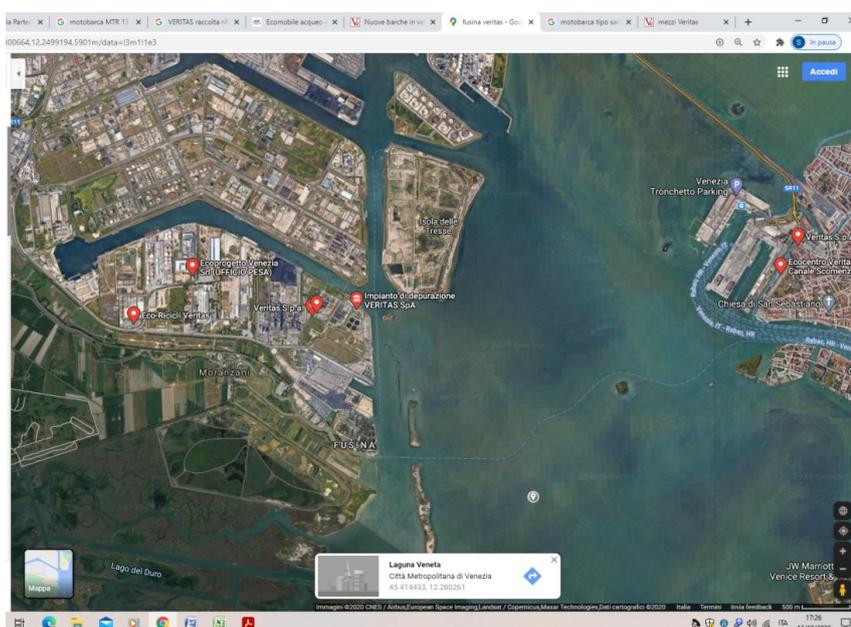
Al cantiere di Sacca S. Biagio i cassoni delle motobarche contenenti i rifiuti raccolti nel Centro Storico sono scaricati su chiatta. Il servizio è svolto utilizzando speciali caricatori oleodinamici progettati e sviluppati internamente da VERITAS, a braccio articolato con adeguate caratteristiche di portata e modalità di funzionamento.

Numero, caratteristiche e consumi dei caricatori idraulici fissi su pontone sono indicati in Tabella 3.5:

Q.tà	<b>Tabella 3.5</b> <b>CARICATORI IDRAULICI UTILIZZATI PER SOLLEVAMENTO E SVUOTAMENTO CASSONI DA MOTOBARCA A CHIATTA E ALTRI CONSUMI A SACCA SAN BIAGIO</b>	Media ore moto Anno	Consumi medi Anno L / 2019	Vita Media
3	Caricatori Idraulici fissi su pontone in metallo  Pontone Primo – gru Benati 610 ACS Pontone Secondo – gru Komatsu PC750 LC Pontone Terzo – gru Komatsu PC800 LC	400 1.600 1.600	7000 33.000 33.000	25

### 3.6 TUTTI GLI SCENARI: SCARICO DALLA CHIATTA A STAZIONE DI TRAVASO

Da San Biagio le chiatte – non auto propulsive – sono trainate da un rimorchiatore verso la Stazione di Travaso di Fusina e ritorno.



Le chiatte impiegate per il trasporto agli / dagli impianti di Fusina sono indicate in tabella:

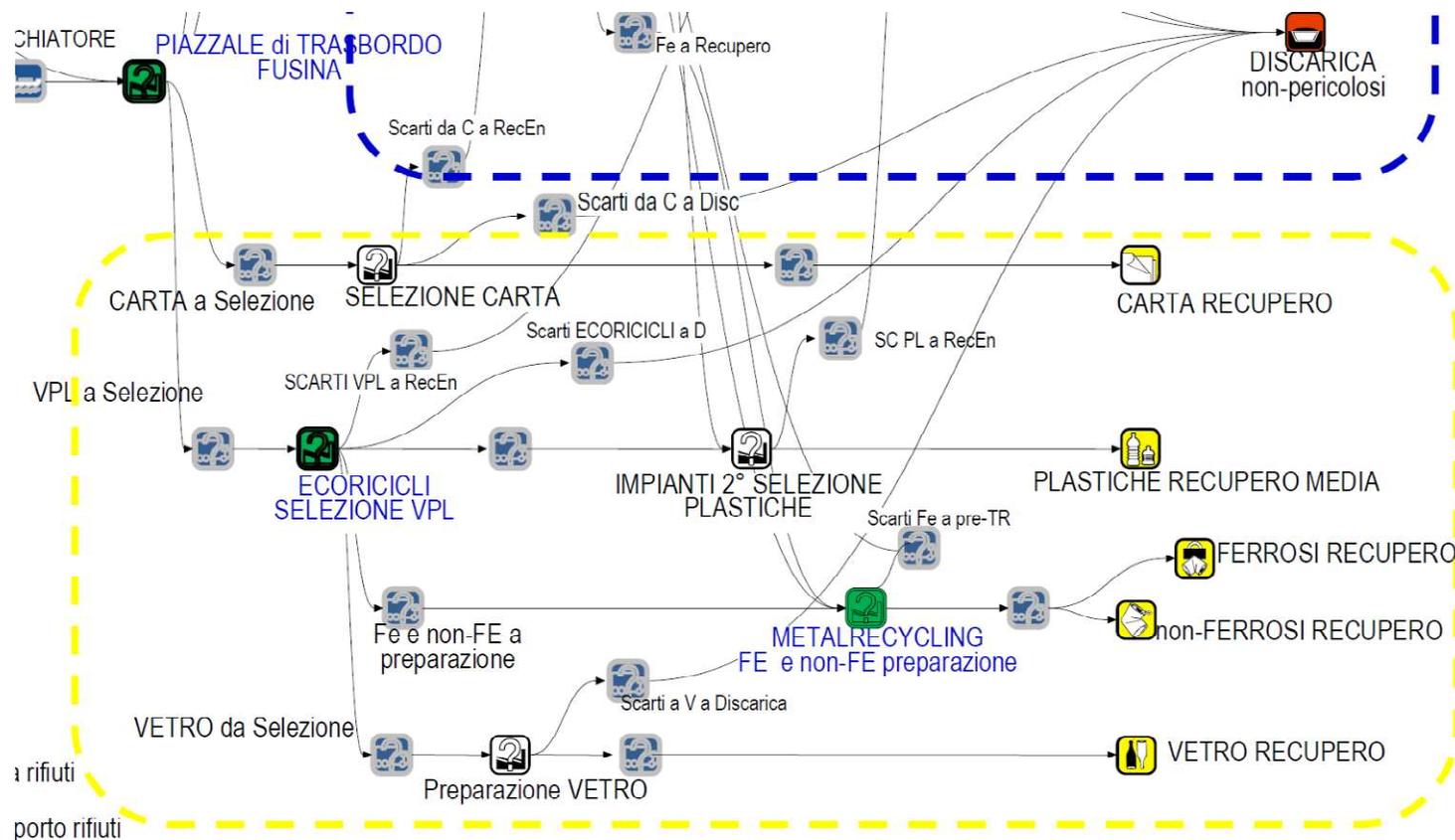
Q.tà	TABELLA 3.6 TIPOLOGIA DI CHIATTA E RIMORCHIATORE UTILIZZATI PER IL TRASFERIMENTO ALLA STAZIONE DI FUSINA	peso	Consumi		Vita Media
			Media ore moto Ore / 2019	medi Anno Litri / 2019	
2	Chiatte grandi senza motore (1.200 mc) in metallo, con doppio fondo e doppie murate, gavoni a prua e poppa, sistema di copertura motorizzato, dotate di paratie divisorie estraibili.	10.000	0	0	25
8	Chiatte medie senza motore (500 mc) in metallo, con doppio fondo e doppie murate, gavoni a prua e poppa, sistema di copertura motorizzato, dotate di paratie divisorie estraibili.	10.000	0	0	25
1	Rimorchiatore		1100	100.000	40

### 3.7 TUTTI GLI SCENARI: STAZIONE DI TRAVASO: FUSINA

Dai di costruzione da banca dati WRATE per 'Transfer Station'.

### 3.8 TUTTI GLI SCENARI: FILIERE DEL RECUPERO DI MATERIA DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FRAZIONI SECCHHE

Le filiere del recupero delle materie prime seconde, che hanno avvio con la raccolta differenziata, rimangono le stesse in tutti gli scenari sia per quantità sia per gli impianti che operano i diversi trattamenti. Il diagramma dei flussi, che rimane invariato tra gli scenari, è mostrato:



Tutte le frazioni da RD sono trasportate alla Stazione di travaso di Fusina da cui sono avviate ai diversi impianti di selezione e pulizia dalle frazioni estranee, descritti nel dettaglio nelle sezioni seguenti.

### 3.8.1 Calcolo delle distanze

Le distanze percorse sono calcolate con il seguente metodo:

distanza percorsa (km/a) =

$$2 * \text{quantità trasportate a recupero (t/a)} * \text{distanza (Km/viaggio)} / \text{carico (t /viaggio)}$$

dove:

- le quantità trasportate sono riportate nelle tabelle che specificano la composizione dei rifiuti (tabella 3.1.3) e nelle tabelle specifiche per ogni impianto di preparazione al recupero
- la distanza tra gli impianti è calcolata da Google Map
- il carico trasportato per le diverse frazioni (tonnellate / viaggio) è calcolato da VERITAS sulla base delle condizioni operative dell'anno 2019
- si assume che i veicoli tornino vuoti dagli impianti: la distanza percorsa è quindi moltiplicata per 2
- per l'avvio agli impianti di recupero di MPS si è assunta una distanza di 100 km per carta, plastica, vetro, inerti e tessili, di 150 km per ferrosi e non-ferrosi.

### 3.8.2 Carta a Impianto TERZI

Il quantitativo di rifiuti totale ottenuto con la raccolta differenziata della carta è di 6.668 tonnellate/2019 ed include le frazioni estranee raccolte assieme alla carta:

Successivamente alla raccolta i rifiuti da RD sono abbancati alla Stazione di travaso di Fusina, da cui sono avviati all'impianto di Badia Recycling.

I dati principali relativi al funzionamento dell'impianto – quantità della carta avviata a cartiere per recupero, quantità degli scarti avviati a recupero energetico a ECOPROGETTO e a discarica, e i consumi di energia dell'impianto – sono sintetizzati nella tabella seguente:

<b>Tabella 3.8.2</b>					
<b>IMPIANTO PREPARAZIONE CARTA</b>					
		<i>Da SdT Fusina a CR</i>	<i>km</i>	<i>63.231</i>	
R in ingresso	200101		T	6668,62	
					km
R in uscita	Carta a MPS	a Cartiere	t	6320,52	63.205
Scarti	191212	19% a recupero energetico ECOPROGETTO	t	66,14	364
	191212	81% a discarica	t	281,96	1.671
		Energia elettrica acquistata da rete	kWh / t	8,99	
		Energia elettrica acquistata da rete	kWh	59.951	
		Metano per riscaldamento	mc	0	
		Diesel per movimentazione	L /t	1,08	
		Diesel per movimentazione	L	7.202	

### 3.8.3 Vetro, plastiche, lattine (VPL) a ECO-RICICLI

Il quantitativo di rifiuti totale ottenuto con la raccolta differenziata del multi materiale (VPL) è 8.448 tonnellate/2019 e contiene le frazioni estranee raccolte assieme a VPL:

Successivamente alla raccolta i rifiuti sono abbancati alla Stazione di Travaso di Fusina da cui sono avviati all'impianto ECO-RICICLI VERITAS.

Il funzionamento dell'impianto ECO-RICICLI VERITAS – quantità del multimateriale trattato, rifiuti avviati a impianti CONAI per la 2° selezione delle pastiche, quantità di lattine ferrose e non-ferrose avviate agli impianti di preparazione al recupero e gli scarti avviati sia a recupero energetico a ECOPROGETTO sia a discarica e il consumo di energia dell'impianto - è sintetizzato nella tabella seguente:

<b>Tabella 3.8.3</b>					
<b>IMPIANTI SELEZIONE RD</b>					
<b>ECO-RICICLI VERITAS SRL - via della Geologia "area 43 ha" Fusina - Venezia</b>					
		<i>Da SdT Fusina a ECORICICLI</i>	km	2.251	
R ingresso	150106	VPL con i suoi scarti	t	8.449	
					km
R uscita	191202 ferrosi	METALRECYCLING VENICE SRL - Fusina (VE)	t	446	169
R uscita	191203 non-FE	METALRECYCLING VENICE SRL - Fusina (VE)	t	25	
R uscita	191204 PLASTICHE	MYREPLAST INDUSTRIES SRL - Bedizzole (BS)	t	34	43.442
R uscita	191204 PLASTICHE	2° SELEZIONE: MONTELLO SPA - Montello (BG) / I.BLU SRL - San Giorgio di Nogaro (UD) / IDEALSERVICE SOC. COOP - San Giorgio di Nogaro (UD)	t	2802	
R uscita	191205 VETRO	ECOPATE' SRL - Musile di Piave (VE)	t	4.528	13.692
Scarti	191212	Discariche Jesolo e varie 63%	t	384	2.881
Scarti	191212	Impianti vari recupero energetico	t	229	1.854
Energia elettrica acquistata da rete			kWh/t	19	
Energia elettrica acquistata da rete			kWh	159.850	
Metano per riscaldamento			mc	0	
Diesel (altro combustibile) consumato x movimentaz.			L/t	1,82	
Diesel (altro combustibile) consumato x movimentaz.			L	15.377	

### 3.8.4 Vetri a impianto di preparazione

Il funzionamento dell'impianto di preparazione del vetro come pronto forno è descritto in tabella:

<b>Tabella 3.8.4</b>						
<b>IMPIANTO FRANTUMAZIONE VETRO</b>						
<b>pronto forno</b>						
	Km da ECORICICLI a VR			km	13.692	
R ingresso	191205		t	4527,68		
					km	
R uscita	Vetro MPS	O.I San Polo di Piave	t	3606,75	24.874	
Scarti avviati a Discarica	191212	Veritas Jesolo + FriulJulia	t	920,93	2.532	
Energia elettrica acquistata da rete			kWh /t	19,93		
Energia elettrica acquistata da rete			kWh	90.237		
Metano per riscaldamento			mc	14.941		
Diesel per movimentazione			L/t	0,44		
Diesel consumato movimentazione			L	1.992		

### 3.8.5 Lattine ferrose e non-ferrose a MR

Il funzionamento dell'impianto di preparazione dei metalli ferrosi e non-ferrosi è descritto in tabella:

<b>Tabella 3.8.5</b>					
<b>IMPIANTO PREPARAZIONE FERROSI</b>					
<b>METALRECYCLING – GRUPPO VERITAS</b>					
R ingresso	191202		t	446	
R ingresso	191203		t	25	
					km
R uscita	FERROSI 191202	Impianti vari di recupero materiali	t	386	4.358
R uscita	non-FERROSI 191203	Impianti vari di recupero materiali	t	20	
Scarti a RecEn	191212	ECOPROGETTO VENEZIA SRL	t	65	70
Energia elettrica acquistata da rete* *questo impianto non effettua frantumazione; per analogia, i consumi sono stati quindi descritti con i valori associati alla frantumazione del vetro per considerare correttamente nella modellazione il peso della preparazione al recupero di queste frazioni			kWh /t	1,75	
Energia elettrica acquistata da rete			kWh	825	
Metano per riscaldamento			mc	0	
Diesel (altro combustibile) consumato x movimentaz.			L	297	

### 3.8.6 Plastica a impianti seconda selezione

Non sono disponibili dati primari per gli impianti che effettuano la 2° selezione delle plastiche e che avviano i granuli plastici alle industrie per l'uso. Per questi impianti si è assunto che il 40% delle plastiche in arrivo sia avviato a recupero energetico<sup>13</sup> e che i consumi per tonnellata siano il doppio dei kWh/t impiegati per la 1° selezione.

<sup>13</sup> Come valore medio su più annualità, da documenti nazionali COREPLA.

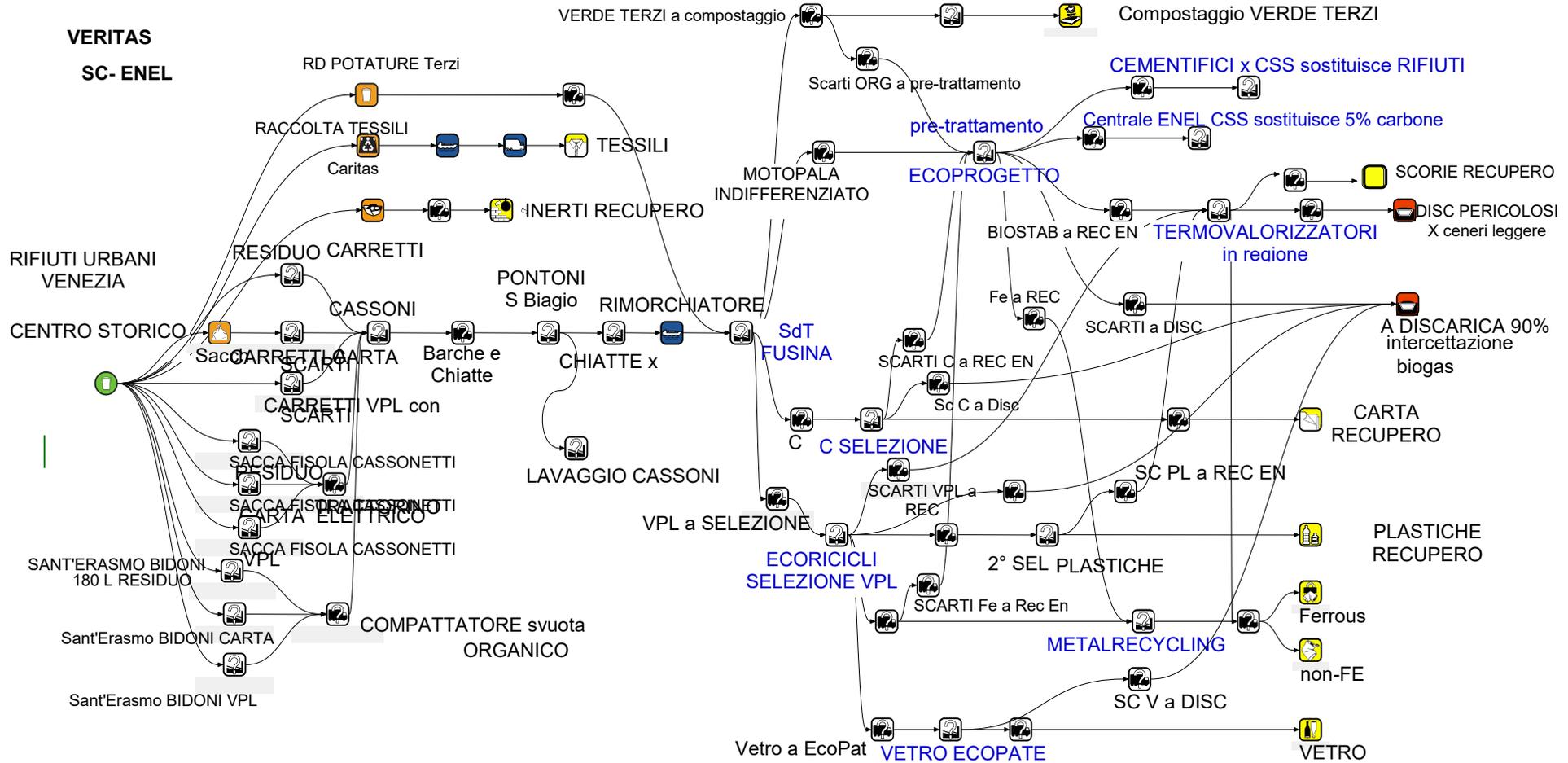
### 3.9 TUTTI GLI SCENARI: TRASPORTI PER LE FILIERE DEL RECUPERO

Le distanze percorse (km) per i trasporti successivi al conferimento alla Stazione di travaso di Fusina sono riassunti in tabella:

<b>TABELLA 3.9 FRAZIONE</b>	<b>DA</b>	<b>A</b>	<b>KM TOTALI 2019</b>
Carta a MPS	Badia Recycling	Cartiera	63.205
Scarti carta	Badia Rec	discarica	1.671
Scarti carta	Badia Rec	Eco-progetto per CSS	364
VPL Plastica	ECO-Ricicli	2° SELEZIONE	43.442
VPL Vetro	ECO-Ricicli	Ecopatè	13.692
VPL Lattine	ECO-Ricicli	Metal-recycling	169
Scarti	ECO-Ricicli	Disc	2.881
Scarti	ECO-Ricicli	Rec En	1.854
Vetro MPS	Ecopatè (pronto forno)	A offset	24.874
Scarti vetro	Ecopatè	A DISC	2.532
Fe e non Fe a recupero	Metal-recycling	A offset	4.358
Scarti	Metal-recycling	Ecoprogetto	70
Scarti 2° Selezione PL	2° SEL	Termovalorizzatore	10.202
Potature Terzi a Fusina	Raccolta Terzi	Piazzale Fusina	307
Tessili a recupero	Raccolta Terzi	Recupero	640

## 4 SCENARIO ENEL (SC-ENEL)

La figura mostra il diagramma dei flussi dei rifiuti per lo **Scenario ENEL**.



Lo Scenario ENEL modella la situazione antecedente all'aggiornamento del Polo Tecnologico VERITAS: quello costituiva infatti il sistema infrastrutturale di riferimento rispetto alla situazione che si verrà a verificare quando la Centrale EPV sarà a pieno regime, superata la fase transitoria di up-grading degli impianti.

La strategia di recupero energetico adottata nello Scenario ENEL aveva i seguenti elementi cardine:

- pre-trattamento dei rifiuti nell'impianto Ecoprogetto operato in condizioni di consumi energetici elevati per preparare CSS di qualità adeguata all'utilizzo nella Centrale Termoelettrica di ENEL;
  - sostituzione di un massimo del 5% del combustibile fossile carbone con CSS
  - avvio CSS in eccesso a cementifici, anche all'estero: in questo caso il CSS sostituiva altro CSS da rifiuti
  - recupero energetico della frazione bio-stabilizzata presso inceneritori localizzati in Veneto
  - scarti biostabilizzati avviati a discarica.
- ✓ Alla chiusura della centrale ENEL è divenuto necessario modificare la strategia di recupero energetico da rifiuti indifferenziati residui ed è quindi stata avviata la ristrutturazione del Polo Tecnologico (modifiche sono descritte nello Scenario A).

#### **4.1 SCENARIO ENEL: CONSUMI IMPIANTO DI LAVAGGIO.**

L'impianto di lavaggio delle imbarcazioni e dei cassoni opera presso il cantiere di Sacca San Biagio.

E' costituito da un piazzale dotato di vasche per i liquidi aspirati, attrezzature specifiche per l'aspirazione dei liquidi e il lavaggio ad alta pressione. L'area è dotata anche di una gru telescopica a funi, necessaria per l'estrazione e l'imbarco dei cassoni interessati da lavaggio.

Le attrezzature tecnologiche funzionano con carburanti fossili (gasolio e benzina), mentre le pompe di rilancio del liquido verso l'impianto di depurazione sono elettriche.

Il consumo di carburante annuo per le attrezzature suddette e la gru a funi ammonta a circa 3.000 litri di diesel e 500 litri di benzina.

Il consumo di energia elettrica per l'azionamento delle pompe di rilancio ammonta a circa 2.200 kWh/anno

Il consumo di acqua potabile necessaria per il lavaggio motobarche e cassoni è di circa 1.000 mc./anno.

#### **4.2 SCENARIO ENEL: RIFIUTI RESIDUI A PRE-TRATTAMENTO A ECOPROGETTO VENEZIA SRL**

Dopo la raccolta i rifiuti indifferenziati sono abbancati alla Stazione di Travaso di Fusina e trasportati all'impianto di pre-trattamento di Ecoprogetto.

Il funzionamento dell'impianto è sintetizzato in tabella 4.2 In tabella è indicata anche la tipologia degli impianti di destinazione delle diverse frazioni in uscita.

<b>Tabella 4.2</b>				
<b>Scenario ENEL pre-TRATTAMENTO MECCANICO-BIOLOGICO</b>				
	<b>CER</b>	<b>Destinazione e caratteristiche</b>		<b>a regime con ENEL</b>
<b>ECOPROGETTO VENEZIA SRL</b>				
R ingresso	200301		t	35.750
R ingresso	191212		t	245
CSS	191210		t	10.626
		Enel (68,96%)	t	7.328
		Cementifici (30,70%)	t	3.262
		Inceneritori (0,34%)	t	36
REC ferrosi	191202	METALRECYCLING VENICE SRL	t	299
REC non-ferrosi	191203	METALRECYCLING VENICE SRL	t	18
<i>Scarti da pulizia</i>	<i>191212</i>	<i>DISCARICHE</i>	<i>t</i>	<i>7.928</i>
BIOSTABILIZZATO	191212	RECUPERO ENERGETICO	t	1.982
		Energia elettrica acquistata da rete	kWh / t	92,97
		Energia elettrica acquistata da rete	kWh	3.346.461
		Metano acquistato per trattamento aria	mc / t	4,33
		Metano acquistato per trattamento aria	mc	155.859
		Diesel consumato x movimentaz	L / t	1,15
		Diesel consumato x movimentaz.	L	41.394

Il totale dei chilometri percorsi per il trasporto a cementifici all'estero è di 165.417 km (calcolati con dati VERITAS).

#### **4.3 SCENARIO ENEL: CENTRALE ENEL**

Si è assunto, sulla base dell'esperienza dei tecnici di Veritas e di una analisi della letteratura tecnica, che la sostituzione del carbone avvenisse con un rapporto:

1.000 kg di CSS per 700 kg di carbone.

#### **4.4 SCENARIO ENEL: CEMENTIFICI ITALIA ED ESTERO**

Il CSS avviato ai cementifici, sia in Italia sia all'estero, sostituiva altro CCS da rifiuti: la scelta del gestore dei cementifici nell'acquisto essendo guidata unicamente dal prezzo di vendita del CSS.

In questo caso non si è quindi assunta alcuna sostituzione di combustibile fossile in impianto.

#### **4.5 SCENARIO ENEL: RECUPERO ENERGETICO IN TERMOVALORIZZATORI**

Le condizioni operative del termovalorizzatore che riceveva le principali quantità di rifiuti per recupero energetico sono indicate in tabella (tratte dalla Dichiarazione Ambientale 2020 presentata dal gestore):

<b>Tabella 4.5</b>				
<b>TERMOVALORIZZATORI</b>				
	<b>CER</b>	<b>Destinazione</b>		<b>2019</b>
<b>HESTAMBIENTE SRL - Padova</b>				
Rifiuto in ingresso	191212		t	1.982
Scorie pesanti	190112		t	408
Ceneri leggere	190113		t	93
Recupero ferrosi			t	
		Potere calorifico in ingresso	MJ/kg	10.727
Energia elettrica prodotta TOTALE = 0,66606 MWh / t			kWh	1.320.056
Energia termica prodotta TOTALE			kWhT	
Energia elettrica acquistata da rete			kWh	
Energia elettrica auto consumata			kWh	309.726
Energia elettrica venduta in rete			kWh	1.106.068
Metano consumato per start-up			mc	16.659

#### **4.6 SCENARIO ENEL 2019: DISCARICA**

La discarica a cui sono avviati principalmente i rifiuti speciali in uscita dal pre-trattamento di Ecoprogetto non effettua più recupero di biogas, perché l'elevata intercettazione dei rifiuti organici nel territorio servito da Veritas genera un rifiuto residuo con ridotta capacità di fermentazione.

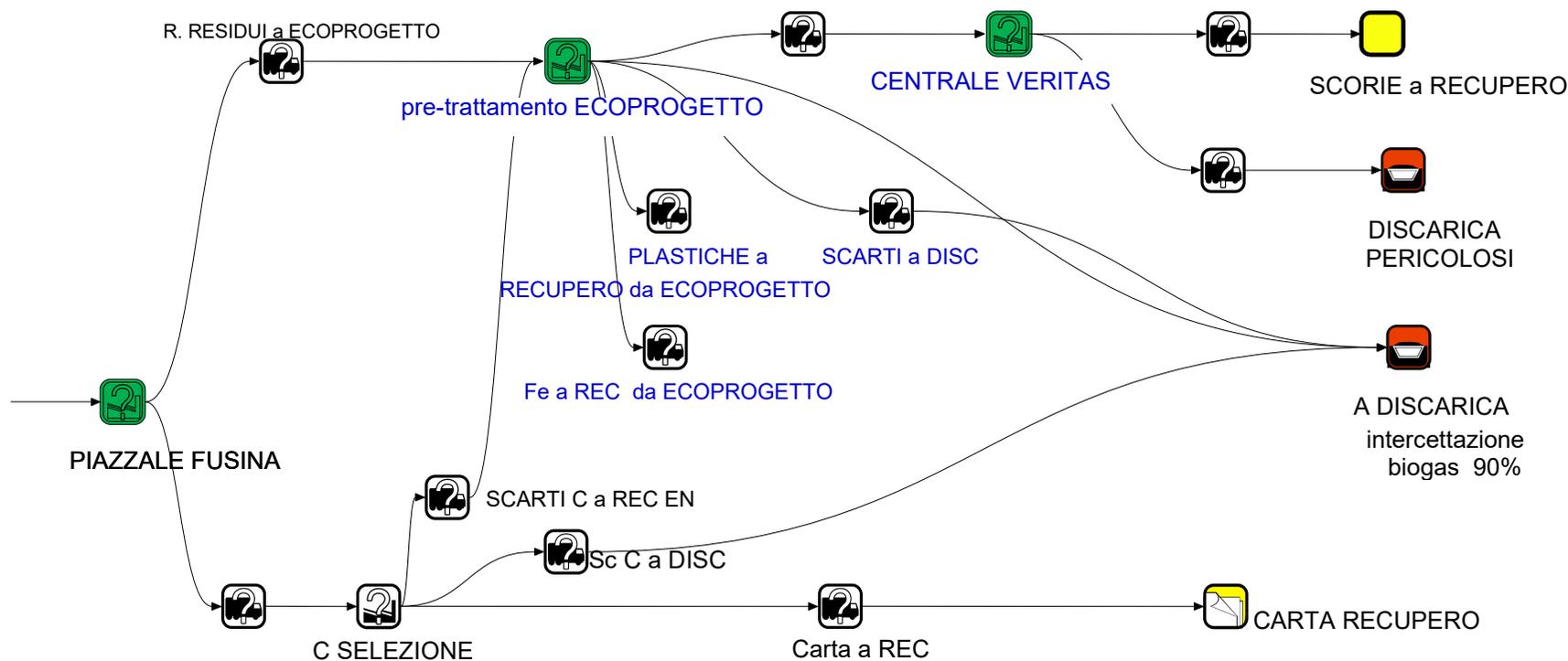
Per modellare questa condizione si è assunta una capacità media di intercettazione del metano del 90%, che modella un rilascio minimo dal corpo discarica.

Per le assunzioni per il calcolo delle emissioni biogeniche si veda il paragrafo 2.8.

## 5 SCENARIO A – AGGIORNAMENTO DEL POLO TECNOLOGICO VERITAS

Alla chiusura della Centrale ENEL, per garantire al territorio l'auto-sufficienza nel trattamento e ridurre il trasporto fuori provincia e fuori Italia si è reso necessario modificare la strategia di recupero energetico da rifiuti residui ed è quindi stata progettata e approvata la ristrutturazione del Polo Tecnologico.

La figura mostra il dettaglio del diagramma dei flussi per la gestione dei rifiuti indifferenziati residui rifiuti per lo **Scenario A**.



La strategia di recupero energetico adottata nello Scenario A è basata sui seguenti elementi:

- pre-trattamento dei rifiuti nell'impianto Ecoprogetto operato in condizioni di consumi energetici ridotti rispetto alla Scenario ENEL: queste condizioni permettono di preparare CSS di qualità adeguata all'utilizzo nella Centrale EPV VERITAS;
- gli scarti, biostabilizzati, sono avviati a discarica
- inoltre, i rifiuti residui in ingresso all'impianto provenienti da tutto il territorio servito presentano una bassa percentuale di frazione organica in conseguenza della elevata intercettazione (circa 80%) della RD delle frazioni alimentari raggiunta da VERITAS; questo elemento, le attrezzature tecnologiche aggiornate e le modalità operative di selezione adottate per l'impianto Ecoprogetto permettono di prevedere il recupero di una frazione significativa della plastiche in ingresso all'impianto (stimato in 1.018 t/a a regime).

## 5.1 SCENARIO A - AGGIORNAMENTO: CONSUMI IMPIANTO DI LAVAGGIO.

In Scenario A i consumi per il lavaggio dei cassoni impiegati nella RD rimangono invariati.

## 5.2 SCENARIO A: RIFIUTI RESIDUI A PRE-TRATTAMENTO A ECOPROGETTO VENEZIA SRL

In Scenario A la preparazione del CSS è profondamente modificata rispetto a SC-ENEL. Nella nuova configurazione impiantistica non è necessario ottenere un CSS di qualità così elevata da soddisfare i requisiti della centrale a carbone. Il pre-trattamento è quindi mirato a ottenere una qualità adeguata alle caratteristiche della Centrale EPV. L'applicazione di condizioni operative di pre-trattamento diverse porta all'aumento della quantità di CSS (10.626 t/a in SC-ENEL e 15.799 in SC-A).

Le condizioni di funzionamento sono indicate in tabella. Si osservi che il consumo energetico si riduce da 93 kWh/tonnellata (Tabella 4.2) a 50 kWh/t (Tabella 5.2).

Tabella 5.2				
SCENARIO A: ECOPROGETTO - pre-TRATTAMENTO MECCANICO-BIOLOGICO				
	CER	ECOPROGETTO VENEZIA SRL (a regime)		
R ingresso	200301		t	35.750
R ingresso	191212		t	245
CSS	191210	CENTRALE BIOMASSA VERITAS	t	15.799
REC ferrosi	191202	METALRECYCLING VENICE SRL	t	1.800
REC non-ferrosi	191203	METALRECYCLING VENICE SRL	t	247
Scarti da pulizia	191212	DISCARICHE	t	8.133
Recupero plastiche	191204	IMPIANTI DI RECUPERO	t	1.018
Energia elettrica acquistata da rete			kWh / t	50,00
Energia elettrica acquistata da rete			kWh	1.799.753
Metano acquistato per trattamento aria			mc / t	4,33
Metano acquistato per trattamento aria			mc	155.859
Diesel consumato x movimentaz			L / t	1,15

### 5.3 SCENARIO A: CENTRALE EPV A BIOMASSE E RIFIUTI

In Scenario A (e negli scenari B) il recupero energetico del CSS prodotto in Ecoprogetto è svolto nella centrale EPV, elemento centrale dell'aggiornamento del Polo tecnologico di Fusina.

<b>Tabella 5.3</b>				
<b>CENTRALE VERITAS dati 5 Maggio 2021</b>				
	<b>CER</b>	<b>Destinazione</b>		
Rifiuto in ingresso	191210	CSS	t	15.799
Scorie prodotte e destinazione		RECUPERO come sottofondo	t	1659
Ceneri prodotte e destinazione	100118	Discarica pericolosi	t	885
		Potere calorifico in ingresso	MJ/t	17.200
Energia elettrica prodotta TOTALE			kWh	17.425.988
Energia termica prodotta TOTALE			kWhT	
Energia elettrica acquistata da rete			kWh	100.644
Energia elettrica autoconsumata			kWh	3.312.855
En elettrica venduta in rete			kWh	14.113.133
En termica venduta in rete			kWhT	
Metano consumato per start-up			mc	22.430
Metano per riscaldamento			mc	13.263
Diesel movimentazione			L	30.000

## 6 SCENARIO B: RACCOLTA DIFFERENZIATA ORGANICO

Lo Scenario B modifica lo Scenario A-Aggiornamento ipotizzando la raccolta differenziata dell'organico nel Centro Storico di Venezia.

La composizione dei rifiuti raccolti rimane invariata, così come l'Unità Funzionale, l'unica modifica è che si ipotizza di chiedere ai cittadini di differenziare l'organico con un conferimento previsto in modalità 4/6.

- Negli Scenari B, per concentrare l'analisi sugli elementi impiantistici, si è ipotizzato di poter utilizzare le medesime attrezzature e i veicoli per la raccolta usati negli scenari precedenti: questo aspetto organizzativo in realtà non appare facilmente risolvibile per VERITAS a causa di diversi elementi, tra cui in particolare le limitazioni di spazio e i vincoli di circolazione degli altri mezzi esistenti a Venezia Centro Storico.

Si è ipotizzato che sia possibile raggiungere il livello di intercettazione raggiunto da VERITAS nel resto del territorio: 80% rispetto alla quantità presente nel rifiuto urbano.

Tabella 6 Scenari B Composizione merceologica	t / 2019 Residuo	t / 2019 RD e frazioni estranee	UNITÀ FUNZIONALE STUDIO LCA ( t / 2019 )
<b>Carta &amp; Cartone</b>	3.955	6.782	10.737
<b>Plastica film e imballaggi</b>	2.223	2.997	5.220
<b>Cassette Plastica</b>		52	52
<b>Assorbenti Ig.</b>	2.470	92	2.562
<b>Tessile</b>	1.045	227	1.272
<b>Vetro</b>	2.627	3.611	6.238
<b>Legno</b>	415	5	420
<b>Lattine ferrosi</b>	212	386	598
<b>Lattine non-ferrosi</b>	94	21	115
<b>Verde</b>	1.665	274	1.939
<b>Organico</b>	3.984	16.195	20.179
<b>Inerti</b>	993	366	1.359
<b>Ingombranti</b>			0
<b>RAEE (solo in residui e fr, estr.)</b>	10	25	35
<b>Altre RD (solo in residui e fr, est.)</b>	120	345	465
<b>TOTALE</b>	<b>19.813</b>	<b>31.378</b>	<b>51.191</b>

### SCENARI B - ORGANICO: CONSUMI IMPIANTO DI LAVAGGIO

Si è assunto che per garantire la pulizia dei cassoni impiegati per la raccolta differenziata delle frazioni organiche si abbia l'aumento del 50% per i consumi di acqua ed energia elettrica.

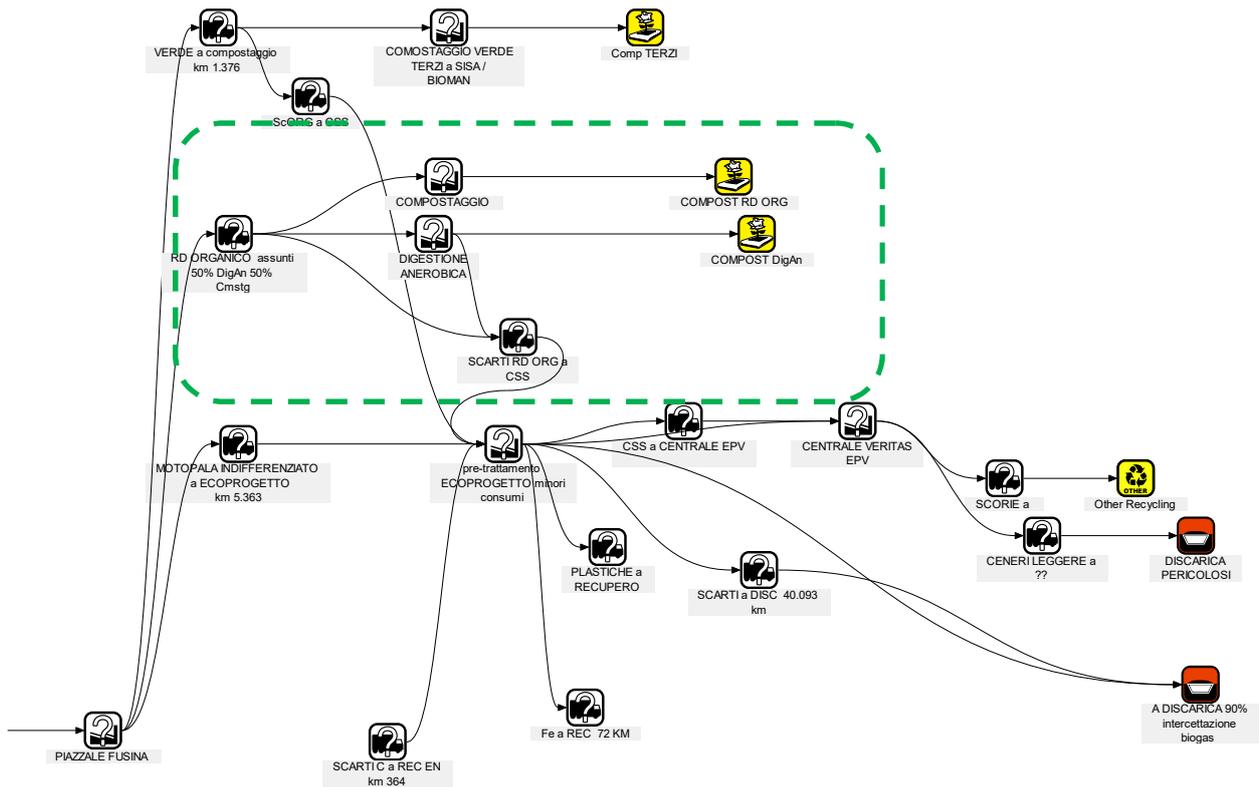
In realtà, per la realizzazione dello Scenario B sarebbe necessario verificare la possibilità tecnica di aumentare le operazioni di lavaggio necessarie poiché i rifiuti organici sono putrescibili, perché alle dimensioni attuali del piazzale l'impianto non potrebbe sostenere un aumento del lavaggio.

A seguito di una conferma dalla progettazione sarebbe poi necessario ottenere l'approvazione del progetto da parte delle competenti autorità.

## 6.1 SCENARI B - DESTINAZIONE RD ORGANICO

Negli Scenari B la gestione dell'indifferenziato e della RD delle frazioni secche non è modificata rispetto allo SC-A.

La figura mostra il dettaglio del diagramma dei flussi per le modifiche indotte dalla RD dell'organico.



Assumendo la stessa ripartizione tra gli impianti a cui è conferita la frazione organica raccolta da VERITAS nel 2019, si ha 50% destinazione a compostaggio e 50% a digestione anaerobica entrambi fuori provincia.

Lo Scenario-B-ORG assume che gli scarti delle frazioni organiche derivanti dalle operazioni di pulizia in testa agli impianti di digestione anaerobica siano del 5%.

Poiché il valore quantitativo degli scarti generati agli impianti di trattamento delle frazioni organiche hanno un impatto significativo sulla gestione perché per completare il proprio ciclo richiedono di essere gestiti da altri impianti, si è formulato lo Scenari B-ORG-15% che assume che gli scarti delle frazioni organiche derivanti dalle operazioni di pulizia in testa agli impianti di digestione anaerobica siano del 15%.

Queste assunzioni modificano il flusso di rifiuti organici che attraversa gli impianti che ricevono gli scarti: in questo caso l'impianto di pre-trattamento dei R residui e la successiva discarica per i sovralli da pre-trattamento.

Per l'impianto di digestione anaerobica, si è assunto che il bio-metano derivato dal trattamento della frazione organica sostituisca, a seguito di up-grading, diesel da trazione.

## 7 SINTESI DEGLI SCENARI

La Tabella 7 sintetizza i principali elementi della gestione dei singoli scenari.

TABELLA 7 SCENARIO	RI (t/a)	RD FRAZIONI SECCHIE (t/a)	RD ORGANICO (t/a)	SCARTI DA DIGESTIONE ANAEROBICA A pre- TRATTAMENTO	TOTALE pre-TRATTAMENTO ECOPROGETTO (t/a)	RECUPERO ENERGIA /SOSTITUZIONE CARBONE O ALTRO CSS (t/a)	RECUPERO PLASTICHE DA PRE-TR (t/a)	A DISCARICA DA PRE-TR (t/a)
<b>SC-ENEL</b>	35.750	18.112	0		35.750 ** ** i consumi kWh/t sono elevati	7.328 ENEL 3.262 Cementifici 1.982 Biostab a INC		7.928 da pre-Tr
<b>SC-A</b>	35.750	18.112	0		35.750	15.799 Centrale EVP	1.018	8.133 da pre-tratt
<b>SC-B ORG 5%</b>	19.814	18.112	15.937 (di cui 7.969 a Dig. An.)	398	21.247	8.902 a Centrale EVP	1.018	4.800 da pre-tratt
<b>SC-B ORG 15%</b>	19.814	18.112	15.937 (di cui 7.969 a Dig. An.)	1.195	22.043	8.996 a centrale EVP	1.018	6.273 da pre-tratt
Scarti da RD frazioni secche					131	1.363 (di cui 1.134 plastiche)		1.588
Scarti da compostaggio terzi					108			

## 8 RISULTATI: SCENARI DI BASE

In queste sezioni si comparano gli Scenari sulla base di quattro selezionate categorie di impatto ambientale (si veda 2.8).

Si sottolinea che valori numerici positivi indicano un'emissione netta di gas climalteranti o acidificanti nell'ambiente e consumi netti di risorse fossili; valori numerici negativi indicano le emissioni che nel sistema sociale e produttivo sono evitate e i risparmi di risorse risultanti grazie alla sostituzione con materie prime seconde o vettori energetici recuperati dai rifiuti.

- ✓ Gli Scenari di Base assumono che le fonti sostituite dall'energia generata dai rifiuti sia il mix elettrico residuo italiano al 2019.

L'analisi per ogni categoria d'impatto ambientale presenta sia i risultati per l'insieme del sistema di gestione descritto da uno scenario - colonna VALORI TOTALI - sia i risultati suddivisi per le diverse fasi della gestione, così classificate:

- **Raccolta:** impatti associati ai materiali utilizzati per la costruzione delle diverse tipologie di contenitori utilizzati per la raccolta
- **Trasporti:** impatti associati a costruzione, manutenzione e operazione dei veicoli utilizzati per la raccolta dei rifiuti e il trasporto agli impianti di 1° conferimento e per il trasporto alle destinazioni successive
- **Logistica Intermedia:** comprende gli impatti associati al funzionamento degli impianti di:
  - Pontoni / Gru a Sacca San Biagio
  - Stazione di Travaso a Fusina
  - Impianti di I° pulizia e selezione delle diverse frazioni secche dei rifiuti
  - Impianto di II° selezione delle plastiche.
- **Recupero di materia:** include gli impianti e i processi di recupero di materie prime, inclusi gli impatti evitati per l'evitata produzione di materie prime
- **Pre-trattamento e trattamento con recupero di energia:** comprende gli impianti di:
  - trattamento termico: inclusi i benefici per l'evitata produzione di elettricità
    - centrale termoelettrica ENEL
    - Centrale EVP di VERITAS a seguito dell'approvato aggiornamento tecnologico
    - cementifici, in Italia e all'estero
    - termovalorizzatori in Regione
  - Ecoprogetto Venezia Srl per il pre-trattamento meccanico e biologico dei rifiuti indifferenziati
  - compostaggio
  - digestione anaerobica (si è assunto che l'impianto operi con tecnologia a secco).
- **Discariche:** include la modellazione delle discariche per rifiuti non-pericolosi e pericolosi e gli impianti di recupero di energia dal biogas estratto dal corpo della discarica.

## 8.1 RISCALDAMENTO GLOBALE POTENZIALE

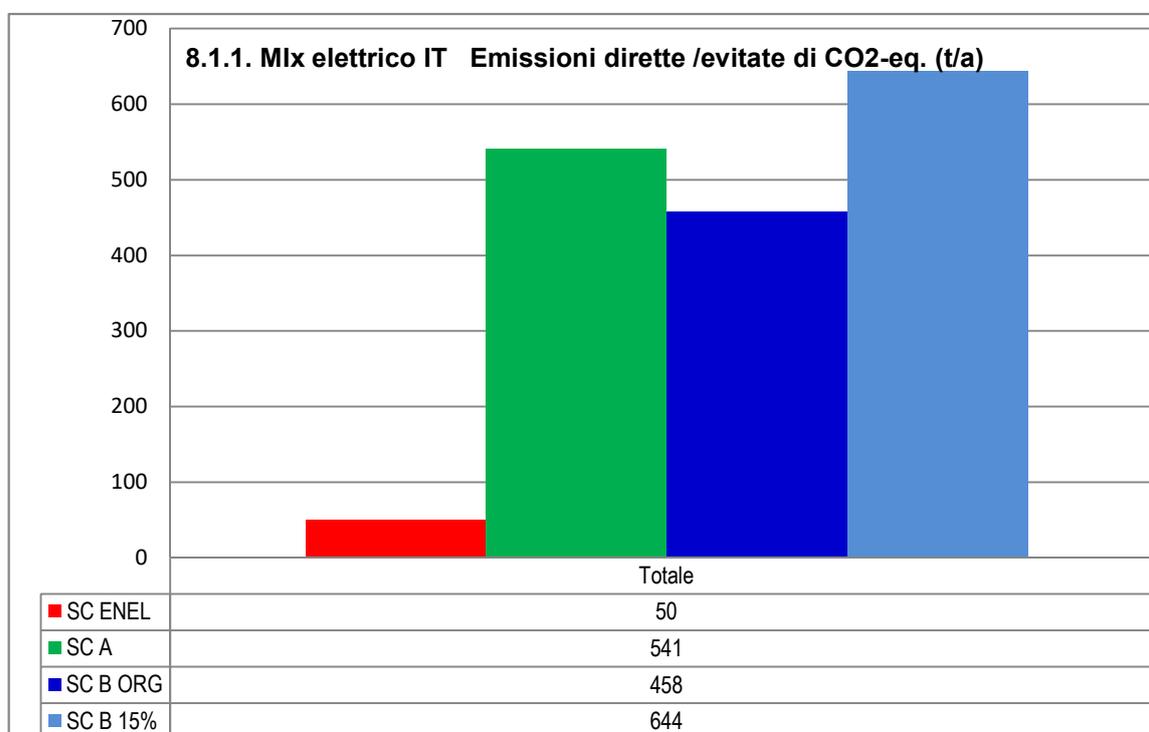
In queste sezioni si comparano gli scenari rispetto al riscaldamento globale potenziale (calcolato come somma delle emissioni dirette ed evitate di gas climalteranti) espresso in tonnellate/anno di CO<sub>2</sub>-eq.

Lo SC-B ORG15 può essere considerato come un'analisi di sensitività, in quanto modifica unicamente un parametro: la percentuale di scarti dagli impianti di digestione anaerobica avviati a pre-trattamento e recupero energetico.

I risultati discussi in questo capitolo si riferiscono al caso in cui l'energia recuperata dai rifiuti sostituisca il mix elettrico residuale italiano (Tabella 2.7).

### 8.1.1 RISCALDAMENTO GLOBALE POTENZIALE - ENERGIA SOSTITUITA MIX ELETTRICO ITALIANO

Il grafico 8.1.1 confronta i quattro scenari rispetto alle emissioni di gas climalteranti.



Per il sistema di gestione nel suo complesso, osservando i valori totali si possono fare le seguenti osservazioni:

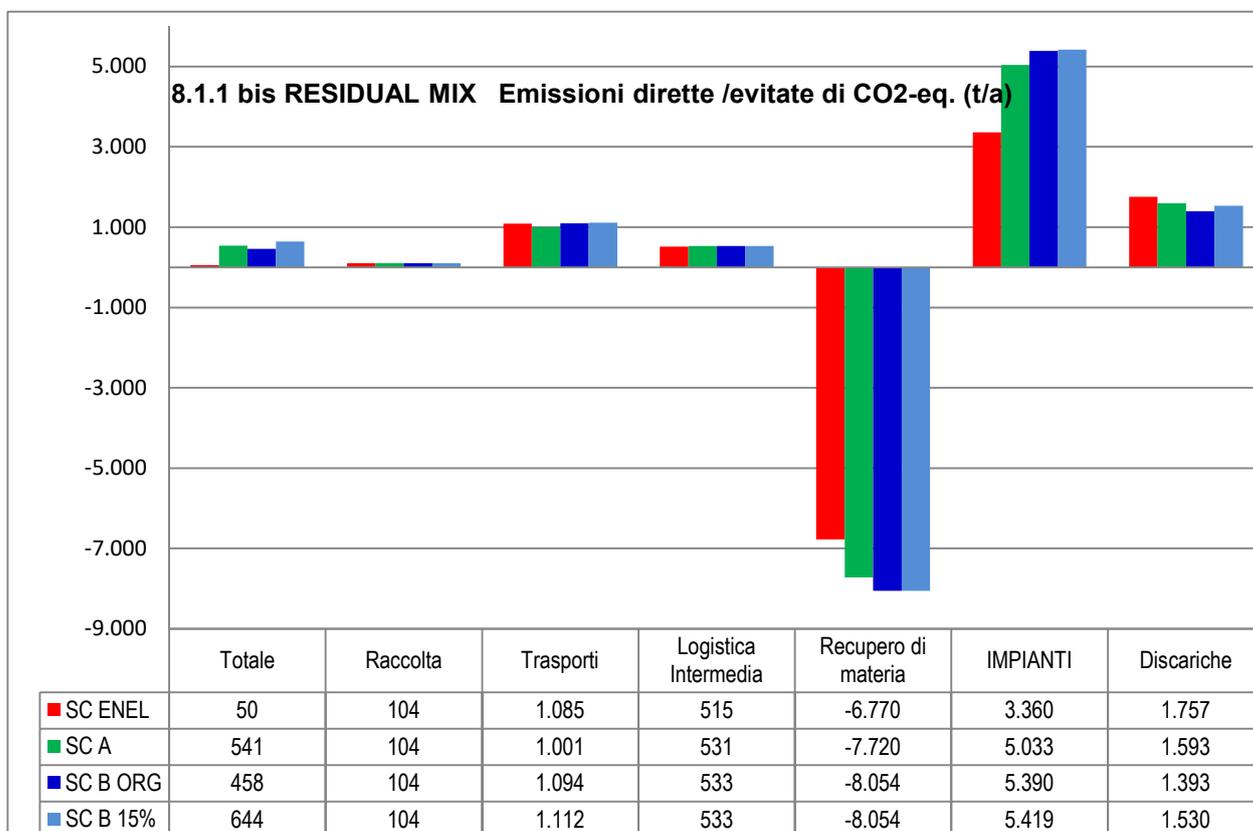
- lo Scenario ENEL (in cui il CSS prodotto dal pre-trattamento nell'impianto di Eco progetto sostituiva il carbone nella centrale termoelettrica ENEL) presenta il miglior rendimento ambientale, risultando nelle minori emissioni: questo scenario non è più attivo in conseguenza della chiusura della centrale a carbone ENEL di Fusina;
- SC-A descrive la situazione tecnologicamente aggiornata a regime che sarà raggiunta a completamento dell'aggiornamento del Polo tecnologico di Fusina: il CSS è avviato tutto alla Centrale EVP. Questo sistema di gestione presenta un rendimento intermedio tra gli Scenari B;
- SC B-15% introduce una sola modifica rispetto a SC-B: assume che gli scarti generati dagli impianti di trattamento della frazione organica avviati a pre-trattamento prima di recupero energetico siano il 15% poiché questo è un valore maggiormente rappresentativo degli impianti

di benchmark, rispetto al 5% assunto nello scenario precedente: questo scenario risulta in emissioni dirette totali maggiori di SC-A.

Per un dettaglio sugli elementi gestionali che conducono al risultato complessivo, il grafico 8.1.1bis mostra il diverso contributo che ogni fase porta al risultato complessivo.

Si osserva che:

- le differenze tra gli scenari per le emissioni dirette sono relativamente ridotte per le fasi di
  - **raccolta:** le condizioni rimangono invariate tra gli scenari
  - **trasporti:** SC-A ha una riduzione rispetto a SC-ENEL perché elimina il trasporto ai cementifici a lunga distanza; gli SC-B mostrano un aumento dei consumi dovuto al trasporto della frazione organica a impianti di trattamento al presente localizzati fuori provincia.
  - **logistica intermedia;**



- le emissioni dirette della fase di **trasporto** non sono trascurabili quando confrontate con i valori assoluti delle altre fasi
- le emissioni evitate associate al **recupero di materia** presentano i valori maggiori; negli SC-A e SC-B si ha l'aumento delle emissioni evitate poiché questi scenari modellano il recupero di una rilevante quantità di plastiche, reso possibile dall'aggiornamento tecnologico dell'impianto di pre-trattamento rifiuti urbani Ecoprogetto.

Il valore utilizzato per il fattore di sostituzione per le plastiche (assunte HDPE) è indicato in Allegato A e ricade nell'intervallo di valori riportato in letteratura.

- si osserva che in questo studio LCA che include nei confini del sistema la sostituzione di materia ed energia, le emissioni degli impianti di recupero energetico sono il risultato della somma delle emissioni dirette a camino (+) e delle emissioni evitate (-) per sostituzione delle fonti energetiche.

Si osserva che le emissioni totali associate al recupero energetico mostrano il valore inferiore per lo SC-ENEL: questo è dovuto agli impatti evitati per sostituzione di carbone con CSS. La sostituzione di questa fonte fossile risultava infatti in elevate emissioni evitate per kWh sostituito, poiché l'energia da rifiuti sostituiva una fonte energetica ad emissioni più elevate rispetto al mix elettrico italiano. Questa differenza è illustrata nella tabella seguente (da Rapporto 317/2020 ISPRA) che elenca i diversi fattori di emissione per kWh delle diverse fonti energetiche:

Tabella 8.1.1

*Fattori di emissioni di anidride carbonica da produzione termoelettrica lorda per combustibile in g CO<sub>2</sub>/ kWh da ISPRA*

Combustibili	2018
Solidi	884,3
Gas naturale	367,3
Gas derivati	1.651,2
Prodotti petroliferi	545,7
Altri combustibili <sup>[1]</sup>	132,8
Altri combustibili <sup>[2]</sup>	1.194,0
<b>Totale termoelettrico<sup>[1]</sup></b>	<b>444,4</b>
<b>Totale termoelettrico<sup>[2]</sup></b>	<b>493,8</b>
RSU/ RSAU, RIFIUTI SOLIDI URBANI O ASSIMILABILI	554,2

Come si vede il carbone ha un fattore di emissione più elevato del mix elettrico (totale termoelettrico) per questo motivo la sua sostituzione porta a maggiori impatti evitati;

- nel grafico 8.1.1bis, le emissioni associate allo smaltimento a discarica variano per gli SC-A e SC-B proporzionalmente con la quantità di rifiuti organici avviati a smaltimento; in SC-B-15% la maggiore quantità di scarti risulta nell'avvio a discarica di una maggiore quantità di scarti a componente organica in uscita dal pre-trattamento (si veda tabella 7).

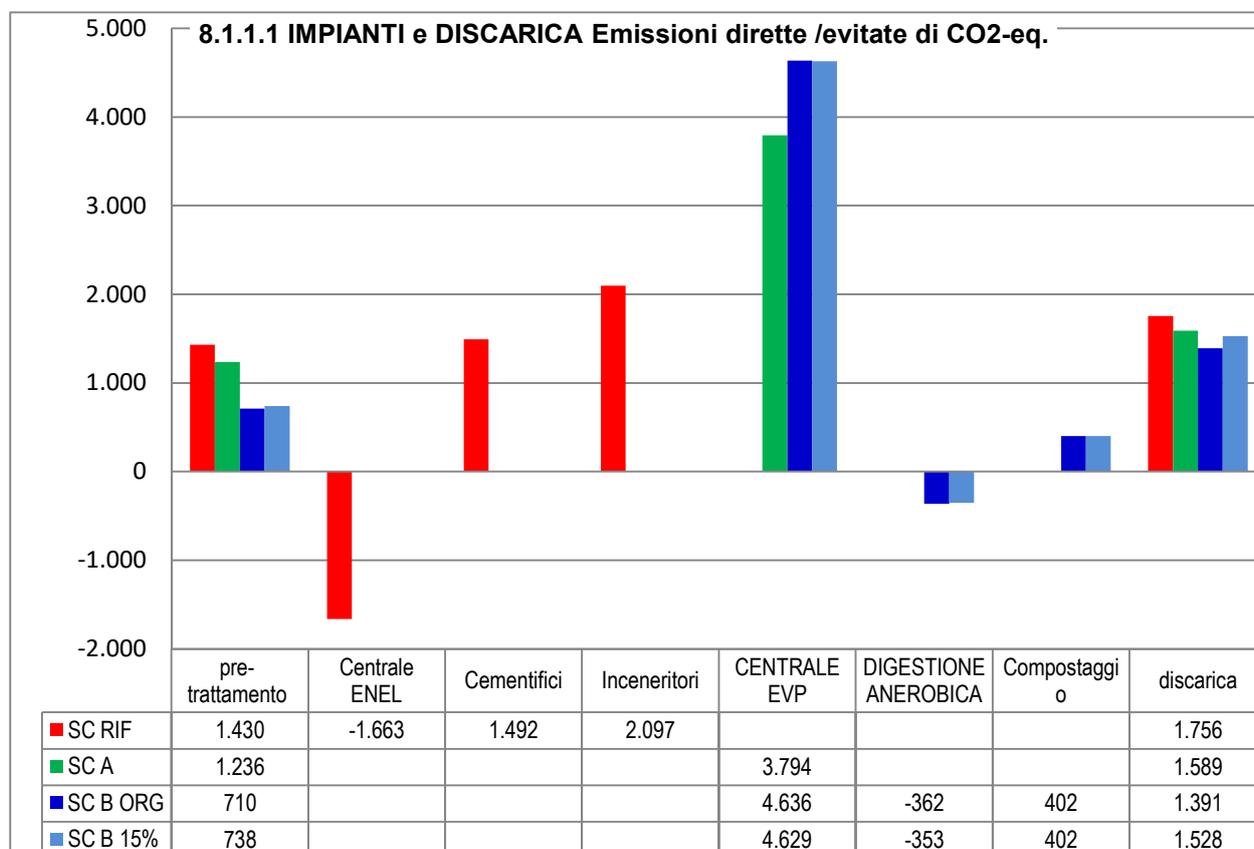
La composizione dei rifiuti in scenario ENEL non è direttamente confrontabile con gli altri scenari, perché in questo caso non si assume il recupero delle plastiche dall'impianto.

L'insieme delle variazioni nei sistemi di gestione descritti dei diversi scenari porta a far sì che rispetto al riscaldamento globale potenziale:

- ↑ lo SC-B abbia il rendimento ambientale maggiore
- ↓ SC-ORG-15% abbia il rendimento ambientale minore.
- ✓ Questo risultato sottolinea la rilevanza del tracciare gli scarti generati da ogni trattamento e valutare gli impatti ambientali associati alla loro gestione

### 8.1.1.1 Contributo dei diversi impianti

Il grafico 8.1.1.1 entra a maggiore dettaglio nell'analisi degli elementi che determinano le differenze tra gli scenari isolando il contributo dei singoli impianti.<sup>14</sup>



Il pre-trattamento risulta sempre in emissioni dirette. Lo SC-ENEL utilizzava condizioni di pre-trattamento a elevata intensità energetica e risulta per questo in emissioni superiori a SC-A che pre-tratta la stessa quantità di rifiuti residui. Negli SC-A e B l'intensità energetica del pre-trattamento è ridotta perché i rifiuti in uscita non devono rispondere alle esigenze della centrale ENEL, permettendo così un risparmio di energia (Tabelle 4.2 e 5.2)..

La centrale ENEL sostituendo carbone con CSS da rifiuti (parzialmente di origine biogenica) risulta in emissioni evitate.

Per quanto riguarda i cementifici in cui il CSS da rifiuti sostituiva altro combustibile da rifiuti, si evidenzia che non sono attribuibili a questi impianti le emissioni evitate associate alla sostituzione del combustibile fossile (carbone) e quindi il recupero energetico di CSS in questi impianti è associato a emissioni dirette.

Gli inceneritori a cui è avviato il biostabilizzato da pre-trattamento per recupero energetico risultano in emissioni dirette.

Le emissioni della Centrale EVP nei tre scenari A e B variano in dipendenza sia della quantità totale di rifiuti in ingresso (Tabella 7) sia della loro composizione merceologica e sono il risultato di emissioni dirette dalla combustione dei rifiuti (frazioni non biogeniche) ed emissioni evitate dalla sostituzione del mix elettrico italiano con energia da rifiuti.

<sup>14</sup> Per semplificare la rappresentazione, non sono mostrate le emissioni dirette dell'impianto di compostaggio a servizio della RD effettuata da terzi: circa 3 t/a.

La digestione anaerobica della frazione umida da RD risulta sempre in emissioni evitate: in questa modellazione si è assunto l'upgrading del biogas a biometano e la sostituzione di diesel come combustibile fossile da trazione.

Il compostaggio, non permettendo il recupero energetico risulta sempre in emissioni dirette<sup>15</sup>.

Le emissioni da discarica (qui sono riportate solo le emissioni dalle discariche di non-pericolosi) sono maggiori per SC-ENEL e SC-A in cui non si ha la raccolta differenziata della frazione organica.

---

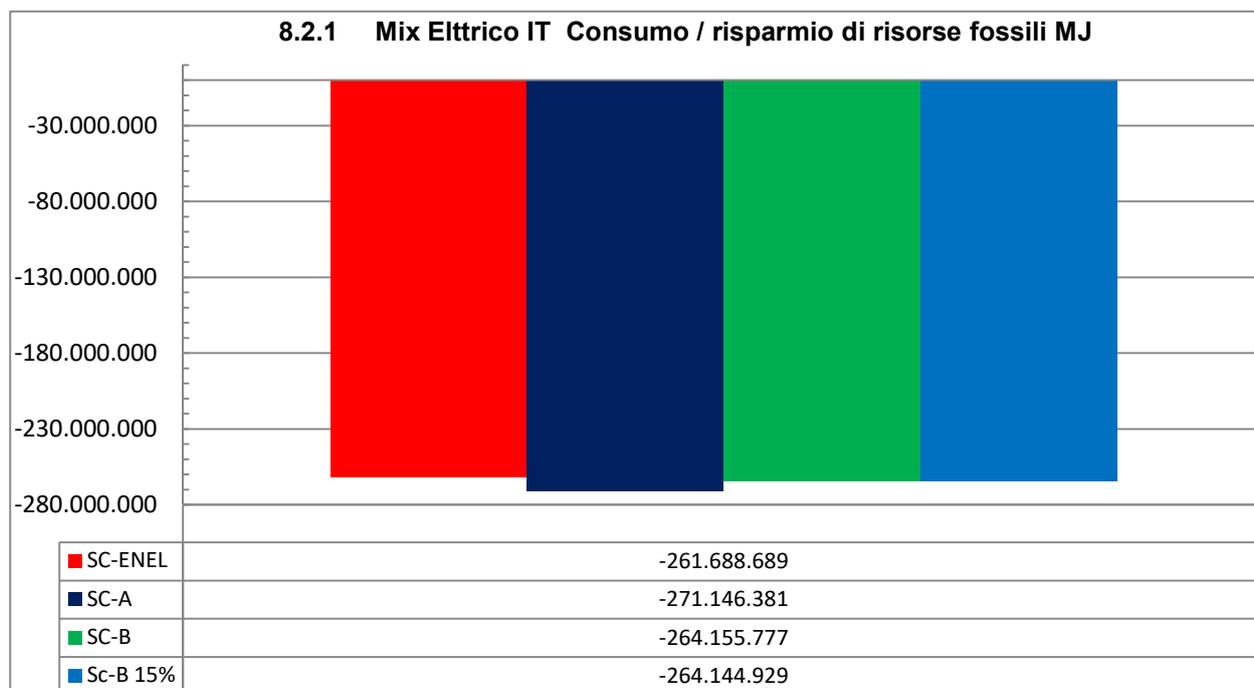
<sup>15</sup> Per approfondimenti si veda lo studio UTILITALIA 2020 "Gestione dei rifiuti urbani – Scenari di Sviluppo infrastrutturale: comparazione del rendimento ambientale".

## 8.2 ESAURIMENTO RISORSE FOSSILI

In queste sezioni si comparano gli scenari rispetto all'esaurimento di risorse fossili (calcolato come somma dei consumi diretti / evitati di risorse fossili), i valori sono espressi in MJ.

### 8.2.1 CONSUMO/RISPARMIO DI RISORSE FOSSILI - ENERGIA SOSTITUITA MIX ELETTRICO ITALIANO

Il grafico 8.2.1 mostra e confronta i risultati complessivi per ogni scenario.



Per la categoria di impatto esaurimento risorse fossili (si veda Allegato B per la lista completa dei combustibili inclusi nei calcoli) lo scenario con il miglior rendimento ambientale risulta SC-A, che descrive la situazione di gestione corrispondente alle condizioni previste per l'aggiornamento del Polo tecnologico.

Tutti gli scenari risultano in un risparmio di risorse fossili.

Per questa categoria di impatto ambientale, lo SC-ENEL risulta nel minor risparmio di risorse fossili.

Il grafico 8.2.1bis mostra il contributo ai consumi /risparmi di risorse fossili di ogni fase gestionale.

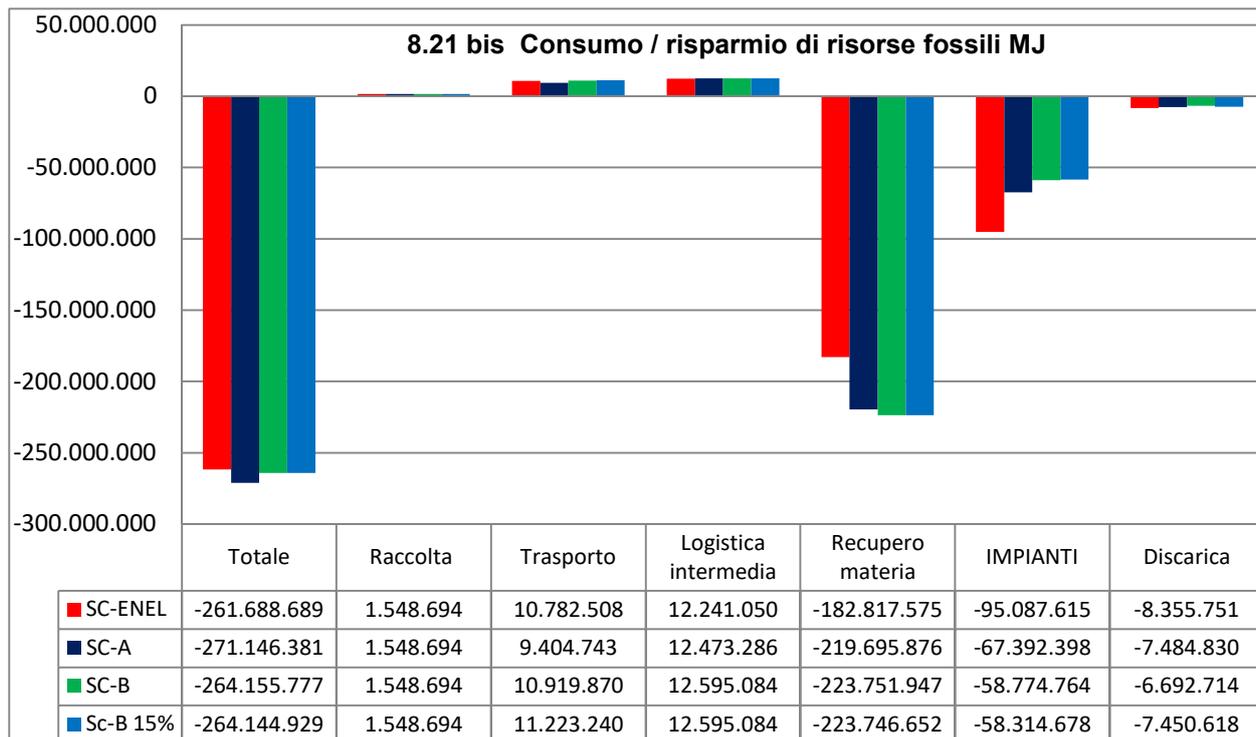
Le fasi di raccolta, trasporto e operazione degli impianti intermedi risultano sempre in consumi di risorse fossili.

Il contributo maggiore al risparmio di risorse da combustibili fossili è dato da:

- recupero di materia
- recupero di energia.

Negli scenari A e B l'incremento del risparmio da recupero di materia (rispetto a SC-ENEL) è dovuto al recupero delle plastiche durante le operazioni di pre-trattamento dei rifiuti residui nell'impianto tecnologicamente aggiornato di Ecoprogetto.

Poiché si ha produzione di energia elettrica da combustione di biogas, in tutti gli scenari la discarica per rifiuti non-pericolosi porta a risparmio di risorse fossili per sostituzione del mix elettrico in rete.



L'insieme delle variazioni nei sistemi di gestione descritti dei singoli scenari porta a far sì che per la categoria di impatto consumo/risparmio di risorse fossili :

↑ lo SC-A abbia il rendimento ambientale maggiore

↓ SC-ENEL abbia il rendimento ambientale minore.

### 8.2.1.1 Contributo dei singoli impianti

Il grafico 8.2.1.1 mostra il contributo dei singoli impianti ai consumi diretti/evitati di risorse fossili<sup>16</sup>.

Anche per questa categoria di impatto, il pre-trattamento dei rifiuti residui risulta sempre in consumi diretti di risorse.

Il compostaggio risulta in consumi diretti.

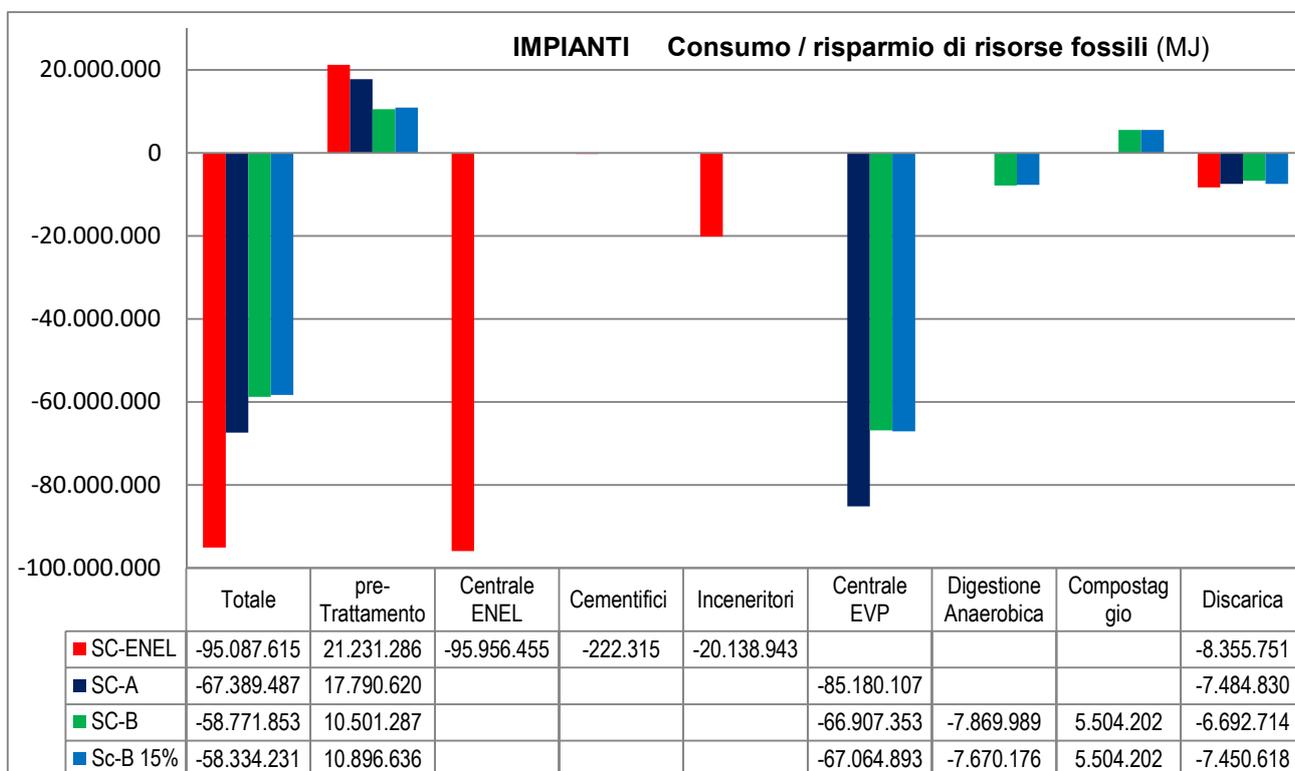
I contributi principali alla riduzione dei consumi di risorse fossili sono dati da:

- la sostituzione di carbone con CSS nella centrale ENEL di SC-ENEL
- il recupero energetico negli inceneritori che in SC-ENEL ricevono biostabilizzato
- il recupero di energia da CSS nella Centrale EVP negli SC-A e B.

Il recupero di biogas nelle discariche risulta per tutti gli scenari in consumi evitati.

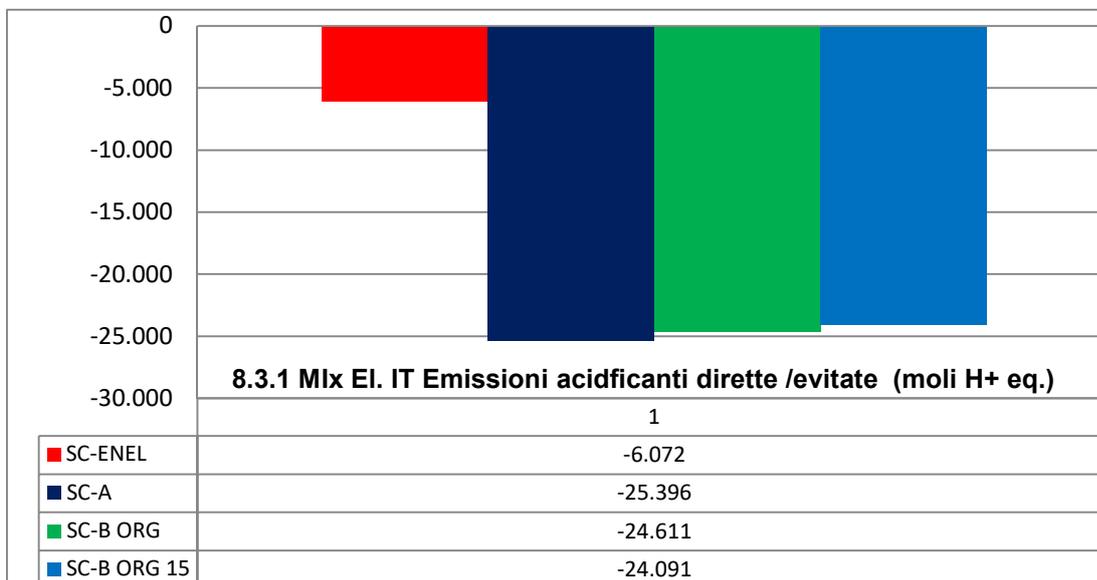
<sup>16</sup> Per semplificare la visualizzazione, non sono stati inseriti i consumi del compostaggio della frazione verde raccolta da terzi (circa 3.000 MJ).

Anche la sostituzione di diesel mediante l'utilizzo di biometano ottenuto dalla digestione anaerobica della frazione organica da RD (Sc-A e Sc-B) contribuisce al risparmio di risorse.



### 8.3 POTENZIALE DI ACIDIFICAZIONE

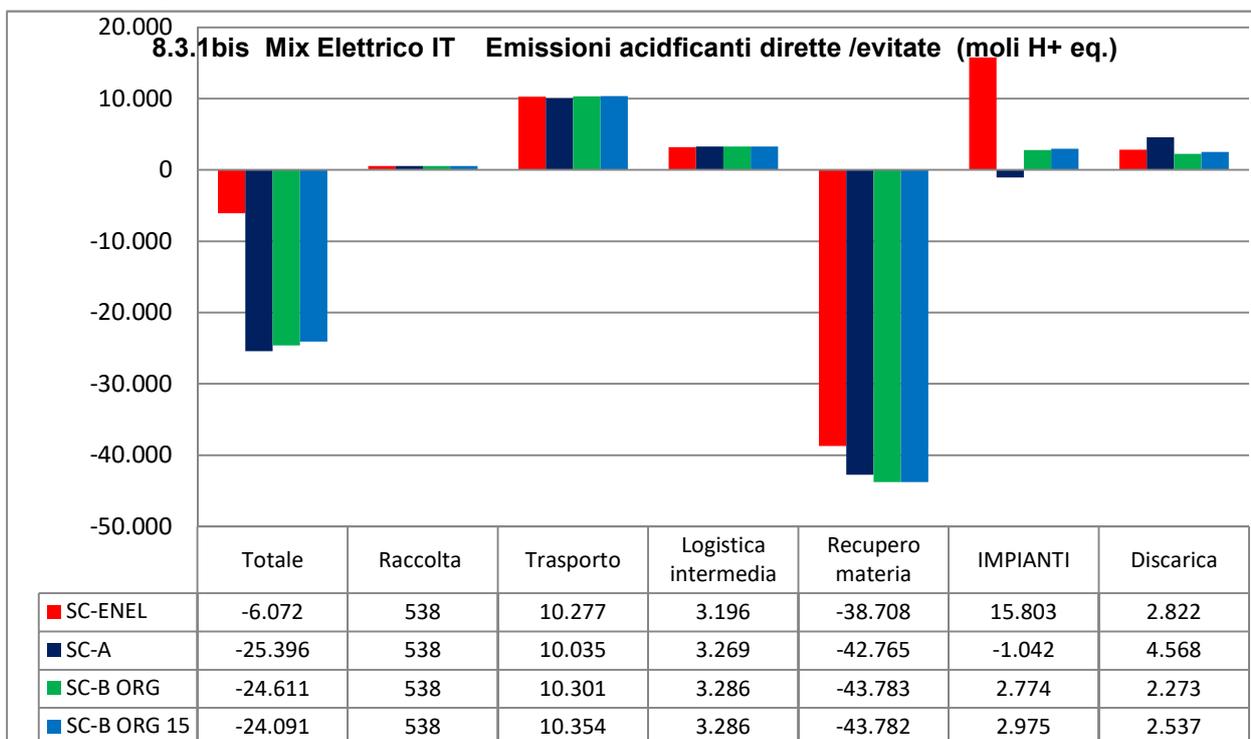
Il grafico 8.3.1 mostra il confronto tra gli scenari rispetto alla categoria potenziale di acidificazione (calcolato come la somma delle emissioni dirette/evitate di biossido di zolfo, ossidi di zolfo (SO<sub>2</sub> e SO<sub>3</sub> espressi come SO<sub>2</sub>), espresso in moli H<sup>+</sup> equivalenti.



Per questa categoria di impatto SC-A presenta le maggiori emissioni evitate.

SC-ENEL risulta lo scenario con il rendimento ambientale minore, a causa delle più elevate emissioni acidificanti associate alla combustione del carbone.

Il grafico 8.3.1bis mostra il contributo delle singole fasi gestionali all'impatto complessivo del sistema di gestione.



Si osserva una quantità significativa di emissioni acidificanti dirette associate con gli impianti utilizzati nello SC-ENEL, in particolare la centrale a carbone.

Anche per questa categoria, solo il recupero di materia risulta in emissioni evitate per sostituzione delle emissioni associate alla estrazione e produzione di materie prime.

Il contributo alle emissioni della fase di **trasporto** diventa significativo per questa categoria di impatto, risultando il maggiore tra tutte le fasi gestionali.

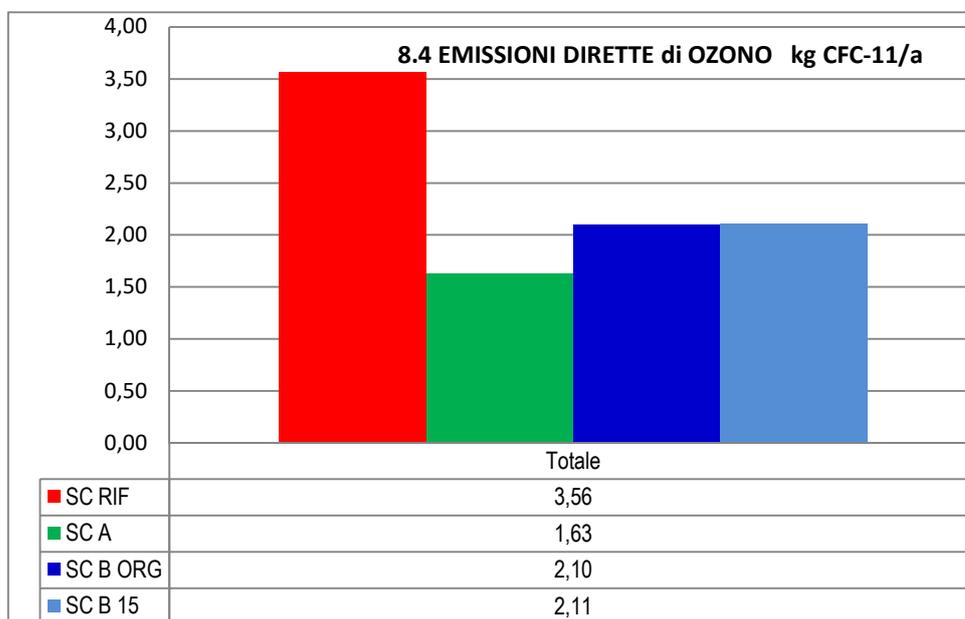
L'insieme delle variazioni nei sistemi di gestione descritti nei diversi scenari porta a far sì che per le emissioni acidificanti:

↑ lo SC-A abbia il rendimento ambientale maggiore per questa categoria

↓ SC-ENEL abbia il rendimento ambientale minore per questa categoria.

## 8.4 POTENZIALE DI ASSOTTIGLIAMENTO STRATO DI OZONO

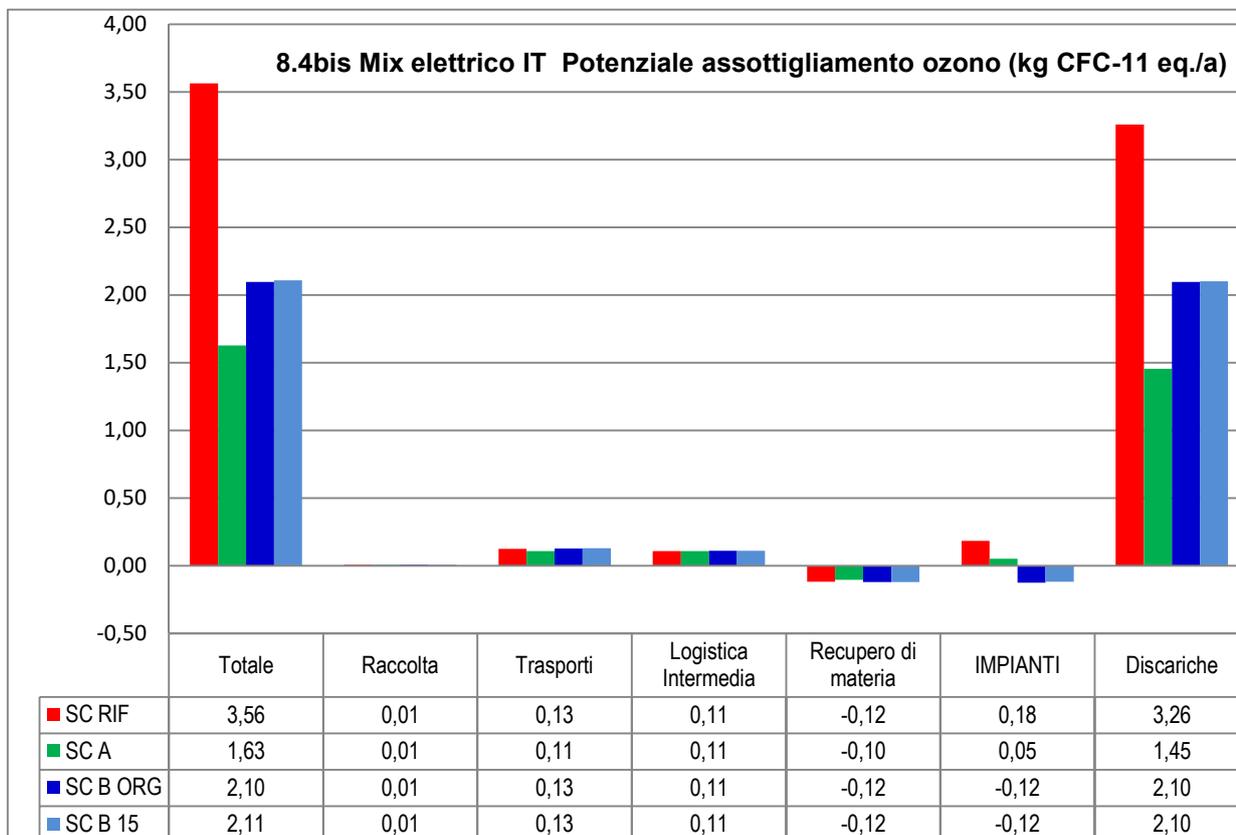
Il grafico 8.4 mostra per ogni scenario le emissioni dirette di sostanze che hanno la capacità di assottigliare lo strato di ozono, espresse come emissioni equivalenti del composto CFC-11.



SC-ENEL risulta nelle emissioni maggiori.

SC-A risulta nel miglior rendimento ambientale.

Il grafico 8.4bis mostra il contributo delle singole fasi gestionali alle emissioni dirette/evitate di sostanze a



potenziale di assottigliamento dello strato di ozono.

Il recupero di materia è l'unica fase gestionale a risultare sempre in emissioni di ozono evitate.

Per le emissioni associate agli impianti di pre-trattamento e trattamento (colonne Impianti) solo gli SC-B risultano in emissioni di ozono evitate. Queste però non sono sufficienti a compensare l'aumento di emissioni associate allo smaltimento a discarica di questi due scenari, che risultano in rendimento inferiore rispetto a SC-A.

L'insieme delle variazioni nei sistemi di gestione descritti dai diversi scenari porta a far sì che per la categoria 'potenziale di assottigliamento dello strato di ozono':

- ↑ lo SC-A abbia il miglior rendimento ambientale
- ↓ SC-ENEL abbia il rendimento ambientale peggiore.

## 9 ANALISI DI SENSITIVITÀ RISPETTO ALL'ENERGIA MARGINALE

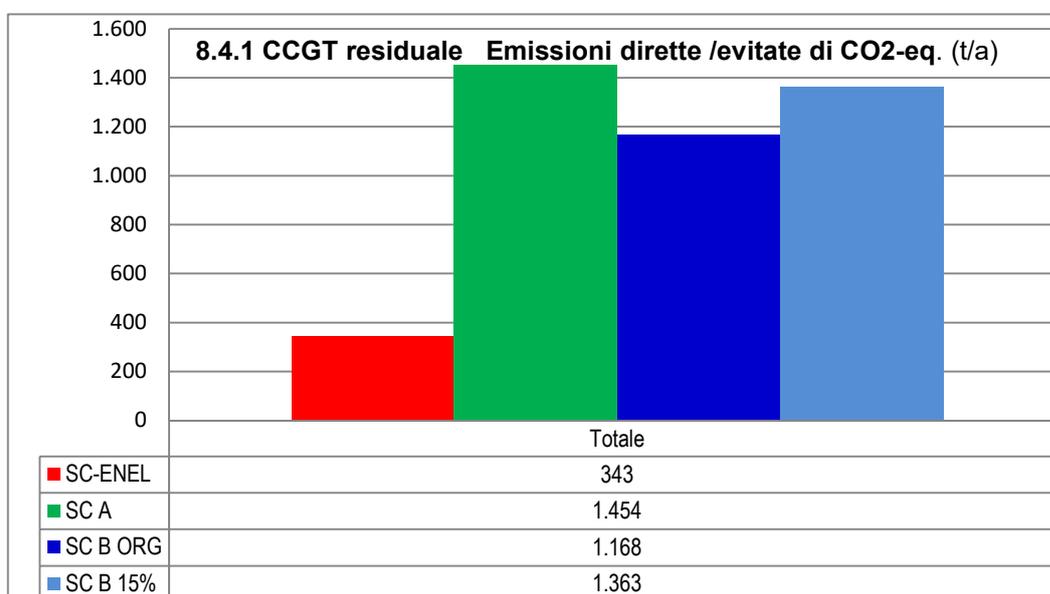
Al fine di verificare l'applicabilità dei risultati ottenuti in condizioni operative diverse, è stata condotta un'analisi di sensitività rispetto all'energia marginale: i risultati mostrati di seguito assumono che l'energia marginale sostituita sia prodotta unicamente da CCGT (Combined Cycle Gas Turbine) mediante l'uso di gas naturale.

### 9.1 RISCALDAMENTO GLOBALE POTENZIALE

Questa sezione mostra il confronto tra gli scenari quando si assume che l'energia elettrica sostituita dall'energia prodotta dai rifiuti sia unicamente l'energia prodotta in centrali a ciclo combinato che utilizzano gas naturale.

-----

Il grafico 8.4.1 mostra il confronto tra gli scenari.



Si osserva che, rispetto all'analisi di base in cui l'energia sostituita è il mix residuale elettrico italiano, per tutti gli scenari le emissioni di gas climalteranti aumentano. Questo avviene perché (come mostrato in Tabella 8.1.1) al gas naturale sono associate emissioni per kWh inferiori rispetto al mix elettrico italiano: quindi le emissioni evitate dalla sostituzione dell'energia generata da rifiuti sono minori.

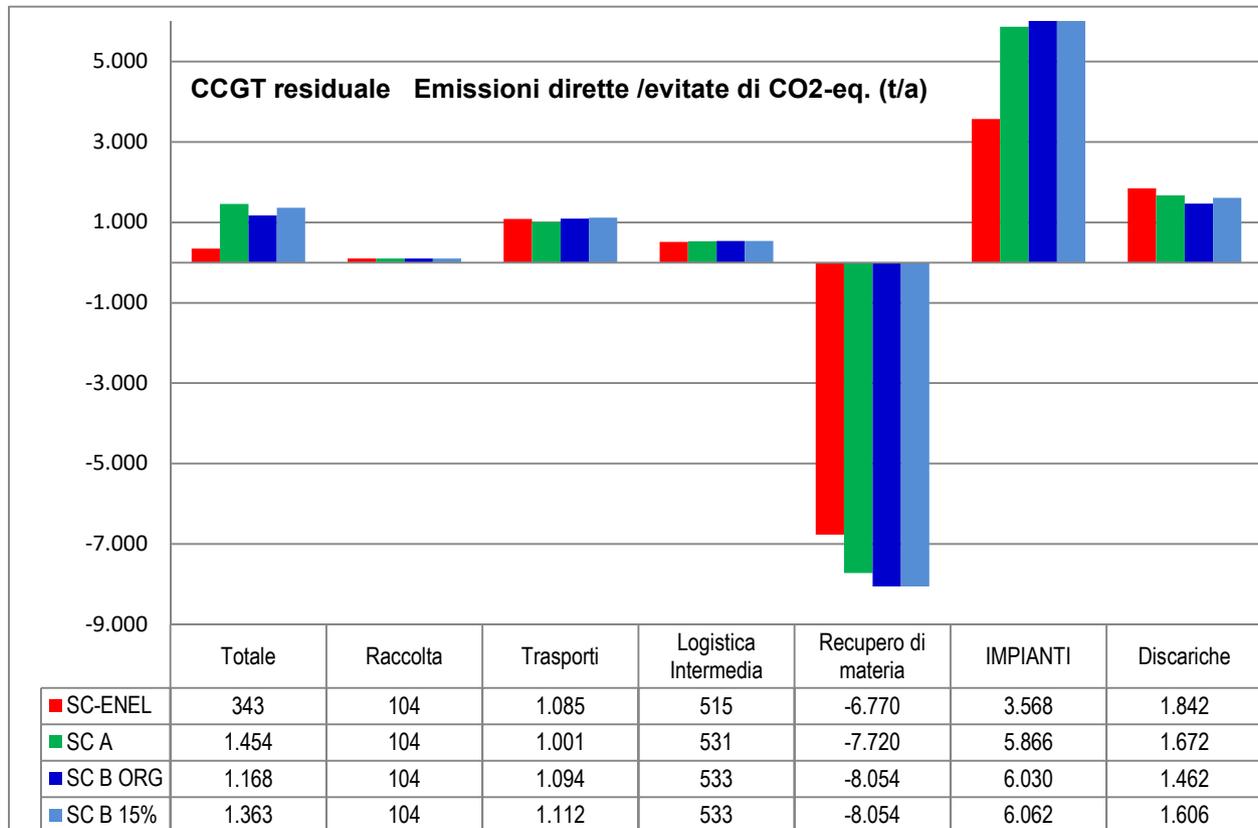
Anche il rendimento relativo degli scenari si modifica: ora SC-A risulta in emissioni maggiori rispetto a entrambi gli scenari B.

Rimane però rilevante la variabilità degli scenari che assumono la RD della frazione umida in dipendenza degli scarti che si assume siano generati agli impianti di compostaggio e digestione anaerobica.

Il grafico 8.4.1bis mostra nel dettaglio come le singole fasi di gestione contribuiscono al rendimento complessivo.

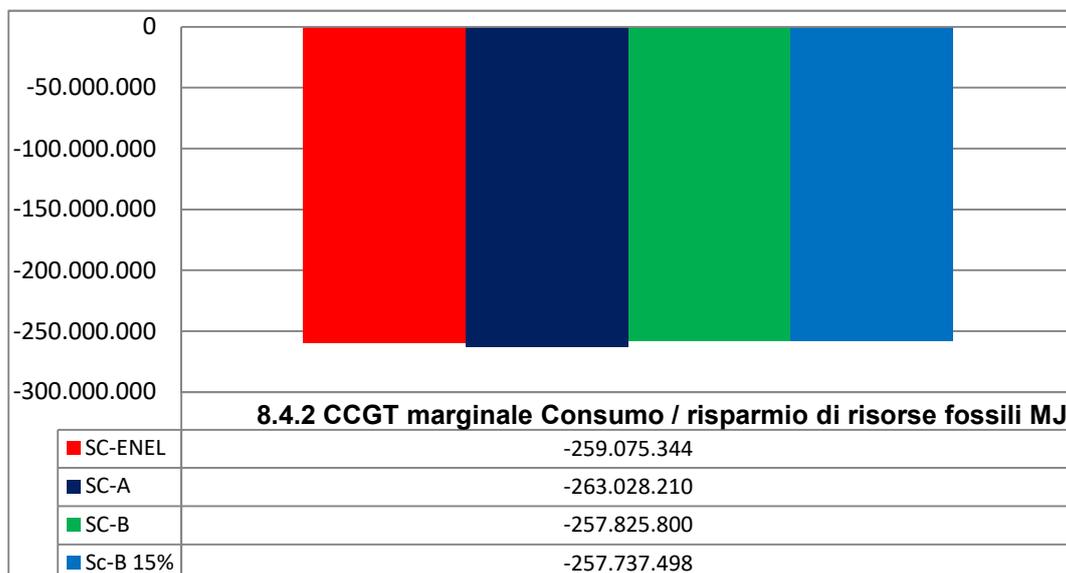
Per le fasi che consumano energia, senza generarne dai rifiuti, le emissioni rimangono invariate rispetto alla situazione di base.

Le uniche fasi di gestione che risultano in emissioni aumentate sono gli Impianti e le discariche che ricavano energia da rifiuti con cui sostituire l'energia marginale: la sostituzione di una fonte energetica (gas naturale) a minori emissioni per kWh risulta in emissioni evitate inferiori.



## 9.2 ESAURIMENTO RISORSE FOSSILI

Il grafico 8.4.2 mostra che, per la categoria esaurimento risorse fossili, quando l'energia marginale sostituita è generata da CCGT, si riduce rispetto agli scenari di base il risparmio di risorse senza modificare il rendimento relativo in cui SC-A ha il rendimento maggiore (maggiori consumi evitati).



## 10 CONCLUSIONI

### 10.1 CONSIDERAZIONI GESTIONALI

La Tabella 10 sintetizza gli impatti ambientali discussi nelle sezioni precedenti ed evidenzia, per ogni categoria di impatto considerata in questo studio, gli scenari col rendimento ambientale più elevato (verde) e inferiore (rosso).

	SCENARIO	RISCALDAMENTO GLOBALE POTENZIALE (t CO <sub>2</sub> eq)	ESAURIMENTO RISORSE FOSSILI (GJ)	POTENZIALE DI ACIDIFICAZIONE (moli H <sup>+</sup> eq.)	POTENZIALE ASSOTTIGLIAMENTO STRATO DI OZONO (kg CFC-11/ anno)
Scenari di base En. Marginale: mix elettrico italiano	SC-ENEL	50	-261.671	-6.069	3,56
	SC-A	541	-271.131	-25.398	1,63
	SC-B ORG 5%	458	-264.147	-24.612	2,10
	SC-B ORG 15%	644	-264.150	-24.092	2,11

→ SC-ENEL, in cui il CSS in uscita dall'impianto di pre-trattamento Ecoprogetto, prodotto in condizioni di consumi dell'impianto elevati, era avviato alla centrale termoelettrica in cui sostituiva carbone, risulta in minori emissioni di gas climalteranti ma in impatti maggiori per le altre 3 categorie ambientali considerate.

Gli scenari significativi per una possibile evoluzione futura del sistema di gestione Veritas sono:

- SC-A Aggiornamento, che descrive la situazione di aggiornamento tecnologico del Polo di gestione rifiuti di Fusina che andrà a regime nel 2024;
- gli SC-B che valutano il rendimento ambientale di un sistema di gestione in cui si svolge la raccolta differenziata della frazione umida anche nel Centro Storico di Venezia.

Nessuno scenario, tra gli SC-A e SC-B, presenta il rendimento ambientale migliore per tutte le categorie di impatto.

- SC-A risulta nel rendimento ambientale migliore per le categorie:
  - esaurimento di risorse fossili
  - potenziale di acidificazione
  - potenziale assottigliamento strato di ozono.
- SC-B ORG 5% mostra le minori emissioni equivalenti di gas climalteranti (miglior rendimento per la categoria Riscaldamento Globale Potenziale).

- Al contempo lo SC-B ORG 15% mostra le maggiori emissioni di gas climalteranti, evidenziando che assumere un quantitativo di scarti più vicino a valori di benchmark è sufficiente ad invertire il rapporto del rendimento ambientale rispetto allo SC-A.
- Come osservato per le categorie emissioni di gas climalteranti ed emissioni di sostanze acidificanti, ogni modifica gestionale che porti alla riduzione dei chilometri percorsi dai rifiuti avrebbe un impatto positivo sul rendimento ambientale diminuendo le emissioni dirette.

Quando si è valutato l'effetto della modifica dell'energia marginale con gas naturale, lo SC-A:

- mostra per le emissioni dirette di gas climalteranti un rendimento inferiore ad entrambi gli SC-B
- rimane lo scenario a rendimento maggiore per il risparmio di risorse fossili.

....

- ➔ In sintesi: l'introduzione della raccolta differenziata della frazione organica nel Centro Storico di Venezia (SC-B) non risulterebbe, per un'ampia gamma di condizioni operative, in un miglioramento del rendimento ambientale rispetto al sistema di gestione attuale.

## 10.2 NOTA SULL'INCERTEZZA

Gli scenari modellizzati per descrivere le situazioni a raggiungimento delle operatività a regime (assunta al 2024), SC-A e SC-B sono affetti dall'incertezza associata all'aver utilizzato dati di progetto .

Si indica la possibilità che, a raggiungimento delle condizioni operative a regime, la valutazione del rendimento ambientale della raccolta differenziata della frazione organica sia sottoposta ad aggiornamento.

# ALLEGATI

## ALLEGATO A VALORI DI OFFSET PER GLI IMPATTI EVITATI

Materie prime seconde	Materiale sostituito	kg CO <sub>2</sub> -eq / tonnellate di rifiuto riprocessato	kg CO <sub>2</sub> -eq / tonnellate rifiuto riprocessato (Intervallo di valori da letteratura scientifica <sup>17</sup> )	Massa della materia vergine sostituita (kg /tonnellate rifiuto riprocessato)
Plastica - HDPE	Virgin HDPE granulate	-1.387	-2.324 a -253	825
Carta	Paper, newprint, 0%,DIP, at plant	-307	-888 a -280	810
Non-ferrosi	Aluminum, primary, at plant	-10.737	-19.340 a -5.040	1.000
Ferrosi	Pig, iron at plan	-1.691	-2.360 a 496	1.000
Vetro	Material diversi	-114	-762 a -201	1.000
Scorie da trattamento termico	Gravel, unspecified, at mine	-16	(Rubble) -9 a 2	n.s.

<sup>17</sup> Taken from Turner D, Williams I, Kemp S. (2015) *Greenhouse gas emission factors for recycling of source segregated waste materials*, Resources, Conservation and Recycling 105, 186–197.

## ALLEGATO B - FATTORI DI CARATTERIZZAZIONE

**TABELLA B-1: POTENZIALE DI RISCALDAMENTO GLOBALE**

Nomenclatura sostanze in WRATE	Unità di misura	Comparto ambientale	CO <sub>2</sub> eq emissions (kg CO <sub>2</sub> eq)	Comments
Carbon dioxide (CO <sub>2</sub> )	kg	air	1	
Carbon dioxide, fossil	kg	air	1	
Carbon Monoxide (CO)	kg	air	1.57	
Carbon monoxide (biogeni)	kg	air	0	
Carbon monoxide, fossil	kg	air	1.57	
Carbon tetrachloride [Tetrachloromethane]	kg	air	2020	
Chlorinated Matter (unspecified, as Cl)	kg	air	11	
Chlorofluorocarbons (CFCs)	kg	air	8752	Media CFCs in EF3.0
Chloroform [Trichloromethane]	kg	air	20	
Dichloromethane	kg	air	11	
Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	kg	air	1550	
Carbon tetrachloride [Tetrachloromethane]	kg	air	2020	
Ethane, 1,1,1-trifluoro-, CFC-143a	kg	air	5510	
Ethane, 1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-113	kg	air	6590	
Ethane, 1,1-dichloro-1-fluoro-, HCFC-141b	kg	air	938	
Ethane, 1,1-difluoro-, HFC-152a	kg	air	167	
Ethane, 1,2-dichloro-	kg	air	1	
Ethane, 1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114	kg	air	9620	
Ethane, 1-chloro-1,1-difluoro-, HCFC-142	kg	air	2350	
Ethane, 2,2-dichloro-1,1,1-tri-fluoro-, HCFC-123	kg	air	96	
Ethane, 2-chloro-1,1,1,2-tetra-fluoro-, HCFC-124	kg	air	635	
Ethane, chloropentafluoro-, CFC-115	kg	air	8520	
Ethane, pentafluoro-, HFC-125	kg	air	3690	
Hydrocarbons (unspecified)	kg	air	4.23	
Hydrochlorofluorocarbons (HCFCs)	kg	air	695	Media HCFCs in EF3.0
Methane, (unspecified)	kg	air	36.8	
Methane, biogenic	kg	air	34	
Methane, bromochlorodifluoro-, Halon 1211	kg	air	2070	

Methane, bromotrifluoro-, Halon 1301	kg	air	7150	
Methane, chlorodifluoro-, HCFC-22	kg	air	2110	
Methane, chlorotrifluoro-, CFC-13	kg	air	15500	
Methane, dichlorodifluoro-, CFC-12	kg	air	11500	
Methane, dichlorofluoro-, HCFC-21	kg	air	179	
Methane, difluoro-, HFC-32	kg	air	817	
Methane, fossil	kg	air	36.8	
Methane, tetrafluoro-, FC-14	kg	air	7350	
Methane, trichlorofluoro-, CFC-11	kg	air	5350	
Methane, trifluoro-, HFC-23	kg	air	13900	
Methyl bromide [Bromomethane]	kg	air	3	
Methyl chloride [Chloromethane]	kg	air	15	
Methyl chloroform [1,1,1-Trichloroethane]	kg	air	193	
Nitrous oxide	kg	air	298	
Non-methane volatile organic compounds (NMVOCs)**	kg	air	4.23	
Sulphur hexafluoride	kg	air	26100	

\*Nel computo delle emissioni di CO2 eq. non stati considerati i contributi le voci di carbon dioxide land trasformation, carbon dioxide to soil or biomass stock, carbon monoxide land trasformation e methane land trasformation.

\*\* Poiché il metano è considerato individualmente, i gruppi NMVOCs e VOCs risultano composti alle medesime sostanze.

**TABELLA B-2 EASURIMENTO RISORSE FOSSILI**

Nomenclatura sostanze in WRATE	Unità di misura	Comparto ambientale	Consumo risorse fossili (MJ)	Commenti
Coal, 29.3 MJ per kg	MJ / kg	risorse	29,3	EF3.0
Coal, brown	MJ / kg	risorse	8,75	
Coal, hard	MJ / kg	risorse	18,2	
Gas, mine, off-gas, process, coal mining/m3	MJ / m3	risorse	35,8	
Gas, natural/kg	MJ / kg	risorse	43,1	
Oil, crude	MJ / kg	risorse	43,2	
Peat	MJ / kg	risorse	9,9	
Uranium	MJ / kg	risorse	560000	
Lignite *	MJ / kg	risorse	9.9	

\* la lignite è presente nella banca dati di WRATE e incide sul risultato complessivo di ogni scenario per circa lo 0,004%.

**TABELLA B-3 POTENZIALE DI ACIDIFICAZIONE**

Nomenclatura sostanze in WRATE	Unità di misura	Comparto ambientale	Acidificazione (mol H <sup>+</sup> eq./a)	Commenti
Ammonia	kg	Aria	3,02	EF3.0
Nitrogen oxides (NO and NO <sub>2</sub> as NO <sub>2</sub> )	kg	Aria	0,74	
Sulfur dioxide	kg	Aria	1,31	
Sulphur oxides (SO <sub>2</sub> and SO <sub>3</sub> as SO <sub>2</sub> )	kg	Aria	1,31	

**TABELLA B-4 POTENZIALE DI ASSOTTIGLIAMENTO STRATO DI OZONO**

Nomenclatura sostanze in WRATE	Unità di misura	Comparto ambientale	Ozono (kg CFC-11//a)	Commenti
1,1,1-trichloroethane		Aria	0,14	EF3.0
1,1,2-trichlorotrifluoroethane		Aria	0,81	
Carbon tetrachloride		Aria	0,72	
CFC-11		Aria	1	
CFC-114		Aria	0,5	
CFC-115		Aria	0,26	
CFC-12		Aria	0,73	
chloromethane		Aria	0,015	
Halon-1001 Bromometano		Aria	0,57	
Halon-1211		Aria	6,9	
Halon-1301		Aria	15,2	
HCFC-123		Aria	0,01	
HCFC-124		Aria	0,022	
HCFC-141b		Aria	0,102	
HCFC-142b		Aria	0,057	
HCFC-22		Aria	0,034	

Si specifica che non tutte le sostanze emissive indicate nel metodo EF 3.0 (2019) sono presenti nella banca dati di WRATE poiché il software è supportato dalla banca dati Ecoinvent v.2.1 aggiornata al 2009.

## ALLEGATO C CRITERI PER L'ASSEGNAZIONE DI UN VALORE DI QUALITÀ DEI DATI

Da European Commission. "PEFCR Guidance document, - Guidance for the development of Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCRs), version 6.3, December 2017":

Table 38: Quality rating for the data quality criteria

Quality rating	$P_{EF}$ and $P_{AD}$	$Ti_{R-EF}$ and $Ti_{R-AD}$	$Ti_{R-SD}$	$Te_{R-EF}$ and $Te_{R-SD}$	$G_{R-EF}$ and $G_{R-SD}$
1	Measured/calculated and verified	The data (collection date) can be maximum 2 years old with respect to the "reference year" of the dataset.	The "reference year" of the tendered dataset falls within the time validity of the secondary dataset	Technology aspects have been modelled exactly as described in the title and metadata, without any significant need for improvement	The processes included in the dataset are fully representative for the geography stated in the "location" indicated in the metadata
2	Measured/calculated/literature and plausibility checked by reviewer	The data (collection date) can be maximum 4 years old with respect to the "reference year" of the dataset.	The "reference year" of the tendered dataset is maximum 2 years beyond the time validity of the secondary dataset	Technology aspects are very similar to what described in the title and metadata with need for limited improvements. For example: use of generic technologies' data instead of modelling all the single plants.	The processes included in the dataset are well representative for the geography stated in the "location" indicated in the metadata
3	Measured/calculated/literature and plausibility not checked by reviewer OR Qualified estimate based on calculations plausibility checked by reviewer	The data (collection date) can be maximum 6 years old with respect to the "reference year" of the dataset.	The "reference year" of the tendered dataset is maximum 3 years beyond the time validity of the secondary dataset	Technology aspects are similar to what described in the title and metadata but merits improvements. Some of the relevant processes are not modelled with specific data but using proxies.	The processes included in the dataset are sufficiently representative for the geography stated in the "location" indicated in the metadata. E.g. the represented country differs but has a very similar electricity grid mix profile,
4	Qualified estimate based on calculations, plausibility not checked by reviewer	The data (collection date) can be maximum 8 years old with respect to the "reference year" of the dataset.	The "reference year" of the tendered dataset is maximum 4 years beyond the time validity of the secondary dataset	Technology aspects are different from what described in the title and metadata. Requires major improvements.	The processes included in the dataset are only partly representative for the geography stated in the "location" indicated in the metadata. E.g. the represented country differs and has a substantially different electricity grid mix profile
5	Rough estimate with known deficits	The data (collection date) is older than 8 years with respect to the "reference year" of the dataset.	The "reference year" of the tendered dataset is more than 4 years beyond the time validity of the secondary dataset	Technology aspects are completely different from what described in the title and metadata. Substantial improvement is necessary	The processes included in the dataset are not representative for the geography stated in the "location" indicated in the metadata.

$Ti_{R-EF}$ : time representativeness for the elementary flow

$Ti_{R-AD}$ : time representativeness for the activity data

$Ti_{R-SD}$ : time representativeness for the secondary dataset

## DICHIARAZIONE DI RIESAME CRITICO



LCA-lab srl, spin-off ENEA · Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile  
c/o ENEA, Via Martiri di Monte Sole, 4 - 40129 Bologna · Sede legale: Via San Donato, 137/2 - 40127 Bologna  
P.IVA e CF. 02743831204 · www.lca-lab.com · info@lca-lab.com · lca-lab@pec.it

### DICHIARAZIONE DI RIESAME CRITICO

<b>OGGETTO E TITOLO STUDIO LCA</b>	"Analisi del ciclo di vita (LCA) della gestione dei rifiuti urbani di VERITAS: potenziali scenari di evoluzione per Venezia Centro Storico"
<b>DATA</b>	<b>07/10/2021</b>
<b>COMMITTENTE STUDIO LCA</b>	VERITAS SPA, Via Santa Croce n.489, 30135 Venezia
<b>RIF. CONTRATTO RIESAME CRITICO</b>	LCA-lab srl_Nota integrativa 170/05/2021 al Preventivo n.44 del 24/08/2020_rev.01
<b>ESECUTORE STUDIO LCA</b>	Simonetta Tunesi, Strategic Environmental Consulting , V. De' Griffoni 10/1, 40123 Bologna
<b>ESPERTO INDIPENDENTE (§ 6.2 ISO 14044)</b>	Germana Olivieri, LCA-lab srl, c/o ENEA, Via Martiri di Monte Sole n.4, 40129 Bologna (germana.olivieri@lca-lab.com)
<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- UNI CEN ISO/TS 14071:2016 Gestione ambientale – Valutazione del ciclo di vita – Processi di riesame critico e competenze dei revisori: Requisiti aggiuntivi e linee guida per la ISO 14044:2006.</li><li>- UNI EN ISO 14040:2021, Gestione ambientale – Valutazione del ciclo di vita – Principi e quadro di riferimento.</li><li>- UNI EN ISO 14044:2021, Gestione ambientale – Valutazione del ciclo di vita – Requisiti e linee guida.</li></ul>
<b>TIPO DI RIESAME</b>	Simultaneo allo studio LCA
<b>ESCLUSIONI</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>-Verifica della fonte dei dati primari</li><li>-Valutazione degli obiettivi scelti</li><li>-Valutazione sulla modalità di utilizzo dei risultati LCA</li></ul>
<b>DOCUMENTI/FILE/MODELLI analizzati</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Schede di elaborazione dati raccolti</li><li>- "Analisi del ciclo di vita (LCA) della gestione dei rifiuti urbani di VERITAS: potenziali scenari di evoluzione per Venezia Centro Storico". Rapporto intermedio v.1.0 del 18/05/2021</li><li>- v.1.1 del 16/06/2021</li><li>- v.1.2 del 28/07/2021</li><li>- Rapporto definitivo (per riesame critico) v.1.3 del 04/08/2021</li><li>- Rapporto definitivo (post riesame critico) v.1.4 del 05/10/2021</li></ul>
<b>MODALITA' DI VERIFICA</b>	Riunioni telefoniche, Web meeting, Back-office
<b>ALLEGATO</b>	<b>Rapporto di Riesame critico -definitivo-</b> di studio LCA dal titolo "Analisi del ciclo di vita (LCA) della gestione dei rifiuti urbani di VERITAS: potenziali scenari di evoluzione per Venezia Centro Storico"_07/10/2021

### Obiettivi

L'obiettivo è di effettuare un Riesame critico (critical review) dello studio LCA –Life Cycle Assessment- (studio di valutazione del ciclo di vita) secondo la normativa UNI EN ISO 14040:2021 e UNI EN ISO 14044:2021, in conformità a UNI CEN ISO/TS 14071:2016. Secondo tale normativa si tratta di un processo che intende assicurare l'uniformità tra l'analisi di LCA e i Principi e i Requisiti dell'International Standard (ISO) descritti in § 4.1 ISO 14040 e in ISO 14044.

Il processo di Riesame critico deve assicurare che:

- i metodi utilizzati per effettuare le analisi di LCA siano coerenti con lo standard internazionale;
- i metodi utilizzati per effettuare le analisi di LCA siano scientificamente e tecnicamente validi;
- i dati utilizzati siano adeguati e ragionevoli in relazione allo scopo dello studio;
- le interpretazioni debbano riflettere i limiti individuati e l'obiettivo dello studio;
- lo studio e la relazione tecnica debbano essere trasparenti e coerenti.

### Metodo

L'analisi di Riesame è stata effettuata mediante:

- controllo della scelta dei confini del sistema;
- controllo della scelta dell'unità funzionale;
- controllo dell'allocazione dei dati all'unità funzionale;
- controllo qualitativo della scelta dei processi e dei modelli di inventario;
- controllo quantitativo sui dati e sui calcoli di allocazione;
- controllo delle assunzioni e dei cut-off;
- controllo sull'impostazione del documento di relazione;
- controllo dell'analisi ed interpretazione dei risultati.

### Raccomandazioni

Si raccomanda, di tener conto delle limitazioni e delle raccomandazioni espresse nello studio LCA, circa la qualità dei dati primari raccolti, le assunzioni effettuate e l'incertezza dei dati, soprattutto dove ritenute significative. Si raccomanda di accompagnare qualsiasi comunicazione esterna dei risultati estratti dallo studio con le adeguate informazioni circa le assunzioni principali effettuate e i limiti della metodologia e dello studio.

### Risultati e Conclusioni

Nei limiti della verifica, si ritiene che lo studio sottoposto a Riesame critico, così come documentato, sia:

- sostanzialmente corretto, rappresentando, in base ai dati a disposizione, una ragionevole identificazione delle possibili differenze di prestazione ambientale esistenti tra gli scenari di gestione dei rifiuti urbani confrontati, così come riferite alle categorie di impatto selezionate, alle assunzioni ed alle limitazioni evidenziate nel rapporto stesso;
- sia stato redatto secondo i principi ed i requisiti delle norme UNI EN ISO 14040:2021 e UNI EN ISO 14044:2021.

**Bologna, 07/10/2021**

**Il revisore indipendente, Germana Olivieri**

**Firma**



### Autodichiarazione dell'indipendenza e delle competenze

La sottoscritta con la presente dichiara, come revisore esterno:

- ✓ Di non essere una dipendente a tempo pieno o part-time del committente o dell'esecutore dello studio di LCA.
- ✓ Di non essere stata coinvolta nella definizione dello scopo e del campo di applicazione o nella realizzazione di uno dei compiti per l'esecuzione dello studio di LCA in questione, ovvero di non aver fatto parte del team di progetto del committente o dell'esecutore.
- ✓ Di non avere interessi finanziari, politici o di altro tipo nei risultati dello studio LCA.

Le mie competenze relativamente al riesame critico in questione includono conoscenze e competenze riguardo quanto segue:

- ✓ ISO 14040 e ISO 14044
- ✓ Metodologia e prassi per l'LCA
- ✓ Prassi di Riesame critico
- ✓ Aspetti ambientali e tecnici inerenti i temi trattati dallo studio LCA e dalle categorie di impatto ambientale selezionate.

**In fede**

