



Aggiornamento e adeguamento del Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti (D.lgs. 152/06, art. 199)

**GLI SCENARI A REGIME – ANNO 2030
PRODUZIONE RU, RD E RICICLAGGIO**

**FABBISOGNI DI SMALTIMENTO E RISPETTO OBIETTIVO NORMATIVO
OPZIONI DI CHIUSURA DEL CICLO CON RECUPERO ENERGETICO**

oikosprogetti

Novembre 2023

I PRINCIPALI OBIETTIVI DERIVANTI DAL QUADRO NORMATIVO E PIANIFICATORIO SOVRAORDINATO (PNGR 2022)

Il PRGR dovrà ottemperare ai seguenti prioritari obiettivi:

- Incremento degli **obiettivi di riciclaggio** (Pacchetto Economia Circolare obiettivi fissati al 2030/2035))
- **Contenimento dello smaltimento in discarica:**
 - al 2030 divieto di smaltimento per rifiuti recuperabili (materia/energia)
 - al 2035 contenimento dello smaltimento entro il 10% del totale della produzione RU

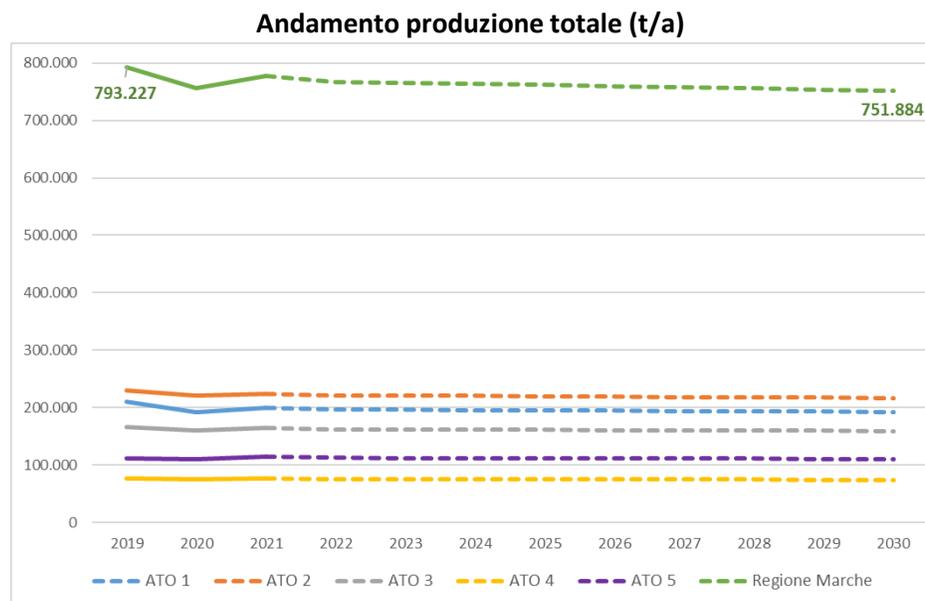
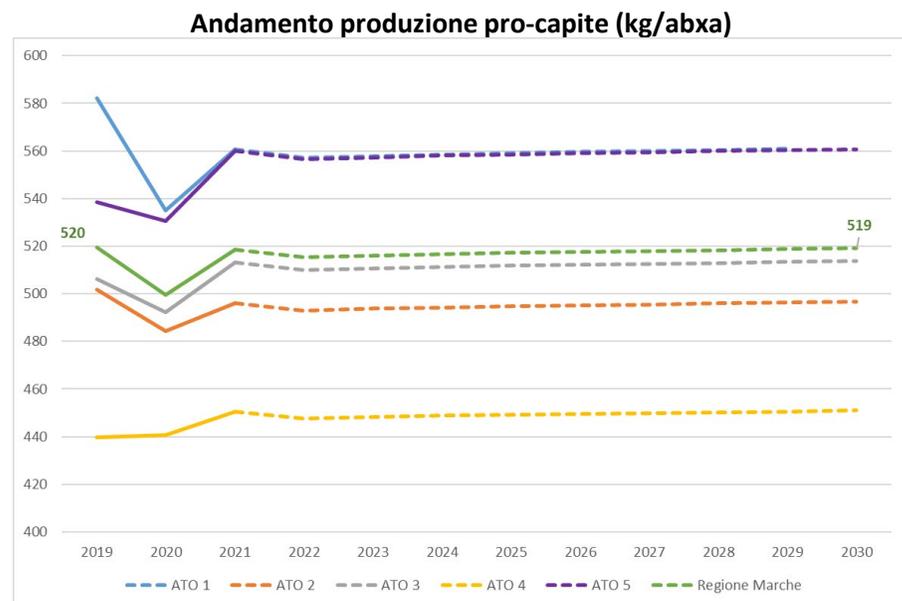
Gestione dei rifiuti con obiettivo di **autosufficienza regionale** per:

- Rifiuto Urbano Residuo
- Rifiuti urbani decadenti dai trattamenti di recupero (valorizzazione e riciclaggio)
- Prossimità nel trattamento di valorizzazione di tutti i flussi (prioritariamente FORSU)

SCENARIO DI PRODUZIONE RU

Il Piano formula **uno scenario di produzione di rifiuti**, con orizzonte temporale 2030, elaborato *dall'Ufficio Statistica della Regione Marche*; le variabili considerate sono:

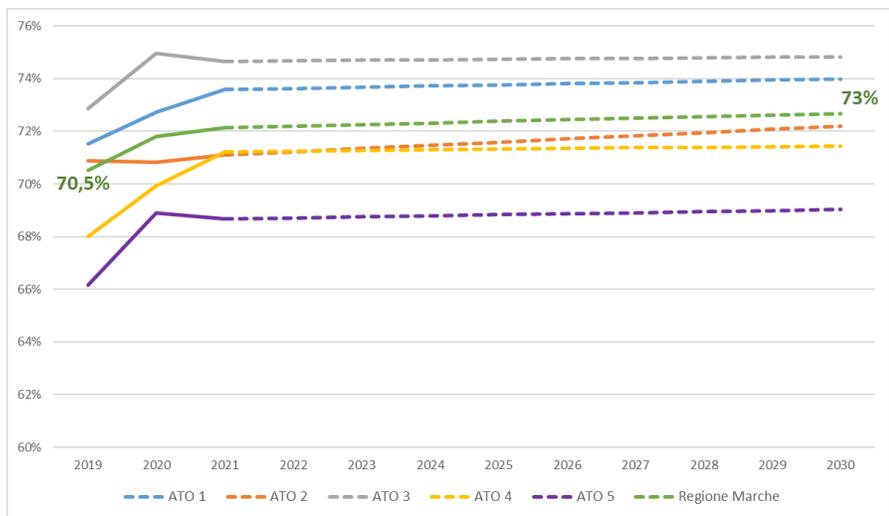
- Serie storica della produzione RU 2009-2021;
- Popolazione, previsione 2022-2030 (Scenario mediano Demo ISTAT -0,4% annuo);
- Presenze turistiche (fonte Istat, stima dal 2022 al 2030 attraverso metodo di tendenza lineare mediante SPSS)
- Spesa per Consumi finali alimentari a prezzi costanti (fonte Istat, stima dal 2022 al 2030 con metodo di tendenza lineare mediante SPSS)
- Spesa per Consumi finali non alimentari a prezzi costanti (fonte Istat, stima dal 2022 al 2030 con metodo di tendenza lineare mediante SPSS)
- Spesa per Consumi finali totali a prezzi costanti (fonte Istat, stima dal 2022 al 2030 con metodo di tendenza lineare mediante SPSS)



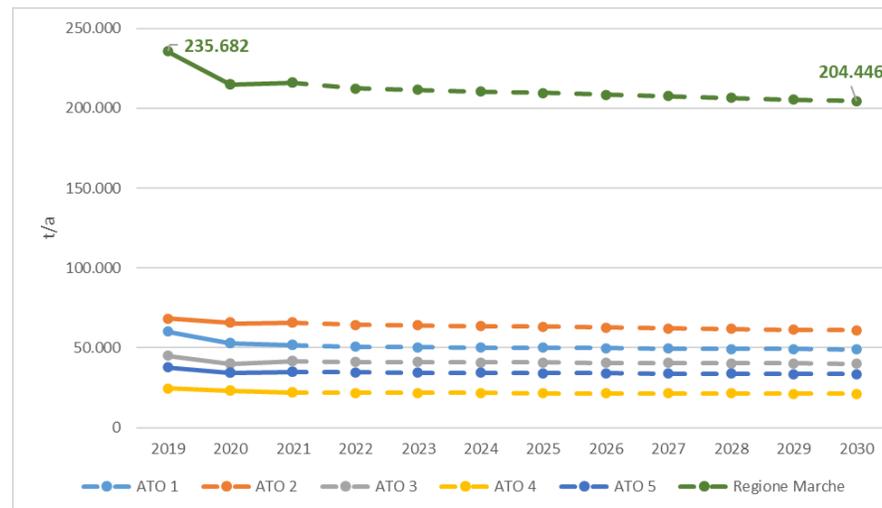
SCENARIO DI PRODUZIONE RUR e RD

SCENARIO INERZIALE

Andamento %RD

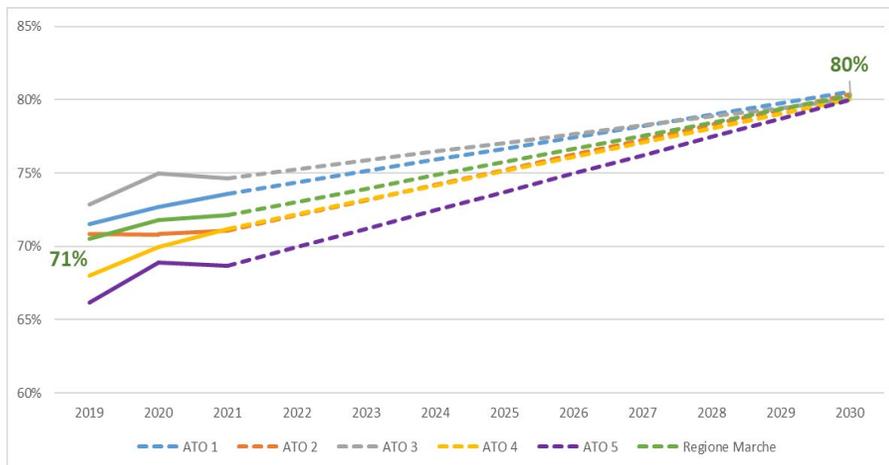


Andamento RUR (t/a)

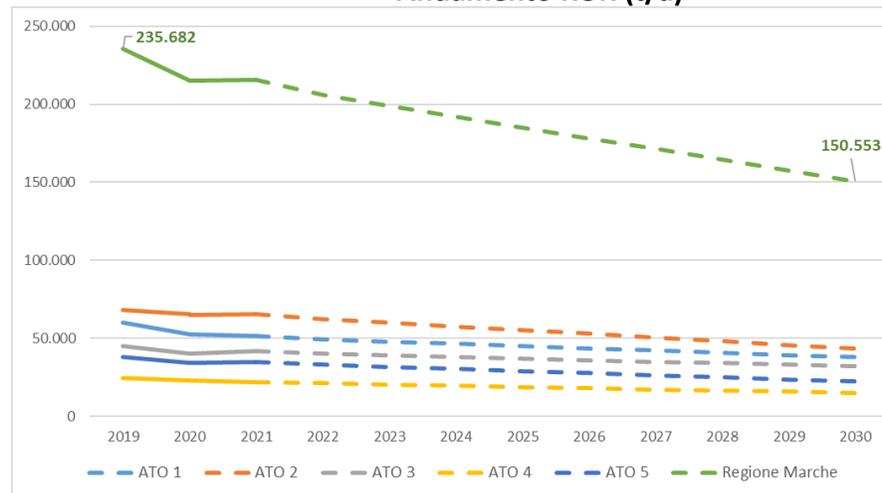


SCENARIO DI PIANO

Andamento %RD



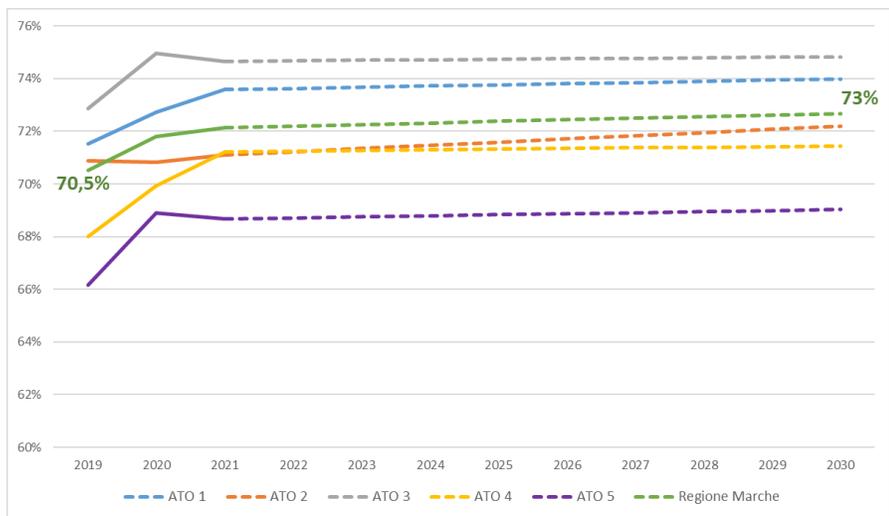
Andamento RUR (t/a)



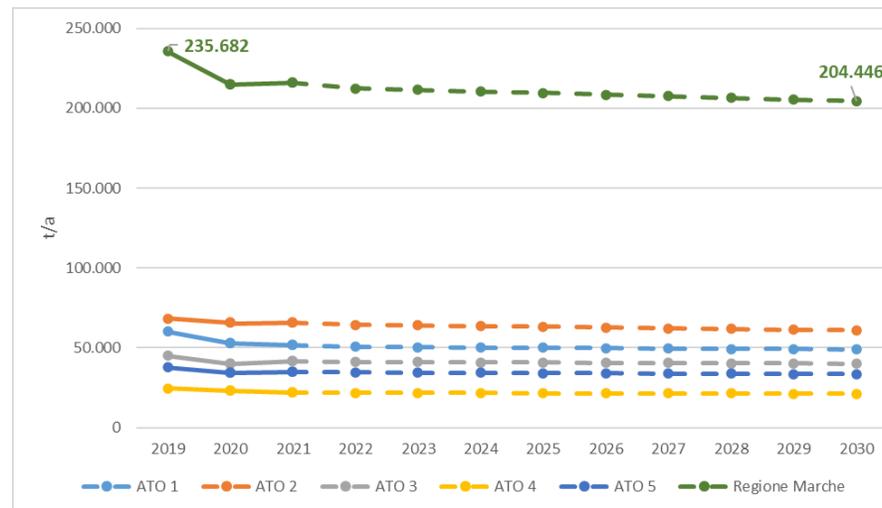
SCENARIO DI PRODUZIONE RUR e RD

SCENARIO INERZIALE

Andamento %RD

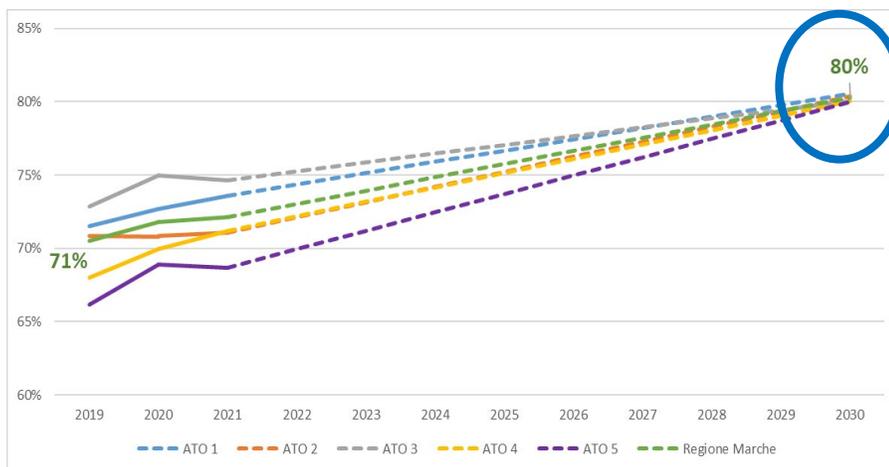


Andamento RUR (t/a)

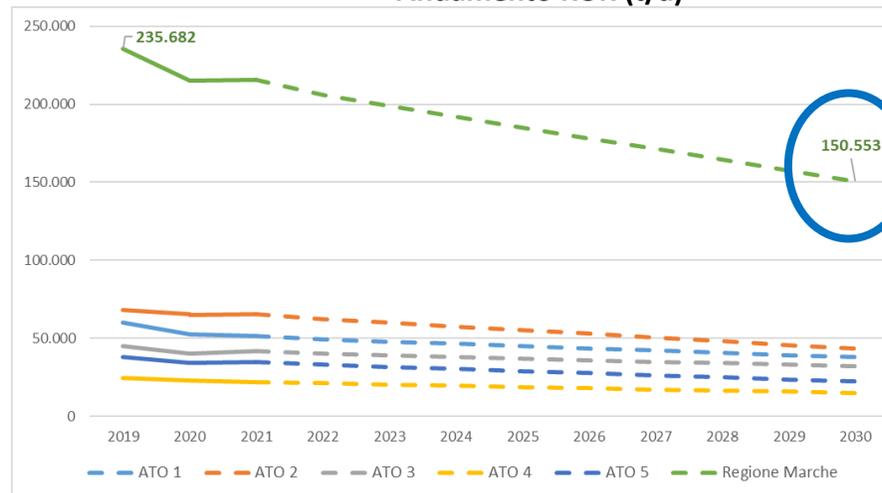


SCENARIO DI PIANO

Andamento %RD



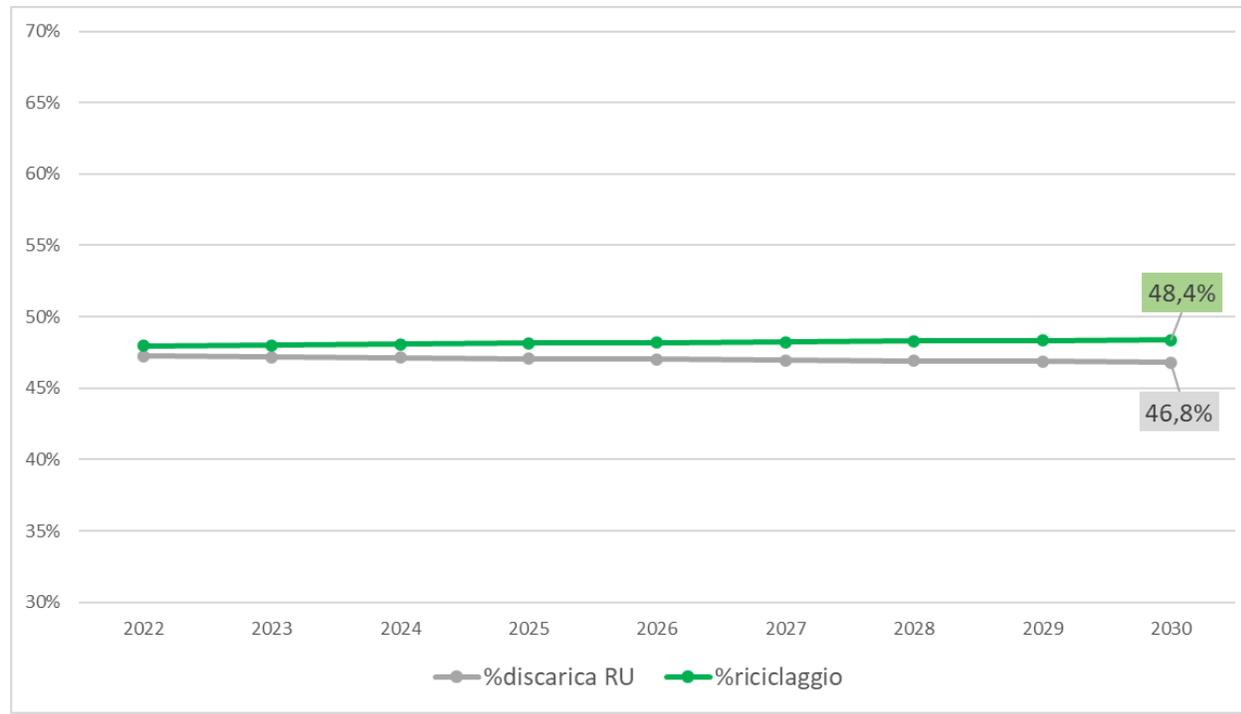
Andamento RUR (t/a)



SCENARIO INERZIALE

IPOSTESI:

- Stabilizzazione del livello di Raccolta differenziata
- Permanenza della dipendenza da impianti extra regionali per il recupero del rifiuto organico
- Permanenza di importanti scarti dal trattamento/recupero delle frazioni da RD → mancato raggiungimento dell'obiettivo normativo di riciclaggio (art. 181, DLgs 152/2006)
- MANCATA realizzazione di impianto per la chiusura del ciclo dei rifiuti
- Importante conferimento di RU e decadenti in DISCARICA → mancato raggiungimento dell'obiettivo normativo di conferimento in discarica (art. 5, Dlgs 36/2003)



➔ **60% al 2030**

➔ **10% al 2035**

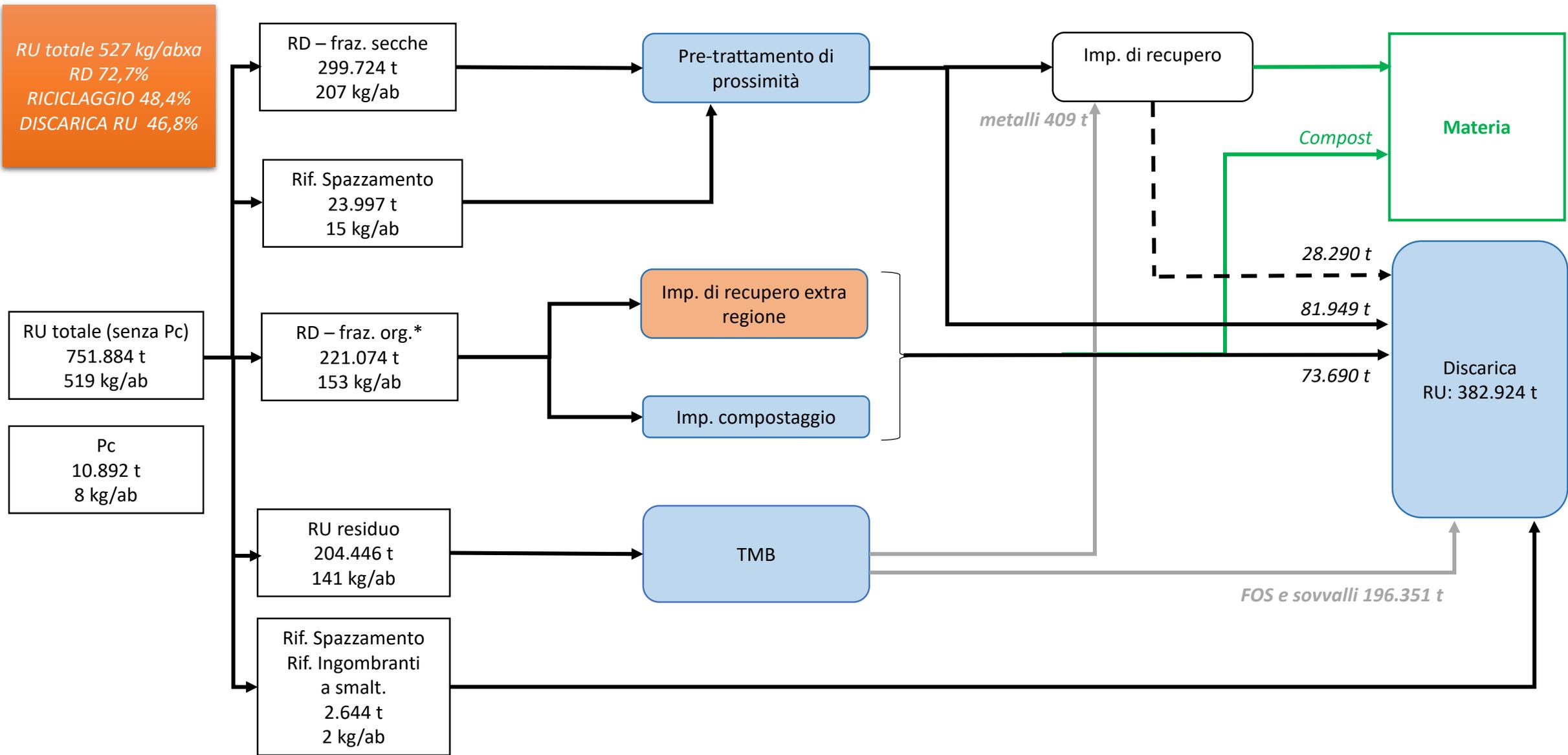
- sovvalli/ FOS
- scarti RD
- R non valorizzabili come materia

SCENARIO INERZIALE

DIAGRAMMA GESTIONALE 2030:

- Il RUR viene avviato interamente a impianti TMB con prestazioni medie analoghe alle attuali
 - ✓ Metalli in uscita avviati a recupero di materia (<1%)
 - ✓ sovrappeso/sottovaglio in uscita avviati a smaltimento in discarica
- mancanza di un impianto regionale di chiusura del ciclo
- elevati conferimenti in DISCARICA
- insufficienza di impianti regionali per il recupero del rifiuto organico → invio del rifiuto organico FUORI REGIONE

Marche 2030 – SCENARIO INERZIALE - discarica



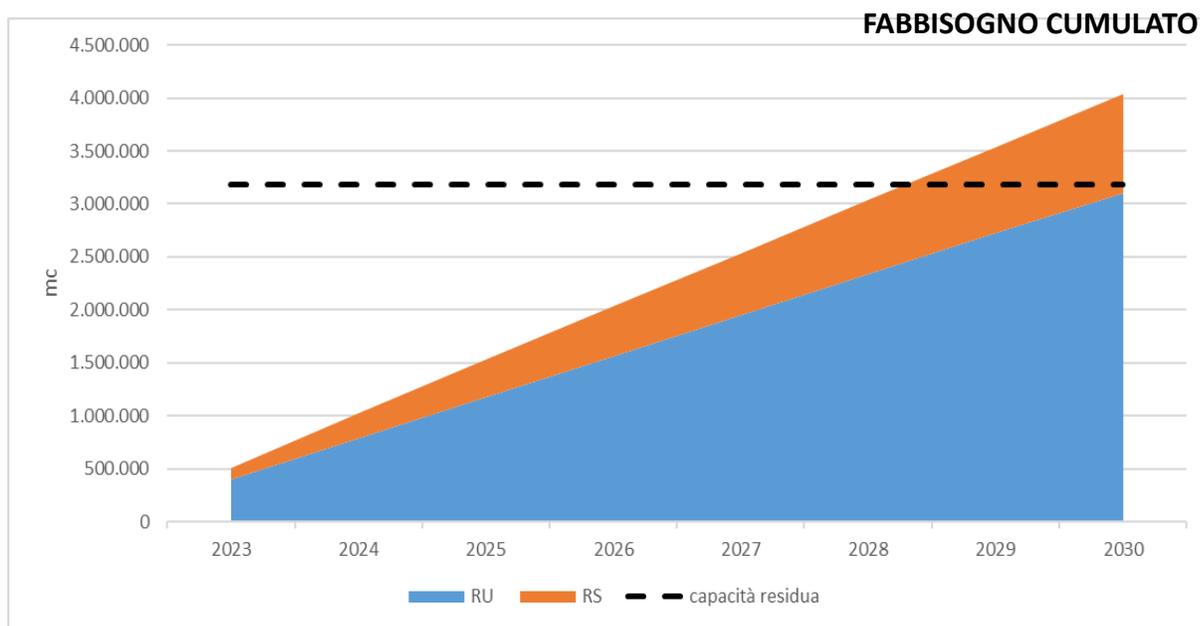
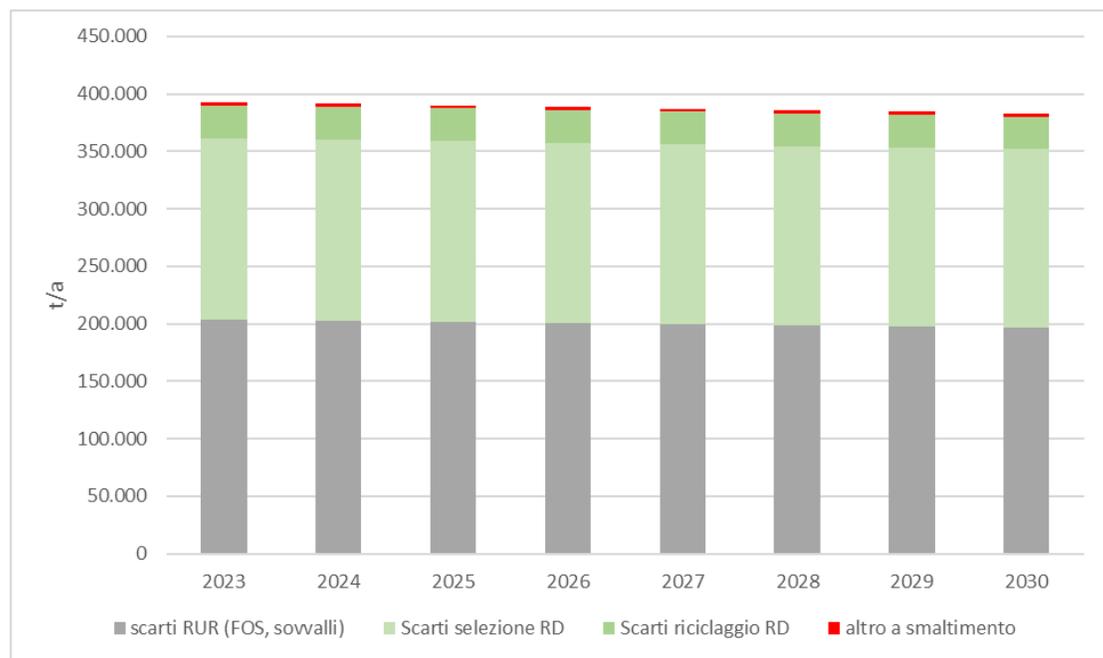
* frazione organica = organico (200108) + verde (200201)

SCENARIO INERZIALE DISCARICA – fabbisogno Regionale di discarica

FABBISOGNO ANNUALE

Discarica scenario Inerziale

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
scarti RUR (FOS, sovvalli)	203.051	202.115	201.169	200.209	199.238	198.277	197.310	196.351
Scarti selezione RD	158.403	157.979	157.568	157.175	156.796	156.407	156.028	155.639
Scarti riciclaggio RD	28.665	28.615	28.564	28.510	28.455	28.401	28.345	28.290
altro a smaltimento	2.709	2.699	2.690	2.680	2.671	2.662	2.653	2.644
decadenti nuova imp	0	0	0	0	0	0	0	0
Totale D1	392.828	391.409	389.991	388.575	387.161	385.747	384.335	382.924



Si ipotizza il contenimento al 30% della quota annuale di RS smaltibili rispetto al totale RU
Pur prospettando la piena disponibilità residua delle discariche regionali, non sono soddisfatti i fabbisogni nel periodo

SCENARIO INERZIALE DISCARICA – fabbisogno Regionale di discarica

FABBISOGNO ANNUALE

Discarica scenario Inerziale

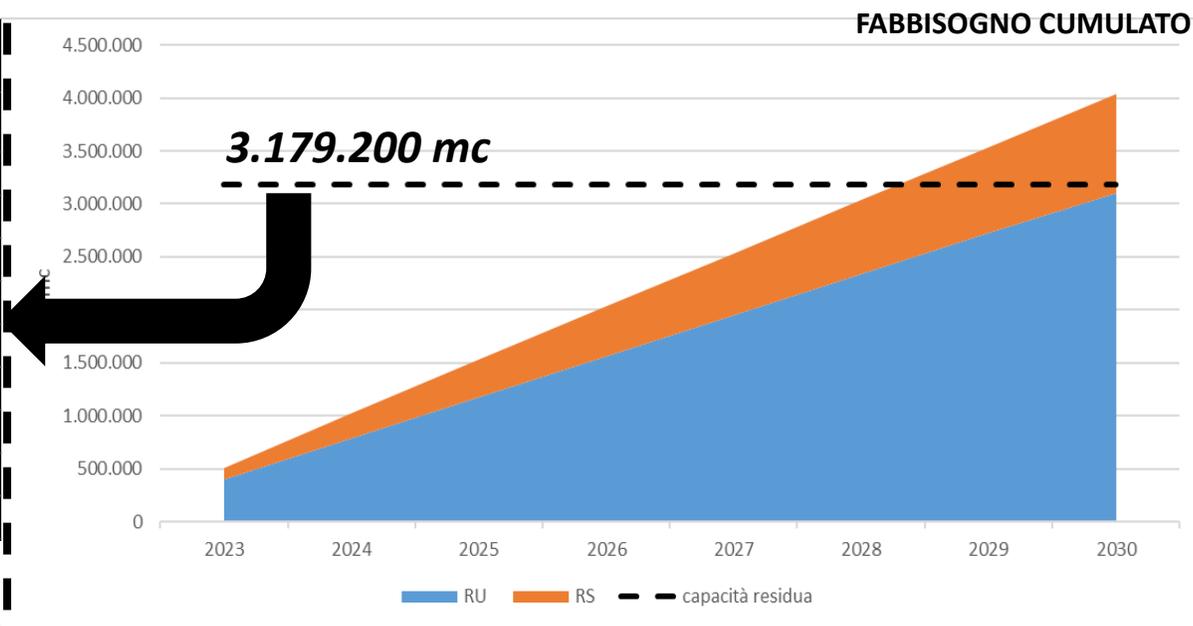
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
scarti RUR (FOS, sovvalli)	203.051	202.115	201.169	200.209	199.238	198.277	197.310	196.351
Scarti selezione RD	158.403	157.979	157.568	157.175	156.796	156.407	156.028	155.639
Scarti riciclaggio RD	28.665	28.615	28.564	28.510	28.455	28.401	28.345	28.290
altro a smaltimento	2.709	2.699	2.690	2.680	2.671	2.662	2.653	2.644
decadenti nuova imp	0	0	0	0	0	0	0	0
Totale D1	392.828	391.409	389.991	388.575	387.161	385.747	384.335	382.924

	Comune	Gestore	Capacità complessiva (mc)	Capacità residua al 31/12/2022 (stima)	Previsione/ possibilità di ampliamento (mc)
ATO 1	Fano	Aset	1.660.600	223.700	-
	Urbino	Marche Multiservizi	463.287	0	-
	Tavullia	Marche Multiservizi	1.564.830	575.000	-
ATO 2	Corinaldo	ASA	2.300.000	140.000 ⁽¹⁾	1.816.000 ⁽²⁾
ATO 3	Cingoli	COSMARI	547.350	35.000	-
ATO 4	Fermo	Fermo ASITE	217.200	5.000	94.500 ⁽³⁾
ATO 5	Ascoli Piceno	Ascoli Servizi Comunali		290.000	
Marche			6.753.267	1.268.700	1.910.500
				3.179.200	

⁽¹⁾ esaurimento lotto 1

⁽²⁾ già acquisito parere positivo VIA, da acquisire AIA (lotti 2 e 3)

⁽³⁾ in corso autorizzazione (CdS svoltasi in data 12.01.2023)



**Si ipotizza il contenimento al 30% della quota annuale di RS smaltibili rispetto al totale RU
Pur prospettando la piena disponibilità residua delle discariche regionali, non sono soddisfatti i fabbisogni nel periodo**

SCENARIO DI PIANO – CON IMPIANTO CHIUSURA DEL CICLO

IPOTESI:

- Incrementi quantitativi di RD → **80% RD al 2030**
- Miglioramento qualitativo
- Prossimità nella gestione dei processi di valorizzazione
- Miglioramento delle prestazioni impiantistiche
- Entro il 2030, realizzazione di un **termovalorizzatore regionale** per la chiusura del ciclo rifiuti
- Fino al 2029, avvio del RUR nei TMB per il pretrattamento. Miglioramento dei processi di stabilizzazione
- Progressiva contrazione dei conferimenti in DISCARICA → **raggiungimento dell'obiettivo normativo di conferimento in discarica**



**> 60%
riciclaggio
al 2030**

SCENARIO DI PIANO – CON IMPIANTO CHIUSURA DEL CICLO

3 sub-scenari rappresentati per le necessarie valutazioni di carattere ambientale

Rappresentano possibili evoluzioni del sistema sulla base di variabili gestionali derivanti da stato di fatto ed evoluzioni attese

Non costituiscono elemento «prescrittivo» per l'evoluzione del sistema

Il Piano d'Ambito Regionale individuerà funzioni degli impianti e gestione dei flussi

- Scenario di Piano – recupero energetico diretto: avvio diretto del RUR al “nuovo impianto di chiusura del ciclo”; sono inoltre inviati al “nuovo impianto di chiusura del ciclo” tutti i rifiuti urbani decadenti valorizzabili energeticamente. Gli impianti TMB sono riconvertiti in stazioni di trasferimento in cui far confluire dai comuni il RUR da avviare successivamente a recupero. Sono smaltiti in discarica i soli rifiuti non valorizzabili energeticamente.
- Scenario di Piano – recupero energetico del sovrallo: avvio del RUR a trattamento in impianti TMB, funzionale a omogeneizzazione del rifiuto e aumento del PCI medio; nel “nuovo impianto di chiusura del ciclo” sono quindi avviati i sovralli da trattamento del RUR e tutti i rifiuti urbani decadenti valorizzabili energeticamente. Sono smaltiti in discarica i rifiuti non valorizzabili energeticamente e la FOS prodotta dal trattamento del RUR nei TMB.
- Scenario di Piano – recupero energetico integrato: si ipotizza di mantenere attivi gli impianti di TMB funzionali al trattamento di RUR e alla produzione di CSS da avviare a recupero energetico in impianti di coincenerimento (ad esempio cementerie). La restante quota di RUR viene avviata al “nuovo impianto di chiusura del ciclo” per il recupero; sono inoltre inviati al “nuovo impianto di chiusura del ciclo” tutti i rifiuti urbani decadenti valorizzabili energeticamente. Sono smaltiti in discarica i soli rifiuti non valorizzabili energeticamente e la FOS prodotta dal trattamento del RUR nei TMB attivi.

SCENARIO DI PIANO – Recupero energetico diretto

DIAGRAMMA GESTIONALE 2030 :

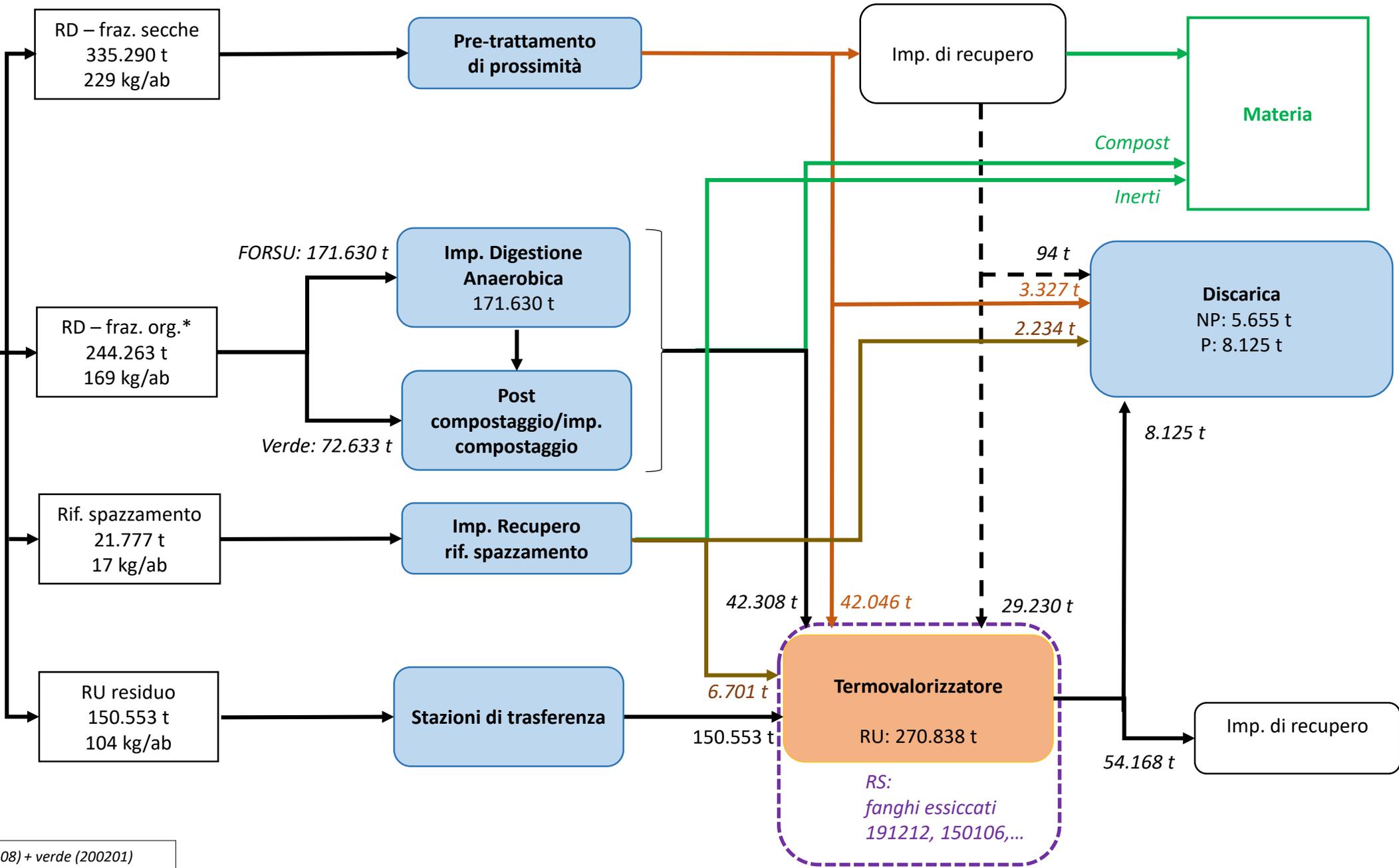
- Tutto il RUR viene avviato direttamente a TMV REGIONALE
- I TMB regionali sono riconvertiti in STAZIONI DI TRASFERENZA
- Tutta la FORSU viene avviata a impianti di DIGESTIONE ANAEROBICA regionali
- Tutto il rifiuto da Spazzamento stradale viene avviato a un IMPIANTO DI RECUPERO regionale
- Conferimenti in DISCARICA limitati ai rifiuti non recuperabili altrimenti
- Trattamento nel TMV REGIONALE di:
 - ✓ RUR
 - ✓ Scarti recupero FORSU/verde
 - ✓ Scarti da selezione RD
 - ✓ Eventuali scarti da riciclo RD secche
 - ✓ Scarti da recupero terre da spazzamento valorizzabili
 - ✓ RS aventi caratteristiche compatibili (es fanghi depurazione acque, 191212, 150106, non altrimenti valorizzabili)

Marche 2030 – SCENARIO DI PIANO – recupero energetico diretto

RU totale 527 kg/abxa
RD 80,0%
RICICLAGGIO 63,8%
DISCARICA RU 0,7%

RU totale (senza Pc)
751.884 t
519 kg/ab

Pc
10.892 t
8 kg/ab



* frazione organica = organico (200108) + verde (200201)

SCENARIO DI PIANO – recupero energetico diretto – fabbisogno Regionale di discarica

FABBISOGNO ANNUALE

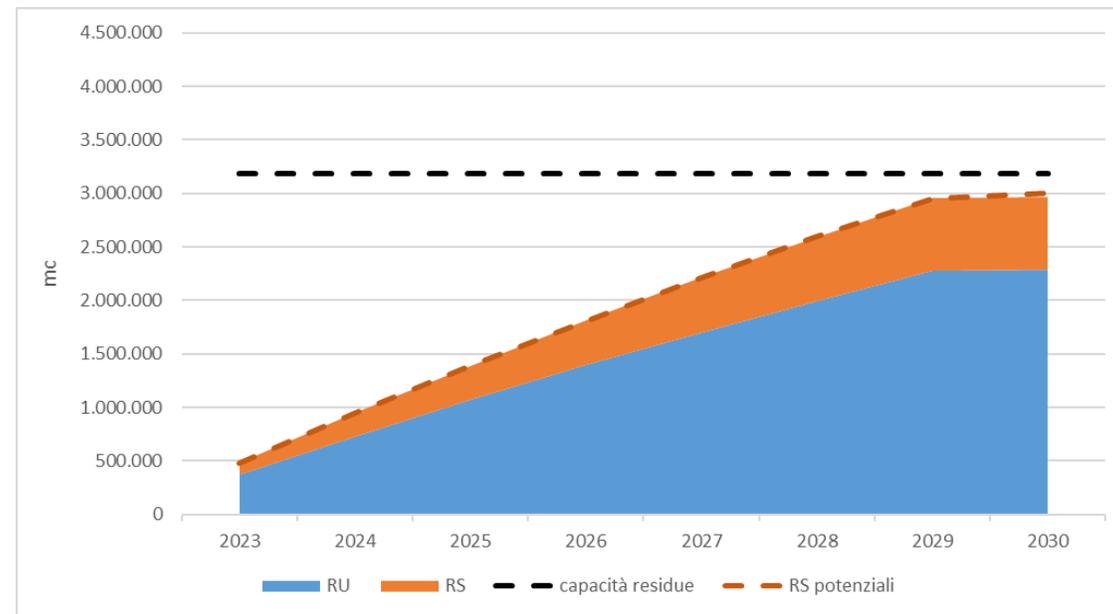
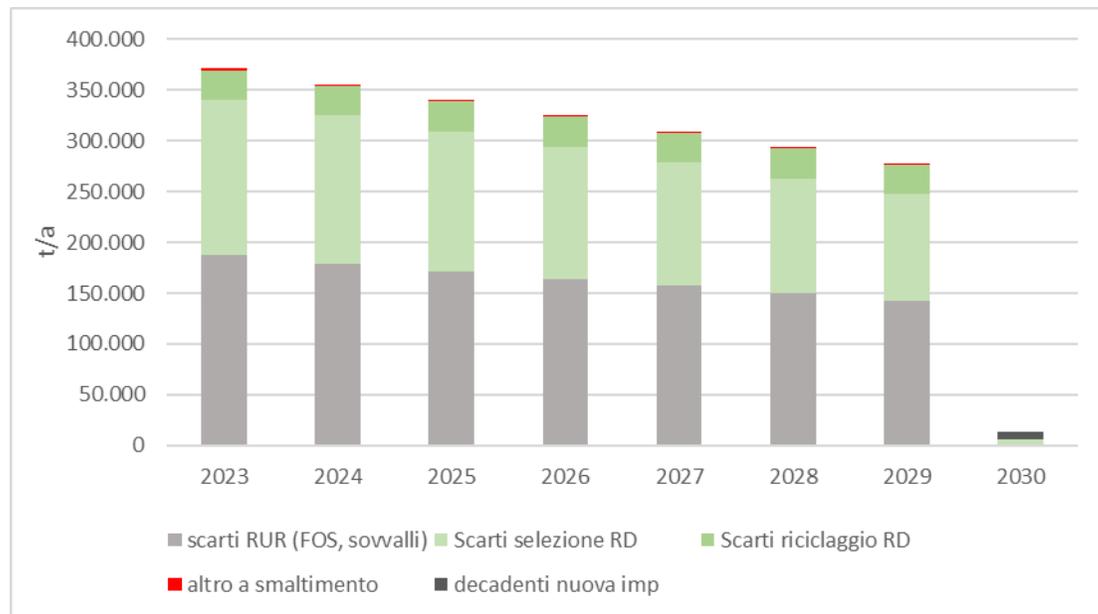
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
scarti RUR (FOS, sovvalli)	186.934	179.322	171.794	164.348	156.988	149.731	142.564	0
Scarti selezione RD	153.236	145.616	137.841	129.916	121.837	113.588	105.184	5.561
Scarti riciclaggio RD	29.136	29.244	29.328	29.386	29.415	29.417	29.387	94
altro a smaltimento	2.107	1.800	1.494	1.191	890	592	295	0
decadenti nuova imp	0	0	0	0	0	0	0	8.125
Totale D1	371.413	355.981	340.457	324.841	309.131	293.327	277.429	13.780

Si ipotizza il contenimento al 30% della quota annuale di RS smaltibili rispetto al totale RU.
 Dal 2030, si ipotizza l'avvio a TMV di ca. 100.000 t/a di RS e a discarica_{RU} di ca. 30.000 t/a di RS



Sulla base delle disponibilità residue delle discariche regionali, sono soddisfatti i fabbisogni nel periodo

FABBISOGNO CUMULATO

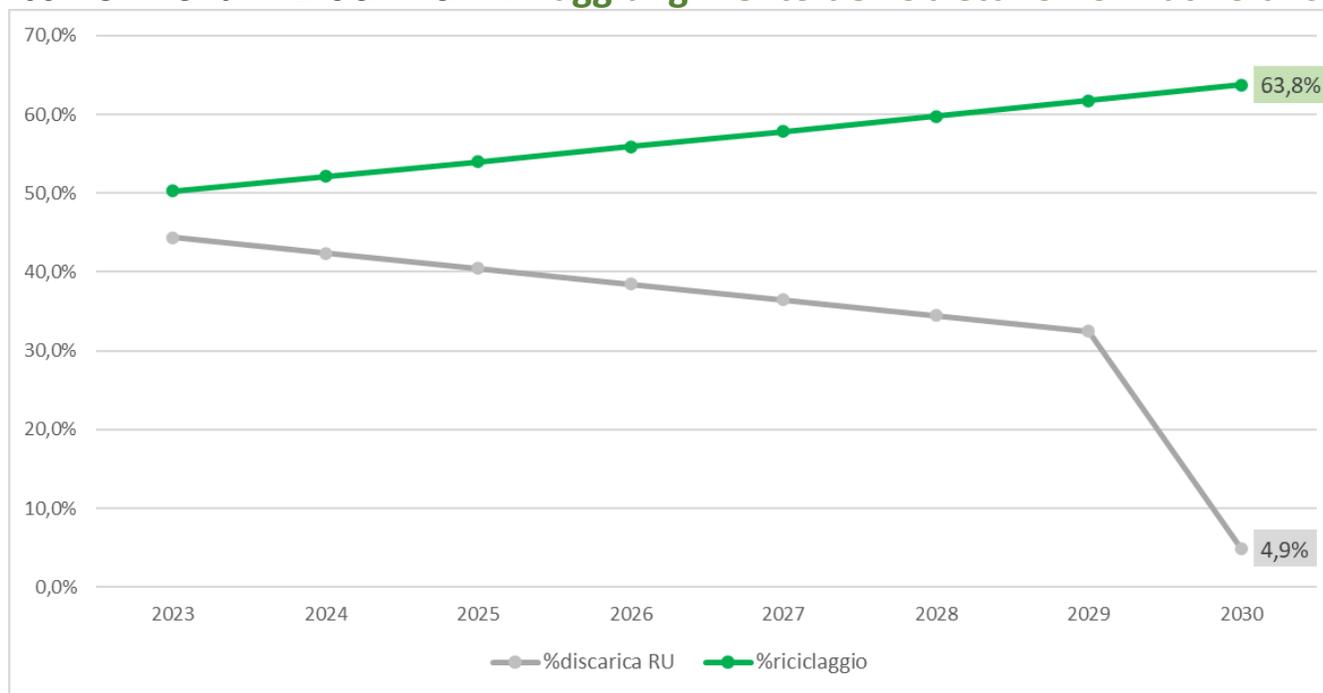


SCENARIO DI PIANO – recupero energetico sovrallo

IPOSTESI:

- Incrementi quantitativi di RD → **80% RD al 2030**
- Miglioramento qualitativo
- Prossimità nella gestione dei processi di valorizzazione
- Miglioramento delle prestazioni impiantistiche
- Entro il 2030, realizzazione di un **termovalorizzatore regionale** per la chiusura del ciclo rifiuti cui avviare sovrallo da trattamento del RUR nei TMB e RU decadenti (possibili *sinergie per la gestione dei RS regionali*)
- Avvio del RUR nei TMB per il pretrattamento. Miglioramento dei processi di stabilizzazione
- Progressiva contrazione dei conferimenti in DISCARICA → **raggiungimento dell'obiettivo normativo di conferimento in discarica**

**> 60%
riciclaggio
al 2030**



- FOS
- R non valorizzabili energeticamente
- R decadenti TMV

SCENARIO DI PIANO – recupero energetico sovrillo

DIAGRAMMA GESTIONALE 2030 :

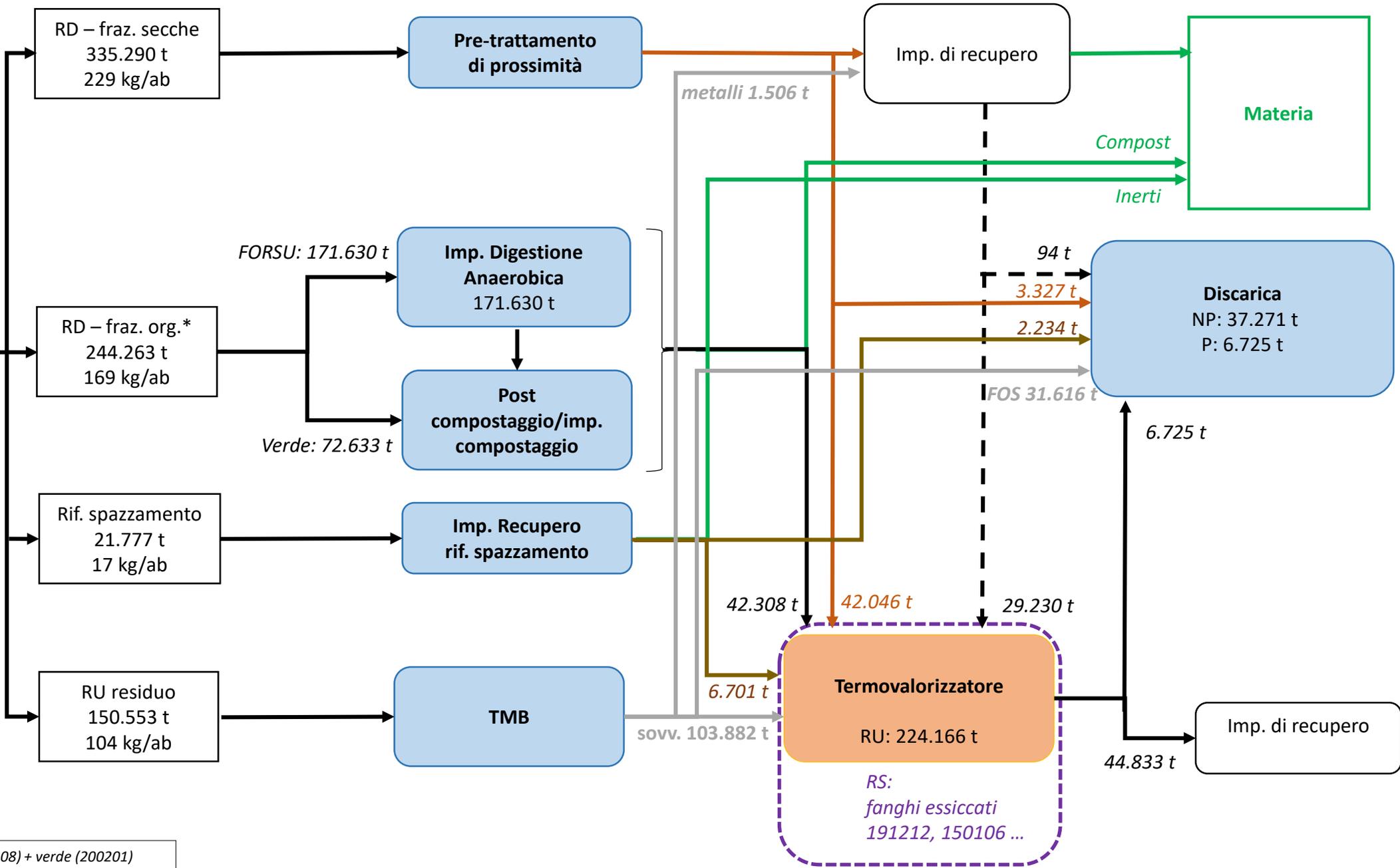
- Tutto il RUR viene avviato a TMB regionali per pretrattamento funzionali a omogeneizzazione del rifiuto e aumento del PCI medio
 - ✓ FOS in uscita avviata in DISCARICA
 - ✓ Sovrallo in uscita avviato a TMV REGIONALE
 - ✓ Metalli in uscita avviati a recupero di materia
- Tutto la FORSU viene avviata a impianti di DIGESTIONE ANAEROBICA regionali
- Tutto il rifiuto da Spazzamento stradale viene avviato a un IMPIANTO DI RECUPERO regionale
- Conferimenti in DISCARICA di FOS e rifiuti non recuperabili altrimenti
- Trattamento nel TMV REGIONALE di:
 - ✓ Sovrallo da trattamento RUR
 - ✓ Scarti recupero FORSU/verde
 - ✓ Scarti da selezione RD
 - ✓ Eventuali scarti da riciclo RD secche
 - ✓ Scarti da recupero terre da spazzamento valorizzabili
 - ✓ RS aventi caratteristiche compatibili (es fanghi depurazione acque, 191212, 150106,... non altrimenti valorizzabili)

Marche 2030 – SCENARIO DI PIANO – recupero energetico sovrappeso

RU totale 527 kg/abxa
RD 80,0%
RICICLAGGIO 63,8%
DISCARICA RU 4,9%

RU totale (senza Pc)
751.884 t
519 kg/ab

Pc
10.892 t
8 kg/ab



* frazione organica = organico (200108) + verde (200201)

SCENARIO DI PIANO – recupero energetico sovrallo – fabbisogno Regionale di discarica

FABBISOGNO ANNUALE

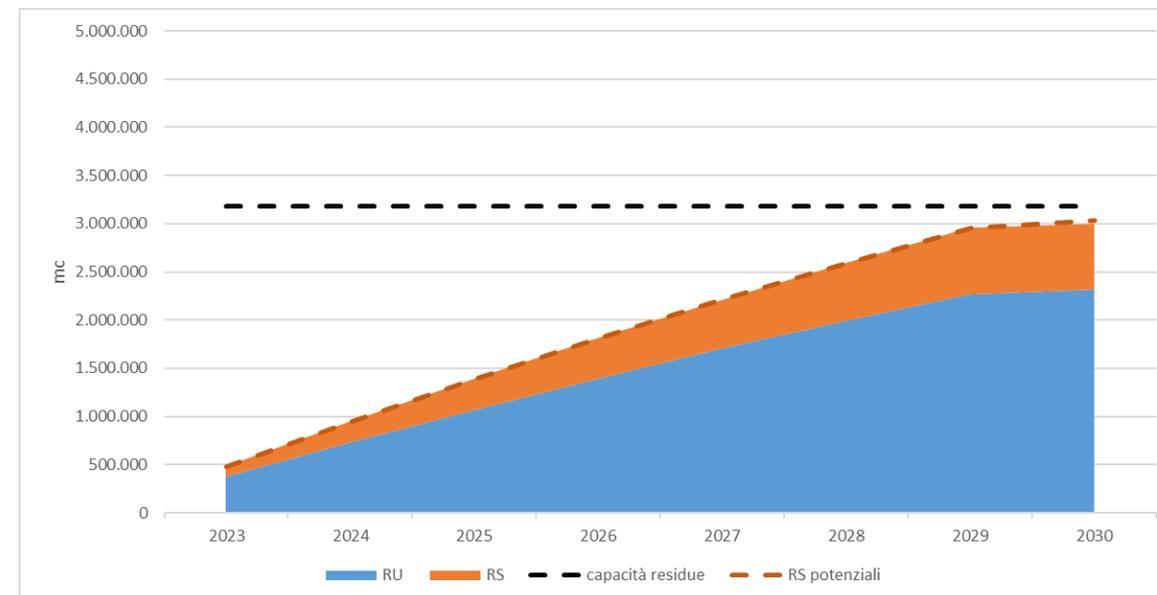
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
scarti RUR (FOS, sovralli)	186.934	179.322	171.794	164.348	156.988	149.731	142.564	31.616
Scarti selezione RD	153.236	145.616	137.841	129.916	121.837	113.588	105.184	5.561
Scarti riciclaggio RD	29.136	29.244	29.328	29.386	29.415	29.417	29.387	94
altro a smaltimento	2.107	1.800	1.494	1.191	890	592	295	0
decadenti nuova imp	0	0	0	0	0	0	0	6.725
Totale D1	371.413	355.981	340.457	324.841	309.131	293.327	277.429	43.996

Si ipotizza il contenimento al 30% della quota annuale di RS smaltibili rispetto al totale RU.
 Dal 2030, si ipotizza l'avvio a TMV di ca. 100.000 t/a di RS e a discarica_{RU} di ca. 30.000 t/a di RS



Sulla base delle disponibilità residue delle discariche regionali, sono soddisfatti i fabbisogni nel periodo

FABBISOGNO CUMULATO

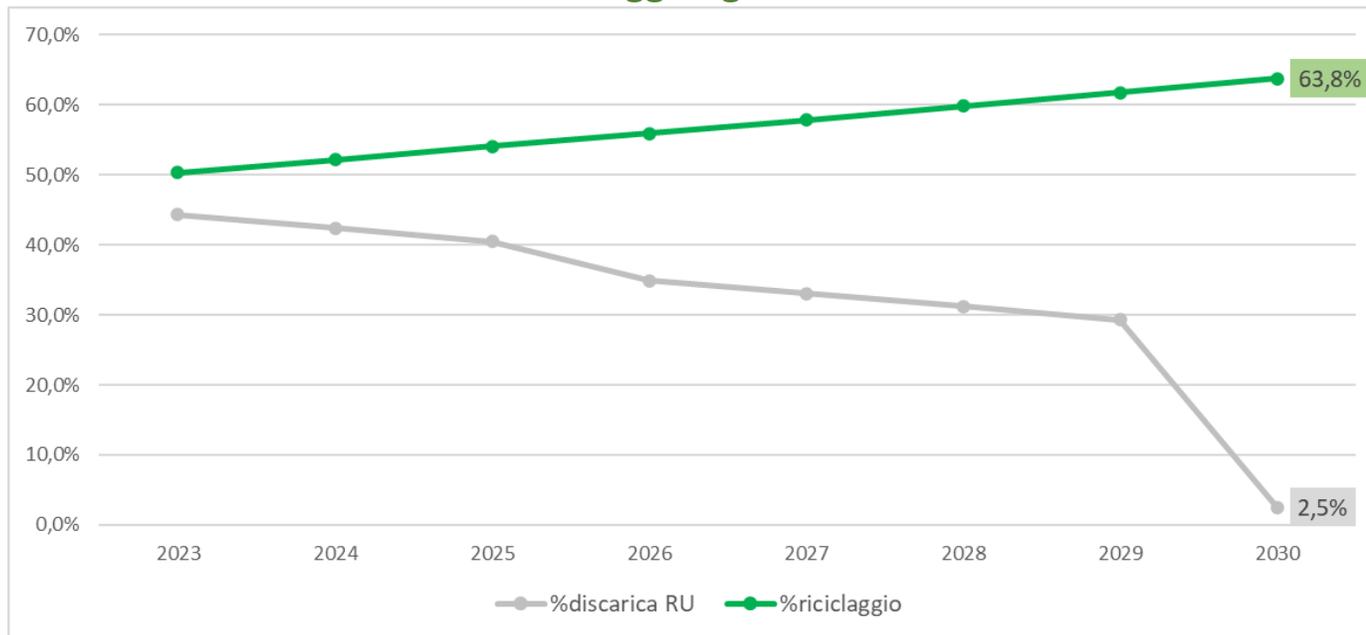


SCENARIO DI PIANO – recupero energetico integrato

IPOTESI:

- Incrementi quantitativi di RD → **80% RD al 2030**
- Miglioramento qualitativo
- Prossimità nella gestione dei processi di valorizzazione
- Miglioramento delle prestazioni impiantistiche
- Entro il 2030, realizzazione di un **termovalorizzatore regionale** (possibili sinergie per la gestione dei RS regionali)
- Nel periodo transitorio, avvio del RUR nei TMB per il pretrattamento. Miglioramento dei processi di stabilizzazione
- Implementazione di linee di produzione del **CSS** (Ad es. TMB dell'ATO 2 e 5) --> **accordi con impianti di coincenerimento**
- Dall'avvio del termovalorizzatore, i TMB privi di linea di produzione di CSS, sono convertiti in **impianti di trasferenza**
- Progressiva contrazione dei conferimenti in DISCARICA → **raggiungimento dell'obiettivo normativo di conferimento in discarica**

**> 60%
riciclaggio
al 2030**



- FOS
- R non valorizzabili energeticamente
- R decadenti TMV

SCENARIO DI PIANO – recupero energetico integrato

DIAGRAMMA GESTIONALE 2030 :

- RUR avviato a:
 - ✓ TMV REGIONALE
 - ✓ Impianti TMB per la produzione di CSS
- Parte di TMB regionali sono riconvertiti in STAZIONI DI TRASFERENZA
- Tutto la FORSU viene avviata a impianti di DIGESTIONE ANAEROBICA regionali
- Tutto il rifiuto da Spazzamento stradale viene avviato a un IMPIANTO DI RECUPERO regionale
- Conferimenti in DISCARICA di FOS e rifiuti non recuperabili altrimenti
- Trattamento nel TMV REGIONALE di:
 - ✓ RUR
 - ✓ Scarti da produzione CSS
 - ✓ Scarti recupero FORSU/verde
 - ✓ Scarti da selezione RD
 - ✓ Eventuali scarti da riciclo RD secche
 - ✓ Scarti da recupero terre da spazzamento valorizzabili
 - ✓ RS aventi caratteristiche compatibili (es fanghi depurazione acque, non altrimenti valorizzabili, 191212, 150106,...)
- Trattamento del CSS a coincenerimento fuori regione



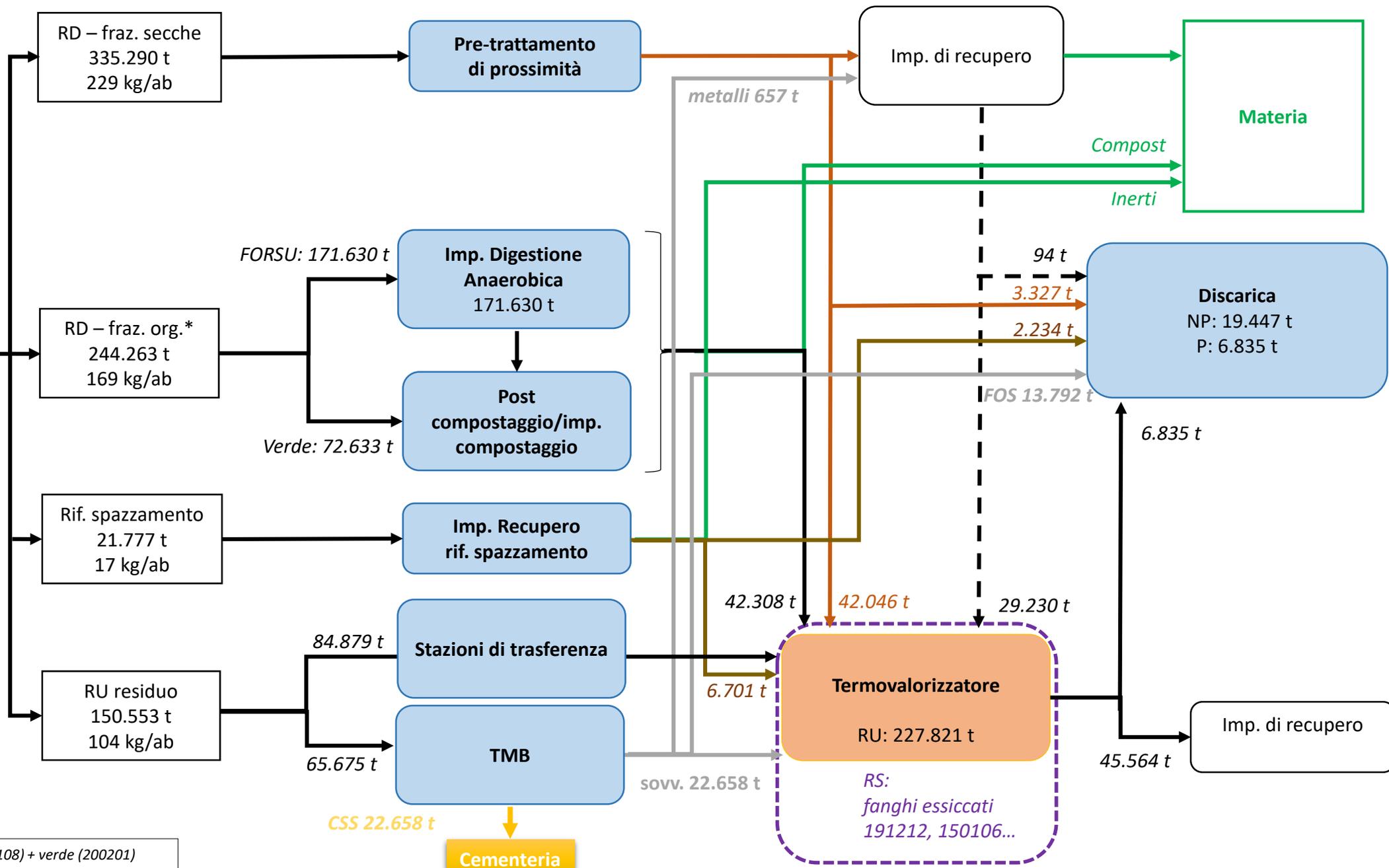
Necessario contratto pluriennale con cementeria

Marche 2030 – SCENARIO DI PIANO – recupero energetico integrato

RU totale 527 kg/abxa
RD 80,0%
RICICLAGGIO 63,8%
DISCARICA RU 2,5%

RU totale (senza Pc)
751.884 t
519 kg/ab

Pc
10.892 t
8 kg/ab



* frazione organica = organico (200108) + verde (200201)

SCENARIO DI PIANO – recupero energetico integrato – fabbisogno Regionale di discarica

FABBISOGNO ANNUALE

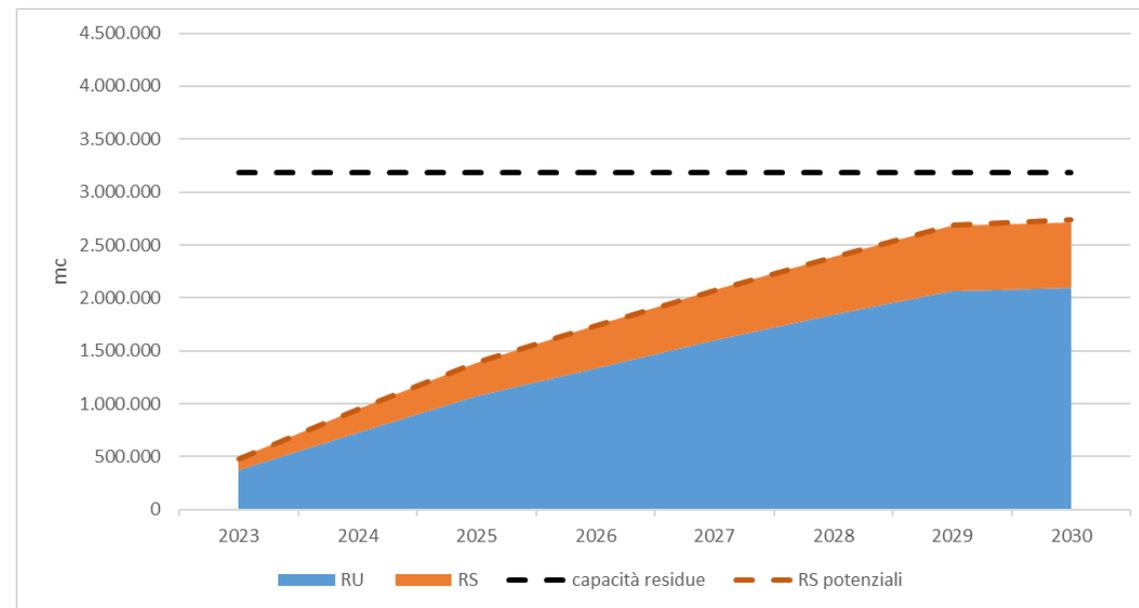
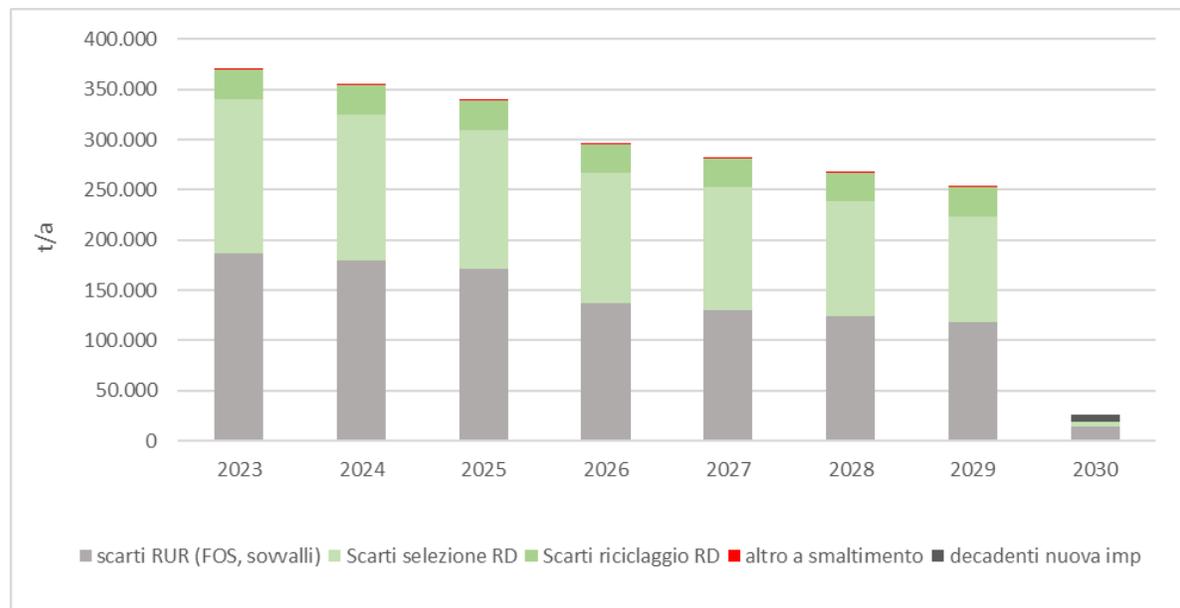
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
scarti RUR (FOS, sovvalli)	186.934	179.322	171.794	136.562	130.491	124.518	118.631	13.792
Scarti selezione RD	153.236	145.616	137.841	129.916	121.837	113.588	105.184	5.561
Scarti riciclaggio RD	29.136	29.244	29.328	29.386	29.415	29.417	29.387	94
altro a smaltimento	2.107	1.800	1.494	1.191	890	592	295	0
decadenti nuova imp	0	0	0	0	0	0	0	6.835
Totale D1	371.413	355.981	340.457	297.055	282.634	268.114	253.496	26.281

Si ipotizza il contenimento al 30% della quota annuale di RS smaltibili rispetto al totale RU.
 Dal 2030, si ipotizza l'avvio a TMV di ca. 100.000 t/a di RS e a discarica_{RU} di ca. 30.000 t/a di RS



Sulla base delle disponibilità residue delle discariche regionali, sono soddisfatti i fabbisogni nel periodo

FABBISOGNO CUMULATO



FABBISOGNO «CHIUSURA DEL CICLO» RU 2030

SCENARIO DI PIANO - Recupero energetico diretto

	ATO 1	ATO 2	ATO 3	ATO 4	ATO 5	Regione
RUR	37.934	43.443	31.980	14.964	22.232	150.553
Flussi decadenti da RUR: sovrallo	0	0	0	0	0	0
Flussi decadenti da RUR: CSS	0	0	0	0	0	0
Flussi da valorizzazione RD	22.033	25.857	20.327	7.825	15.011	91.054
Flussi da riciclaggio RD	8.899	8.262	5.546	2.764	3.759	29.230
Totale R1	68.866	77.562	57.854	25.554	41.002	270.838

SCENARIO DI PIANO - Recupero energetico sovrallo

	ATO 1	ATO 2	ATO 3	ATO 4	ATO 5	Regione
RUR	0	0	0	0	0	0
Flussi decadenti da RUR: sovrallo	26.175	29.976	22.066	10.326	15.340	103.882
Flussi decadenti da RUR: CSS	0	0	0	0	0	0
Flussi da valorizzazione RD	22.033	25.857	20.327	7.825	15.011	91.054
Flussi da riciclaggio RD	8.899	8.262	5.546	2.764	3.759	29.230
Totale R	57.106	64.095	47.940	20.915	34.110	224.166

SCENARIO DI PIANO - Recupero energetico integrato

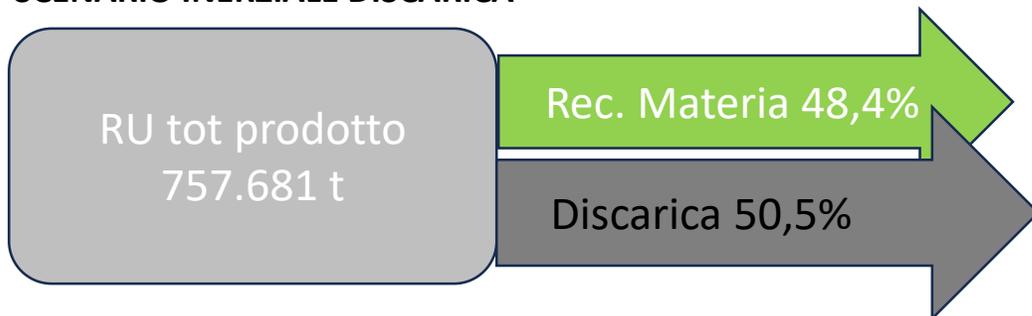
	ATO 1	ATO 2	ATO 3	ATO 4	ATO 5	Regione
RUR	37.934	0	31.980	14.964	0	84.879
Flussi decadenti da RUR: sovrallo	0	14.988	0	0	7.670	22.658
Flussi decadenti da RUR: CSS	0	0	0	0	0	0
Flussi da valorizzazione RD	22.033	25.857	20.327	7.825	15.011	91.054
Flussi da riciclaggio RD	8.899	8.262	5.546	2.764	3.759	29.230
Totale R1	68.866	49.107	57.854	25.554	26.440	227.821

**+ ca. 100.000 t/a di RS
non recuperabili come
materia**

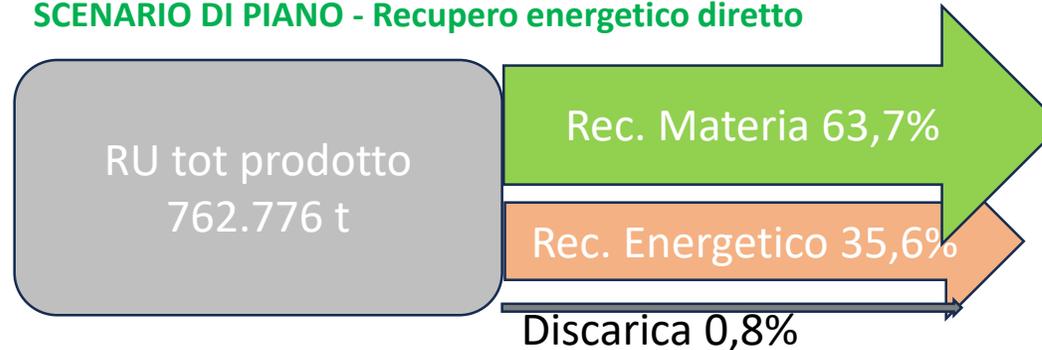
(es. fanghi depurazione acque,
rifiuti sanitari pericolosi,
191212, 150106,...)

GESTIONE RU 2030

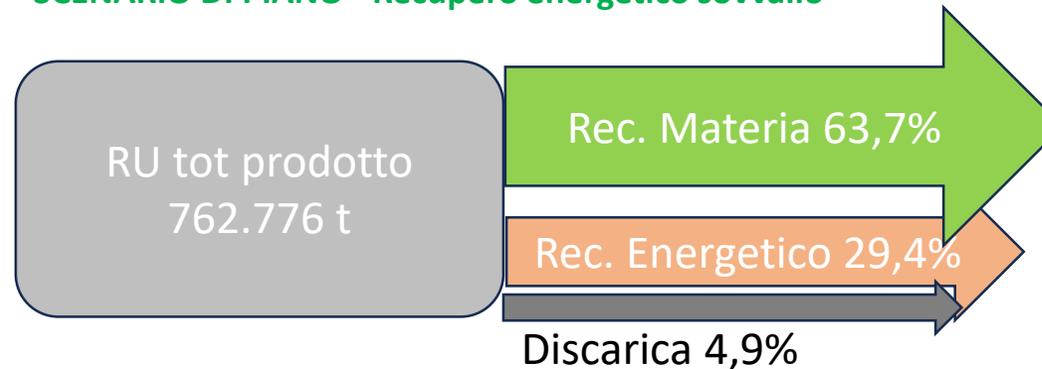
SCENARIO INERZIALE DISCARICA



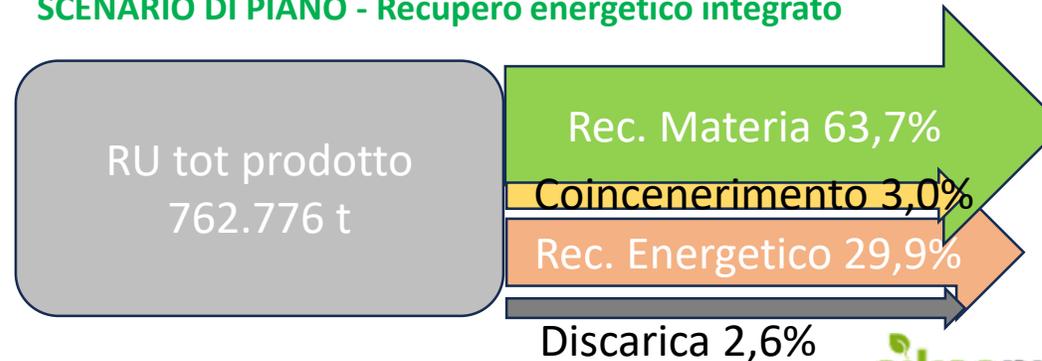
SCENARIO DI PIANO - Recupero energetico diretto



SCENARIO DI PIANO - Recupero energetico sovrallo



SCENARIO DI PIANO - Recupero energetico integrato



	SCENARIO DI PIANO Rec. Energetico diretto	SCENARIO DI PIANO Rec. Energetico sovrappeso	SCENARIO DI PIANO Rec. Energetico integrato
Pianificazione			
Conformità indirizzi pianificatori e buone pratiche	<i>Opzione gestionale ottimale secondo PNGR</i>	<i>Opzione non prevista dal PNGR</i>	<i>Buona pratica gestionale non esclusa da PNGR</i>
Coerenza con l'attuale sistema impiantistico gestione RUR e con le previsioni PdA	<i>Possibile utilizzo attuali TMB come stazioni trasferta</i>	<i>Mantenimento in esercizio dei TMB</i>	<i>Implementazione di nuove linee produzione previste dai PdA</i>
Chiusura del ciclo	<i>Autosufficienza d'Ambito</i>	<i>Autosufficienza d'Ambito</i>	<i>Dipendenza per chiusura del ciclo da attori "privati" - impianti di co-incenerimento.</i>
Aspetti ambientali			
Impatti ambientali (emissioni in atmosfera riferite alla sola fase di valorizzazione energetica)	<i>Impatto locale contenuto comunque associato a bilancio ambientale positivo in termini complessivi</i>	<i>Impatto locale contenuto comunque associato a bilancio ambientale positivo in termini complessivi</i>	<i>Con impiego CSS come sostitutivo di altri combustibili si hanno emissioni evitate a livello globale</i>
Impatto ambientale (emissioni atmosfera) riferito ad intera filiera gestionale	<i>Ridotte emissioni grazie alla semplificazione gestionale</i>	<i>Incremento locale emissioni dovuto alla complessiva filiera gestione RUR</i>	<i>Incremento locale emissioni dovuto alla complessiva filiera gestione RUR ma con impiego CSS come sostitutivo di altri combustibili si hanno emissioni evitate a livello globale</i>
Fabbisogno di discarica	<i>Minimo impiego anche grazie a pieno recupero scorie</i>	<i>Incremento fabbisogni per necessità gestione a smaltimento di FOS</i>	<i>Leggero incremento dei fabbisogni per necessità gestione a smaltimento di FOS decadente dalla produzione di CSS</i>
Impatti ambientali riferiti agli aspetti energetici locali (energia elettrica, energia termica prodotte)	<i>Massima produzione e utilizzo locale</i>	<i>Produzione e utilizzo locale inferiore</i>	<i>Produzione e utilizzo locale inferiore</i>
Impatti ambientali riferiti ad altre componenti (comparto idrico, rumore, traffico...)	<i>Ridotte emissioni grazie alla semplificazione gestionale</i>	<i>Leggero incremento emissioni dovuto a maggiori necessità di movimentazione (sia per lavorazioni su rifiuto che traffico)</i>	<i>Leggero incremento emissioni dovuto a maggiori necessità di movimentazione (sia per lavorazioni su rifiuto che traffico)</i>
Aspetti economici			
Investimenti e Ricadute tariffarie attese (comunque da prevedersi in aumento rispetto quadro attuale)	<i>Aumenti più contenuti</i>	<i>Aumenti per necessità di trattamento intermedio</i>	<i>Aumenti per necessità di lavorazioni suppletive per valorizzazione sovrappeso e collocazione CSS (costi legati a soggetti "privati")</i>

Legenda:

	Condizione più favorevole
	Condizione potenzialmente critica
	Condizione più critica e meno favorevole

	SCENARIO DI PIANO Rec. Energetico diretto	SCENARIO DI PIANO Rec. Energetico sovrappeso	SCENARIO DI PIANO Rec. Energetico integrato
Pianificazione			
Conformità indirizzi pianificatori e buone pratiche	<i>Opzione gestionale ottimale secondo PNGR</i>	<i>Opzione non prevista dal PNGR</i>	<i>Buona pratica gestionale non esclusa da PNGR</i>
Coerenza con l'attuale sistema impiantistico gestione RUR e con le previsioni PdA	<i>Possibile utilizzo attuali TMB come stazioni trasferimento</i>	<i>Mantenimento in esercizio dei TMB</i>	<i>Implementazione di nuove linee produzione previste dai PdA</i>
Chiusura del ciclo	<i>Autosufficienza d'Ambito</i>	<i>Autosufficienza d'Ambito</i>	<i>Dipendenza per chiusura del ciclo da attori "privati" - impianti di co-incenerimento.</i>
Aspetti ambientali			
Impatti ambientali (emissioni in atmosfera riferite alla sola fase di valorizzazione energetica)	<i>Impatto locale contenuto comunque associato a bilancio ambientale positivo in termini complessivi</i>	<i>Impatto locale contenuto comunque associato a bilancio ambientale positivo in termini complessivi</i>	<i>Con impiego CSS come sostitutivo di altri combustibili si hanno emissioni evitate a livello globale</i>
Impatto ambientale (emissioni atmosfera) riferito ad intera filiera gestionale	<i>Ridotte emissioni grazie alla semplificazione gestionale</i>	<i>Incremento locale emissioni dovuto alla complessiva filiera gestione RUR</i>	<i>Incremento locale emissioni dovuto alla complessiva filiera gestione RUR ma con impiego CSS come sostitutivo di altri combustibili si hanno emissioni evitate a livello globale</i>
Fabbisogno di discarica	<i>Minimo impiego anche grazie a pieno recupero scorie</i>	<i>Incremento fabbisogni per necessità gestione a smaltimento di FOS</i>	<i>Leggero incremento dei fabbisogni per necessità gestione a smaltimento di FOS decadente dalla produzione di CSS</i>
Impatti ambientali riferiti agli aspetti energetici locali (energia elettrica, energia termica prodotte)	<i>Massima produzione e utilizzo locale</i>	<i>Produzione e utilizzo locale inferiore</i>	<i>Produzione e utilizzo locale inferiore</i>
Impatti ambientali riferiti ad altre componenti (comparto idrico, rumore, traffico...)	<i>Ridotte emissioni grazie alla semplificazione gestionale</i>	<i>Leggero incremento emissioni dovuto a maggiori necessità di movimentazione (sia per lavorazioni su rifiuto che traffico)</i>	<i>Leggero incremento emissioni dovuto a maggiori necessità di movimentazione (sia per lavorazioni su rifiuto che traffico)</i>
Aspetti economici			
Investimenti e Ricadute tariffarie attese (comunque da prevedersi in aumento rispetto quadro attuale)	<i>Aumenti più contenuti</i>	<i>Aumenti per necessità di trattamento intermedio</i>	<i>Aumenti per necessità di lavorazioni suppletive per valorizzazione sovrappeso e collocazione CSS (costi legati a soggetti "privati")</i>

Legenda:

	Condizione più favorevole
	Condizione potenzialmente critica
	Condizione più critica e meno favorevole

	SCENARIO DI PIANO Rec. Energetico diretto	SCENARIO DI PIANO Rec. Energetico sovrappeso	SCENARIO DI PIANO Rec. Energetico integrato
Pianificazione			
Conformità indirizzi pianificatori e buone pratiche	<i>Opzione gestionale ottimale secondo PNGR</i>	<i>Opzione non prevista dal PNGR</i>	<i>Buona pratica gestionale non esclusa da PNGR</i>
Coerenza con l'attuale sistema impiantistico gestione RUR e con le previsioni PdA	<i>Possibile utilizzo attuali TMB come stazioni trasferta</i>	<i>Mantenimento in esercizio dei TMB</i>	<i>Implementazione di nuove linee produzione previste dai PdA</i>
Chiusura del ciclo	<i>Autosufficienza d'Ambito</i>	<i>Autosufficienza d'Ambito</i>	<i>Dipendenza per chiusura del ciclo da attori "privati" - impianti di co-incenerimento.</i>
Aspetti ambientali			
Impatti ambientali (emissioni in atmosfera riferite alla sola fase di valorizzazione energetica)	<i>Impatto locale contenuto comunque associato a bilancio ambientale positivo in termini complessivi</i>	<i>Impatto locale contenuto comunque associato a bilancio ambientale positivo in termini complessivi</i>	<i>Con impiego CSS come sostitutivo di altri combustibili si hanno emissioni evitate a livello globale</i>
Impatto ambientale (emissioni atmosfera) riferito ad intera filiera gestionale	<i>Ridotte emissioni grazie alla semplificazione gestionale</i>	<i>Incremento locale emissioni dovuto alla complessiva filiera gestione RUR</i>	<i>Incremento locale emissioni dovuto alla complessiva filiera gestione RUR ma con impiego CSS come sostitutivo di altri combustibili si hanno emissioni evitate a livello globale</i>
Fabbisogno di discarica	<i>Minimo impiego anche grazie a pieno recupero scorie</i>	<i>Incremento fabbisogni per necessità gestione a smaltimento di FOS</i>	<i>Leggero incremento dei fabbisogni per necessità gestione a smaltimento di FOS decadente dalla produzione di CSS</i>
Impatti ambientali riferiti agli aspetti energetici locali (energia elettrica, energia termica prodotte)	<i>Massima produzione e utilizzo locale</i>	<i>Produzione e utilizzo locale inferiore</i>	<i>Produzione e utilizzo locale inferiore</i>
Impatti ambientali riferiti ad altre componenti (comparto idrico, rumore, traffico...)	<i>Ridotte emissioni grazie alla semplificazione gestionale</i>	<i>Leggero incremento emissioni dovuto a maggiori necessità di movimentazione (sia per lavorazioni su rifiuto che traffico)</i>	<i>Leggero incremento emissioni dovuto a maggiori necessità di movimentazione (sia per lavorazioni su rifiuto che traffico)</i>
Aspetti economici			
Investimenti e Ricadute tariffarie attese (comunque da prevedersi in aumento rispetto quadro attuale)	<i>Aumenti più contenuti</i>	<i>Aumenti per necessità di trattamento intermedio</i>	<i>Aumenti per necessità di lavorazioni suppletive per valorizzazione sovrappeso e collocazione CSS (costi legati a soggetti "privati")</i>

Legenda:

	Condizione più favorevole
	Condizione potenzialmente critica
	Condizione più critica e meno favorevole

IMPIANTISTICA PER LA «CHIUSURA DEL CICLO»

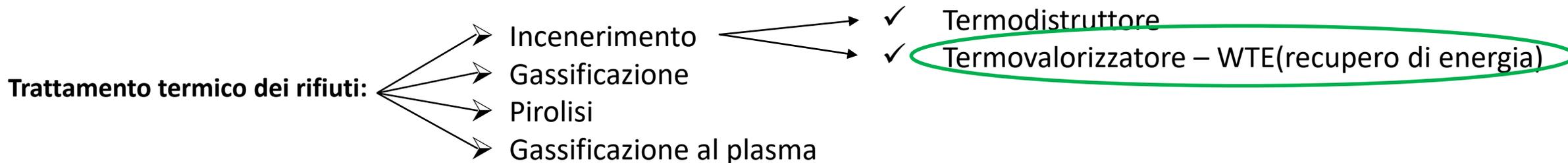
Con DM 257 del 24 giugno 2022 è stato approvato il **Programma Nazionale Gestione Rifiuti (PNGR)**.

Le analisi **Life Cycle Assessment** (LCA -ISPRA, 2022, *Analisi dei flussi dei rifiuti urbani come supporto dell'elaborazione della pianificazione nazionale della gestione dei rifiuti urbani e base per il Life Cycle Assessment, Relazione finale, ISPRA, Roma.*) effettuate nella definizione del PNGR associano a **minori potenziali impatti sistemi di gestione dei rifiuti caratterizzati dai seguenti elementi:**

- organizzazione della *raccolta rifiuti* che permette di raggiungere elevate percentuali di raccolta differenziata e conseguente recupero di materia dalle frazioni secche;
- *elevata intercettazione* mediante raccolta differenziata delle frazioni organiche;
- presenza di una estesa **rete di impianti** che assicurano idonea capacità di trattamento necessaria a raggiungere l'**autosufficienza**;
- capacità impiantistica per gestire i rifiuti (scarti) derivanti dagli impianti di selezione delle frazioni da raccolta differenziata e dalle operazioni di preparazione ai trattamenti;
- presenza di impianti di *digestione anaerobica* o di tipo integrato aerobico/anerobico che permettono il recupero di energia e di materia dalle frazioni organiche da raccolta differenziata, in particolare il recupero di biometano;
- adozione di una strategia di **recupero di energia dai rifiuti residui basata prevalentemente sul recupero diretto in impianti a elevata efficienza**; a questa si affianca, in proporzioni ridotte, l'avvio a coincenerimento dei rifiuti in uscita da impianti di pretrattamento in cui si prepara CSS di qualità adeguata;
- residuale smaltimento a discarica.

Impianti di recupero energetico: impianti strategici per la "chiusura del ciclo" per i rifiuti residuali al recupero di materia.

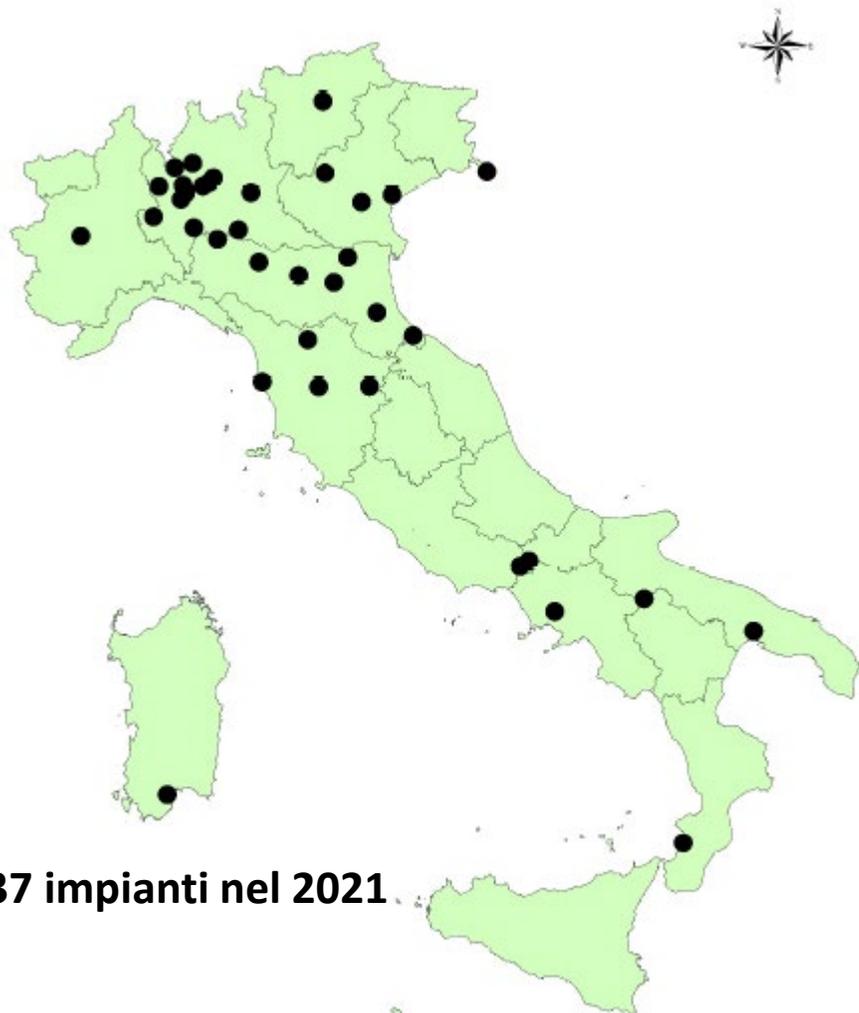
IMPIANTISTICA PER LA «CHIUSURA DEL CICLO»



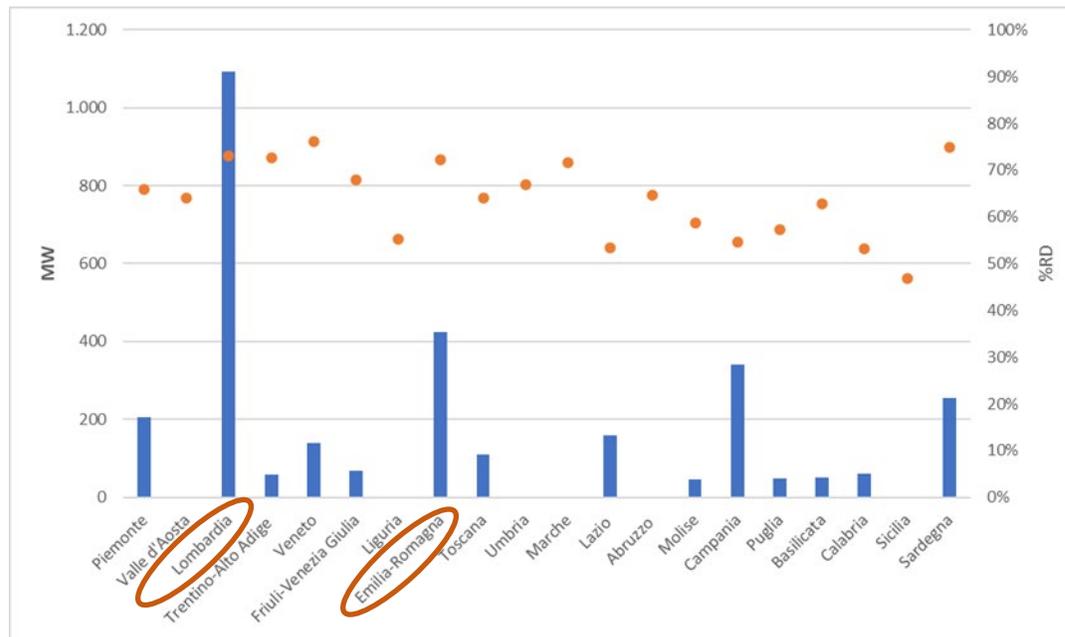
In Europa sono attivi 504 impianti di WTE, cui corrisponde una potenzialità complessiva di trattamento di circa 100 milioni di tonnellate annue di rifiuti (Fonte: CEWEP, 2020); **in Italia sono attivi 37 impianti** per una potenzialità complessiva di **circa 6 milioni di tonnellate annue** (Fonte: CEWEP, 2020).

Esperienza mondiale su scala industriale lunga e consolidata

IMPIANTISTICA PER LA «CHIUSURA DEL CICLO»



Fonte: Rapporto Rifiuti Urbani ISPRA



*La presenza di impianti WTE non ostacola la RD:
WTE sinergico al recupero di materia*

IMPIANTISTICA PER LA «CHIUSURA DEL CICLO»

Rifiuto, non recuperabile come materia, trattabile negli impianti WTE:

- rifiuti indifferenziati residui
- rifiuti da loro trattamento
- scarti da trattamento delle frazioni secche RD
- scarti da trattamento dei rifiuti organici

RU e decadenti

- Fanghi essiccati, da depurazione acque
- Rifiuti sanitari pericolosi
- Rifiuti da industria manifatturiera locale
- Rifiuti da trattamento RS

RS non recuperabili come materia



Sinergia tra trattamento RU e RS

IMPIANTI WTE – SIMBIOSI INDUSTRIALI E URBANE

La presenza di un termovalorizzatore che produce **energia elettrica e termica** può creare **simbiosi industriali e urbane locali** in relazione a:

- cessione di calore per esigenze di riscaldamento e raffrescamento, in ambito industriale e/o residenziale (con la creazione e l'alimentazione di reti di teleriscaldamento);
- cessione di calore per processi di essiccamento;
- cessione di energia elettrica per alimentazione di stazioni di ricarica di veicoli elettrici, ad esempio veicoli per la raccolta dei rifiuti.

Si sottolinea come l'erogazione di:

- ✓ Energia termica: sostituisce il funzionamento di centrali termiche medio-piccole locali ed **elimina** i relativi **impatti locali**;
- ✓ Energia elettrica: sostituisce una quota della produzione elettrica centralizzata e di conseguenza **evita** i relativi **impatti ambientali globali**.

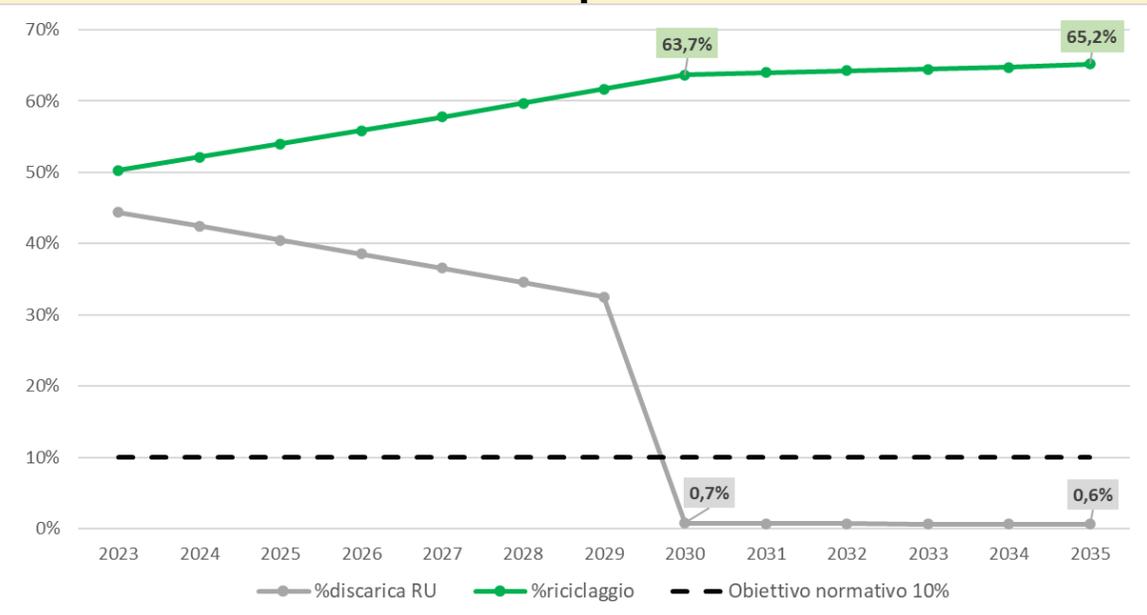
IMPIANTISTICA PER LA «CHIUSURA DEL CICLO» – IN SINTESI

La scelta dell'impianto WTE come impianto per la "chiusura del ciclo" è l'opzione che attualmente risulta:

- rispondente alla normativa di settore;
- coerente con la pianificazione sovraordinata;
- avere tecnologia consolidata;
- flessibile relativamente alle caratteristiche del rifiuto in ingresso all'impianto;
- permettere sinergie nella gestione di rifiuti urbani e speciali, tra cui il trattamento di rifiuti speciali aventi "rilevanza pubblica";
- avere impatti ambientali minimi (emissioni in atmosfera, rifiuti solidi prodotti);
- senza fattori di rischio per lo sviluppo di tumori, né avente fattori di rischio per la riproduzione e lo sviluppo umano;
- favorevole alla creazione di simbiosi industriali e urbane locali.

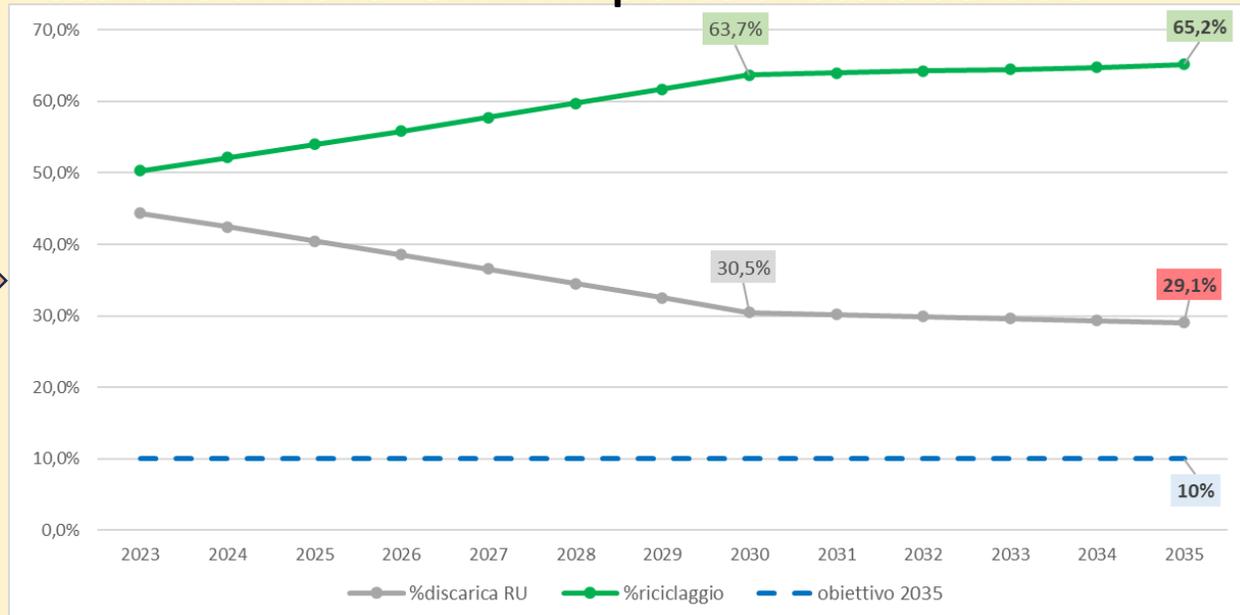
SCENARIO DI PIANO – IMPIANTO CHIUSURA DEL CICLO ?

Scenario di Piano – CON impianto chiusura del ciclo



AVVIO IMPIANTO

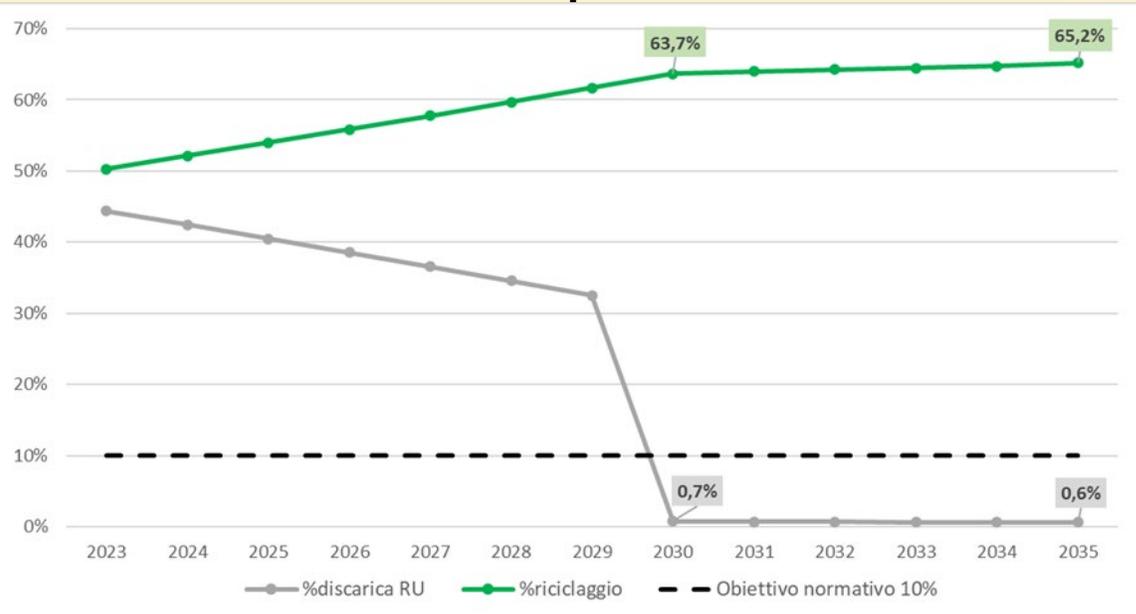
Scenario di Piano –SENZA impianto chiusura del ciclo



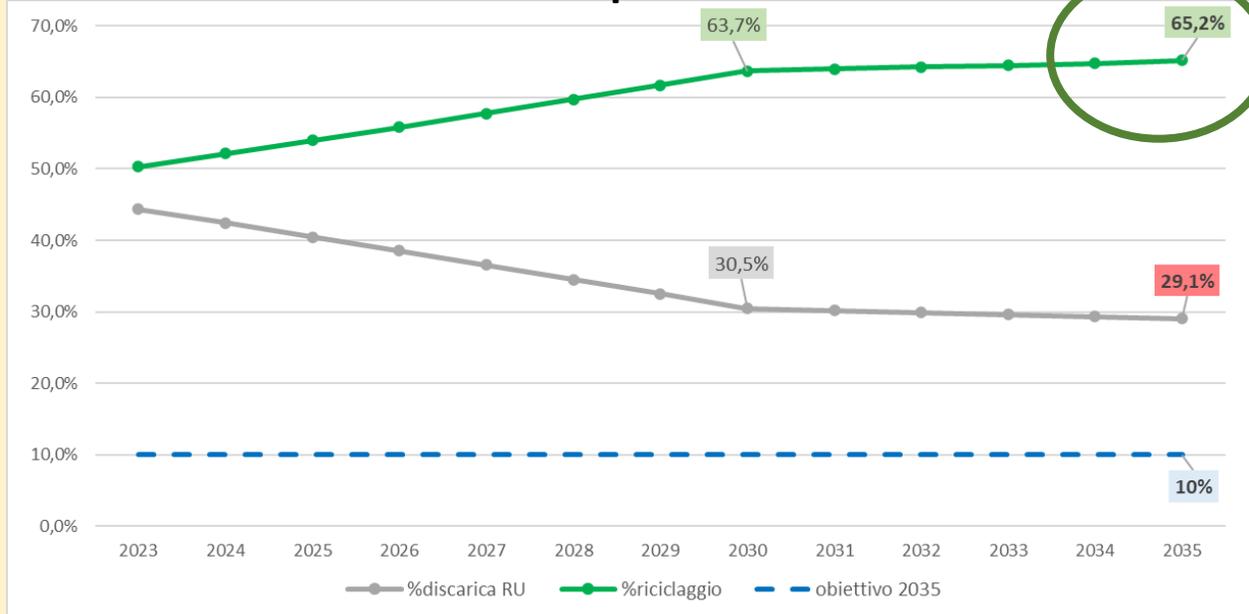
NO AVVIO IMPIANTO

SCENARIO DI PIANO – IMPIANTO CHIUSURA DEL CICLO ?

Scenario di Piano – CON impianto chiusura del ciclo



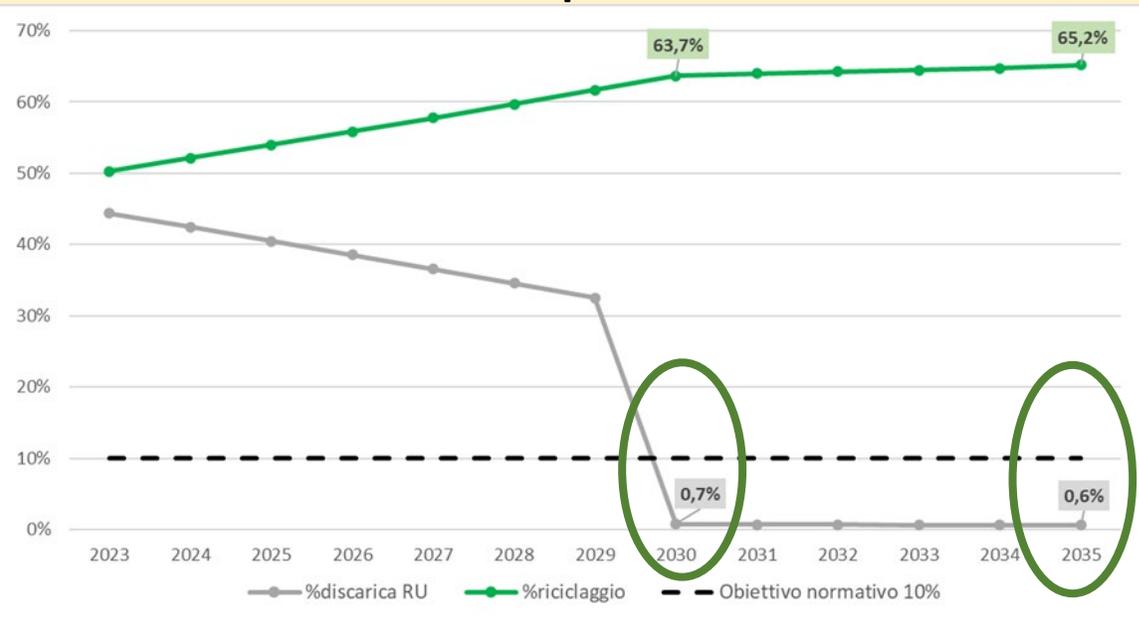
Scenario di Piano –SENZA impianto chiusura del ciclo



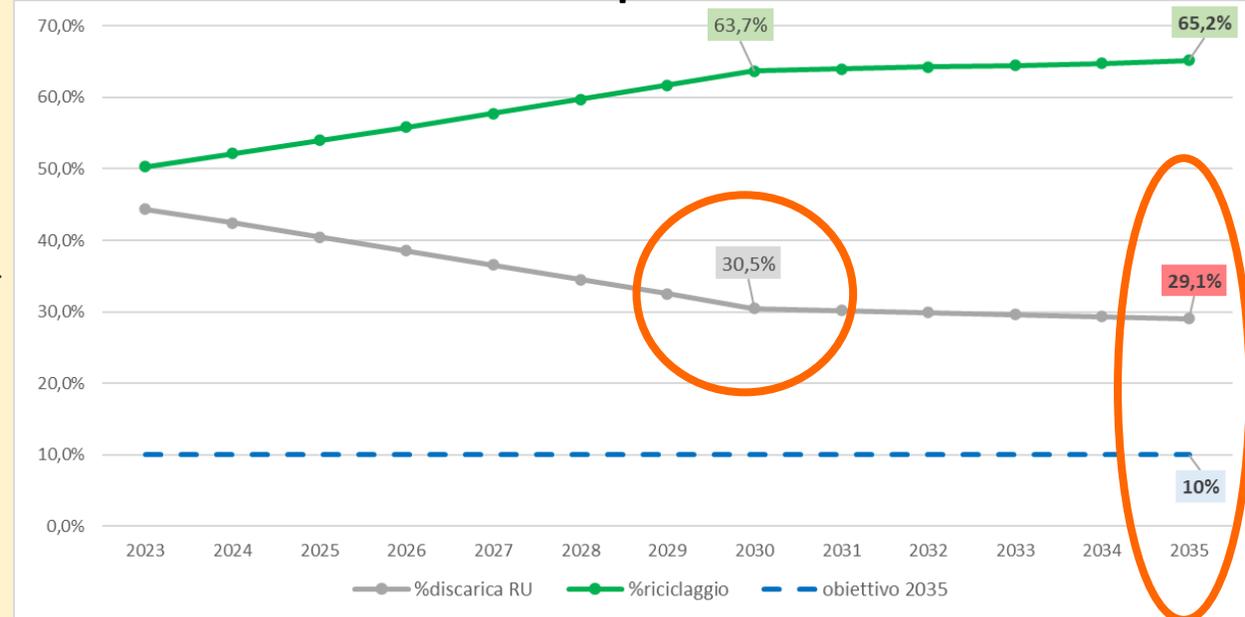
AL 2035, RAGGIUNTO OBIETTIVO RICICLAGGIO!

SCENARIO DI PIANO – IMPIANTO CHIUSURA DEL CICLO?

Scenario di Piano – CON impianto chiusura del ciclo



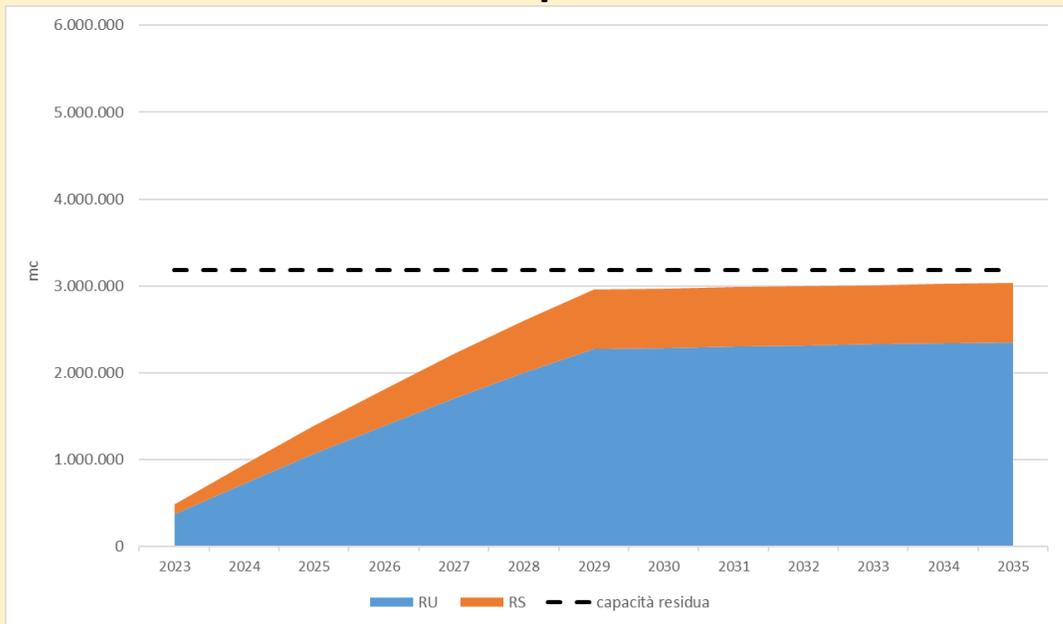
Scenario di Piano –SENZA impianto chiusura del ciclo



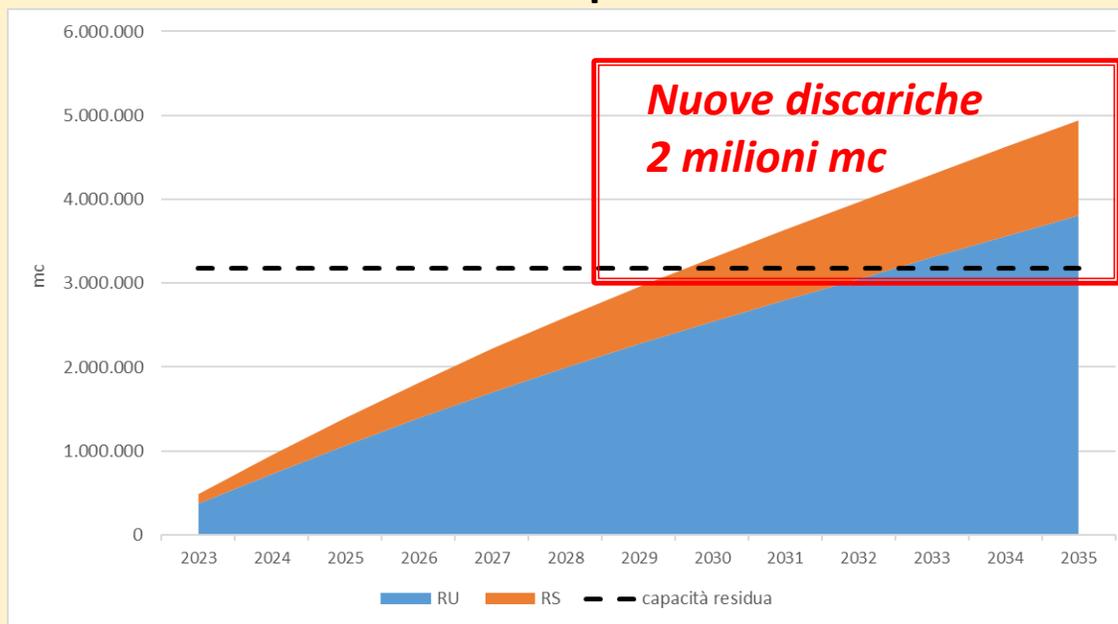
*AL 2030, DIVIETO DI SMALTIRE IN DISCARICA QUANTO RECUPERABILE
AL 2035, NON RAGGIUNTO OBIETTIVO DISCARICA 10%*

SCENARIO DI PIANO – IMPIANTO CHIUSURA DEL CICLO?

Scenario di Piano – CON impianto chiusura del ciclo



Scenario di Piano –SENZA impianto chiusura del ciclo



**Nuove discariche
2 milioni mc**

**AL 2030, DIVIETO DI SMALTIRE IN DISCARICA QUANTO RECUPERABILE
AL 2035, NON RAGGIUNTO OBIETTIVO DISCARICA 10%**

VALUTAZIONE ENERGETICO-AMBIENTALE DEGLI SCENARI

Al fine di valutare i previsti benefici ambientali associati alle scelte di Piano, si è valutata la fase di trattamento/smaltimento dei soli **rifiuti indifferenziati**, mettendo a confronto le prestazioni attese a regime nell'anno **2030** nello scenario inerziale e nello scenario di Piano (con recupero diretto del RUR).

I parametri valutati sono espressi sia in termini assoluti che in termini specifici (per tonnellata di RUR trattata) e sono i seguenti:

- **bilancio energetico**, espresso in termini di Tonnellate di Petrolio Equivalente (TEP);
- **bilancio emissivo** di gas climalteranti, espresso in termini di CO₂ equivalente (t CO₂eq).

Impatti generati → segno POSITIVO → **SVANTAGGIO**

Impatti evitati → segno NEGATIVO → **VANTAGGIO**

Fonte dei dati:

- Fattori emissivi impianti: Piano Regionale Gestione Rifiuti Urbani 2022, ARPA Piemonte 2019;

- Fattori emissivi trasporti: ISPRA <https://fetransp.isprambiente.it/#/>

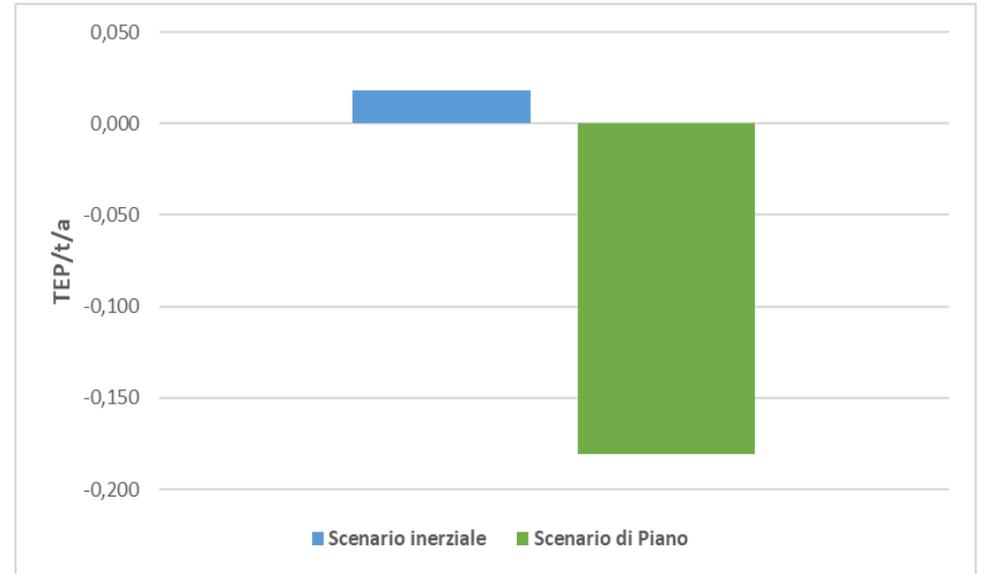
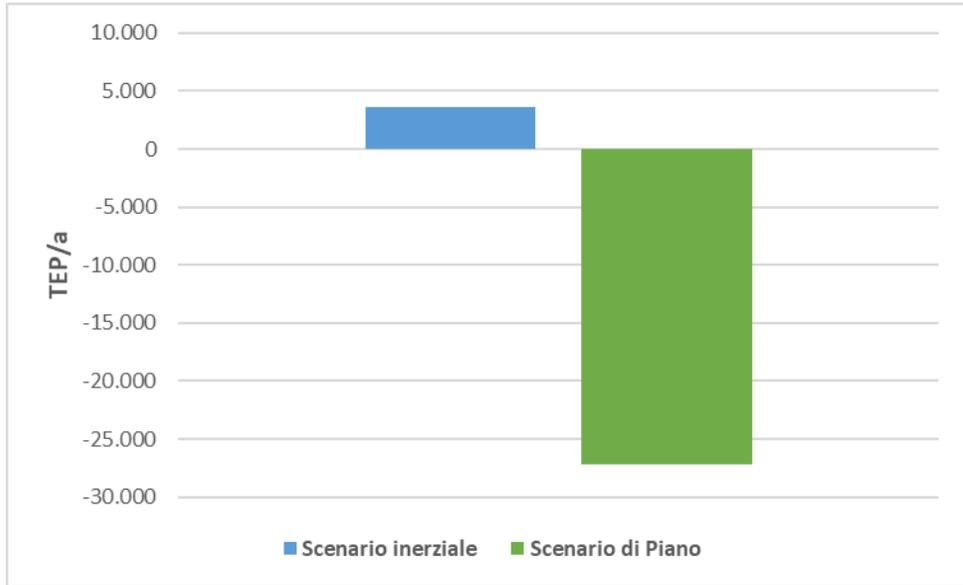
- consumi energetici: fonti varie PRGR Lombardia, studio GERLA", Politecnico di Milano, 2014; "Riciclo dei rifiuti", Rigamonti e Grosso, Dario Flacconio Ed., 2009; "Waste management options and climate change", AEA Technology, 2001; Ecotransit, IFEU 2011

VALUTAZIONE ENERGETICO-AMBIENTALE DEGLI SCENARI

Ciascun bilancio è stato valutato secondo le seguenti macrovoci:

- **trasporto intra impianti:** emissioni in aria di sostanze inquinanti legate al trasporto di RUR o sopravaglio/FOS e rifiuti a recupero di materia (+)
- **impianti TMB:** energia spesa per il funzionamento dell'impianto (+), emissioni in aria di sostanze inquinanti (+)
- **recupero materia:** impatti legati alla produzione a partire da materiali di recupero (produzione secondaria) VS impatti legati alla produzione a partire dalle materie prime vergini (produzione primaria) → risparmio di risorse energetiche legate alla mancata produzione primaria (-), risparmio di emissioni in aria di sostanze inquinanti legate alla mancata produzione primaria (-)
- **termovalorizzatore:** produzione di energia elettrica e termica (-), emissioni in aria di sostanze inquinanti (+)
- **smaltimento in discarica:** energia spesa per il funzionamento dell'impianto (+), emissioni in aria di sostanze inquinanti/biogas (+), recupero biogas (-)

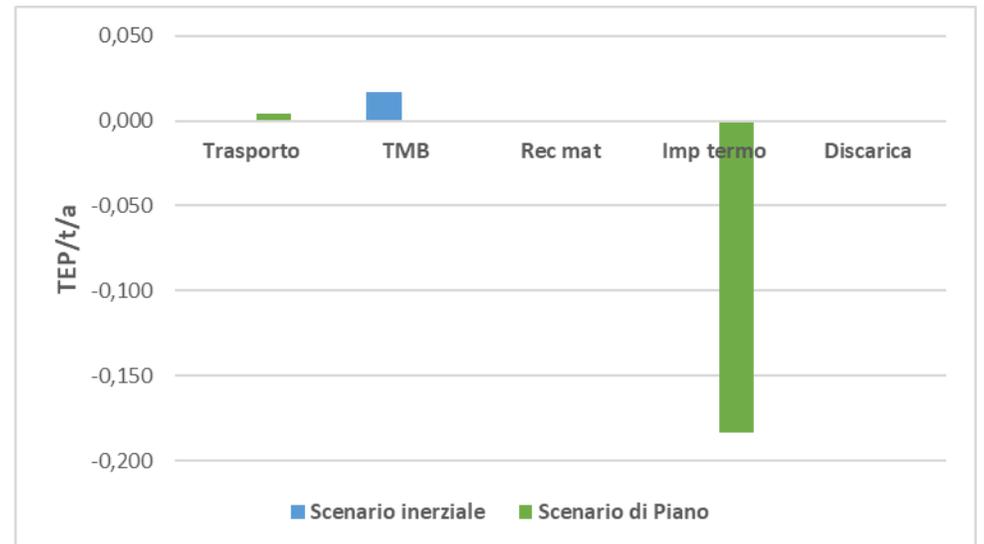
VALUTAZIONE ENERGETICO-AMBIENTALE DEGLI SCENARI



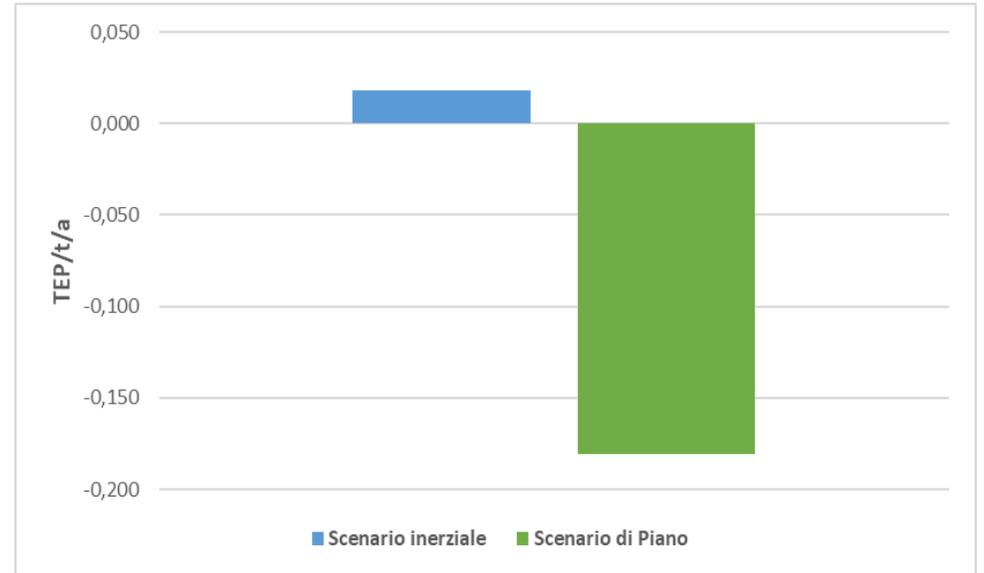
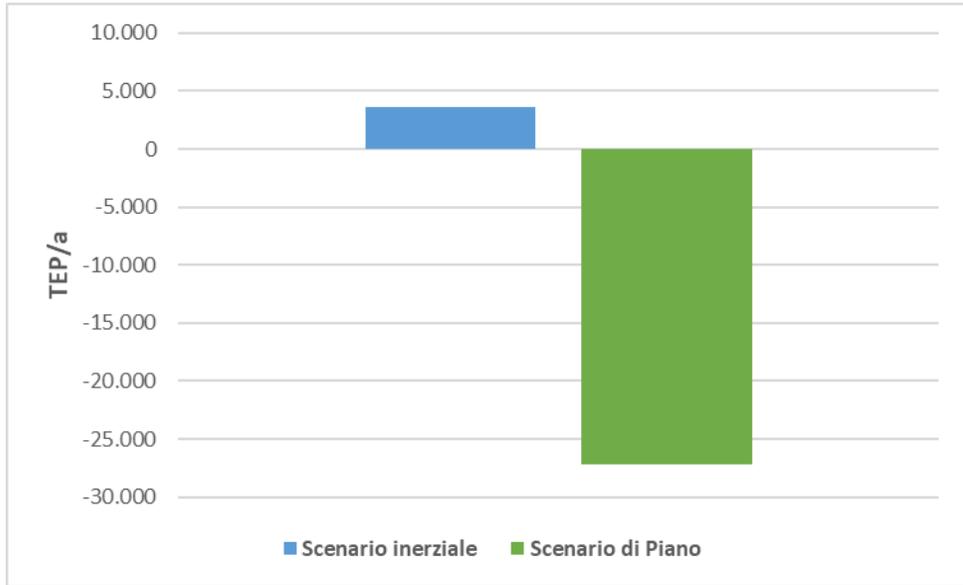
Ipotesi termovalorizzatore:

rendimento elettrico 18%

rendimento termico 25%



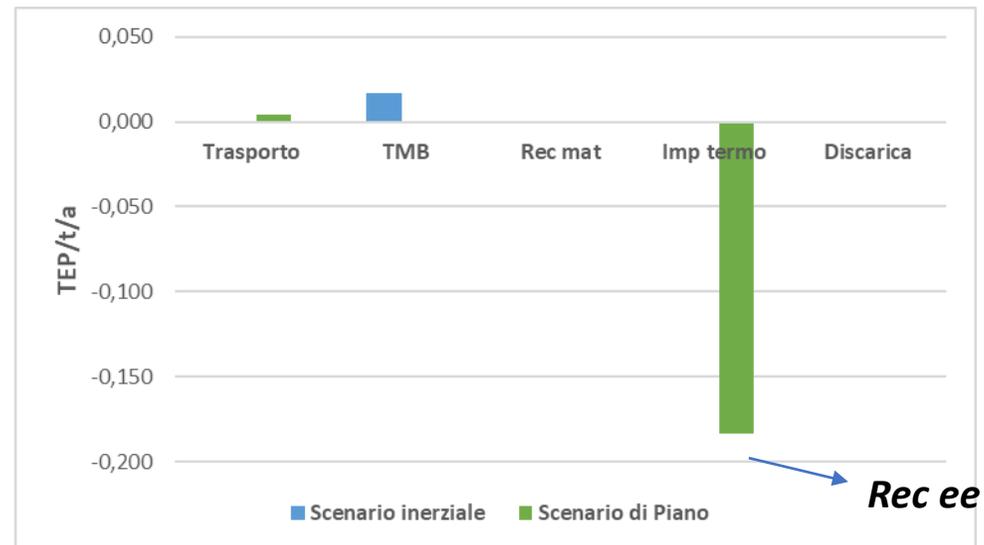
VALUTAZIONE ENERGETICO-AMBIENTALE DEGLI SCENARI



Ipotesi termovalorizzatore:

rendimento elettrico 18%

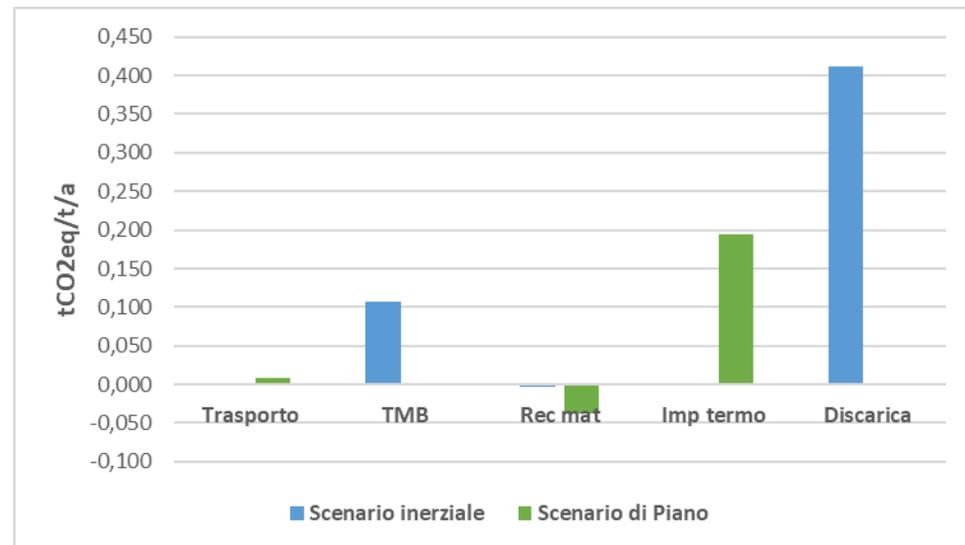
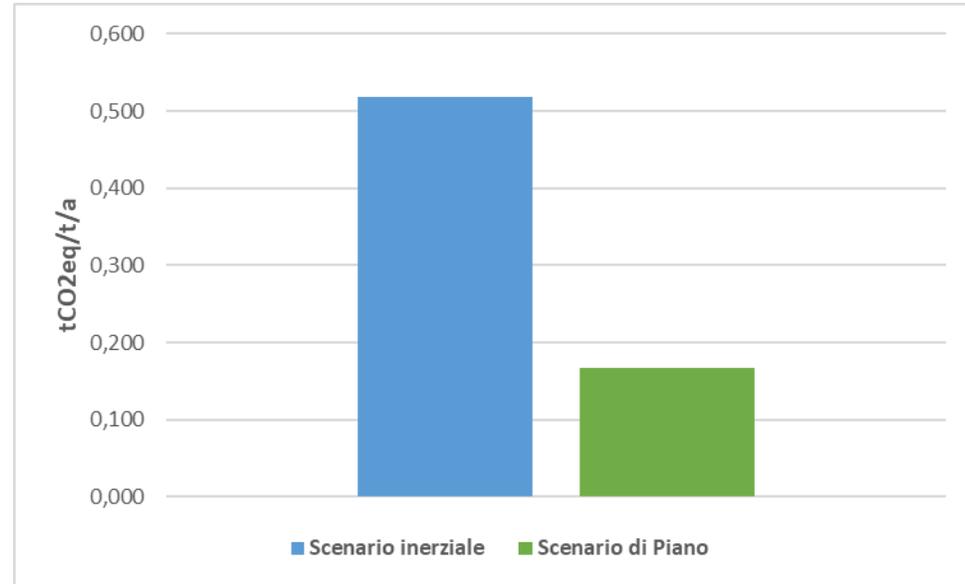
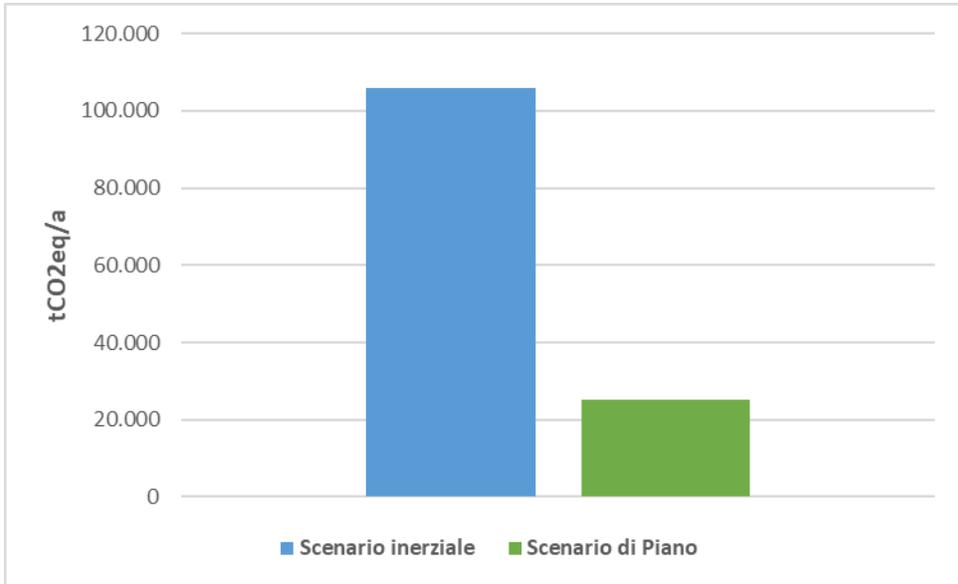
rendimento termico 25%



Fonte consumi energetici impianti: fonti varie PRGR Lombardia, studio GERLA”, Politecnico di Milano, 2014; “Riciclo dei rifiuti”, Rigamonti e Grosso, Dario Flacconio Ed., 2009; “Waste management options and climate change”, AEA Technology, 2001; Ecotransit, IFEU 2011

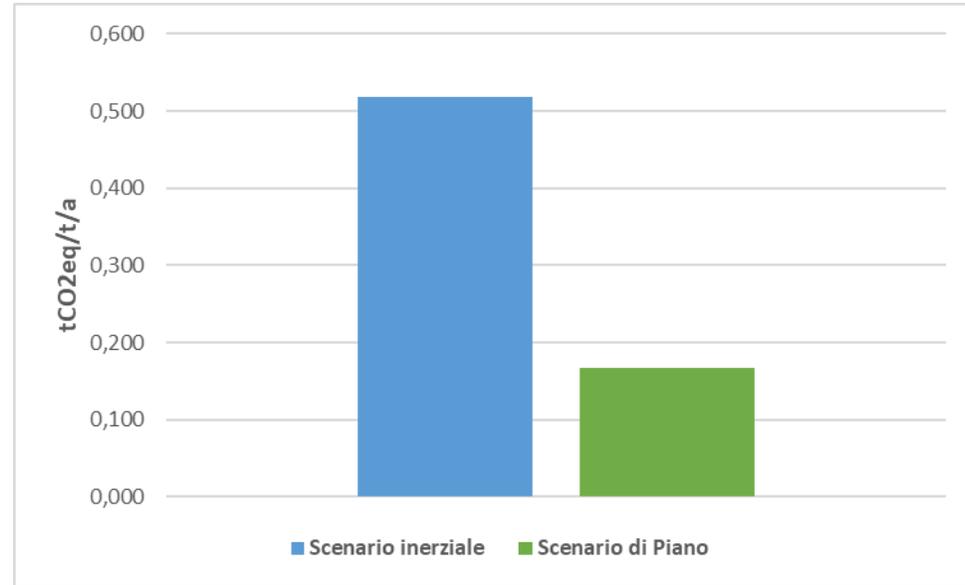
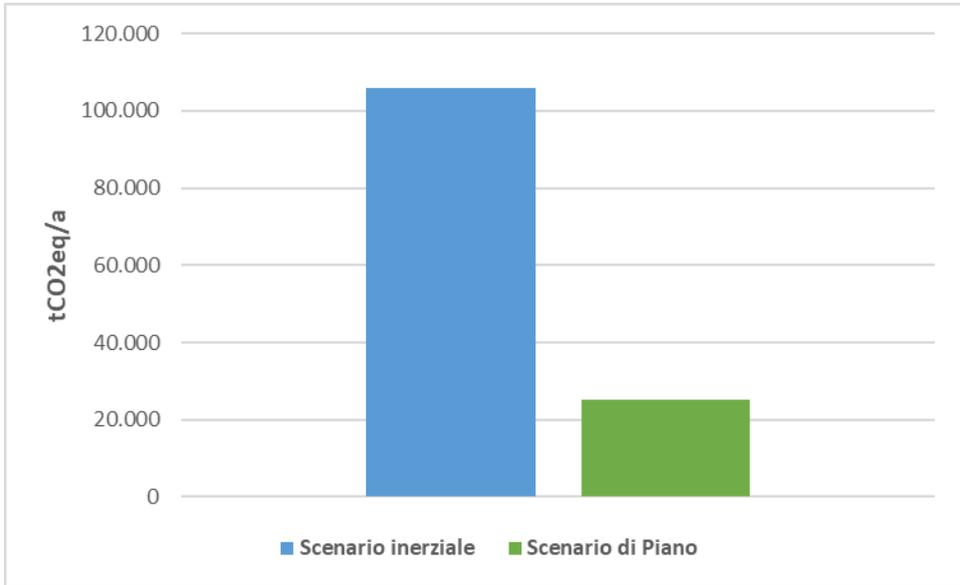
Rec ee + et

VALUTAZIONE ENERGETICO-AMBIENTALE DEGLI SCENARI

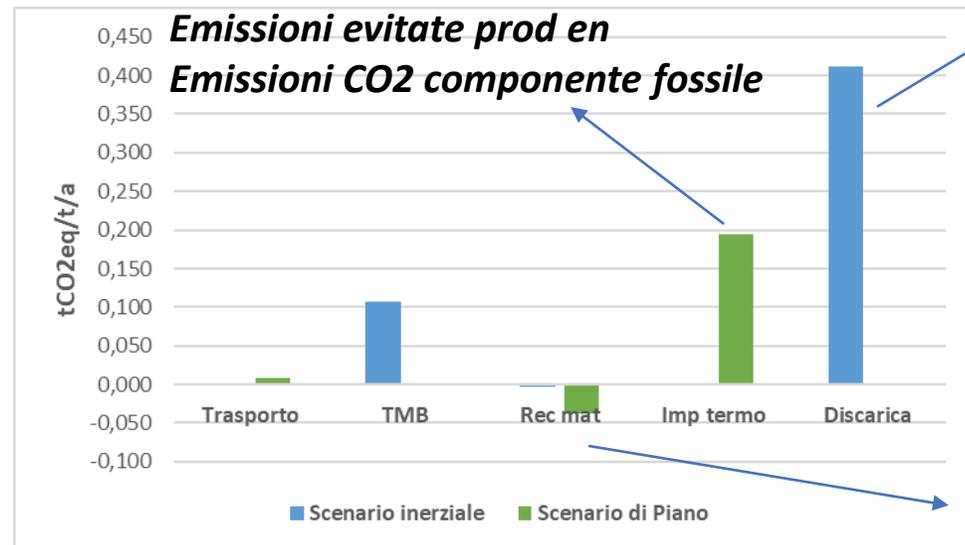


Fonte dei dati:
Fattori emissivi impianti: Piano Regionale Gestione Rifiuti Urbani 2022, ARPA Piemonte 2019;

VALUTAZIONE ENERGETICO-AMBIENTALE DEGLI SCENARI



*Dispersione CH₄
Emissioni gestione*



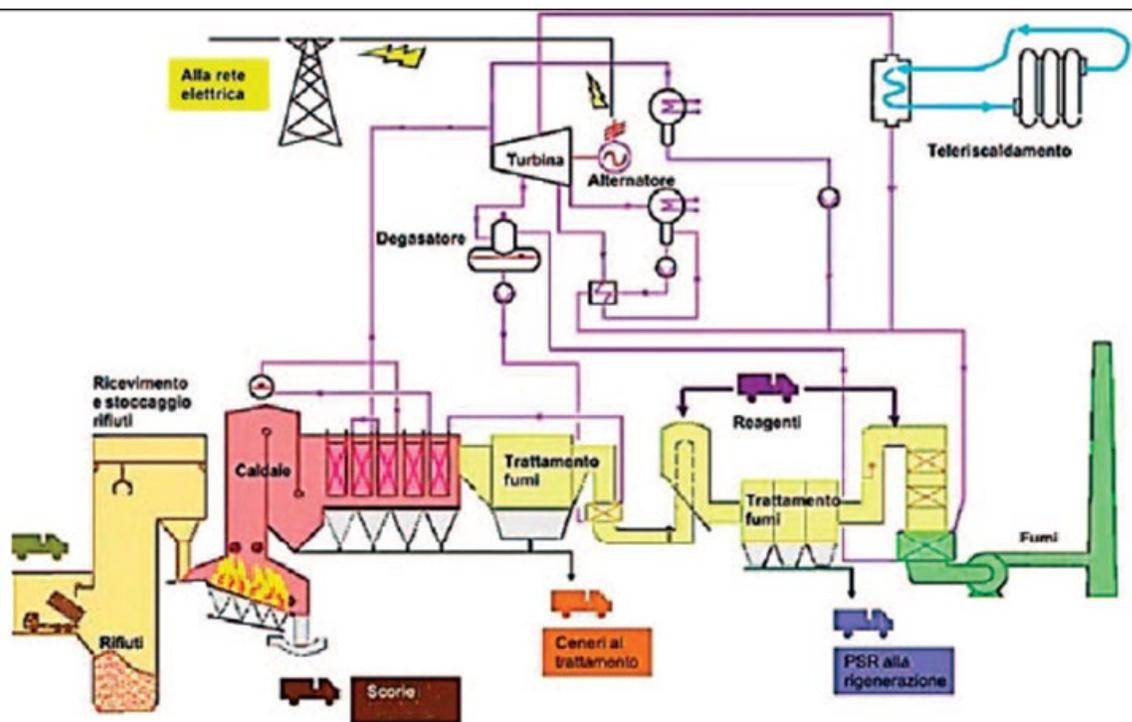
*Emissioni evitate prod en
Emissioni CO₂ componente fossile*

scorie

Fonte dei dati:
Fattori emissivi impianti: Piano Regionale Gestione Rifiuti Urbani 2022, ARPA Piemonte 2019;

GRAZIE DELL'ATTENZIONE

IMPIANTISTICA WTE



Combustione diretta dei rifiuti con l'uso del calore sensibile dei fumi per produrre vapore da cui ottenere energia elettrica e/o termica.

Obiettivi dell'impianto WTE:

- contenere le emissioni odorigene durante lo stoccaggio dei rifiuti;
- limitare le emissioni (liquide, solide e gassose) a valori in grado di assicurare e garantire il rispetto dell'ambiente e la salvaguardia della salute umana;
- sviluppare un'efficiente conversione dell'energia contenuta nel rifiuto in energia termica ed elettrica.

IMPIANTI WTE – EMISSIONI IN ATMOSFERA

Emissioni gassose in atmosfera

I limiti emissivi sono definiti nel **D.Lgs. 152/2006 – Allegato 1 al Titolo III-bis** alla parte quarta “Norme tecniche e valori limite di emissione per gli impianti di incenerimento dei rifiuti”

Limiti emissivi nelle autorizzazioni spesso sono inferiori ai limiti normativi

Inquinante	Acerra mg/Nm ³	Gerbido mg/Nm ³
Polveri totali	3	5
Monossido di carbonio (CO)	50	50
Anidride solforosa (SO ₂)	5	10
Ossidi di azoto (NO ₂)	85	70
Acido cloridrico (HCl)	7	5
Acido fluoridrico (HF)	0,3	0,5
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	0,01	0,005
Composti organici totali (COT)	5	10
Mercurio (Hg)	0,02	0,05
Cadmio (Cd), Tallio (Tl)	0,02	0,03
Zinco (Zn)	–	0,5
Sommatoria metalli: antimonio e suoi composti (Sb); arsenico e suoi composti (As); cromo e suoi composti (Cr); cobalto e suoi composti (Co); manganese e suoi composti (Mn); piombo e suoi composti (Pb); rame e suoi composti (Cu); nichel e suoi composti (Ni); stagno e suoi composti (Sn); vanadio e suoi composti (V).	0,2	0,3
Ammoniac (NH ₃)	30	5
PCDD/F ng I-TE/Nm ³	0,025	0,05
PCB-DL ng WHO-TE/Nm ³	0,1	0,05

Caratteristiche sommarie degli impianti:

Acerra: 3 linee con forno a griglia con potenzialità di 27 t/h ciascuna, trattamento fumi mediante doppio filtro a maniche, calce e carboni attivi, deNO_x catalitico. Produzione energia elettrica.

Gerbido: 3 linee con forno a griglia con potenzialità di 22,5 t/h ciascuna, trattamento fumi mediante elettrofiltro e filtro a maniche, bicarbonato e carboni attivi, deNO_x catalitico. Produzione energia elettrica e teleriscaldamento.

Inquinanti mg/ Nm ³ s 11% O ₂	Dlgs 152/2006 Allegato 1 al Titolo III-bis alla Parte Quarta *
Polveri	10–30
HCl	10–60
HF	1–4
SO ₂	50–200
NO ₂ > 6 t/h < 6 t/h	200–400 400
CO	50–100
TOC	10–20
Cd + Tl Hg	0,05 **
Totale altri metalli	0,5
IPA	0,01
PCDD/F (ng/Nm ³)	0,1 ***
PCB-DL (ng/Nm ³)	0,1 ***

IMPIANTI WTE – EMISSIONI IN ATMOSFERA

Reference Document on the Available Techniques for Waste Incineration (Frederik Neuwahl, Gianluca Cusano, Jorge Gomez Benavides, Simon Holbrook, Serge Roudier; Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration; 2019. EUR 29971 EN.)

BAT: Migliori tecnologie del settore cui far riferimento

- ✓ *Filtri a maniche*
- ✓ *Elettrofiltri*
- ✓ *Lavaggio: umido, secco, semisecco*
- ✓ *Riduzione di Nox: SCR o SNCR*
- ✓ *Carbone attivo*

A fronte dell'applicazione di tali **tecnologie di abbattimento**, le emissioni rilevate mediamente negli impianti italiani appaiono compatibili con i limiti emissivi imposti.

La legislazione nazionale ed europea impone, inoltre, il rilevamento delle emissioni in atmosfera mediante un **sistema di monitoraggio in continuo (SME)** e mediante rilevamenti periodici.

IMPIANTI WTE – EMISSIONI IN ATMOSFERA

Le emissioni atmosferiche degli inceneritori in Europa e in Italia per unità di combustibile sono **inferiori alle emissioni specifiche di altre fonti comunemente accettate in ambito antropico.**

Attività	NO _x (kg/t)	CO (kg/t)	PM ₁₀ (g/t)	SO ₂ (KG/t)	Riferimento
incenerimento - riferimento europeo	0,8-1,5	0,007-0,25	1,1-8,3	0,02-0,5	EMEP, 2019
incenerimento - media italiana al 2010	0,62	0,07	6,1	0,02	ISPRA, 2019
incenerimento - impianti italiani ultima generazione	0,2-0,9	0,01-0,1	0,25-11,4	0,0001-0,09	Elaborazione da Dich. Amb. 2015/18
Riscaldamento domestico - piccole utenze a biomassa	0,6-2,8	18,5-185	7000-28000	0,15-0,7	EMEP
Riscaldamento domestico - caminetti aperti	n.d.	n.d.	2800-30000	n.d.	Vicente et al., 2018
Riscaldamento domestico - stufe a legna	n.d.	n.d.	400- 2800	n.d.	
Riscaldamento domestico - stufe a pellet	n.d.	n.d.	50-2600	n.d.	
Riscaldamento civile - caldaie medio/piccole a carbone	4,5 - 6	6-90	2300-7200	13,5-30	EMEP
Riscaldamento civile - caldaie medio/piccole a gas naturale	1,6-5,4	0,9-2,2	14-88	0,01-0,1	EMEP
Riscaldamento civile - caldaie medio/piccole a gasolio	2,2-6,6	0,9-3,5	30-3500	3,7-6,2	EMEP
Veicoli passeggeri benzina	2,3-3,1	16,2-58,5	352,7-568,2	0,011	Parco circolante medio in Italia, agg. 2017 (ISPRA, 2019)
Veicoli passeggeri Diesel	10,2-13,4	0,5-2,2	645,8-841,2	0,016	
Furgoni benzina	2,6-4,7	13,7-91,5	276,7-484,3	0,011	
Furgoni diesel	12,3-16,7	2,8-4,7	971,9-975,8	0,016	
Mezzi pesanti	20-24,3	5,6-6,6	863,5-998,7	0,016	
Motocicli	4,2-9,9	140,6-235,5	623,2-3863,2	0,011	
Centrali termoelettriche (parco impiantistico medio italiano 2017)	1,2	0,7	23,1	0,4	ISPRA, 2018



IMPIANTI WTE – RIFIUTI SOLIDI

La termovalorizzazione di rifiuti dà origine a residui solidi:

- **scorie di fondo o Bottom Ash (BA)**: circa il 15-22% in peso dei rifiuti trattati, inviate a recupero; **si estraggono metalli e inerti**, quest'ultimi utilizzati per produrre aggregati artificiali. In relazione a tali operazioni, la termovalorizzazione si configura come tecnologia in grado di traguardare anche il **recupero di materia** di rifiuti non recuperabili diversamente, oltre che il recupero di energia;
- **ceneri volanti** rimosse attraverso il sistema di trattamento fumi: ca. 2% in peso dei rifiuti trattati, smaltite in discarica;
- **sali** da trattamento di depurazione dei fumi: ca. 1,5% in peso dei rifiuti trattati, rifiuti pericolosi smaltiti in discarica o avviati a processi di recupero.

