

VALUTAZIONI SULL'APPLICABILITÀ DEI TRATTAMENTI MECCANICO-BIOLOGICI NEL CICLO INTEGRATO DEI RIFIUTI URBANI DELLA PROVINCIA DI TORINO



Autori:

Prof. Ing. Giuseppe Genon, Ing. Deborah Panepinto, Politecnico di Torino

Ing. Vita Tedesco, Ing. Palma Urso, ATO Rifiuti Torinese

La Provincia di Torino con nota del 14 maggio 2010 ha richiesto formalmente la collaborazione di ATO-R nella redazione del PPGR 2010. In particolare, a fronte delle richieste emerse dalle Associazioni ambientaliste nei vari incontri, la Provincia chiede ad ATO-R di effettuare un "approfondimento sulle diverse tecniche di trattamento a freddo dei rifiuti (biodigestione, trattamento meccanico-biologico)" ad integrazione dello studio già effettuato sulla **"Verifica della fattibilità di un impianto di trattamento termico dei rifiuti a tecnologia innovativa nella Provincia di Torino"**.

ATO-R in collaborazione con il Politecnico di Torino (DITAG- Dipartimento di Ingegneria del Territorio, dell'Ambiente e delle Geotecnologie) ha effettuato questo studio, con l'obiettivo di valutare:

- l'efficacia del trattamento meccanico-biologico dei rifiuti urbani residui, attraverso l'analisi di aspetti tecnici, ambientali ed economici di alcune esperienze significative di impianti esistenti;
- come tali tecnologie possano rispondere alle esigenze di trattamento/smaltimento del rifiuto urbano prodotto dall'Ambito, tenendo conto delle caratteristiche specifiche dei rifiuti prodotti in Provincia di Torino.

1. OBIETTIVI E METODO DELLO STUDIO
2. IL CONTESTO PROGRAMMATARIO DI RIFERIMENTO
3. IL QUADRO NORMATIVO
4. TRATTAMENTI MECCANICO-BIOLOGICI: ASPETTI GENERALI
5. GLI IMPIANTI TMB OPERATIVI
6. ANALISI DI ALCUNI IMPIANTI
7. COMPARAZIONE DEGLI SCENARI: BILANCIO DELLA CO₂ E FABBISOGNO DI DISCARICA
8. ASPETTI ECONOMICI
9. CONCLUSIONI

ISSN 1125-1271

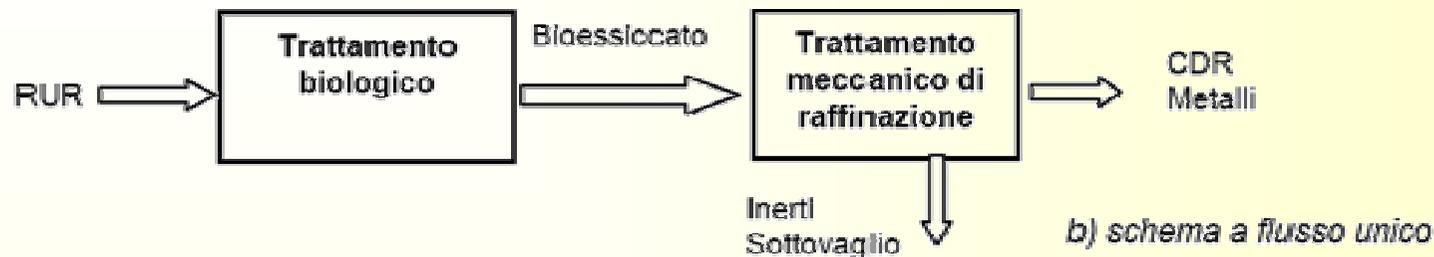
INGEGNERIA AMBIENTALE

QUADERNI

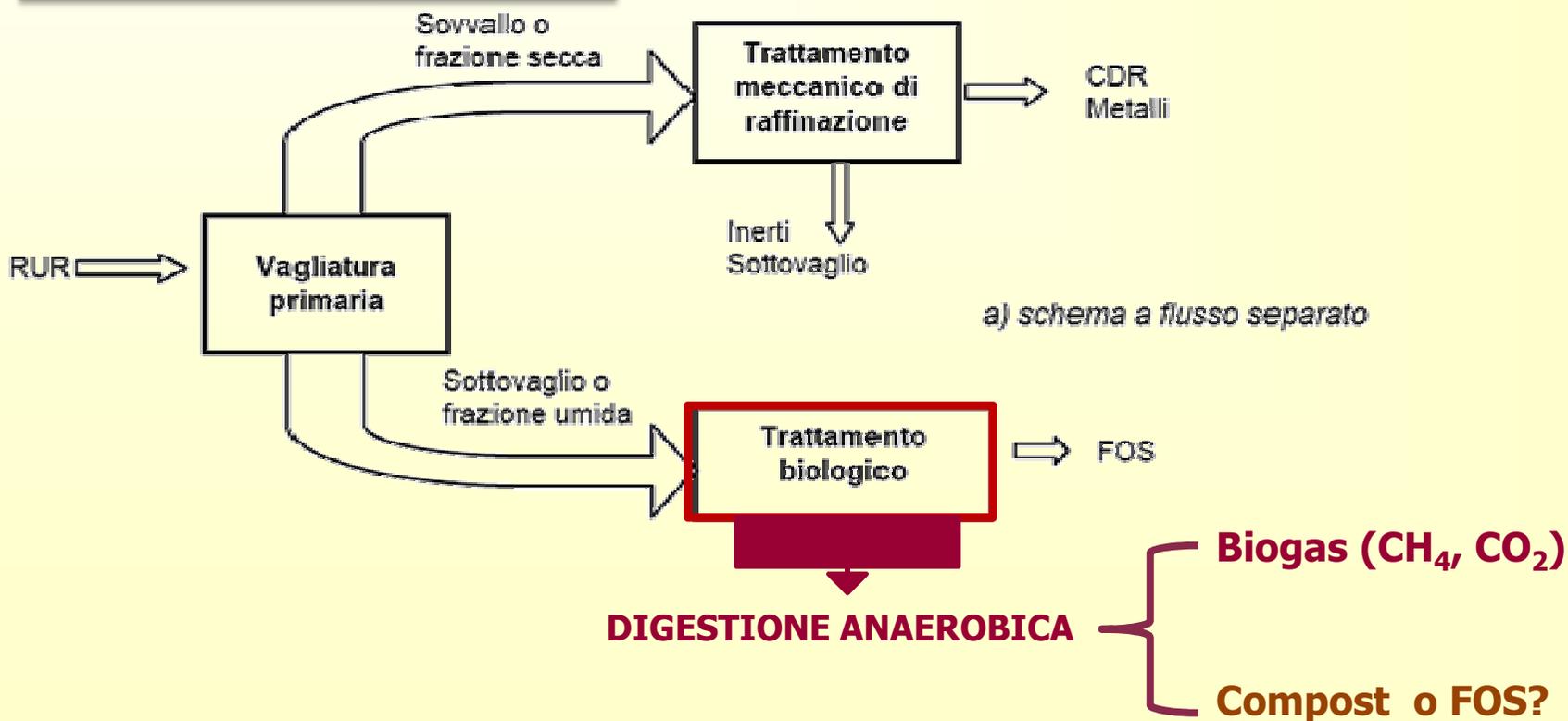
APPLICABILITÀ DEI TRATTAMENTI
MECCANICO-BIOLOGICI NEL CICLO
INTEGRATO DEI RIFIUTI URBANI
NELLA PROVINCIA DI TORINO

*G. Genon
D. Panepinto
V. Tedesco
P. Urso*

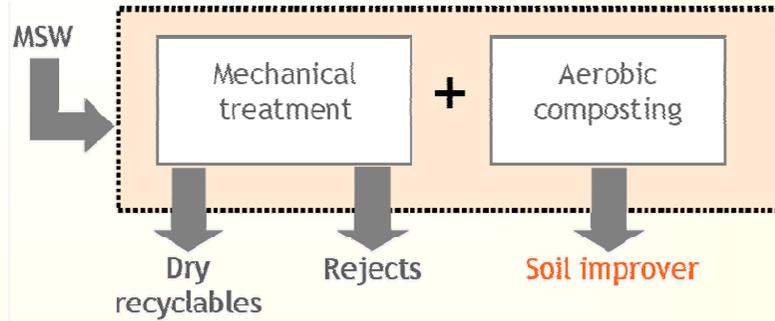
Schema a flusso unico



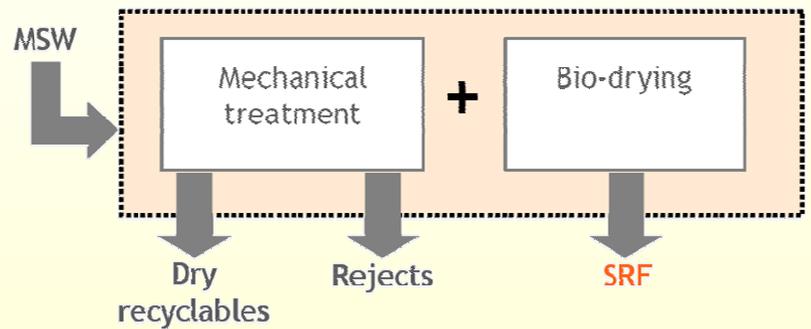
Schema a flusso separato



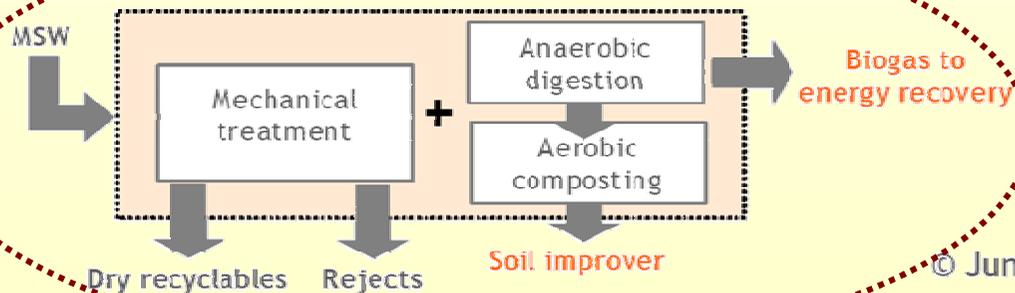
ALCUNI SCHEMI



Produzione di un ammendante di bassa qualità (FOS)



Produzione di CDR mediante bioessiccazione



Produzione di biogas + "ammendante"

Processo biologico, condotto in assenza di ossigeno, che porta alla riduzione della sostanza organica biodegradabile con produzione di un gas, il cosiddetto biogas, composto essenzialmente di metano ed anidride carbonica. Il biogas ha un PCI di 4.000-5.000 kcal/Nm³ e pertanto può essere convertito in energia (calore, elettricità, cogenerazione, metano per autotrazione).

CRITERI	CARATTERISTICHE
Regime termico	Psicrofilia (20°C), poco utilizzato
	Mesofilia(35-37°C)
	Termofilia (55°C ed oltre)
Contenuto di solidi in reattore	Processo umido (5-10% TS)
	Processo semi secco (TS reattore=10-20%)
	Processo secco (TS reattore> 20%)
Fasi biologiche	Unica (l'intera catena microbica mantenuta in singolo reattore)
	Separate (fase idrolitica e fermentativa sono separate da quella metanogenica)



IL CONTESTO EUROPEO

I 10 impianti TMB più grandi al mondo si trovano in Europa e 6 di questi in Spagna

Impianti	Capacità (t/anno)	Paese	Tecnologia Principale	Prodotto finale principale
Madrid	480.000	Spagna	Horstmann	biostabilizzato
Barcellona (Ecoparc I)	300.000	Spagna	Linde	Biogas, biostabilizzato
Caivano	270.000	Italia	VKW	biostabilizzato, CDR
Barcellona (Ecoparc II)	265.000	Spagna	Horstmann + RosRoca + Valorga	Biogas, biostabilizzato
Groningen	230.000	Olanda	Grontmij	Biogas
Friesland	220.000	Olanda	SBI Friesland + Grontmij	Biogas
Léon	217.000	Spagna	Horstmann + Haase	biostabilizzato, biogas
Valladolid	210.000	Spagna	Horstmann + Linde	biostabilizzato, biogas
Cadiz	210.000	Spagna	Valorga	Biogas
Neuss	206.000	Germania	Sucto	biostabilizzato



Madrid →



← Barcellona

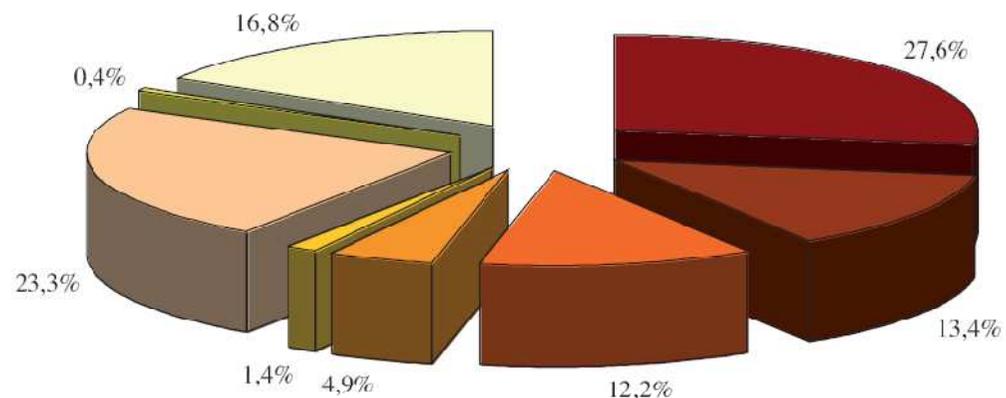


LA REALTA' ITALIANA

Regione	N. impianti	Potenzialità autorizzata (t/a)	Totale imput all'impianto (t/a)	Tipologie di rifiuto trattato (t/a)	
				RU indifferenziati (200301)	Altri rifiuti
Piemonte	15	1.359.534	509.131	432.147	76.984
Lombardia	10	1.107.900	782.951	653.302	129.648
Trentino A.A.	1	22.000	11.190	10.431	759
Veneto	10	864.300	591.833	591.833	0
Friuli V.G.	4	255.600	220.264	196.182	24.083
Liguria	4	291.600	179.788	175.570	4.218
Emilia R.	12	1.413.000	812.457	487.849	324.608
Totale NORD	56	5.313.934	3.107.615	2.547.314	560.300
Toscana	16	1.623.800	956.317	853.074	103.243
Umbria	5	610.000	484.263	418.848	65.415
Marche	4	255.600	181.780	180.190	1.590
Lazio	9	1.763.830	912.345	813.644	98.701
Totale CENTRO	34	4.253.230	2.534.705	2.265.755	268.950
Abruzzo	10	516.620	432.401	404.734	27.667
Molise	2	94.900	54.756	54.756	0
Campania	7	2.579.034	941.181	941.168	13
Puglia	3	370.155	312.159	311.656	503
Basilicata	5	87.000	92.210	92.210	0
Calabria	7	475.000	500.164	499.193	971
Sicilia	2	110.000	78.053	77.310	743
Sardegna	5	560.500	339.176	309.202	29.974
Totale SUD	41	4.793.209	2.750.101	2.690.229	59.872
Italia	131	14.360.373	8.392.421	7.503.298	889.122

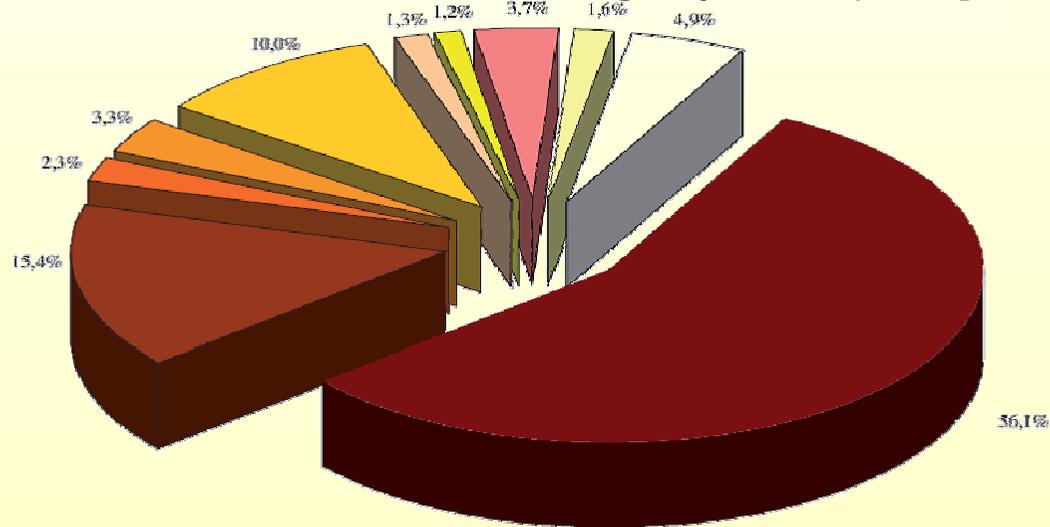
Fonte: ISPRA, 2008

Tipologia dei materiali in uscita dagli impianti TMB, 2008 [ISPRA]



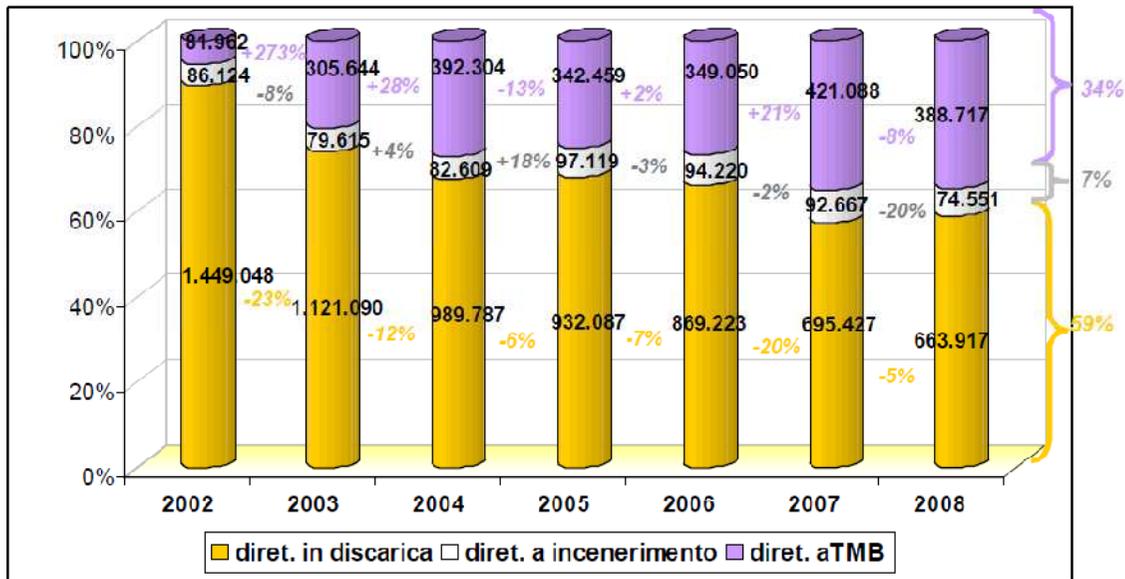
■ Frazione secca ■ Biostabilizzato ■ CDR ■ Frazione umida ■ Bioessiccato ■ Scarti ■ Metalli ■ Altre frazioni

Destinazione finale dei materiali in uscita dagli impianti TMB, 2008 [ISPRA]

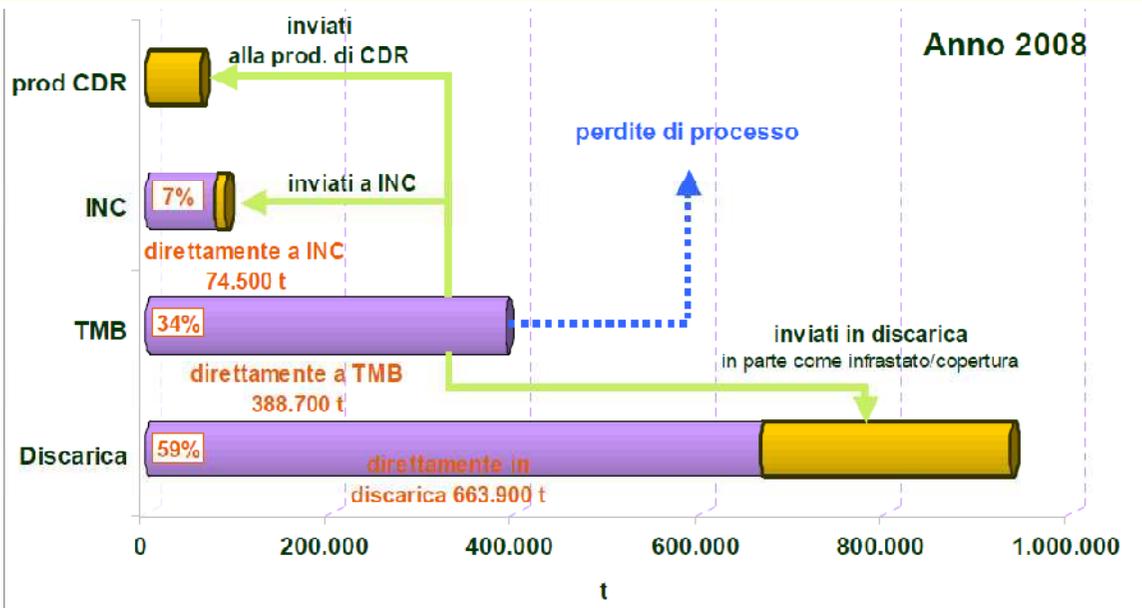


■ Biostabilizzazine ■ Copertura di scorie ■ Smaltimento in discarica ■ Incenerimento
 ■ Recupero ■ Recupero di energia ■ Deposito prefiltrare ■ Produzione CDR
 ■ Altre ■ nd





I dati del 2008 elaborati dalla Regione Piemonte evidenziano come i rifiuti indifferenziati avviati a trattamento meccanico-biologico ammontino al 34% del totale.



La frazione secca derivante da impianti TMB (sovvallo) viene per lo più avviata direttamente in discarica; la frazione umida (sottovaglio) viene stabilizzata in impianti di trattamento biologico e conferita successivamente in discarica, in parte come infrastrato e copertura finale. In definitiva finisce a discarica il **69.5%** del rifiuto in ingresso agli impianti di trattamento meccanico-biologico.

Nello Studio ATO-R – Politecnico di Torino sono state prese in esame 21 tecnologie:

- ❑ 19 tecnologie che il report Juniper sui trattamenti meccanico biologici (**Mechanical-Biological-Treatment: A Guide for Decision Makers Processes, Policies and Markets**, 2005) definisce come “pienamente commerciali”, “commerciali” e “dimostrate”
- ❑ 2 processi noti agli autori in quanto presenti nella realtà impiantistica del Nord Italia (Centro Riciclo Vedelago, VM Press)

Classificazione Juniper	Descrizione	Processi
Pienamente commerciale	Due o più impianti commerciali entrambi operativi da più di un anno	BEDMINSTER, BIODEGMA, BTA, ECODECO, GRONTMIJ, HERHOF, HORSTMANN, LINDE, OWS, SRS, VALORGA, VKW
Commerciale	Un impianto commerciale operativo da almeno un anno	NEHLSSEN, ROS ROCA, SBI Friesland, SUTCO
Dimostrato	Un impianto di prova operativo per un certo periodo di tempo	ARROW BIO, CIVIC, KOMPTECH
Altre tecnologie non analizzate in report Juniper		VM Press, Centro Riciclo Vedelago

	Azienda	Processo	Range di potenzialità [t/anno]	Principali output	Impianti operativi su RSU	Giudizio Juniper
1	ARROW BIO	Combinazione di pretrattamenti a umido e di separazione meccanica seguiti da digestione anaerobica in due stadi	70.000 – 90.000	Biogas, FOS	2	demonstrated
2	BEDMINSTER	Co-compostaggio degli RSU e dei fanghi da depurazione in un reattore cilindrico rotante	25.000 – 250.000	Compost/FOS	11	fully commercial
3	BIODEGMA	Compostaggio per trattare la frazione fine derivante dai rifiuti solidi urbani.	37.000 – 200.000	Biostabilizzato/CDR	3	fully commercial
4	BTA	Pre-trattamento ad umido, digestione anaerobica e stabilizzazione del digestato mediante compostaggio.	15.000 – 70.000	Biogas, FOS	3	fully commercial
5	CIVIC	trattamento meccanico biologico che utilizza un processo di compostaggio in vessel.	15.000	FOS	1	demonstrated
6	ECODECO	Bioessiccazione aerobica e separazione meccanica per ottenere CDR	40.000 – 120.000	CDR	12	fully commercial
7	GRONTMIJ	Pretrattamento meccanico seguito da digestione anaerobica ad umido.	220.000 – 230.000	Biogas, materiali riciclabili, CDR	2	fully commercial
8	HERHOF	Bioessiccazione e separazione meccanica	85.000 – 150.000	CDR	11	fully commercial
9	HORSTMANN	trattamento meccanico del rifiuto e compostaggio in tunnel	25.000 – 480.000	Biostabilizzato/FOS	17	fully commercial
10	KOMPTECH	L'Azienda non possiede una propria tecnologia per il trattamento biologico dei rifiuti ma fabbrica vari sistemi di trattamento meccanico.	60.000 – 100.000	-	4	demonstrated
11	LINDE	L'Azienda ha proposto processi differenti per lo step biologico: digestione anaerobica a secco, digestione anaerobica a umido, tunnel di compostaggio e compostaggio mediante cumuli aerati.	45.000 – 150.000	Biogas, CDR, biostabilizzato	16	fully commercial
12	NEHLSSEN	Bioessiccazione seguita da un certo numero di stadi di separazione.	20.000	CDR	3	commercial

	Azienda	Processo	Range di potenzialità [t/anno]	Principali output	Impianti operativi su RSU	Giudizio Juniper
13	OWS	Trattamento meccanico a secco seguito da digestione anaerobica a secco (tecnologia DRANCO) e da un compostaggio aerobico per stabilizzare il digestato.	3.000 – 120.000	Biogas, biostabilizzato	7	fully commercial
14	ROS ROCA	L'Azienda propone come processi biologici il compostaggio in tunnel e la digestione anaerobica a umido.	6.000 – 150.000	Biogas, biostabilizzato	7	commercial
15	SBI Friesland	Selezione, pretrattamento a umido, digestione anaerobica	220.000	Biogas, CDR, materiali riciclabili	1	commercial
16	SRS	Selezione meccanica e compostaggio in vessel	25.000 – 35.000	biostabilizzato	2	fully commercial
17	SUTCO	Pretrattamento meccanico, compostaggio detto "biofix" e raffinazione	40.000 – 180.000	CDR, biostabilizzato	10	commercial
18	VALORGA	Pretrattamento meccanico e digestione anaerobica a secco della frazione organica	10.000 – 410.000	Biogas, CDR, biostabilizzato	13	fully commercial
19	VKW	Pretrattamento e compostaggio in vasche areate.	135.000 – 270.000	biostabilizzato	7	fully commercial
20	CENTRO RICICLO VEDELAGO	Selezione e lavorazione delle frazioni secche riciclabili provenienti principalmente da raccolta differenziata	20.000	Sabbia sintetica, materiali riciclabili	1	-
21	VM Press	"Spremitura" della FORSU mediante un processo di pressoestrusione che consente di separare due fasi, una frazione umida ed una frazione secca.	25.000 – 75.000	-	4	-

Sono stati selezionati 4 schemi di processo che prevedono la digestione anaerobica come step di trattamento biologico della frazione umida separata meccanicamente con produzione di biogas e successivo utilizzo dello stesso come vettore energetico:

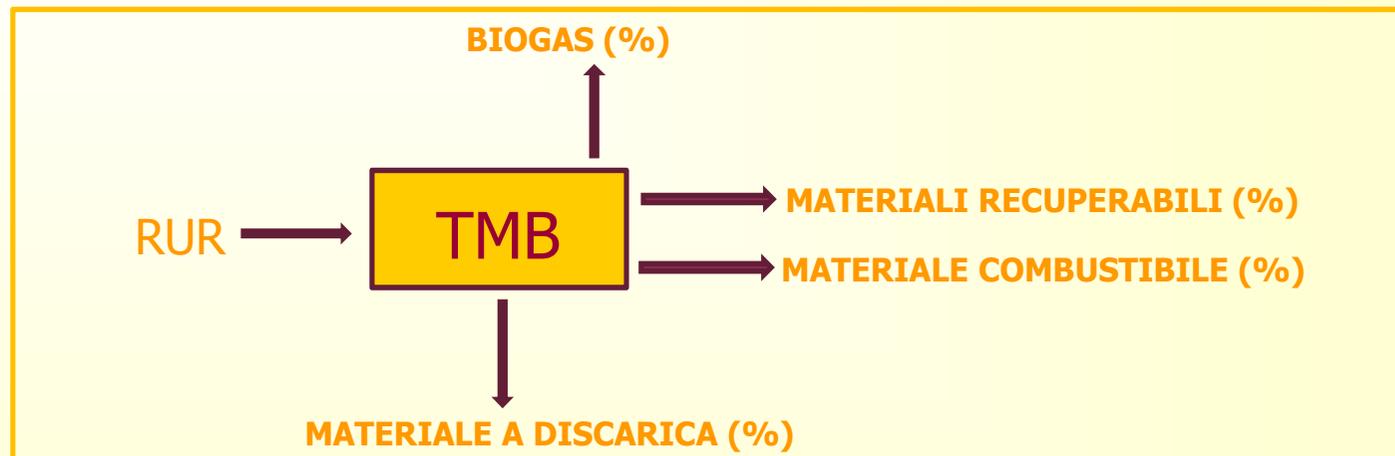
- Valorga- DA a secco o umido con Hydropulper
- Arrow Bio- DA ad umido con Hydropulper
- BTA- DA ad umido con Hydropulper
- OWS – Dranco, DA a secco

- Il processo Ecodeco dal momento che vanta un buon numero di impianti operativi in Italia;
- il processo realizzato presso il Centro Riciclo Vedelago, che viene spesso citato come esempio virtuoso di gestione dei rifiuti urbani.

N.	Tecnologia	Tipologia di processo	Principale output
1	ECODECO	Bioessiccazione in cumuli aerati	Combustibile solido
2	VALORGA	Digestione anaerobica dry e wet	Biogas, biostabilizzato
3	ARROW BIO	Digestione anaerobica wet	Biogas, digestato
4	BTA	Digestione anaerobica wet	Biogas, biostabilizzato
5	OWS-DRANCO	Digestione anaerobica dry	Biogas, biostabilizzato
6	CENTRO RICICLO VEDELAGO	Selezione delle varie frazioni del rifiuto e produzione di sabbia sintetica	Frazioni riciclabili, sabbia sintetica

1 AFFIDABILITA' della tecnologia, intesa come garanzia di continuità di esercizio, necessità di intervento, problematiche di funzionamento, risultati del processo

2 BILANCIO DI MASSA E FABBISOGNO DI DISCARICA



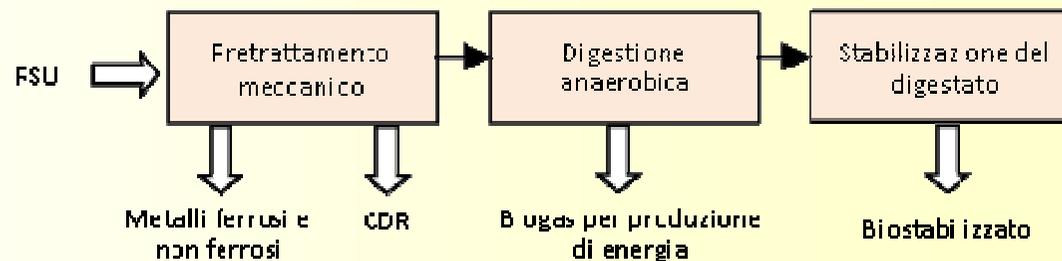
3 ASPETTI AMBIENTALI: bilancio del Carbonio: confronto con lo scenario che prevede l'incenerimento di tutto il rifiuto urbano residuo alla raccolta differenziata

- t CO₂ emessi/t rifiuto trattato
- t CO₂ emessi/kWh di energia prodotto

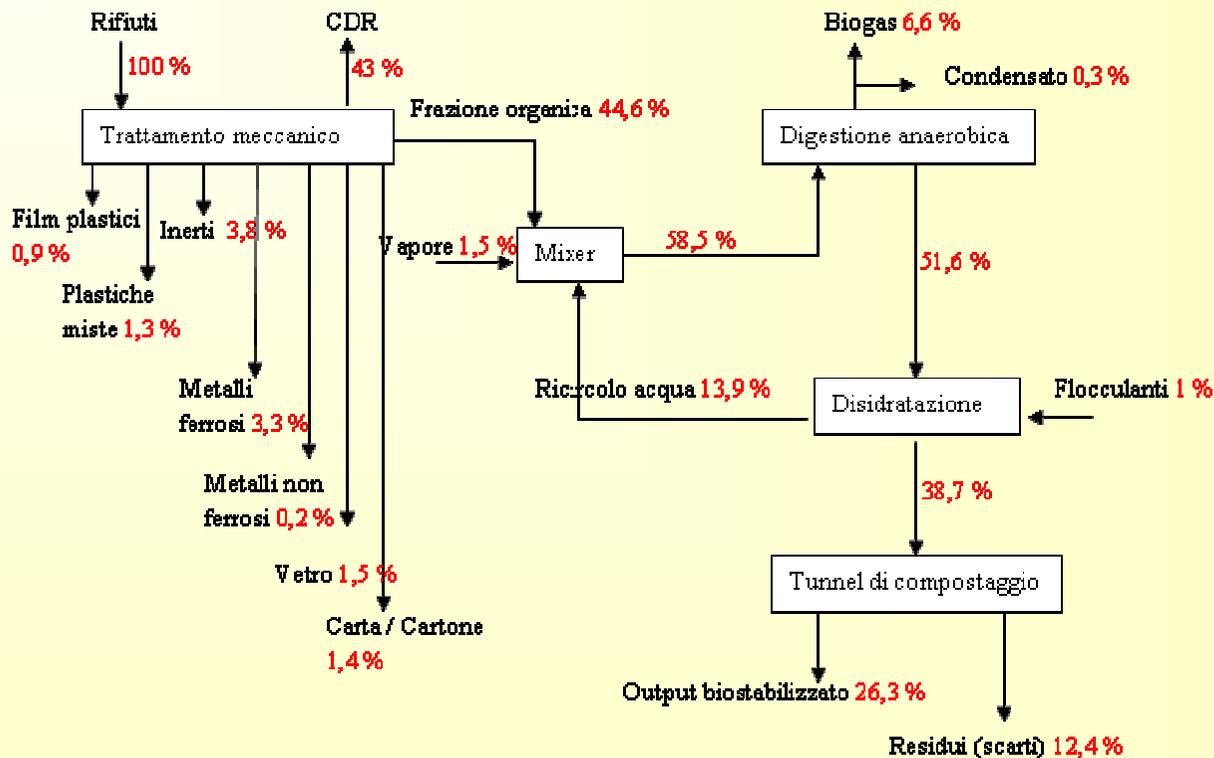
4 VALUTAZIONE ECONOMICA



Barcelona, Ecopark 2



tecnologia	Pretrattamento meccanico e digestione anaerobica a secco o a umido della frazione organica-Hydropulper
N° impianti operativi su RSU	13
Principali Output	Biogas, biostabilizzato
Scarto a discarica	Residui 12,4% del Rifiuto IN Biostabilizzato 26,3% del Rifiuto IN
vantaggi	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> esistenza di un gran numero di impianti di riferimento operativi; <input type="checkbox"/> produzione di energia attraverso la combustione del biogas.
svantaggi	<input type="checkbox"/> incertezza nell'utilizzo del digestato



L'impianto di **Villacidro** (CA) basato su tecnologia BTA (selezione del RUR e digestione wet previo trattamento in Hydropulper della frazione organica) è stato avviato nel 2002 con una potenzialità di circa 54.000 t/anno (40.000 t/anno di RSU e 14.000 t/anno di fanghi). Dal 2006 l'impianto tratta essenzialmente l'umido proveniente dalle raccolte differenziate: viene by-passata la sezione di selezione meccanica e si invia l'organico direttamente al trattamento idromeccanico e biologico.

L'impianto di **Ca' del Bue** (VR) presenta una potenzialità di progetto di 150.000 t/anno, anch'esso basato su tecnologia BTA con un layout simile a quello di Villacidro, è stato avviato nel 2002; dal 2007 la sezione di digestione anaerobica non è più operativa e la frazione umida viene inviata ad impianti di stabilizzazione.

L'impianto di **Bassano del Grappa** (VI) della potenzialità di 52.400 t/anno è stato avviato in giugno 2003; è basato su tecnologia Valorga ed utilizza un processo di digestione anaerobica dry. Fu progettato per trattare sia FORSU raccolta separatamente, sia rifiuto urbano residuo, da introdurre nei digestori dopo pretrattamento. Tra il 2006 e il 2007 i digestori inizialmente dedicati al trattamento del sottovaglio da rifiuto urbano residuo sono stati modificati per essere destinati al trattamento della sola FORSU.

Sul panorama internazionale va ricordato l'impianto **Ecoparc II di Barcellona**, della potenzialità di 240.000 t/anno, basato su tecnologia Valorga progettato per effettuare trattamento meccanico-biologico del rifiuto indifferenziato al fine di separare una frazione organica da inviare a digestione anaerobica. Le criticità riscontrate sulla linea dell'organico hanno portato a riconvertire i reattori, destinandoli al trattamento della sola FORSU derivante da raccolta differenziata.

Con DGP n. 591-21446 del 1/6/2010 è stato approvato il Documento Preliminare relativo alla Fase di scoping della Valutazione Ambientale Strategica (VAS) del PPGR2010. Il documento descrive **quattro possibili scenari impiantistici** su cui effettuare l'analisi.

Scenario	Impianti	Descrizione
Scenario A	Due inceneritori: Gerbido + Termo Nord (PPGR2006)	540.000 t/anno (470.000 di RUR + 70.000 di sovvalli) a incenerimento
Scenario B	inceneritore del Gerbido + uno/due gassificatori	420.000 t/anno a incenerimento diretto e 120.000 a gassificazione
Scenario C	Un inceneritore (ampliamento dell'impianto del Gerbido)	540.000 t/anno (470.000 di RUR + 70.000 di sovvalli) a incenerimento
Scenario D	TMB + inceneritore	470.000 t/anno di RUR a TMB: incenerimento della frazione secca separata e di 70.000 t/anno di sovvalli e digestione anaerobica della frazione umida separata

Strumenti utilizzati per analizzare i 4 scenari

- 1 FABBISOGNO IMPIANTISTICO**, per tutti e 4 gli scenario considerati e, quindi, definizione della necessità di discarica
- 2 BILANCIO DELLA CO₂**, effettuato utilizzando i bilanci di massa e di energia e che ha portato alla definizione di due fattori di emissione (espressi in termini di t CO₂/t rifiuto e t CO₂/MWh)
- 3 ANALISI DEI COSTI**

1 FABBISOGNO IMPIANTISTICO

Per ciascuno dei quattro scenari esaminati è stato definito il quantitativo di rifiuti **da destinare a ciascun impianto e il fabbisogno di discarica.**

Per ciò che riguarda il fabbisogno di discarica si è fatta distinzione tra **discarica per digestato e discarica per scorie.**

Per ciò che riguarda le scorie si è fatta distinzione tra **scorie pesanti e ceneri leggere.**

Per le **scorie pesanti** si è considerato, in via prudenziale, un fabbisogno di discarica pari al **22% del rifiuto in ingresso** all'impianto sia per l'incenerimento sia per la gassificazione; per le **ceneri volanti** si è considerato un fabbisogno di discarica pari al **4% del rifiuto in ingresso** agli impianti di trattamento termico.

BILANCIO DI MASSA e FABBISOGNO DI DISCARICA

	SCENARIO A	SCENARIO B	SCENARIO C	SCENARIO D			
				Arrow Bio	OWS	Valorga	BTA
Termovalorizzatore Gerbido [t/anno]	420.000	420.000	540.000	309.700	408.400	309.700	309.700
II Termovalorizzatore [t/anno]	120.000	-	-	-	-	-	-
Gassificatore [t/anno]	-	120.000	-	-	-	-	-
Separatore meccanico [t/anno]	-	-	-	470.000	470.000	470.000	470.000
Digestore anaerobico [t/anno]	-	-	-	230.300	131.600	230.300	230.300
Fabbisogno discarica (per scorie) [t/anno]	118.800	118.800	118.800	68.134	89.848	68.134	68.134
Fabbisogni discarica (per ceneri volanti) [t/anno]	21.600	21.600	21.600	12.388	16.336	12.388	12.388
Fabbisogno discarica (per digestato) [t/anno]	-	-	-	186.543	105.280	195.755	207.270
Fabbisogno discarica totale [t/anno]	140.400	140.400	140.400	267.065	202.776	276.277	287.792

Scenario A	Due inceneritori: Gerbido + Termo Nord (PPGR2006)
Scenario B	inceneritore del Gerbido + uno/due gassificatori
Scenario C	Un inceneritore (ampliamento dell'impianto del Gerbido)
Scenario D	TMB + inceneritore

2 BILANCIO DELLA CO₂

Per gli **scenari A, B e C**, che prevedono trattamenti solo termici, si è ipotizzato che tutto il C presente in ingresso diventi CO₂;

Per lo **scenario D** si è considerata:

- CO₂ proveniente dalla separazione;
- CO₂ proveniente dal biogas;
- CO₂ proveniente dall'incenerimento (con le stesse modalità di sopra);
- CO₂ proveniente dalla messa a discarica del digestato

Per tutti e 4 gli scenari analizzati si è considerata la CO₂ evitata grazie al recupero energetico (energia elettrica e termica)

	SCENARIO A	SCENARIO B	SCENARIO C	SCENARIO D			
				ArrowBio	OWS	Valorga	BTA
Totale Energia prodotta [MWh]	1.087.619	1.062.779	1.087.619	966.543	1.092.159	927.570	878.852
Totale CO₂ prodotta [t]	841.812	841.812	841.812	853.522	866.408	850.501	846.725
Produzione di CO₂ per unità di rifiuto trattata [t CO₂ / t rif]	1,56	1,56	1,56	1,58	1,60	1,58	1,57
Produzione di CO₂ per unità di energia prodotta [t CO₂ / MWh]	0,77	0,79	0,77	0,88	0,79	0,92	0,96
Totale CO₂ evitata [t]	365.673	357.321	365.673	338.773	375.504	322.762	302.749
Produzione di CO₂ per unità di rifiuto trattata* [t CO₂ / t rif.]	0,88	0,90	0,88	0,95	0,91	0,98	1,01
Produzione di CO₂ per unità di energia prodotta* [t CO₂ / MWh]	0,44	0,46	0,44	0,53	0,45	0,57	0,62

* Il calcolo tiene conto della CO₂ evitata per via della produzione di energia elettrica e termica

Scenario A	Due inceneritori: Gerbido + Termo Nord (PPGR2006)
Scenario B	inceneritore del Gerbido + uno/due gassificatori
Scenario C	Un inceneritore (ampliamento dell'impianto del Gerbido)
Scenario D	TMB + inceneritore

2 BILANCIO DELLA CO₂

La CO₂ calcolata in precedenza è stata distinta in **CO₂ fossile e CO₂ biogenica**.

La definizione della quota di CO₂ biogenica e di quella di CO₂ fossile dipende esclusivamente **dalla composizione del rifiuto in ingresso** agli stessi scenari e non dai sistemi di gestione in essi adottati, e questo a prescindere dalla forma in cui il carbonio viene generato dai differenti sistemi .

E' stata effettuata la **definizione dei fattori di emissione** (tCO₂/trifiuto e tCO₂/MWh) considerando **solo la quota di CO₂ fossile**

BILANCIO DELLA CO₂ BIOGENICA e DELLA CO₂ FOSSILE

	SCENARIO A = SCENARIO C	SCENARIO B	SCENARIO D (OWS)
Totale CO₂ biogenica prodotta [t]	520.720	520.720	516.211
Totale CO₂ fossile prodotta [t]	321.093	321.093	350.197
Energia prodotta [MWh]	1.087.619	1.062.779	1.092.159
Produzione di CO₂ fossile per unità di rifiuto trattata [tCO₂/t rifiuto]	0,59	0,59	0,65
Produzione di CO₂ fossile per unità di energia prodotta [tCO₂/MWh]	0,30	0,30	0,32
Totale CO₂ fossile evitata [t]	365.673	357.321	375.504
Produzione di CO₂ fossile per unità di rifiuto trattata* [tCO₂/t rif]	- 0,08	- 0,07	- 0,05
Produzione di CO₂ fossile per unità di energia prodotta* [tCO₂/MWh]	- 0,04	- 0,03	- 0,02

* Il calcolo tiene conto della CO₂ evitata per via della produzione di energia elettrica e termica

Scenario A	Due inceneritori: Gerbido + Termo Nord (PPGR2006)
Scenario B	inceneritore del Gerbido + uno/due gassificatori
Scenario C	Un inceneritore (ampliamento dell'impianto del Gerbido)
Scenario D	TMB + inceneritore

3 ANALISI DEI COSTI

È stata fatta una valutazione di massima dei costi industriali e dei costi esterni. Dal punto di vista dei costi industriali sono stati valutati:

- **Costi di investimento** relativi all'impiantistica che si aggiunge all'inceneritore del Gerbido;
- **Costo unitario di esercizio** calcolato come rapporto tra i costi operativi e il quantitativo complessivo di rifiuti trattati (540.000 t) al netto dell'utile di impresa, delle compensazioni ambientali e del contributo agli enti. Tiene conto di consumo materiali, servizi, smaltimento residui, consumi energetici, costo del personale, spese generali;
- **Ricavo energia assetto solo elettrico**, così come previsto dal piano economico finanziario del Termovalorizzatore del Gerbido;
- **Ricavo da certificati verdi**;

	SCENARIO A	SCENARIO B	SCENARIO C	SCENARIO D
costo investimento integrazione Gerbido [ML €]	120	100	50	105
costo unitario esercizio [€/t]	95,1	83,0	76,3	112,7
Ricavo energia - assetto solo elettrico [€/t]	54,8	52,1	54,8	57,7
Ricavo energia da CV- assetto solo elettrico [€/t]	47,9	45,6	47,9	39,5
Totale ricavi [€/t]	102,7	97,8	102,7	97,2
Ricavi-costi	7,6	14,7	26,4	-15,5

Scenario A	Due inceneritori: Gerbido + Termo Nord (PPGR2006)
Scenario B	inceneritore del Gerbido + uno/due gassificatori
Scenario C	Un inceneritore (ampliamento dell'impianto del Gerbido)
Scenario D	TMB + inceneritore

3 ANALISI DEI COSTI

Dal punto di vista dei costi esterni è stata valutata esclusivamente l'esternalità relativa al parametro CO₂. Tale semplificazione può essere ritenuta accettabile in quanto da diversi studi presenti in letteratura è possibile rilevare che tale voce risulta essere quella predominante nella definizione dei costi esterni.

La voce esaminata risulta quindi essere la seguente:

Costi esterni CO₂ calcolati moltiplicando le tonnellate di CO₂ emesse, al netto della CO₂ evitata, per il costo di ciascuna tonnellata

	SCENARIO A	SCENARIO B	SCENARIO C	SCENARIO D
Ricavi-costi	7,6	14,7	26,4	-15,5
Costi esterni CO₂ [€/t]	16,75	17,05	16,75	17,27

Scenario A	Due inceneritori: Gerbido + Termo Nord (PPGR2006)
Scenario B	inceneritore del Gerbido + uno/due gassificatori
Scenario C	Un inceneritore (ampliamento dell'impianto del Gerbido)
Scenario D	TMB + inceneritore

- 1 AFFIDABILITÀ IMPIANTISTICA:** la fase del trattamento meccanico non comporta particolari problemi. Per contro la digestione anaerobica risulta un'operazione processisticamente difficile tenuto conto dei volumi in gioco e della qualità del materiale alimentato (frazione organica "sporca" e non FORSU separata alla fonte).
- 2 BILANCIO DI MATERIA:** La domanda di discarica per scorie è inferiore rispetto a quella richiesta da sistemi che prevedono l'incenerimento diretto del quantitativo complessivo dei rifiuti, è necessaria invece un'importante volumetria per lo smaltimento del digestato e questo porta ad una necessità totale di discarica che è circa il doppio di quella richiesta dagli scenari con solo trattamento a caldo.
- 3 BILANCIO DEL CARBONIO:** Dai calcoli effettuati non emergono vantaggi a favore dei processi di trattamento meccanico-biologico sia in termini di **t CO₂ emessi/kWh di energia prodotto** sia in termini di **t CO₂ emessi/t rifiuto trattato**. Il risultato rimane lo stesso anche se ci si riferisce alla sola quota di CO₂ fossile, cioè al netto della CO₂ biogenica (ascrivibile alle frazioni carta, cartone, legno e organico) per il fatto che la ripartizione tra CO₂ biogenica e CO₂ fossile dipende esclusivamente dalla composizione del rifiuto in ingresso agli impianti e non dalle caratteristiche degli impianti stessi.
- 4 VALUTAZIONE ECONOMICA:** lo scenario che prevede il trattamento meccanico-biologico del rifiuto e il successivo trattamento termico della frazione secca è più oneroso rispetto al trattamento termico diretto dei rifiuti, sia in termini di costi di investimento, sia in termini di costi di esercizio.

**VALUTAZIONI SULL'APPLICABILITÀ DEI
TRATTAMENTI MECCANICO-BIOLOGICI NEL CICLO
INTEGRATO DEI RIFIUTI URBANI DELLA PROVINCIA
DI TORINO**

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Per ulteriori informazioni:

giuseppe.genon@polito.it

deborah.panepinto@polito.it

vita.tedesco@atorifiutitorinese.it

palma.urso@atorifiutitorinese.it