

Relazione conclusiva dei lavori della Commissione per il supporto tecnico scientifico nelle valutazioni connesse alla realizzazione di un impianto per il trattamento dei rifiuti organici e di un impianto per il trattamento della frazione finale residua post raccolta differenziata dei rifiuti (DGC n°288/2008)

COMPONENTI:

Regione Liguria (*Dott. Attilio Tornavacca in sostituzione di Dr.ssa Gabriella Minervini*)

Provincia di Genova (*Dr.ssa Paola Fontanella*)

Università degli Studi di Genova (*Prof. Ombretta Paladino*)

Com. Consiliare Urbanistica, Assetto del Territorio, Lavori Pubblici (*Dott. Italo Porcile*)

Comune di Genova (*Dr.ssa Ornella Risso*)

Municipi Medio Ponente e Val Polcevera (*Ing. Mauro Solari*)

AMIU SPA (*Ing. Carlo Sacco*)



1	SOMMARIO	1
1	PREMESSA	4
2	IL CONTESTO IN ESAME: CARATTERISTICHE DELLA PROVINCIA DI GENOVA	6
2.1	caratteristiche socioeconomiche della provincia di genova	6
2.2	Situazione attuale del ciclo dei rifiuti nella provincia di genova	8
2.2.1	La Raccolta Differenziata dei Rifiuti Solidi Urbani	8
2.2.2	La raccolta e conferimento in discarica dei Rifiuti Solidi Urbani	9
2.3	Inquadramento geomorfologico del Sito di Scarpino	12
3	ILLUSTRAZIONE DELLE LINEE DI INDIRIZZO DEL COMUNE DI GENOVA	13
4	ILLUSTRAZIONE RESOCONTO SINTETICO DEI LAVORI DELLA COMMISSIONE.....	18
5	ANALISI E CONFRONTO DELLE DIVERSE TECNOLOGIE PER IL TRATTAMENTO DEI RIFIUTI URBANI RESIDUI.....	25
5.1	Tecnologie di incenerimento di rifiuti urbani non preselezionati	25
5.1.1	Forni a griglia raffreddati ad aria	25
5.1.2	Forni a griglia raffreddati ad acqua	29
5.2	Tecnologie di trattamento a freddo dei rifiuti non preselezionati	30
5.2.1	Trattamento meccanico biologico dei rifiuti urbani residui.....	30
5.2.2	Digestione anaerobica dei rifiuti urbani residui	34
5.3	Tecnologie di selezione manuale e riutilizzo del rifiuto urbano residuo.....	39
5.4	Combustori a letto fluido.....	44
5.5	Gassificazione	49
5.5.1	Gassificazione con sistemi a fusione diretta	51
5.5.2	Gassificazione tramite la torcia al plasma	55
5.6	Produzione e utilizzo di CDR di qualità	62
6	IDENTIFICAZIONE DELLA TECNOLOGIA PIÙ EFFICACE PER IL TRATTAMENTO DEI RU IN PROVINCIA DI GENOVA	65
7	RECUPERO DI MATERIA ED ENERGIA DALLA FORSU E POSSIBILI SINERGIE IN BASE ALL'UBICAZIONE DELL'IMPIANTO DEDICATO	73
7.1	Scelta della tecnologia di trattamento della FORSU	73
7.2	Considerazioni in merito alle possibili sinergie in base all'ubicazione dell'impianto per il trattamento della FORSU	75
8	ILLUSTRAZIONE DELLO SCHEMA DEL CICLO INTEGRALE DEI RIFIUTI, APPROFONDIMENTO DEI MACROSCENARI E ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI SCENARI DI DETTAGLIO	78
8.1	Vantaggi derivanti dal pretrattamento dei rifiuti urbani residui.....	84
8.2	Impianto di separazione secco – umido	87



8.3	DIMENSIONAMENTO DELLA SEZIONE DI DIGESTIONE ANAEROBICA	88
8.4	DIMENSIONAMENTO DELLA SEZIONE DI TERMOTRATTAMENTO.....	90
8.5	RECUPERO DEL CALORE A BASSA TEMPERATURA E PRODUZIONE D'ACQUA INDUSTRIALE	94
8.6	SEZIONE DI DEPURAZIONE DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA	95
8.7	Stima dei costi relativi all'impianto finale.	96
8.8	CONFRONTO TRA LE SOLUZIONI TECNICHE POSSIBILI PER IL RECUPERO ENERGETICO DELLA FRAZIONE SECCA.....	101
9	CONCLUSIONI	103
10	ALLEGATI	107
11	BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	132



1PREMESSA

Questa relazione è stata redatta dalla Commissione tecnico-scientifica (di seguito denominata semplicemente “Commissione”) specificatamente costituita per supportare il Comune di Genova nella scelta della tecnologia per l'impianto di smaltimento finale della frazione residua post – raccolta differenziata dei rifiuti solidi urbani (RSU) e dell'ubicazione e tecnologia di trattamento dell'impianto di recupero della frazione organica dei rifiuti.

Per svolgere tale compito la “Commissione” ha tenuto conto dei seguenti criteri di scelta:

- modularità e flessibilità di utilizzo delle tecnologie prescelte, in modo da non limitare gli auspicabili futuri incrementi della percentuale di raccolta differenziata (RD);
- dimensionamento degli impianti con un livello di RD pari al 65%, come previsto dalla normativa vigente, ma che risulti comunque compatibile con un livello minimo di RD pari al 45% in modo da garantire, cautelativamente la capacità di trattare i rifiuti urbani residui anche in una fase intermedia dello sviluppo della RD medesima;
- le tecnologie prescelte dovranno tenere conto del massimo benessere dei cittadini e dovranno essere affidabili e sufficientemente consolidate, cioè già utilizzate con successo a livello industriale e non di sola sperimentazione;

La direttiva 96/61/CE (“Direttiva IPPC”) ha definito le “*migliori tecniche disponibili*” come: *“la più efficiente e avanzata fase di sviluppo di attività e relativi metodi di esercizio indicanti l'idoneità pratica di determinate tecniche a costituire, in linea di massima, la base dei valori limite di emissione intesi ad evitare oppure, ove ciò si riveli impossibile, a ridurre in modo generale le emissioni e l'impatto sull'ambiente nel suo complesso”*.

A tale scopo occorre tenere presente le seguenti definizioni:

- “tecniche”, si intende sia le tecniche impiegate sia le modalità di progettazione, costruzione, manutenzione, esercizio e chiusura dell'impianto;
- “migliori”, qualifica le tecniche più efficaci per ottenere un elevato livello di protezione dell'ambiente nel suo complesso;



- “disponibili”, qualifica le tecniche sviluppate su una scala che ne consenta l'applicazione in condizioni economicamente e tecnicamente valide nell'ambito del pertinente comparto industriale, prendendo in considerazione i costi e i vantaggi, indipendentemente dal fatto che siano o meno applicate o prodotte nello Stato membro di cui si tratta, purché il gestore possa avervi accesso a condizioni ragionevoli.

Per l'individuazione delle tecnologie prescelte è stato messo in atto un processo di analisi tecnico-scientifica che, sulla base dei dati disponibili sulla tecnica in esame e della specifica applicazione, tenuto conto dei fattori locali e degli aspetti summenzionati, possa portare ad una ragionevole valutazione della sua applicabilità nel contesto in esame.

In riferimento all'utilizzo delle valutazioni tecniche contenute nelle BAT è quindi necessario evidenziare che tali analisi assumono solo un carattere di orientamento generale poiché la scelta finale viene soprattutto influenzata dalle condizioni locali nel quale lo specifico impianto deve essere realizzato nonché dalla tipologia e dal quantitativo di rifiuti trattati.



Il territorio della provincia di Genova è articolato in diverse realtà locali riconducibili a tre tipologie di tipo economico insediativo:

- unità territoriali montane, con bassa densità insediativa, ricomprendenti Comuni di modeste o modestissime dimensioni, tradizionalmente riuniti in Comunità Montane, ad economia di tipo rurale ed offerta turistica di tipo essenzialmente abitativo;
- aree costiere, con discreta densità insediativa, comprendenti Comuni di piccola o media dimensione, ad economia di tipo produttivo – turistica con notevoli fluttuazioni stagionali in termini di utenza;
- area genovese, con elevata densità insediativa, comprendente il territorio del Comune di Genova connotata da una realtà economica complessa di produzione e servizi, che da sola ospita 2/3 della popolazione dell'intera provincia.



2.2 SITUAZIONE ATTUALE DEL CICLO DEI RIFIUTI NELLA PROVINCIA DI GENOVA

2.2.1 LA RACCOLTA DIFFERENZIATA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI

La **raccolta differenziata dei rifiuti urbani** è stata istituita, con vari gradi di organizzazione, in tutti i comuni dell'ambito e al momento consiste essenzialmente nei tradizionali sistemi di raccolta tramite campane dislocate sul territorio, impiegate principalmente per la raccolta differenziata del vetro e della carta, e in secondo ordine per la raccolta differenziata della plastica per liquidi e dell'alluminio. Sono state intraprese, a livello sperimentale, iniziative della raccolta cosiddette "porta a porta" e "di prossimità" che, oltre a rappresentare una comodità per le famiglie, consentono di ottenere un prodotto non inquinato da fattori esterni non controllabili, come la miscelazione impropria di materiali disomogenei fra loro che ne determinano una caduta di valore, talvolta determinante ai fini del successivo recupero.

Per consentire una maggiore flessibilità del sistema di raccolta e una miglior resa del sistema di trasporti si è ipotizzata la realizzazione di centri di raccolta e prima selezione dei rifiuti recuperabili nonché delle frazioni che necessitano di particolari forme di smaltimento. Sulla base di tali indicazioni è stata sviluppata un'ipotesi di realizzazione di una rete di "ecocentri" o "isole ecologiche", alcuni dei quali sono stati realizzati e messi in funzione.

In termini numerici la quota di raccolta differenziata raggiunta nel 2007 è risultata pari a 18,83% nella provincia, con un'escursione piuttosto ampia (da poche unità a circa 38% raggiunto da un singolo Comune). Il Comune di Genova nella media ponderata assume una rilevanza determinante; nel 2007 ha conseguito il 16,77% di RD e nel 2008 ha sfiorato il 21%.



2.2.2 LA RACCOLTA E CONFERIMENTO IN DISCARICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI

La logistica dei trasporti è una variabile dipendente dalla localizzazione dei siti di smaltimento dei rifiuti e pertanto si presenta oggi con caratteristiche strettamente legate all'attuale dislocazione degli impianti. La gestione dei servizi concernenti il ciclo di raccolta e trasporto dei rifiuti solidi urbani nella zona di Genova è principalmente rappresentata dall'attività di AMIU che deve affrontare i problemi logistici di Genova e la sua rete stradale tortuosa e intricata che si sviluppa per circa 1150 km, un terzo dei quali costituiti da stradine che non permettono l'utilizzo di automezzi. Per questo motivo la raccolta rifiuti a Genova è organizzata su circa 130 percorsi, con mezzi diversificati come motocarri e camion. Lo svuotamento degli oltre 15000 cassonetti, che avviene con cadenza giornaliera, arriva anche a tre volte al giorno nei luoghi di maggior passaggio.

L'attuale sistema di smaltimento è esclusivamente fondato sull'esercizio della discariche anche nel resto della Provincia. Tutte quelle attualmente in attività sono state realizzate successivamente all'entrata in vigore della Deliberazione del Comitato Interministeriale del 27 luglio 1984, e pertanto sono dotate di strutture rispondenti alle specifiche tecniche costruttive previste dalla stessa deliberazione.

Il **complesso di Busalla**, con i suoi 40000 m², permette di gestire i rifiuti di una decina di Comuni appartenenti alla Comunità Montana Alta Valle Scrivia. Questa discarica, situata in località Birra al confine tra i comuni di Busalla e Savignone è stata realizzata sulla base di un progetto approvato con deliberazione della Giunta Regionale n. 3457 del 7 agosto 1986 alla quale sono state approvate due successive varianti, l'ultima con deliberazione della Giunta Provinciale n. 820 del 23 dicembre 1999.

Nel piano provinciale di gestione dei rifiuti è elencata anche la **discarica in loc. Vallà** nel comune di Torriglia. Tale impianto è rimasto attivo fino al 2003; per il proseguimento di esercizio era prevista la realizzazione del II lotto così come da progetto approvato con deliberazione della Giunta regionale n. 892 del 29 febbraio 1988, modificata con deliberazione sempre della Giunta Regionale n. 632 del 3 marzo 1995. A seguito di eventi che ne hanno reso problematico il proseguimento della coltivazione ed in particolare la compromissione dell'impermeabilità del fondo, nel gennaio 2007 la Provincia ha approvato il piano di chiusura del primo lotto. La



discarica pertanto non è attiva e rimane molto incerta anche l'evenienza di una riapertura riguardante il II lotto. I Comuni della Val Trebbia conferiscono a Scarpino.

L'impianto di **discarica in loc. Rio Marsiglia** è a servizio dell'intera Comunità Montana Valfontanabuona e di alcuni Comuni aderenti al Consorzio istituito per la realizzazione e la gestione della discarica stessa. L'impianto dispone di una volumetria progettata e approvata pari a 730000 m³, conseguibile con successivi interventi parziali, che rende la discarica di Rio Marsiglia il secondo impianto provinciale per dimensione.

La **discarica in loc. Malsapello** nel comune di Rezzoaglio, trova la ragione della sua realizzazione in relazione alle problematiche della vallata per la situazione climatica invernale e gli aspetti legati ai trasporti. L'impianto è stato approvato con deliberazione della Giunta Regionale n.5419 del 5 agosto 1994 per le opere riguardanti la realizzazione del primo lotto; successivamente la Provincia ha autorizzato la realizzazione del secondo e del terzo lotto di discarica. È in corso l'approvazione del quarto e ultimo lotto di impianto.

Il comune di Sestri Levante ha realizzato un progetto di **discarica** sul suo territorio, **in loc. Ca' da Matta**.

La **discarica di Monte Scarpino** alla quale conferisce circa l'88% dell'utenza complessiva dell'ambito, di estensione pari a 400000 m² destinati allo smaltimento dei rifiuti del Comune di Genova e di altri comuni limitrofi, è nata nel 1968 e sorge ad un'altezza compresa tra i 370 e i 600 metri d'altezza s.l.m..

La parte antica della discarica, la cosiddetta Scarpino 1, è stata sistemata mediante impermeabilizzazione superficiale, gradonatura, regimazione idrica ed inerbimento delle scarpate; tali dispositivi fondamentali per una efficace rinaturalizzazione del sito di discarica hanno tuttavia permesso solo l'attenuazione dei fenomeni di forte produzione di percolato essendo il terreno sottostante all'invaso caratterizzato da una circolazione idrica sotterranea molto copiosa che porta alla superficie una media di 80 m³/h di percolato che attraverso il collettore di fondo viene scaricata a valle dell'invaso di Scarpino 2.



Scarpino 2 è il sito di discarica attualmente in esercizio, realizzato ed esercito a partire dal 1995 nel rispetto di tutte le normative vigenti. In particolare i sistemi di impermeabilizzazione del fondo, costituiti da una barriera minerale in argilla e da manti sintetici impermeabili sia bentonitici sia in polietilene (HDPE), separando nettamente il terreno naturale dai rifiuti consentono di limitare la formazione del percolato alle sole acque meteoriche, con riduzioni significative rispetto all'area di Scarpino 1. I rifiuti smaltiti in entrambi i settori della discarica producono, attraverso fenomeni di degradazione biologica nella frazione umida, biogas che estratto, convogliato e combusto in uno specifico impianto, consente la produzione di energia elettrica vettorializzata alla rete nazionale. Attivo dal 2006, l'impianto di recupero energetico è in grado di produrre dai rifiuti ogni anno circa 54 milioni di KW/h di energia elettrica. In adiacenza al sito di discarica verrà ubicato l'impianto di trattamento finale del ciclo dei rifiuti residui prodotti in Provincia di Genova: la scelta di tale sito non è in discussione in sede di Commissione, prescindendo dai compiti affidati. È stato ritenuto pertanto opportuno effettuare alcuni approfondimenti su tale sito, che sono contenuti nel successivo paragrafo.



2.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO DEL SITO DI SCARPINO

L'ufficio Suolo della Direzione Ambiente Igiene Energia ha provveduto, con nota prot.n°188527 dell'11/05/2009 a richiedere all'ufficio geologico il necessario parere circa l'ubicazione in località Scarpino di un impianto di ragguardevoli dimensioni.

Le conclusioni a cui è giunto il competente ufficio Geologico sono le seguenti:

- L'area di intervento, indicata nelle planimetrie fornite al Comune di Genova da AMIU e relativa al concorso di idee indetto anni or sono, <<ricade in zona CVD, all'interno del Piano di Bacino del T.Chiaravagna (approvato con D.G.R.31/98 e s.m.i.), ai sensi dell'articolo 26 del relativo regime normativo gli interventi "dovranno preventivamente essere autorizzati dal Comitato tecnico Provinciale...>>;
- L'area oggetto di intervento ricade, in riferimento alla carta di suscettività d'uso del territorio del nuovo PRG, in area a suscettività d'uso limitata e/o condizionata all'adozione di cautele specifiche (zona D) del P.U.C. del Comune di Genova;
- Dall'esame della cartografia tecnica allegata al PUC 2000 del Comune di Genova in tale area non sono state rilevate particolari criticità dal punto di vista idro-geomorfologico che possano risultare ostative all'esecuzione di tale impianto, il substrato roccioso risulta costituito da argilloscisti in buono stato di conservazione;>>

L'Ufficio Geologico interpellato ha altresì comunicato di non avere a disposizione i dati geotecnici necessari a verificare il carico ammissibile del rifiuto abbancato sull'area di Scarpino 1, nell'ipotesi di sovrapporre a tale corpo rifiuti una struttura leggera per la maturazione del materiale proveniente dalle fasi di compostaggio e/o stabilizzazione. I dati in questione potrebbero essere reperiti nella documentazione geologico tecnica allegata da AMIU alla richiesta di "Procedura di impatto ambientale per la realizzazione dell'ampliamento della discarica per RSU in località Scarpino".



3 ILLUSTRAZIONE DELLE LINEE DI INDIRIZZO DEL COMUNE DI GENOVA

Nel presente capitolo sono illustrate le linee di indirizzo del Comune di Genova emanate con decisione di Giunta n°8 del 24/01/2008, discusse nel corso della seduta monotematica del Consiglio Comunale del 29/01/2008 e approvate dalla Conferenza dei Sindaci del 15/09/2008.

Il gruppo di lavoro istituito dal Comune di Genova deve trovare soluzioni impiantistiche che, pur partendo dal piano provinciale, abbiano il pregio di aggiornare gli obiettivi alle nuove regole e prospettare soluzioni più operative.. Ovviamente tale gruppo di lavoro può occuparsi solo del governo delle soluzioni all'interno del territorio del comune di Genova, pur tenendo presente che sul comune di Genova graverà la soluzione di smaltimento finale per tutta la provincia.

Per quanto riguarda il sistema finale di smaltimento è bene ricordare che la scelta dell'impianto unico è, allo stato degli atti, la sola sulla quale si può procedere. E' evidente che, al di là della tecnologia di processo, sulla quale comunque è chiamato a dare il proprio giudizio lo stesso gruppo di lavoro, l'elemento essenziale che ne denota la caratteristica è la sua dimensione, elemento variabile e direttamente connesso alla resa delle raccolte differenziate e alla resa di recupero delle diverse frazioni di RD.

Considerato che tra gli obiettivi indicati nella citata Decisione di Giunta n. 8/2008 si poneva la realizzazione di un impianto industriale per il compostaggio della frazione umida dei rifiuti urbani con recupero energetico del biogas prodotto nel corso del trattamento;

In riferimento proprio a questa ultima condizione, il Comune di Genova ha indicato come oggetto di studio e valutazione da parte del gruppo di lavoro, un impianto di trattamento della frazione umida biodegradabile con una potenzialità ipotizzata di 50.000 tonnellate/anno a servizio del Comune di Genova e di eventuali esigenze emergenti dei Comuni dell'ATO.



La realizzazione di un nuovo impianto, in aggiunta a quello esistente presso la ex cava Chiesino in Valvarena, è indispensabile per ottemperare agli obblighi derivanti dall'applicazione del Decreto Legislativo 13 gennaio 2003, n°36 (Obiettivi di riduzione del conferimento di rifiuti in discarica) il quale all'articolo 5, a proposito della riduzione del conferimento in discarica dei rifiuti urbani biodegradabili, dispone testualmente:

“a) entro cinque anni dalla data di entrata in vigore del presente decreto i rifiuti urbani biodegradabili devono essere inferiori a 173 kg/anno per abitante;

b) entro otto anni dalla data di entrata in vigore del presente decreto i rifiuti urbani biodegradabili devono essere inferiori a 115 kg/anno per abitante;

c) entro quindici anni dalla data di entrata in vigore del presente decreto i rifiuti urbani biodegradabili devono essere inferiori a 81 kg/anno per abitante.”

Lo sviluppo della raccolta differenziata della frazione biodegradabile dei rifiuti urbani, che costituisce attualmente circa il 30% del totale dei rifiuti prodotti in città, imprescindibile per il conseguimento degli obiettivi di raccolta fissati dal Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152 “Norme in materia ambientale” (almeno il 45% entro il 31.12.2008, almeno il 65% entro il 31.12.2012)

Come illustrato nel precedente capitolo, le discariche rappresentano oggi nell'ambito territoriale ottimale di Genova l'unico sistema di smaltimento, affiancato da un sistema articolato di dispositivi per la raccolta differenziata, non sufficiente a garantire un elevato livello di raccolta e recupero.

Il transito verso un sistema a tecnologia complessa comporta un percorso non breve; la discarica di Scarpino ha, in oggi, una capacità autorizzata di smaltimento residuo che può fronteggiare il 2008 e il 2009. E' in corso la procedura per la valutazione di impatto ambientale di un ampliamento che consentirà, con i conferimenti annui attuali, una durata di ulteriori sei/sette anni, con un decremento dei conferimenti attuali per effetto di un maggior grado di raccolta differenziata, una ulteriore proporzionale durata. Il “trend” di produzione non ha subito significativi incrementi negli ultimi cinque anni, valutabili in un massimo del 4%.

Con decisione n. 2 del 3 dicembre 2004 la Conferenza dei Sindaci dell'ATO genovese ha adottato, in linea con le previsioni del Piano Provinciale di gestione dei rifiuti, il sistema di gestione integrato dei rifiuti, costituito da un impianto unico di termovalorizzazione sperimentato e con recupero di energia, affidando alla Provincia di Genova lo studio di iniziative finalizzate ad ottenere la riduzione alla fonte della



produzione di materiale da imballaggio, l'implementazione delle percentuale di raccolta differenziata, la realizzazione di un sistema di riciclaggio di qualità e il miglioramento della qualità del rifiuto attraverso l'adozione, qualora ritenuto, di modalità finalizzate ad una migliore e più omogenea combustione, come ad esempio il processo di essiccazione biologica dei rifiuti o altre tecnologie similari sperimentate con riduzione dell'impatto ambientale.”

Con decisione n. 2 del 25 luglio 2005 la Conferenza dei Sindaci ha individuato “ nell'area di Scarpino nel comune di Genova, in linea con le previsioni del piano provinciale di gestione dei rifiuti, il sito idoneo all'insediamento dell'impianto di termovalorizzazione dei rifiuti previsto per l'ATO genovese, affidando mandato al comune di Genova affinché, per mezzo della società AMIU, verificasse le caratteristiche localizzative dell'impianto tramite apposito approfondimento tecnico mediante uno studio di fattibilità interdisciplinare che affrontasse tutte le problematiche rilevanti sotto i vari profili degli interessi pubblici coinvolti.”

Il “concorso di idee” ha assegnato la migliore valutazione ad un forno a griglia, costituito da tre unità, da installare a Scarpino, con una potenzialità complessiva pari a 500.000 tonnellate anno, prevedendo il funzionamento continuo di due unità su tre (circa 330.000 tonnellate anno a fronte delle 300.000 tonnellate anno individuate come taglia minima dal Piano provinciale).

Con deliberazione della Giunta n. 69/2006 ad oggetto “Atto d'indirizzo in materia di gestione del ciclo dei rifiuti” e successiva decisione di Giunta n. 8 del 24 Gennaio 2008 ad oggetto “Gestione dei rifiuti”, il Comune di Genova ha approvato un documento contenente le linee guida per la gestione integrata del ciclo dei rifiuti. Gli indirizzi gestionali e gli obiettivi indicati nella citata decisione di Giunta sono stati condivisi ed approvati dal Consiglio Comunale nel corso della seduta monotematica del 29 Gennaio 2008 .

In data 25 luglio 2008 la Giunta ha approvato la costituzione di una commissione per il supporto tecnico - scientifico nelle valutazioni connesse alla realizzazione di un impianto per il trattamento dei rifiuti organici e di un impianto per il trattamento della frazione residua post raccolta differenziata dei rifiuti composto da sette membri.

Contestualmente ha assegnato alla commissione il compito di condurre una approfondita analisi circa le caratteristiche e dimensionamento degli impianti compatibili con le caratteristiche ambientali dei siti di insediamento degli impianti e



con il ciclo dei rifiuti genovesi e coerenti con gli obiettivi di riduzione del materiale da conferire all'impianto di trattamento finale e con l'aumento della raccolta della frazione umida tenendo conto delle più recenti evoluzioni tecnico-impiantistiche e con particolare riguardo ai seguenti fattori fondamentali:

- minimo impatto ambientale e maggiore sicurezza;
- struttura modulare in grado di adattarsi ai reali quantitativi di rifiuto da trattare post raccolta differenziata e non causare scompensi nella sua sostenibilità economica;
- affidabilità tecnologica;

La Commissione ha durata di sei mesi dalla data di effettivo insediamento, eventualmente prorogabile su motivata richiesta. Per ogni tema indicato al precedente punto deve presentare una specifica relazione, anche avvalendosi per la sua attività della professionalità dei Responsabili delle Direzioni e dei settori comunali competenti in relazione ai temi trattati e precisando che sulla base degli esiti dei lavori della commissione sarà dato incarico ad AMIU, come consentito dal vigente contratto di servizio, per la predisposizione del bando e l'attivazione delle relative procedure per l'affidamento della progettazione e realizzazione degli impianti.

In data 15 settembre 2008 l'Ato ha deliberato l'adeguamento delle decisioni già assunte alla luce delle nuove soluzioni per il sistema finale di smaltimento rifiuti. In particolare la Conferenza ha evidenziato che nel periodo intercorso dalle precedenti decisioni sono intervenute delle novità normative che hanno sensibilmente modificato il quadro di riferimento generale sotto diversi aspetti:

1. L'obiettivo percentuale di raccolta differenziata in ogni ambito territoriale ottimale è passata dal 35% a percentuali ancora più alte (45% entro il 31.12.2008, 65% entro il 31.12.2012 secondo il Dlgs 152/2'006
2. L'abrogazione operata dalla legge finanziaria 2007 della previsione di incentivi economici per la produzione di energia ricavata dal processo di termovalorizzazione dei rifiuti

Tali mutamenti del contesto normativo hanno reso difficilmente sostenibili le scelte di sistema a suo tempo assunte come d'altra parte già evidenziato nella deliberazione della giunta comunale di Genova n. 8 del 24 gennaio 2008 contenete linee di indirizzo per la gestione del ciclo dei rifiuti.



La conferenza dei sindaci ha pertanto approvato la relazione sulla gestione del ciclo dei rifiuti presentata dal comune di Genova quale parte integrante e sostanziale della decisione prendendo atto della prevista realizzazione di uno o più impianti a livello provinciale di recupero energetico e compostaggio della frazione umida proveniente dalla raccolta differenziata e di un impianto di trattamento finale dei rifiuti post raccolta differenziata

Il quadro di gestione del ciclo dei rifiuti in sintesi prevede lo sviluppo della raccolta differenziata fino al raggiungimento degli obiettivi fissati dalla legge e la costituzione di un sistema impiantistico per il trattamento del materiale differenziato caratterizzato in particolare dalla previsione di un impianto di compostaggio in grado di trattare i rifiuti putrescibili e di un impianto per il trattamento e recupero energetico dalla frazione secca di RSU post raccolta differenziata.

Elemento propedeutico alla realizzazione degli impianti è la costituzione di una commissione ad hoc in grado di fornire, alla luce della normativa che ha aumentato il livello minimo di raccolta differenziata ed eliminato gli incentivi per la produzione di energia da combustione di rifiuti, gli elementi conoscitivi e tecnici necessari rispetto alle tecnologie disponibili al fine di adottare le soluzioni impiantistiche meno impattanti dal punto di vista ambientale e più efficienti anche considerate le peculiarità e criticata della situazione genovese.

Con Ordinanza n. 274 del 23 ottobre 2008 la Sindaco ha nominato i membri della commissione.



4 ILLUSTRAZIONE RESOCONTO SINTETICO DEI LAVORI DELLA COMMISSIONE

A far data dalla sua costituzione la Commissione si è riunita 15 volte e per ogni riunione è stato redatto apposito verbale. Alla riunione di insediamento ha partecipato anche l'assessore Carlo Senesi che ha illustrato ai membri della Commissione gli indirizzi della Giunta Comunale.

In occasione della seconda seduta della Commissione la Dott.ssa Fontanella ha predisposto un promemoria contenente la descrizione delle varie tappe amministrative concluse da Provincia e Comuni e i principali contenuti del Piano provinciale e l'esito delle decisioni dell'Ambito Territoriale Ottimale fino all'insediamento dell'attuale Amministrazione del Comune di Genova; in tale occasione la Dott.ssa Fontanella ha presentato agli altri membri della Commissione i dati sulla raccolta differenziata nell'ambito provinciale che, essendo suddivisi per ognuno dei 67 comuni, hanno mostrato una realtà molto frammentata con notevoli differenze tra gli obiettivi raggiunti.

Nella terza riunione è stato discusso il possibile posizionamento degli impianti e la necessità di quantificare gli spazi necessari, fermo restando l'input iniziale che individuava la zona di Scarpino come quella destinata all'impianto di smaltimento finale.

Nel corso della quarta seduta la commissione è entrata nel merito delle possibili scelte tecnologiche evidenziando che nelle audizioni si dovrà tenere conto del contesto ambientale in cui si opera e dell'elevato numero di vincoli che limitano il numero di scelte possibili.



Si è proceduto quindi a individuare i parametri che permettono la comparazione tra le diverse tecnologie di trattamento dei rifiuti, elencati nella seguente tabella.:

SICUREZZA
MODULARITÀ DELLA STRUTTURA
ESTENSIONE DELLE AREE NECESSARIE
CONSUMO IDRICO
EFFICIENZA ENERGETICA DELL'IMPIANTO
PESO, VOLUME E QUALITÀ DEGLI EVENTUALI RESIDUI
EMISSIONI IN ATMOSFERA E NEI CORPI IDRICI
COSTI DI INVESTIMENTO E COSTI DI GESTIONE

Nel corso della quinta seduta della Commissione sono stati individuati i soggetti da sottoporre ad audizione: un esperto di ENEA che illustrasse preliminarmente alla commissione lo scenario attuale relativamente alle tecnologie di trattamento termico di rifiuti con recupero energetico, il Dottor Favoino della Scuola Agraria del Parco di Monza per le tecnologie di trattamento biologico della frazione organica e della frazione residua degli RSU e una serie di audizioni per ciascuna tecnologia indicate nella tabella sottostante:

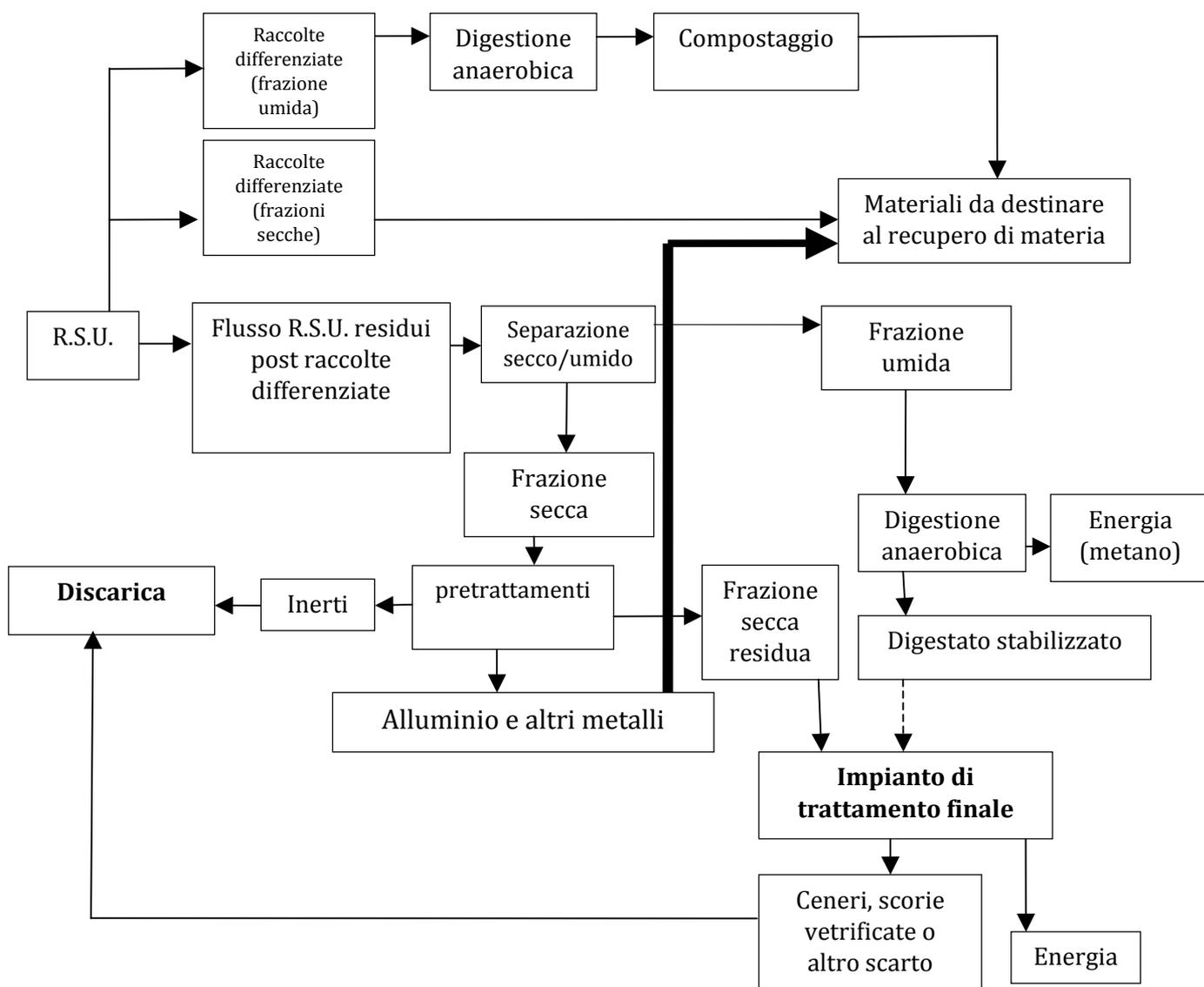
Tecnologia	Impianto di interesse	Società
Incenerimento a letto fluido previa bioessiccazione	Corte Olona (PV)	Ecodeco
Gassificazione tramite torcia al plasma	Ottawa (Canada) e Castellgali (Spagna)	Hera holding – Hera Plasco
Gassificazione con sistemi a fusione diretta	Vari impianti in Corea del Sud e Giappone	Nippon steel corporation
A freddo: recupero di materia dal flusso dei rifiuti indifferenziati	Lezay (Francia) e Mons (Belgio).	Blue International – Oxal
A freddo: Recupero di materia (sopratt.plastica) tramite separazione	Vedelago (TV)	Centro riciclo Vedelago



Due successive sedute (la sesta e la nona) sono state quindi dedicate alle audizioni del Dottor Pasquale De Stefanis di ENEA e del Dottor Enzo Favoino.

Durante la sesta seduta, la Commissione ha approvato l'elenco delle domande da porre a esperti in tecnologie di trattamento termico adottabili per l'impianto finale mentre nel corso della settima seduta è stato approvato l'elenco di domande da formulare ai soggetti sottoposti ad audizione in quanto esperti di tecnologie a freddo per il trattamento di rifiuti. Questi elenchi di domande costituiscono parte integrante della presente relazione e sono riportati negli allegati. È opportuno specificare che l'elenco delle domande relative alle tecnologie con trattamento termico sono stati consegnati alle società Ecodeco, Hera holding – Plasco e Nippon Steel mentre l'elenco delle domande relative alle tecnologie a freddo è stato consegnato a Ecodeco, Blue International – Oxal e al Centro Riciclo Vedelago e sono state restituite compilate da Ecodeco, Hera holding – Plasco, Nippon Steel e Blue International – Oxal. Nella settima riunione l'ingegner Carlo Sacco ha illustrato la proposta vincitrice del concorso di idee indetto alcuni anni or sono da AMIU: essa consisteva in un inceneritore con tecnologia forno a griglia parzialmente raffreddato ad acqua e capacità di trattamento pari a un flusso di 500 t/g per ognuna delle 3 linee previste, un rendimento ipotizzato pari al 24%, un camino per ogni linea e un'area stimata per il posizionamento dell'impianto di 25.500 m². I membri della commissione hanno quindi elaborato uno schema di massima relativo al ciclo degli RSU genovesi che prescinde dalle scelte delle tecnologie da adottare e può essere schematizzato secondo il seguente diagramma di flusso:





L'ottava riunione è stata dedicata all'audizione della società spagnola catalana Hera Holding di Barcellona e all'approfondimento dei vantaggi e dei limiti della tecnologia della gassificazione tramite la torcia al plasma mentre la tecnologia di gassificazione con sistema a fusione diretta è stata illustrata dalla società giapponese Nippon Steel nel corso della decima seduta della Commissione. Nel corso della successiva riunione è stata analizzata la tecnologia a freddo proposta dalla società bulgara Oxal che propone di trattare il flusso dei rifiuti indifferenziati tramite processi di separazione delle varie frazioni e il trattamento della parte organica con calce al fine di ottenere, tramite una reazione esotermica a 115° C, un prodotto che, secondo la legislazione francese, può essere sparso in pieno campo in agricoltura.

Il mese di aprile è stato dedicato dalla commissione ai sopralluoghi finalizzati a verificare i vantaggi e gli svantaggi di alcune tecnologie, la loro affidabilità tecnologica



e a quantificare i flussi di materia e di energia da inserire nello schema di cui all'illustrazione precedente nei luoghi indicati nella tabella sottostante.

Ubicazione dell'impianto	Tecnologia	Data
Castellgali (Spagna)	Gassificazione tramite torcia al plasma di frazioni di rifiuti urbani e speciali (impianto pilota)	1/04/2009
Kaiserslautern (Germania)	Impianto di separazione secco/umido della frazione indifferenziata dei RSU tramite pressa estrusore con digestione anaerobica termofila in sito della frazione umida e successivo compostaggio. Invio a inceneritore della parte secca	16/04/2009
Corteolona (Provincia di PV)	Impianto di bioessiccazione del flusso indifferenziato dei rifiuti con successivo incenerimento in forno a letto fluido	22/04/2009
Bergamo	Impianto di bioessiccazione del flusso indifferenziato dei rifiuti con successivo incenerimento in forno a letto fluido	22/04/2009
Bassano del Grappa (Provincia di VI)	Impianto di trattamento e raffinazione della frazione indifferenziata. Impianto di trattamento della frazione organica da raccolta differenziata tramite digestione anaerobica mesofila e successivo compostaggio	23/04/2009
Camposampiero (Provincia di PD)	Impianto di trattamento della frazione organica da raccolta differenziata tramite digestione anaerobica termofila in sinergia con l'attiguo impianto di depurazione delle acque.	23/04/2009
Vedelago (Provincia di TV)	Impianto di separazione automatizzata delle frazioni differenziate provenienti da raccolte multimateriale (plastica/alluminio e plastica/vetro/alluminio) con successiva ulteriore cernita manuale. Estrusione a 180 °C e granulazione delle plastiche di scarto dalla cernita manuale insieme a 4000 t/a di rifiuto secco indifferenziato proveniente da Comuni con % RD elevata con l'ottenimento di un granulato plastico di varie dimensioni atto a essere impiegato nell'industria plastica di stampaggio e in edilizia.	24/04/2009

La dodicesima seduta della commissione ha avuto luogo presso la sede del Centro Riciclo Vedelago: si è colta l'occasione della visita all'impianto per effettuare contestualmente l'audizione per l'approfondimento della conoscenza di questa tecnologia.



Nella tredicesima riunione la Commissione ha definito più precisamente i criteri precedentemente stabiliti quali la “maggiore sicurezza” e l’“affidabilità tecnologica”; durante questa riunione è anche emersa la necessità di caratterizzare correttamente gli RSU prodotti a Genova al fine di capire quale sia la percentuale di umidità. Nella quattordicesima riunione la commissione ha analizzato i flussi di raccolta differenziata e di progettazione delle relative modalità, per stabilire quali siano le effettive possibilità di sviluppo della RD a Genova anche alla luce dei risultati raggiunti in altri contesti metropolitani molto complessi (quali Napoli, Roma, Bari ecc.) dove si è riusciti a superare anche il 70 % di RD con livelli qualitativi molto elevati dei materiali recuperati. La commissione ha inoltre evidenziato come la scelta del pretrattamento del RU residuo tramite la separazione della frazione umida (con l’utilizzo della tecnologia della digestione anaerobica per tale frazione) renda possibile garantire la necessaria flessibilità qualitativa e quantitativa del sistema di trattamento finale. Si potrà infatti garantire il corretto dimensionamento della sezione dedicata al recupero energetico della frazione ad elevato potere calorifico sia nella fase in cui verrà raggiunto il livello minimo di RD previsto (45 %) che quello a regime (65 % di RD) poiché la frazione organica a basso potere calorifico verrà trattata separatamente nella sezione di digestione anaerobica che, grazie alla presenza di 3 o 6 moduli, potrà essere progressivamente utilizzata anche per il trattamento della frazione organica raccolta in modo differenziato. La verifica della composizione merceologica dei rifiuti residui in contesti ove è stata raggiunto un livello di RD pari o superiore al 65 % (grazie all’estensione della raccolta domiciliare dell’umido a tutte le utenze domestiche) ha evidenziato che la presenza di organico (compreso il 70-80 % del sottovaglio) si è ridotto a meno del 25 % mentre, nei contesti che si sono attestati ad un livello di RD pari al 45 % circa, la presenza di organico risulta pari al 45-50 % circa poiché si raccoglie in modo differenziato soprattutto gli imballaggi e la carta mentre la raccolta dell’umido avviene solo presso i ristoranti, le mense ed i mercati.

In questa riunione ha trovato quindi conferma la necessità di definire con maggiore precisione, tramite specifiche analisi merceologiche, la composizione degli RSU genovesi ed in particolare la percentuale di frazione organica contenuta negli stessi.

La quindicesima riunione è stata l’occasione in cui è stata stabilita la struttura definitiva della relazione: ogni commissario ha preso atto delle bozze dei capitoli preparate dagli altri e si è discusso di come sia necessario evidenziare la volontà di individuare una struttura impiantistica che sia compatibile con l’esigenza di perseguire



le percentuali di raccolta differenziata (65 % di RD a regime) che la vigente normativa prevede per la data in cui entrerà in funzione l'impianto finale, al fine di ridurre al minimo gli impatti ambientali del nuovo impianto di trattamento finale. Si è inoltre discusso delle possibili modalità di trattamento del biogas prodotto dalla digestione anaerobica della frazione organica dei rifiuti solidi urbani, sia essa proveniente da RD, sia da meccanismi di separazione secco/umido a valle della raccolta del residuo indifferenziato.



5 ANALISI E CONFRONTO DELLE DIVERSE TECNOLOGIE PER IL TRATTAMENTO DEI RIFIUTI URBANI RESIDUI

5.1 TECNOLOGIE DI INCENERIMENTO DI RIFIUTI URBANI NON PRESELEZIONATI

5.1.1 FORNI A GRIGLIA RAFFREDDATI AD ARIA

Gli inceneritori a griglia mobile sono gli impianti più utilizzati in Europa per il trattamento termico dei rifiuti urbani e speciali. Le ragioni di questo successo sono da ricercare nel fatto che si tratta del sistema più antico (già utilizzato alla fine dell'ottocento) che garantisce una elevata affidabilità del sistema (circa 340 giorni di funzionamento all'anno), la relativa facilità di conduzione e la possibilità di trattare senza particolari problemi anche il rifiuto tal quale.

Per contro l'inceneritore a griglia evidenzia una serie di problematiche la prima delle quali è rappresentata dalla scarsa miscelazione tra l'aria comburente e lo strato di rifiuti combustibili posizionato sulla griglia mobile. Nei forni a griglia la combustione avviene infatti su una griglia inclinata (vedi Figura 5-1). per l'avanzamento ed il mescolamento dei rifiuti: questi subiscono l'essiccamento, quindi la combustione e la scorificazione.

L'aria di combustione (primaria) viene insufflata da sotto la griglia mentre ulteriori quantità d'aria (secondaria) sono iniettate dall'alto per il completamento della combustione dei prodotti gassosi generati.

Lo stato di rifiuti urbani che avanza sulla griglia presenta di norma altezze e densità diverse. Questo si traduce nel fatto che l'aria comburente trova delle vie preferenziali a minor resistenza, non attraversando la massa di rifiuti in modo omogeneo, per cui localmente si possono avere delle combustioni in difetto d'ossigeno con produzione di incombusti o zone con forte eccesso d'aria e conseguente raffreddamento della zona stessa. Ovviamente questi fenomeni sono accentuati nel caso di alimentazione con rifiuti tal quale. Come precedentemente descritto l'aver scelto di alimentare la sezione



di termotrattamento con rifiuto omogeneizzato riduce questi fenomeni, ma non li elimina.

L'effetto di questa non perfetta combustione si ripercuote sulla necessità di operare con un elevato eccesso d'aria, rispetto alla quantità necessaria (circa il 100-120% in più rispetto al quantitativo necessario a livello stechiometrico) per cercare di aumentare la superficie di scambio aria comburente-combustibile. Bisogna così surdimensionare la sezione di postcombustione per trattare gli incombusti gassosi. Si ottengono inoltre delle ceneri di bassa qualità (cioè ancora relativamente ricche di carbonio organico incombusto). Per cercare di limitare questo difetto intrinseco della tecnologia sono state sviluppate delle griglie particolari: tipo a "rinculo" che spingono il rifiuto in direzione contraria all'inclinazione della griglia stessa in modo da avere gli strati inferiori del rifiuto che si muovono in direzione opposta agli strati superiori generando un rimescolamento della massa dei rifiuti e favorendo così il contatto aria-rifiuto o tipo a "cilindri rotanti" che spostano il rifiuto da un cilindro al successivo sempre con l'intento di rimescolare la massa dei rifiuti. Oltre a ciò sono state messe a punto dei sistemi di controllo della portata d'aria comburente a settori per avere la portata il più possibile corretta nei vari settori in cui viene suddivisa la griglia.

Altro punto critico dei forni a griglia è il fatto di avere delle parti meccaniche mobili sottoposte ad alta temperatura (le griglie appunto). Queste parti sono sottoposte ad alta usura, specie in presenza di vetro (che tra l'altro forma uno strato viscoso sopra la griglia impedendo il corretto passaggio dell'aria) e sono soggette a fondersi nel caso localmente si abbiano dei valori elevati di temperatura. In particolare **nel caso l'impianto tratti rifiuti ad alto potere calorifico, come previsto in Provincia di Genova allorquando verrà superato il 50 % di RD), occorre prevedere che le stesse siano dotate di sistemi che consentano la combustione di rifiuti di PCI medio alti** con le complicazioni impiantistiche che ne derivano ed i relativi consumi. In ogni caso il rischio di fusione della griglia impedisce una fermata rapida dell'inceneritore in caso ad esempio di disservizio della linea di trattamento fumi. In questo caso occorre bloccare l'alimentazione ed attendere che i rifiuti presenti sulla griglie evacuino in modo regolare. Si potrebbe avere perciò una fase di emissioni incontrollate in atmosfera per la durata di questo transitorio.

I principali vantaggi della tecnologia del forno a griglia sono dati dal discreto livello di recupero energetico, dall'affidabilità della tecnologia, largamente applicata a livello mondiale per rifiuti urbani e dalla possibilità di incenerire i rifiuti senza doverli necessariamente pretrattare. Questo sistema di incenerimento non è quindi idoneo



per rifiuti a elevato PCI (> 3000 kcal/kg), non si adatta a rifiuti polverulenti, pastosi, melme, liquidi e presenta una sostenibilità economica ristretta a taglie di impianto medio-alte.

Va infine considerato che questa tecnologia necessita ormai di una soglia minima di potenzialità che possa rendere l'investimento sostenibile economicamente. Tale soglia si aggira attualmente attorno alle 250.000-300.000 tonnellate annue di RU.

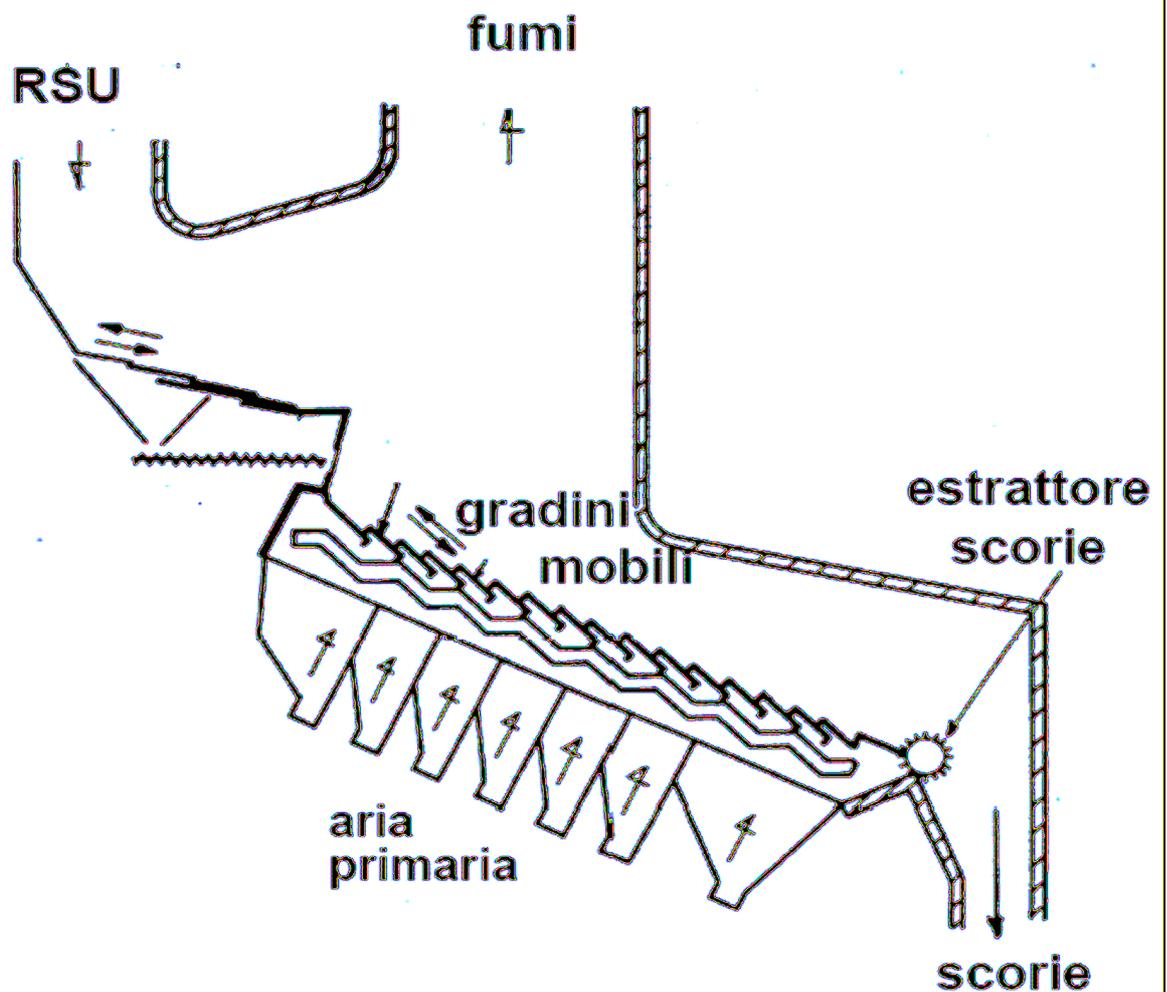


FIGURA 5-1 SCHEMA DEI FLUSSI IN UN FORNO A GRIGLIA MOBILE

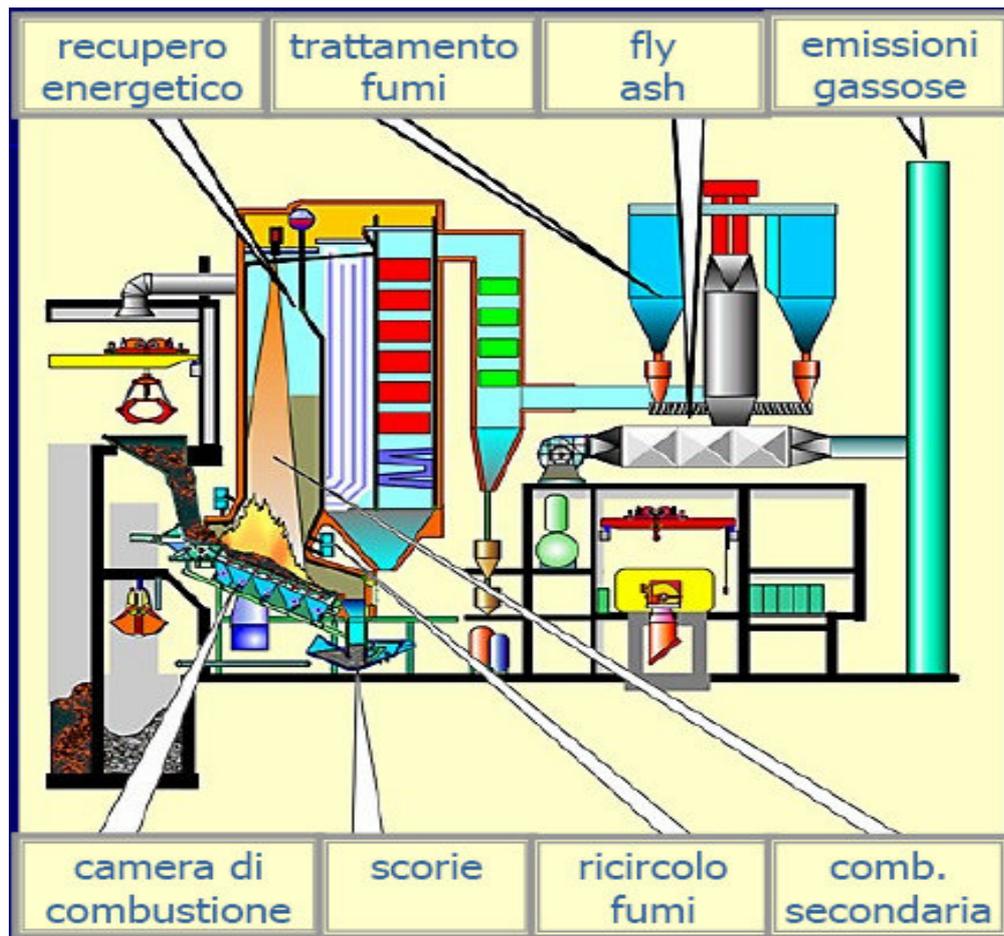


FIGURA 5-3 SCHEMA COMPLETO DI IMPIANTO DI INCENERIMENTO, CON FORNO A GRIGLIA

5.1.2 FORNI A GRIGLIA RAFFREDDATI AD ACQUA

Le tendenze evolutive dei forni a griglia sono l'aumento del potere calorifico e la riduzione delle ceneri; dal punto di vista impiantistico, ciò implica una riduzione dell'inclinazione e della lunghezza delle griglie, la riduzione dei salti (per avere minor trascinarsi delle polveri) e il raffreddamento delle griglie e delle pareti.

L'aspetto del raffreddamento degli elementi della griglia, risulta estremamente importante in quanto, se non considerato opportunamente, le conseguenze possono risultare dannose sia per la griglia, sia per il bilancio dell'intero impianto di trattamento.

Va infatti considerato che, con l'aumento dei livelli di raccolta differenziata (ed in particolare delle frazioni organico e del vetro), il potere calorifico dei RU è aumentato considerevolmente e questo cambiamento ha indotto i costruttori di impianti di incenerimento ad introdurre sul mercato le griglie raffreddate ad acqua, ovvero con i barrotti percorsi al loro interno da acqua di raffreddamento. Questa innovazione che permette l'impiego del forno a griglia anche per la combustione di rifiuti con poteri calorifici massimi dell'ordine dei 3.000 kcal/kg, consentendo di evitare le conseguenze dell'elevato calore di combustione, che sono il surriscaldamento della griglia stessa, la fusione delle scorie e l'attacco della scoria fusa ai barrotti. Il primo impianto con griglia raffreddata ad acqua realizzato in Italia quello di Trezzo sull'Adda. Tale scelta limita però le potenzialità delle linee (da 5 a 20 t/h) e risulta decisamente più costosa.



5.2 TECNOLOGIE DI TRATTAMENTO A FREDDO DEI RIFIUTI NON PRESELEZIONATI

Scopo dei processi di trattamento a freddo dei rifiuti indifferenziati (che rimangono dopo la raccolta differenziata) è di recuperare una ulteriore parte di materiali riciclabili, ridurre il volume del materiale in vista dello smaltimento finale e di stabilizzare i rifiuti in modo tale che venga minimizzata la formazione dei gas di decomposizione ed il percolato. Fra questi processi si può includere anche la digestione anaerobica che permette di ricavare anche energia dalla frazione organica mediante produzione controllata di biogas.

5.2.1 TRATTAMENTO MECCANICO BIOLOGICO DEI RIFIUTI URBANI RESIDUI

Il principale tipo di trattamento a freddo è il Trattamento meccanico-biologico (TMB). Esso separa la frazione organica ed i materiali riciclabili: permette quindi una ulteriore riduzione dell'uso delle discariche e degli impianti di trattamento dei rifiuti con tecnologie a caldo. In Germania impianti di Trattamento meccanico-biologico sono diffusi da circa una ventina d'anni. la produzione di biostabilizzato dai rifiuti solidi urbani mediante trattamento meccanico-biologico (TMB) ha assunto grande rilievo anche in Italia. Il biostabilizzato (anche denominato FOS, Frazione Organica Stabilizzata) si distingue dal compost in quanto è prodotto a partire da rifiuti indifferenziati, mentre il secondo viene prodotto esclusivamente a partire da materiale organico raccolto in maniera differenziata.

Per tale motivo il biostabilizzato non viene usato come concime in agricoltura ma, essendo caratterizzato da una fermentescibilità ridotta fino al 90% può essere usato per attività paesistico ambientali, per le quali viene richiesta la disponibilità di sostanza organica stabilizzata al fine di migliorare le caratteristiche dei materiali inerti impiegati, ed in particolare:

- la sistemazione di aree di rispetto di autostrade e ferrovie (scarpate, argini, terrapieni);
- la costituzione di aree verdi di grandi dimensioni: costituzione di parchi pubblici, campi da golf, campi da calcio;
- il recupero ambientale di cave esaurite;
- il capping periodico durante la coltivazione delle discariche;
- la sistemazione post chiusura di discariche esaurite.



L'obiettivo del sistema TMB è di ottenere, in seguito alla biossidazione della sostanza organica putrescibile, un prodotto stabile da un punto di vista biologico, tale da potersi ritenere "inerte". La stabilità biologica viene raggiunta, come prima evidenziato, attraverso un trattamento a "differenziazione di flussi", in cui si individuano tre tappe distinte:

- *pre-trattamento meccanico*: volto a separare la cosiddetta frazione "secca" (sovvallo) dalla frazione umida (sottovaglio) che concentra in sé il materiale organico;

- *stabilizzazione della frazione umida*: in seguito a processi ossidativi da parte di microrganismi, mediante il periodico rivoltamento, aerazione e bagnatura della massa, allo scopo di ottenere un prodotto il più possibile stabile da un punto di vista biologico;

- *eventuale post-trattamento meccanico*: per la raffinazione del materiale da destinare all'attività di ripristino ambientale o alla copertura giornaliera di discariche;

Un'alternativa al trattamento a "separazione di flussi" è data da quello a "flusso unico", dove tutto il rifiuto in ingresso all'impianto subisce un trattamento biologico, mentre il trattamento meccanico si limita ad una semplice frantumazione del rifiuto

A seconda della tecnologia adottata la fase del trattamento meccanico può procedere o seguire la fase di trattamento biologico utilizzato principalmente per:

a) raggiungere la stabilizzazione della sostanza organica (ossia la perdita di fermentescibilità) mediante la mineralizzazione delle componenti organiche più facilmente degradabili, con produzione finale di acqua ed anidride carbonica e loro allontanamento dal sistema biochimico;

b) conseguire l'igienizzazione del materiale trattato;

c) ridurre il volume e la massa dei materiali trattati tramite l'evaporazione dell'acqua.

I fattori fisico-chimici che condizionano l'andamento delle reazioni biologiche che caratterizzano il processo di biotrasformazione sono i seguenti:

- gestione, controllo ed abbattimento dei potenziali impatti odorigeni delle fasi critiche, individuabili soprattutto in quelle iniziali.

- la concentrazione di ossigeno e l'aerazione;

- l'umidità, che deve essere sufficiente alle attività microbiche, ma non eccessiva in quanto occupando gli spazi vuoti ostacolerebbe il rifornimento di ossigeno;



- la ricerca delle condizioni termometriche ottimali nelle diverse fasi del processo, infatti se per il conseguimento della pastorizzazione il materiale va mantenuto per un tempo relativamente prolungato a temperature relativamente elevate (almeno 3 giorni a 55 °C, secondo quanto previsto dalla normativa vigente in materia), la massima velocità delle attività microbiche si consegue, in realtà, successivamente in condizioni mesofite (40-50 °C) con un forte rallentamento al di sopra dei 55 °C;

Lo strumento principale di gestione del processo è rappresentato dalla gestione dei flussi di aria alla biomassa che può essere estratta o insufflata. L'aria fa da vettore di ossigeno, garantendo l'aerobiosi del processo; contemporaneamente assicura il drenaggio di calore (soprattutto nel caso dell'areazione forzata, le deboli correnti convettive che si hanno nel caso dell'areazione naturale danno un contributo limitato alla termoregolazione), e consente, dunque, il controllo termico delle condizioni di processo, evitando il surriscaldamento della biomassa; infine, diventa inevitabilmente il vettore degli effluenti aeriformi potenzialmente odorigeni. Senza una sufficiente ossigenazione la microflora microbica anaerobica prende il sopravvento portando all'accumulo di composti ridotti caratterizzati da odore aggressivo ed elevata fitotossicità. Con il trattamento delle arie esauste mediante specifiche tecnologie si consegue poi la riduzione e l'abbattimento degli odori.

Il mantenimento di un ambiente ossidativo all'interno della biomassa, in corso di stabilizzazione, è quindi importante anche per impedire le reazioni di decomposizione anaerobica. Il sistema di areazione, naturale o forzata, deve poi essere coordinato con la eventuale movimentazione/rivoltamento della biomassa a seconda delle principali caratteristiche della biomassa stessa, quali la sua altezza, porosità e fermentescibilità; il rivoltamento inteso a ricostruire nella massa il grado di strutturazione necessaria alla diffusione dell'aria, dovrà essere tanto più frequente quanto minore è la percentuale di materiale di struttura nella miscela di partenza, e quanto maggiore risulta l'altezza dello strato di biomassa.

Ad influenzare la scelta di un particolare sistema di trattamento aerobico sono di norma la quantità di rifiuto da stabilizzare, la disponibilità di spazio per il trattamento, l'entità dell'investimento stanziato per le strutture impiantistiche, l'incidenza della manodopera sull'operatività del sistema, la dislocazione topografica del sito destinato alla stazione di trattamento e una molteplicità di considerazioni di carattere ambientale, infrastrutturale e sociale. Una ulteriore classificazione rilevante ai fini della individuazione della tecnologia da adottare è quella tra i sistemi che propongono



meccanismi periodici o continui di movimentazione della biomassa (“dinamici”) e quelli che ne prevedono l’immobilità (“statici”).

Attualmente in Europa si possono identificare due tipologie prevalenti di trattamento meccanico biologico dei rifiuti urbani indifferenziati:

- trattamento a differenziazione di flussi: trattamenti meccanico-biologici in cui un pretrattamento meccanico del rifiuto in ingresso all’impianto, permette di ottenere la cosiddetta “frazione di sottovaglio” (con vagli di luce minori ai 90 mm circa) da destinarsi a trattamento biologico e di una “frazione secca” o “sovvallo” da destinarsi, alla valorizzazione energetica in impianti di incenerimento o per la produzione di CDR;
- trattamento a flusso unico: trattamenti meccanico-biologici in cui tutto il rifiuto in ingresso all’impianto subisce un trattamento biologico, mentre il trattamento meccanico si limita ad una semplice frantumazione del rifiuto.

Il trattamento a flusso unico tramite biostabilizzazione permette di ottenere la parziale evaporazione della frazione umida (pari al 15-20 % in peso), una quota di metalli e di inerti (circa il 5-10 %) e un materiale biostabilizzato da smaltire in discarica (pari al 70-80 % in peso).

Bisogna però considerare che, in base alle ultime indicazioni espresse nel documento interregionale della Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province autonome, le Regioni “...considerata la limitatissima possibilità di impiego della FOS sia come ripristini ambientali che come ricopertura discariche” ritengono “opportuno disincentivare la realizzazione di nuovi impianti con produzione di frazione organica sporca da stabilizzare e da smaltire in discarica...”.

Tra le tecnologie a freddo si può annoverare quella proposta dalla società bulgara Oxal, sottoposta ad audizione dalla Commissione. Questa tecnologia prevede di trattare il flusso dei rifiuti indifferenziati tramite processi di separazione delle varie frazioni e il trattamento della parte organica con calce al fine di ottenere, tramite una reazione esotermica a 115° C, un prodotto che, secondo la legislazione nazionale, presenta significative criticità in caso di destinazione agronomiche.



5.2.2 DIGESTIONE ANAEROBICA DEI RIFIUTI URBANI RESIDUI

A fronte del consolidamento del ruolo del trattamento aerobico anche la digestione anaerobica sta ottenendo, in particolare in questi ultimi anni, sempre maggiore attenzione tra le tecnologie per il trattamento dei rifiuti putrescibili incentivando molti progettisti a esaminare le possibili integrazioni dei due processi al fine di ottimizzarne i rispettivi pregi e minimizzarne gli svantaggi. A livello internazionale gli esperti che hanno contribuito alla redazione della BAT ritengono che la digestione anaerobica della frazione organica dei rifiuti urbani sia una tecnologia ormai divenuta, in ambito europeo, nota e affidabile.

La digestione anaerobica è un processo biologico complesso per mezzo del quale, in assenza di ossigeno, la sostanza organica viene trasformata in biogas, costituito principalmente da metano e anidride carbonica. La percentuale di metano nel biogas varia a secondo del tipo di sostanza organica digerita e delle condizioni di processo, da un minimo del 40% fino all'80% circa.

Il vantaggio del processo è che l'energia biochimica contenuta nella sostanza organica, anziché venire liberata sotto forma di calore da allontanare dal sistema, si conserva grazie alla parziale conversione in metano ed è utilizzabile a scopo energetico.

I principali vantaggi e svantaggi dei due processi possono essere così sintetizzati:

- la digestione anaerobica produce energia rinnovabile (biogas) a fronte del trattamento aerobico che consuma energia;
- gli impianti anaerobici sono in grado di trattare tutte le tipologie di rifiuti organici indipendentemente dalla loro umidità, a differenza del trattamento aerobico che richiede un certo tenore di sostanza secca nella miscela di partenza;
- gli impianti anaerobici sono reattori chiusi e quindi non vi è rilascio di emissioni gassose maleodoranti in atmosfera, come può avvenire durante la prima fase termofila del trattamento aerobico;
- nella digestione anaerobica si produce acqua di esubero che necessita di uno specifico trattamento, mentre nel pretrattamento aerobico le acque di percolazione possono essere riciclate come agente umidificante sui cumuli in fase termofila;
- gli impianti di digestione anaerobica richiedono investimenti iniziali maggiori rispetto a quelli di pretrattamento aerobico;



Il digestato, in uscita dalla digestione anaerobica, non è però assimilabile al compost ottenuto dalla frazione organica raccolta in modo differenziata in quanto a possibili applicazioni in ragione della maggiore presenza di metalli pesanti, inerti ed al potenziale fitotossico ancora relativamente elevato (per la presenza di ammoniaca e la natura ancora relativamente fermentescibile della sostanza organica residua) e va dunque generalmente inteso e gestito come un fango da biostabilizzare aerobicamente per ottenere una FOS da utilizzare in ripristini ambientale o, in mancanza di questa tipologia di utilizzi, da smaltire comunque in discarica.

Se i trattamenti anaerobici e aerobici vengono applicati l'uno dopo l'altro alla frazione organica da raccolta differenziata l'integrazione dei due processi può comportare dei notevoli vantaggi, in particolare:

- si migliora nettamente il bilancio energetico dell'impianto, in quanto nella fase anaerobica si ha in genere la produzione di un surplus di energia rispetto al fabbisogno dell'intero impianto;
- si possono controllare meglio e con costi minori i problemi olfattivi; le fasi maggiormente odorigene sono gestite in reattore chiuso e le "arie esauste" sono rappresentate dal biogas (utilizzato e non immesso in atmosfera). Il digestato è già un materiale semi-stabilizzato e, quindi, il controllo degli impatti olfattivi durante il post-compostaggio aerobico risulta più agevole;
- si ha un minor impegno di superficie a parità di rifiuto trattato, pur tenendo conto delle superfici necessarie per il post-compostaggio aerobico, grazie alla maggior compattezza dell'impiantistica anaerobica;
- si riduce l'emissione di CO₂ in atmosfera (i) da un minimo del 25% sino al 67% (nel caso di completo utilizzo dell'energia termica prodotta in cogenerazione); l'attenzione verso i trattamenti dei rifiuti a bassa emissione di gas serra è un fattore che assumerà sempre più importanza in futuro.

Un'analisi dell'applicazione del processo di digestione anaerobica alla frazione organica da RD è stata recentemente condotta da De Baere (2000). Egli ha preso in considerazione solamente impianti europei che siano divenuti operativi nell'arco degli ultimi 10 anni e che abbiano potenzialità superiore alle 3.000 tonnellate/anno. Su queste basi la ricerca ha evidenziato che sono attualmente operanti in Europa 53 impianti, per una potenzialità di trattamento totale di 1.037.000 tonnellate/anno. Di questi impianti 30 operano in Germania e gli altri per lo più in Olanda, Belgio, Svizzera e Francia. Occorre però evidenziare che gli impianti tedeschi trattano



450.000 tonnellate/anno (mediamente 15.000 tonnellate/anno) mentre gli impianti costruiti in Olanda, Belgio, e Francia trattano mediamente 30.000-50.000 tonnellate/anno. I nove impianti realizzati in Svizzera sono invece dedicati al servizio di piccole comunità e trattano complessivamente 78.500 tonnellate/anno. Tutto ciò mette in evidenza, tra l'altro, come questo tipo di tecnologia abbia trovato applicazione sia nel caso del servizio a grandi bacini di utenza sia nel caso di bacini di medio-piccole dimensioni. Prendendo spunto da questa ricerca è interessante notare che, mentre nel periodo 1990-1995 il quantitativo di rifiuti organici inviati a digestione anaerobica mostrava incrementi di 30.000 tonnellate/anno, nel periodo successivo (fino al 2000), ha mostrato incrementi pari a 150.000 tonnellate/anno. La tendenza attuale sia quella di costruire impianti con notevoli capacità di trattamento.

Un ulteriore aspetto da considerare è la possibilità di conferire agli impianti di digestione anaerobica sia il rifiuto selezionato alla fonte, piuttosto che un rifiuto indifferenziato che necessita poi di vari pretrattamenti per la rimozione delle frazioni non organiche. Negli ultimi anni si è assistito ad un incremento nella realizzazione degli impianti che sono in grado di trattare rifiuti misti e/o "grigi". Questo incremento è stato, dal 1998 in poi, di circa 100.000 t/anno, mentre l'incremento della realizzazione di impianti di digestione anaerobica che trattino il rifiuto differenziato è praticamente costante e pari a circa 80.000 t/anno. Una condizione estremamente favorevole per l'adozione di tale tecnologia è stata l'introduzione di sovvenzioni alla produzione di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili (Certificati Verdi promossi nel territorio della UE dalla Direttiva 2001/77). Occorre inoltre sottolineare che in alcuni Paesi del centro e nord Europa (Belgio e Olanda) la digestione anaerobica copre circa il 12-16% del quantitativo totale dei rifiuti trattati, per arrivare fino al 25% dell'intera potenzialità di trattamento in Svizzera.

E' importante sottolineare, da subito, come la digestione anaerobica e il compostaggio non siano in realtà tecnologie in contrapposizione, ma anzi, perfettamente integrabili, secondo un processo di trattamento complessivo che preveda dapprima la degradazione della frazione putrescibile con recupero del biogas (e quindi di energia), e successivamente, la stabilizzazione aerobica del materiale residuo al fine di ottenere un prodotto finale adatto all'uso agricolo. La produzione specifica di biogas è un parametro molto importante e che viene generalmente assunto quale indice di confronto tra differenti tipologie di processo.

Il rendimento in biogas e quindi energetico del processo è molto variabile e dipende dalla biodegradabilità del substrato trattato. Relativamente al trattamento della



frazione organica dei rifiuti urbani derivante da raccolta differenziata e/o alla fonte, in letteratura si riportano valori di conversione in biogas compresi tra un minimo di 0,40-0,50 m³/kgSV alimentati, per la digestione in mesofilia, e un massimo di 0,60-0,85 m³/kgSV alimentati, per la digestione in termofilia. In genere durante la digestione anaerobica si ottiene una riduzione di almeno il 50% dei Solidi Volatili (SV) alimentati.

I processi di digestione anaerobica possono essere suddivisi in base al numero di fasi presenti nel processo (una o due), regime termico del reattore (mesofilia o termofilia), tipo di rifiuto trattato, tenore di solidi nel rifiuto.

Nella classificazione dei differenti processi, inizialmente si possono distinguere processi ad una o a due fasi, successivamente, nell'ambito di queste classi si sono individuati i differenti processi applicati su scala industriale distinguibili in base alla concentrazione di solidi che caratterizza il rifiuto organico trattato distinguendo:

- processi wet (concentrazione di solidi sino al 10%)
- processi semi-dry (concentrazione di solidi compresa tra 10-20%)
- processi dry (concentrazioni di solidi superiori al 20% fino al 40%).

La digestione anaerobica può, inoltre, essere condotta, come già ricordato, o in condizione mesofile (circa 35°C) o termofile (circa 55°C); la scelta tra queste due condizioni determina in genere anche la durata (il tempo di residenza) del processo. Mediamente in mesofilia si hanno tempi di residenza compresi nel range 14-30 giorni, mentre in termofilia il tempo di residenza è in genere inferiore ai 14-16 giorni.

Considerando la specificità della Provincia di Genova di seguito vengono fornite le valutazioni sintetiche che influenzano la fattibilità di un impianto di digestione anaerobica nel contesto del polo tecnologico di Scarpino:

- la gestione delle acque reflue, nel caso della digestione anaerobica, danno luogo ad un flusso netto dall'impianto in eccesso rispetto alle capacità di riassorbimento da parte del processo stesso. La localizzazione dell'impianto di pretrattamento dei RU residui e, eventualmente, anche dell'impianto di trattamento della frazione organica da RD, deve quindi tenere in debita considerazione tale aspetto;
- la composizione del costo di esercizio può beneficiare, nel caso della digestione anaerobica, delle sovvenzioni per la produzione di energia rinnovabile ma vanno considerati i costi di trattamento delle acque di esubero che possono però essere trattate nello stesso impianto dedicato al trattamento del percolato della discarica



beneficiando così di elevate economie di scala e sinergie dei processi di trattamento;

- oltre al biogas e agli scarti di processo, l'output principale dei processi di digestione anaerobica da rifiuto tal quale è un materiale semitrasformato palabile o pompabile rappresentato dal residuo della biomassa digerita – chiamato anche digestato - per il quale risulterebbe molto problematico lo smaltimento in discarica. Si renderebbe quindi necessaria la combinazione con una successiva fase di biostabilizzazione aerobica del digestato tramite insufflazione d'aria in un'altra sezione chiusa dell'impianto e la miscelazione del fango con materiali ligneo cellulósici.

Il trattamento a flusso unico tramite digestione anaerobica e successiva biostabilizzazione permette di ottenere la conversione in biogas del carbonio organico per una quota corrisponde al 15-20 % del rifiuto sottoposto a digestione anaerobica, di ottenere la parziale evaporazione della frazione umida (pari al 15-20 % in peso) e una quota di metalli e di inerti (circa il 5-10 %). Il materiale biostabilizzato da smaltire in discarica sarebbe quindi pari al 50-60 % in peso.



5-5 KAISERSLAUTERN: DIGESTORE ANAEROBICO PER IL TRATTAMENTO DELLA FRAZIONE UMIDA DERIVANTE DA SEPARAZIONE DEGLI INDIFFERENZIATI

5.3 TECNOLOGIE DI SELEZIONE MANUALE E RIUTILIZZO DEL RIFIUTO URBANO RESIDUO

La Commissione ha visitato anche l'Azienda Centro Riciclo Vedelago (TV) che occupa una superficie di 35.000 mq e si compone di vari fabbricati utilizzati per le diverse operazioni: selezione e imballo delle frazioni secche ricevute, produzione di miscele a matrice prevalentemente plastica estruse a caldo, ottenute dagli scarti della selezione delle frazioni secche riciclabili, produzione di sabbia sintetica.

Le operazioni di selezione e lavorazione si svolgono in due capannoni:

1° CAPANNONE: Selezione e Riduzione volumetrica (6 Ton/ora di RD):

- *Ricevimento frazioni secche riciclabili* da raccolta differenziata multimateriale o monomateriale: (vetro, plastica, metalli) – (plastica, metalli) – (plastica mista);
- *Selezione* dei materiali in base alla composizione merceologica;
- *Selezione* della plastica per colore e polimero;
- *Riduzione volumetrica* (pressatura) dei vari materiali;
- *Gestione delle singole tipologie di materiali, consegnati a impianti di seconda lavorazione* (impianto di de-stagnazione, impianti per la preparazione del pronto-forno per le vetrerie, ecc.) o a *specifiche aziende* che impiegano i materiali nei loro cicli produttivi.

2° CAPANNONE: Produz. Sabbia sintetica (10.000–12.000 Ton/a), dal 2007 :

- *Valorizzazione dello scarto di selezione degli imballaggi, della frazione secca RSU e degli scarti conferiti dalle aziende.*
- *Il granulato prodotto ("sabbia sintetica")* viene consegnato a specifiche aziende per l'impiego nei successivi cicli produttivi.

Il centro seleziona e lavora circa 22.000 t/a di frazioni secche riciclabili, essenzialmente plastica, vetro, alluminio, pari a 80 t/giorno medie. Le frazioni secche riciclabili corrispondono a circa un milione di abitanti equivalenti serviti. L'azienda sta ora producendo una sorta di "granulato" o "sabbia sintetica", che viene venduta ad aziende locali del settore dello stampaggio delle materie plastiche e nel settore dell'edilizia nelle miscele di calcestruzzo e per manufatti in cemento.

Le linee di ingresso per la selezione sono sostanzialmente due, entrambe con forte utilizzo della selezione manuale su nastri trasportatori, che supportano sei combinazioni di frazioni secche riciclabili multimateriali o monomateriali,



“multipesante” con vetro o “multileggero” senza vetro ottenute da raccolta domiciliare o da raccolte con campane stradali, o dalle aziende. Il Centro Vedelago, prima di accettare dei RU residui da selezionare, verifica che il metodo di raccolta garantisca una qualità accettabile per i processi di selezione manuale.

La forte manualità delle operazioni consente una accurata selezione delle tipologie con riconoscimento del premio di qualità previsto dal Consorzio Recupero Plastiche e permette, inoltre, di estrarre tipologie di plastiche (es. PE, PVC, vasi, reggette, ecc) che non sarebbe possibile con sistemi automatici e sarebbero considerati scarti, mentre trovano buona collocazione sul mercato. I prodotti selezionati finali sono quindi numerosi (22 tipi di plastiche), e la loro varietà viene modificata in funzione del rendimento economico e/o delle richieste del mercato delle materie prime seconde che sono in continua evoluzione e specializzazione.

Le linee di selezione descritte determinano dei flussi di scarto (residuo di fine nastro, sottovaglio, ingombranti) che costituiscono in media il 42% dei conferimenti provenienti dalle raccolte differenziate dei Comuni e/o dei Consorzi. Tali flussi di scarto, prima destinati a discarica o a incenerimento, con l’attivazione di questa linea di riciclo rimangono nel Centro ed entrano nella linea di estrusione assieme agli scarti di produzione, a matrice prevalentemente plastica, conferiti dalle Aziende private industriali, artigianali, commerciali, ecc.

La linea si compone delle seguenti fasi: controllo in ingresso – deferrizzazione – triturazione separazione particelle ferrose e non ferrose – estrusione – granulazione – vagliatura. La linea tratta circa 2 ton/ora in ingresso su due turni di 7,5 ore ciascuno. Nella fase di controllo in ingresso alla linea vengono recuperati quei materiali che possono avere collocazione sul mercato (taniche, teli, ecc.) e nella fase di deferrizzazione vengono separati i materiali ferrosi. Dopo la fase di triturazione si rende necessaria una seconda separazione delle parti ferrose e non ferrose (derivanti dalla triturazione dei giocattoli o altri oggetti compositi). Segue la fase di estrusione del “triturato misto” che per effetto del processo raggiunge la temperatura di 180°C e viene reso sotto forma di “masselli” di circa 5 cm di diametro. Durante il processo di estrusione viene espulsa l’umidità con conseguente calo di massa variabile dal 18 al 25%, e nel contempo l’estruso viene igienizzato. Segue il raffreddamento, la granulazione e la vagliatura del materiale in tre pezzature (fine, media e grossa) a seconda delle richieste di mercato. Il granulato prodotto, “sabbia sintetica”, classificato materia prima seconda dall’art. 181 D.lg. 152/2006 risulta conforme alla norma UNI EN 10667 del 2003. Il campo di applicazione è duplice:



- 1) nel settore industria edile, come aggregante nelle malte cementizie (massetti alleggeriti, cordonate stradali, pozzetti, prolunghe, vasche di raccolta acque di scarico, blocchi per muratura strutturali e per tramezze, ecc.);
- 2) nel settore industria stampaggio plastiche, per compressione o per iniezione, per la produzione di manufatti (schienali e sedute per sedie, pavimenti autobloccanti, pallets, cordonate e paraspigoli, salvaporto per parcheggi, elementi per rotatorie, tavoli e panche da giardino, canaline per scarichi acqua, casseri a perdere per l'edilizia, distanziatori per ferri d'armo, tegole e scandole per coperture e rivestimento edifici, ecc).

Il prodotto granulato ottenuto dagli scarti della selezione dei materiali plastici provenienti da RD viene remunerato da 30 a 80 €/ton, contro un precedente costo di smaltimento in discarica o a incenerimento di 220 euro/ton compreso il trasporto.

Il Centro Riciclo di Vedelago ha condotto nel corso dell'anno 2008 una sperimentazione sulla frazione secca residua per verificare se, sottoposta al trattamento di estrusione, poteva dare lo stesso granulato ottenuto dagli scarti delle linee di selezione dei materiali da raccolta differenziata Tale frazione viene trattata nel secondo impianto per la valorizzazione degli scarti. Conferiscono la frazione secca residua alcuni piccoli Comuni della Provincia di Belluno (percorso iniziato con il Comune di Ponte nelle Alpi). In questi Comuni la frazione secca residua è scesa dal 30% fino al 16% poiché il livello di RD ha ormai raggiunto quota 84 %. La presenza di "umido" si è attestata intorno al 7-8% grazie all'intercettazione separata del flusso dei pannolini e pannoloni. Inizialmente nella composizione merceologica della frazione secca pre-trattata si è riscontrata eccessiva presenza di carta, tessuti, metalli, nonché eccessiva presenza di sostanza organica. Al fine di ottenere una matrice in ingresso che non abbisognasse di consistenti aggiunte di altre matrici specifiche sono stati indicati i seguenti accorgimenti:

- controllo in ingresso (evitando i conferimenti da cassonetto stradale) e selezione delle frazioni riciclabili da effettuarsi prima del pre-trattamento;
- potenziamento della deferrizzazione nella fase di lavorazione;
- abbattimento della frazione organica, indice di una poco attenta raccolta differenziata da parte dei cittadini, tramite raccolta differenziata dei pannolini e pannoloni (da soli costituiscono circa il 20% della frazione secca residua!) da trattarsi a parte;



- Questi accorgimenti hanno fatto sì che la % di materiale plastico recuperabile nella frazione secca residua si attestasse a quasi l'85%, il che ha consentito di condurre la sperimentazione con buoni risultati. Il processo risulta tecnicamente fattibile a condizione che ci si trovi in presenza di flussi di rifiuti derivanti da RD spinte (almeno 75-80 %) con intercettazione separata dei pannolini-pannoloni per poter abbattere la quota di organico residuo al 5-8 % (rispetto 10-16 % presenta ancora con le raccolte secco-umido normali, cioè senza tariffazione puntuale e raccolta separata dei pannolini).

Nella valutazione della potenziale applicabilità di questa tecnologia in Provincia di Genova occorre tenere presente che i rifiuti urbani residui del Consorzio Priula (il Consorzio che ha applicato per primo la tariffazione puntuale e ha raggiunto livelli medi di RD pari al 75 %) vengono considerati troppo contaminati di sostanza organica e pannolini dal Centro Riciclo di Vedelago. Risulta quindi evidente che tale tecnologia non potrebbe essere utilizzata per trattare il rifiuto urbano residuo di Centri di grandi dimensioni in cui, a causa della presenza prevalente di grandi condomini, il livello di responsabilizzazione dei cittadini risulta molto più contenuto di quello potenzialmente ottenibile nei piccoli centri caratterizzati dalla presenza prevalente di case uni o bifamigliari. La maggiore presenza di umido e di rifiuti pericolosi nei RU residui dei medi e grandi centri urbani impone quindi di evitare di sottoporre tale materiali a processi di selezione manuale che potrebbero comportare seri rischi per gli operatori.

La tecnologia sviluppata dal Centro Vedelago potrebbe però essere applicata per ridurre la quota di scarti delle lavorazioni dei materiali secchi da RD della Provincia di Genova.

Va inoltre presa nella debita considerazione l'osservazione che è scaturita da questa esperienza e cioè che i rifiuti devono essere raccolti preferibilmente in modo monomateriale sin dall'origine. Anche il Consorzio Priula sta valutando l'opportunità di abbandonare la raccolta congiunta di vetro, plastica e metalli, in quanto comporta maggiori scarti di selezione e uno scarto elevato del vetro perché lo stesso è raccolto con compattatore, quindi in parte frantumato, mentre l'industria a valle lo richiede il più possibile integro.





FIGURA 5-6 IMPIANTO DI SEPARAZIONE A FREDDO DELLA FRAZIONE SECCA PER L'ULTERIORE RECUPERO DI MATERIALI DA RICICLARE.



FIGURA 5-7 L'IMPIANTO DI SELEZIONE MANUALE DEI RIFIUTI DA RACCOLTA DIFFERENZIATA MULTIMATERIALE DEL CENTRO RICICLO VEDELAGO

5.4 COMBUSTORI A LETTO FLUIDO

I forni a letto fluido, sono conosciuti anche come tecnologia FBC (Fluidized Bed Combustion). In questo caso la camera di combustione è costituita da un letto di materiale granulare inerte che durante l'esercizio è mantenuto a temperature comprese fra i 750 e gli 850 °C. I tempi di permanenza relativamente lunghi, l'uniformità della temperatura nella massa in agitazione e la possibilità di integrare il letto con materiali assorbenti (calce e carbonati per i gas acidi), consentono una ottimizzazione della combustione e una riduzione delle emissioni di macro e microinquinanti. L'impiego dei forni a letto fluido, per la necessità di essere alimentati con materiali a elevata omogeneità, è consigliato soprattutto per il trattamento di rifiuti preselezionati (frazione combustibile dei rifiuti) e di rifiuti che presentano all'origine una certa uniformità nelle caratteristiche compositive. Rispetto ad un inceneritore a griglia il trattamento fumi degli impianti a letto fluido può essere semplificato in particolare per quanto riguarda la sezione di denitrificazione.

La camera di combustione è a forma di tino, cioè di forma cilindrica, verticale; l'ingresso del rifiuto avviene nella parte bassa, sopra gli ugelli di distribuzione dell'aria comburente, che mantengono in sospensione il combustibile. Il gas esce dalla parte superiore e la temperatura del letto viene controllata asportando calore, in genere mediante produzione di vapore con fasci tubieri disposti attorno al forno.

Si possono distinguere due categorie di forni a letto fluido, in base alla quantità di particelle solide trascinate dal flusso di gas:

- forni a letto bollente (vedi Figura 5–8): la velocità del gas uscente dal letto è relativamente bassa [1÷1.5 m/sec]. Nella parte alta del forno può essere presente un bruciatore ausiliario;
 - forni a letto ricircolante (vedi Figura 5–9): la velocità dei gas uscenti è elevata [4÷8 m/sec]. I gas in questo caso trascinano notevoli quantità di solidi: il gas viene quindi fatto passare in un ciclone, e le particelle più pesanti sono reintrodotte nel forno.
- I letti fluidi possono essere suddivisi anche in base alle pressioni di esercizio per le quali sono realizzati:
- a pressione atmosferica;
 - in pressione (10÷18 bar).



La tecnologia del forno a letto fluido, è largamente applicata per impianti che inceneriscono fanghi, combustibile da rifiuto (CDR), frazione secca di rifiuti urbani o rifiuti urbani che residuino da modalità di raccolta differenziata spinta a elevate percentuali preliminarmente vagliati e triturati.

La combustione di frazione secca o CDR in impianti a letto fluido (bollente o circolante) viene quindi ormai considerata una tecnologia matura e ben collaudata anche se non presenta lo stesso numero di realizzazioni degli inceneritori a griglia.

Le ragioni di questa minore diffusione sono da ricercarsi nel fatto che si tratta di una tecnologia sviluppata più recentemente (negli ultimi venti-venticinque anni) e che non risulta adatta a trattare i rifiuti tal quali, ma necessita di un impianto di preparazione a monte che garantisca la granulometria costante del rifiuto in alimentazione e richiede una gestione più accurata.

Per contro la presenza del letto fluido consente un ottimo contatto aria comburente – rifiuto, anche perché questo come accennato è generalmente alimentato con granulometria controllata il che si traduce in una migliore combustione, che consente la combustione a temperature più basse (850°C) limitando la formazione di NOx di origine termica.. L'assenza di parti fredde nella camera di combustione evita la formazione di incombusti per cui si potrebbe evitare la post-combustione, la quale è comunque obbligatoria per legge.

Il buon scambio termico consente di operare con valori di eccesso d'aria minori rispetto ad un forno a griglia per cui si avrà circa il 30-50% di riduzione della portata di fumi al camino.

La qualità delle ceneri è quindi più elevata, sostanzialmente prive di carbonio organico e mediamente la resa energetica è superiore di 1 – 2 punti percentuali rispetto al griglia (anche se su questo punto gioca molto anche l'efficienza complessiva del ciclo vapore successivo).

L'assenza di organi in movimento all'interno del forno evita le problematiche prima accennate e consente l'arresto in tempi rapidi dell'impianto in caso di disservizi.

Il difetto principale del letto fluido consiste, come già detto, nella sua gestione che deve essere accurata, in particolare i gestori lamentano la formazione di blocchi agglomerati costituiti dalla sabbia del letto fluido e dal rifiuto che tendono a intasare il sistema di evacuazione delle ceneri e della sabbia. Si preferiscono a tal motivo i forni a letto fluido bollente. Ciò in ogni caso comporta la necessità di periodiche fermate



per pulire il fondo del reattore e per sostituire la sabbia, parte integrante del letto fluido.

Bisogna inoltre considerare che, a parità di combustibile impiegato, per rispettare gli stessi limiti di emissione ottenuti da un impianto a letto fluido, un impianto di incenerimento a griglia necessita di un sistema di abbattimento fumi più complesso e costoso. Queste differenze assumono sempre più peso se si considera la tendenza al progressivo innalzamento dei limiti di emissione causato dall'adozione di normative sempre più severe in ambito europeo. Un sistema a letto fluido può essere infatti facilmente implementato a garantire livelli di prestazione emissivi sempre maggiori mentre per i sistemi a griglia, per le peggiori condizioni di combustione, gli eventuali ulteriori miglioramenti comportano sforzi tecnologici ed economici sempre più ingenti e al momento non completamente quantificabili.

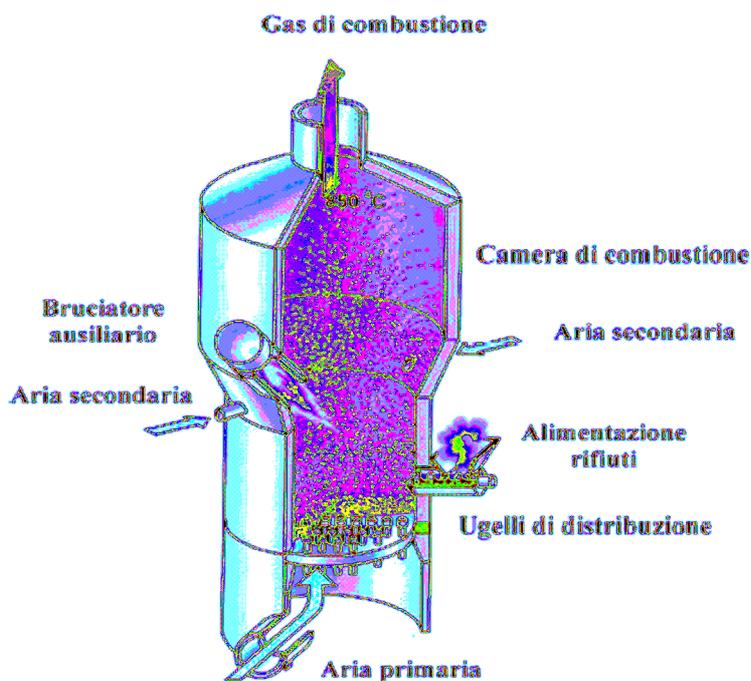


FIGURA 5-8 FUNZIONAMENTO DI UN FORNO A LETTO BOLLENTE

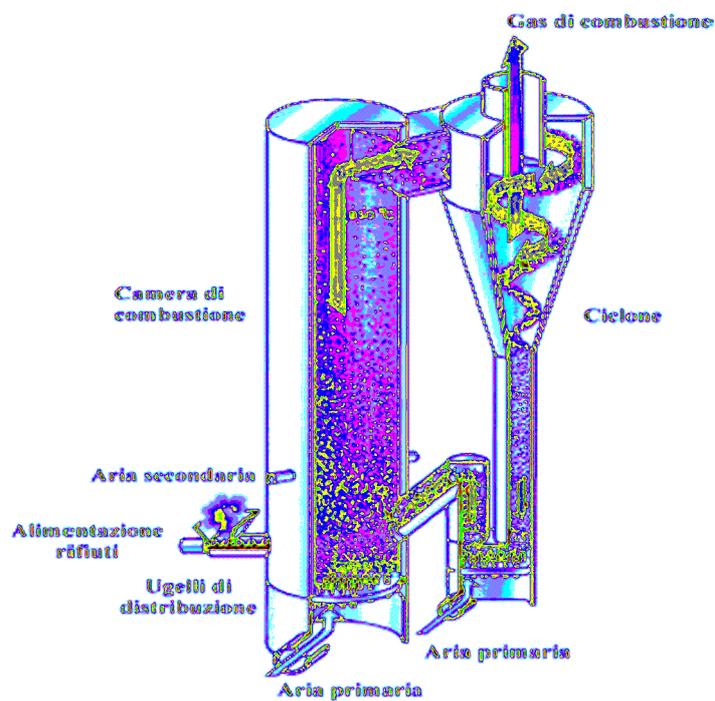


FIGURA 5-9 - FUNZIONAMENTO DI UN FORNO A LETTO RICIRCOLANTE



FIGURA 5-10 IL CDR PRONTO PER ESSERE CARICATO NEL FORNO A LETTO FLUIDO DELL'IMPIANTO DI BERGAMO



FIGURA 5-11 CORTEOLONA (PAVIA): IMPIANTO A LETTO FLUIDO

5.5 GASSIFICAZIONE

La gassificazione è un processo termochimico che consiste nella rottura delle molecole costituenti e nella successiva ossidazione parziale di un combustibile solido ricco di carbonio così da trasformarlo in un combustibile gassoso.

Il processo si svolge in atmosfera sottostechiometrica, cioè con ossigeno in difetto rispetto al quantitativo necessario per una combustione completa. Il risultato di questa operazione è la trasformazione della sostanza solida combustibile di partenza in un gas combustibile di sintesi in cui viene trasferita la maggior parte del contenuto energetico iniziale.

Il processo, applicato a rifiuti solidi contenenti carbonio, può prevedere una prima fase di pirolisi (in assenza di comburente) con la quale la sostanza solida viene trasformata in char, ceneri, olio di pirolisi e gas di sintesi per azione termica, e successivamente una fase di gassificazione che permette la rottura delle lunghe catene di idrocarburi e l'ulteriore formazione di gas di sintesi mediante reazioni di ossidazione parziale. Tali processi si dimostrano ovviamente vantaggiosi con alimentazioni di rifiuto ad alto contenuto di carbonio.

Il gas di sintesi prodotto, chiamato syngas, è composto principalmente da [idrogeno](#) (circa 50 %) e [monossido di carbonio](#) (circa 30 %), [anidride carbonica](#) e [metano](#). Il syngas può essere utilizzato sia per la produzione diretta di energia nello stesso sito di produzione sia come materia prima per l'industria di processo.

I processi di pirolisi possono avvenire anche a basse temperature (circa 400 °C), mentre la gassificazione in unico stadio o come fase successiva (nel tempo o nello spazio) della pirolisi utilizza temperature più elevate. All'aumentare della temperatura di processo diminuisce la percentuale tra fase liquida/solida (olio di pirolisi/char) prodotti; all'aumentare della quantità di comburente diminuisce la quantità della fase solida e varia la composizione sia della fase solida sia del syngas.

Nel processo di gassificazione in unico stadio per garantire l'apporto energetico necessario a raggiungere e mantenere le temperature di processo (dai 1500 ai 2000 °C) utili alla formazione di solo syngas, scorie e ceneri, viene attuata una combustione controllata mediante l'aggiunta di carbon-coke o equivalente. Per aumentare la qualità del syngas prodotto (in termini di potere calorifico) si può invece utilizzare aria arricchita o ossigeno come comburente.



Le fasi principali di un processo di pirolisi / gassificazione con recupero energetico in situ applicato ai rifiuti solidi possono pertanto essere così distinte:

- 1) eventuale preparazione del combustibile mediante pretrattamento (separazione di vetro e metalli);
- 2) gassificazione con produzione syngas;
- 3) depurazione del syngas (di solito mediante scrubbing);
- 4) utilizzo del syngas per la produzione di energia elettrica (mediante motori a combustione interna, cicli combinati, celle a combustibile previa ulteriore depurazione).

I processi di pirolisi / gassificazione possono essere realizzati in reattori a tino o tubolari a letto fisso o mobile, e in reattori a letto fluido sia a bassa sia ad alta pressione. La modularità è elevata e le taglie ottimali dei reattori sono leggermente inferiori a quelle utilizzate per il termico trattamento in letti fluidizzati e notevolmente minori di quelle degli inceneritori a griglia.

Le maggior parte delle tecnologie attualmente proposte per la la termovalorizzazione dei rifiuti solidi mediante tali processi utilizzano una combinazione di pirolisi e gassificazione ad alta temperatura e prevedono l'utilizzo in situ del syngas prodotto mediante combustione:

- pirolisi e combustione ad alta temperatura;
- pirolisi e gassificazione ad alta temperatura;
- gassificazione a fusione diretta.

La prima tecnologia attua il solo processo di pirolisi per la produzione di syngas quindi produce anche una certa quantità di combustibile in fase solida (char) e in fase liquida (oli di pirolisi da condensazione di fase vapore) il cui riutilizzo sostanzialmente complica notevolmente la gestione dell'impianto rispetto ad una corrispondente soluzione di combustione del rifiuto tradizionale. Tale tecnologia è pertanto più indicata per alimentazioni selezionate, quali ad esempio biomasse.

La tecnologia di pirolisi e gassificazione ad alta temperatura è stata applicata su scala industriale per il trattamento di rifiuti solidi in Europa nel sito di Karlsruhe in Germania ed è utilizzata anche in Giappone. Tale esperienza nel sito tedesco ha comportato alcune problematiche di esercizio relative al mancato raggiungimento delle temperature di inizio processo (circa 600 °C) all'interno del nucleo del reattore.



Probabilmente ciò si è verificato per la difficoltà di scale-up dei parametri di trasporto e delle dimensioni particellari del letto alle taglie impiantistiche maggiori richieste sul sito e ciò ha comportato una limitazione al trasporto termico all'interno del reattore.

La gassificazione a fusione diretta è ampiamente utilizzata in Giappone e in Corea. I motivi sono dovuti al fatto che il Giappone aveva da tempo già privilegiato l'incenerimento dei rifiuti per assenza di spazi dove realizzare discariche, arrivando ad incenerire quasi l'80% dei rifiuti. All'inizio degli anni '90, a causa dell'elevato livello di inquinamento da diossina dovuto alla diffusione massiccia degli inceneritori, spesso obsoleti, si è proceduto ad una riconversione drastica del sistema di trattamento finale con la realizzazione di nuovi impianti privilegiando la tecnologia della gassificazione a fusione diretta che garantisce la minimizzazione delle scorie da smaltire in discarica.

5.5.1 Gassificazione con sistemi a fusione diretta

Gli impianti di gassificazione e successivo recupero energetico a fusione diretta prevedono sostanzialmente una combustione a due stadi: nel primo stadio il rifiuto è alimentato dall'alto in un forno a tino (spesso miscelato con reagenti quali il carbone di legna o coke e calcare). In questa fase si ha la gassificazione del rifiuto utilizzando ossigeno puro o aria arricchita di ossigeno in dosi sub-stechiometriche quale agente gassificante. La temperatura nel crogiuolo del reattore è di 1700/1800°C. A questa temperatura si ha la fusione diretta e completa del rifiuto che può essere periodicamente colato e granulato in analogia con la tecnologia dell'altoforno.

Il prodotto ottenuto è costituito da ossidi metallici inerti vetrificati non lisciviabili. In Giappone queste scorie sono utilizzate in edilizia, mentre in Italia è da verificare a livello normativo il loro possibile utilizzo o il loro abbancamento in discarica per inerti. Il syngas prodotto nel reattore è completamente ossidato nel post-combustore senza preventiva depurazione. Trattandosi di una combustione aria comburente-gas si può ritenere che si eviti la formazione di incombusti. La composizione dei fumi in uscita è pertanto sostanzialmente simile a quella di un impianto di combustione tradizionale.

L'eccesso d'aria totale con cui opera tale sistema, come somma dell'aria substechiometrica insufflata nel gassificatore e dell'aria inviata nel post-combustore è inferiore a quello del forno a griglia per cui anche la quantità di fumi al camino risulta essere inferiore secondo quanto affermato da alcuni costruttori intervistati dalla Commissione. Ciò, nonostante la necessità di fornire l'aria comburente per la combustione del carbone di legna o del coke. Questi sono necessari al processo sia come combustibile ausiliario per elevare la temperatura fino ai valori indicati sia per



garantire la permeabilità della carica (cioè per garantire la possibilità per l'agente gassificante – ossigeno - di raggiungere la carica di rifiuti alle concentrazioni necessarie). I quantitativi di aria inferiori sono giustificati dal fatto che si brucia un gas di sintesi e non un materiale solido.

La presenza di un ambiente riducente e di alte temperature limita notevolmente la formazione di diossine nel reattore. Tuttavia non è da escludere il fenomeno della riformazione delle stesse nelle parti fredde del trattamento fumi (fenomeno questo notoriamente comune anche agli inceneritori) per cui l'impianto deve comunque essere dotato di un efficace sistema di abbattimento delle diossine nei fumi oltre che di sistemi per l'abbattimento dei metalli pesanti presenti negli stessi. L'atmosfera riducente ad alta temperatura determina infatti la volatilizzazione dei sali alcalini e dei metalli pesanti contenuti nei rifiuti e impedisce contestualmente l'ingresso dei metalli pesanti nelle scorie che risulterebbero non tossiche e quindi potenzialmente reimpiegabili come materiale dal costruzione per uso civile ⁽ⁱⁱ⁾.

I processi di pirolisi/gassificazione, pur potendo trattare anche i rifiuti tal quali, garantiscono buone prestazioni su rifiuti omogenei per cui, nel caso di trattamento di rifiuti solidi urbani si rendono opportune azioni di pretrattamento. Il principale vantaggio di queste tecnologie è la riduzione dell'impatto ambientale legato al conferimento dei rifiuti in discarica perché i residui possono essere riutilizzati in quanto non pericolosi e potenzialmente commerciabili ⁽ⁱⁱⁱ⁾ e, nel caso dei forni a fusione diretta, si raggiunge un significativo tasso di riduzione del volume rispetto ai volumi in ingresso e una produzione di syngas elevata, poiché il fumo in controcorrente garantisce un efficace scambio di massa all'interno della fornace.

E' da osservare che le tecnologie di pirolisi / gassificazione che non prevedono la depurazione del syngas prima della successiva combustione e recupero energetico comportano un impatto ambientale in atmosfera (quantità e qualità dei fumi) soltanto di poco inferiore a quello dei sistemi di termo trattamento tradizionali. Una notevole riduzione delle emissioni potrebbe essere raggiunta utilizzando sistemi di depurazione del syngas prima del suo riutilizzo come combustibile, ciò però comporta l'esercizio di ulteriori sistemi di abbattimento degli inquinanti (H₂S, acidi, ecc..) su un gas combustibile (con le relative complicazioni relative alla sicurezza) oltre che ai previsti sistemi per la depurazione dei fumi di combustione.



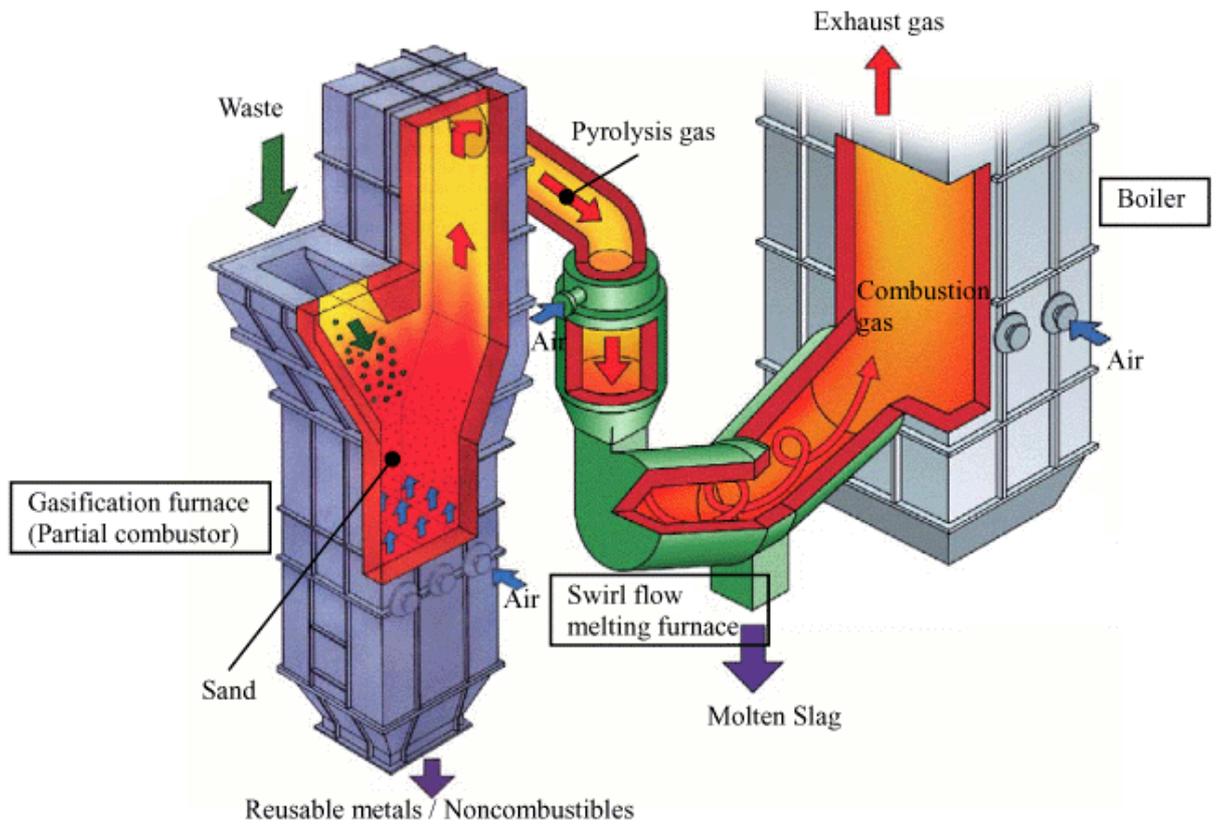


FIGURA 5-12 KAWASAKI FLUIDIZED BED GASIFICATION AND MELTING SYSTEM (iv)

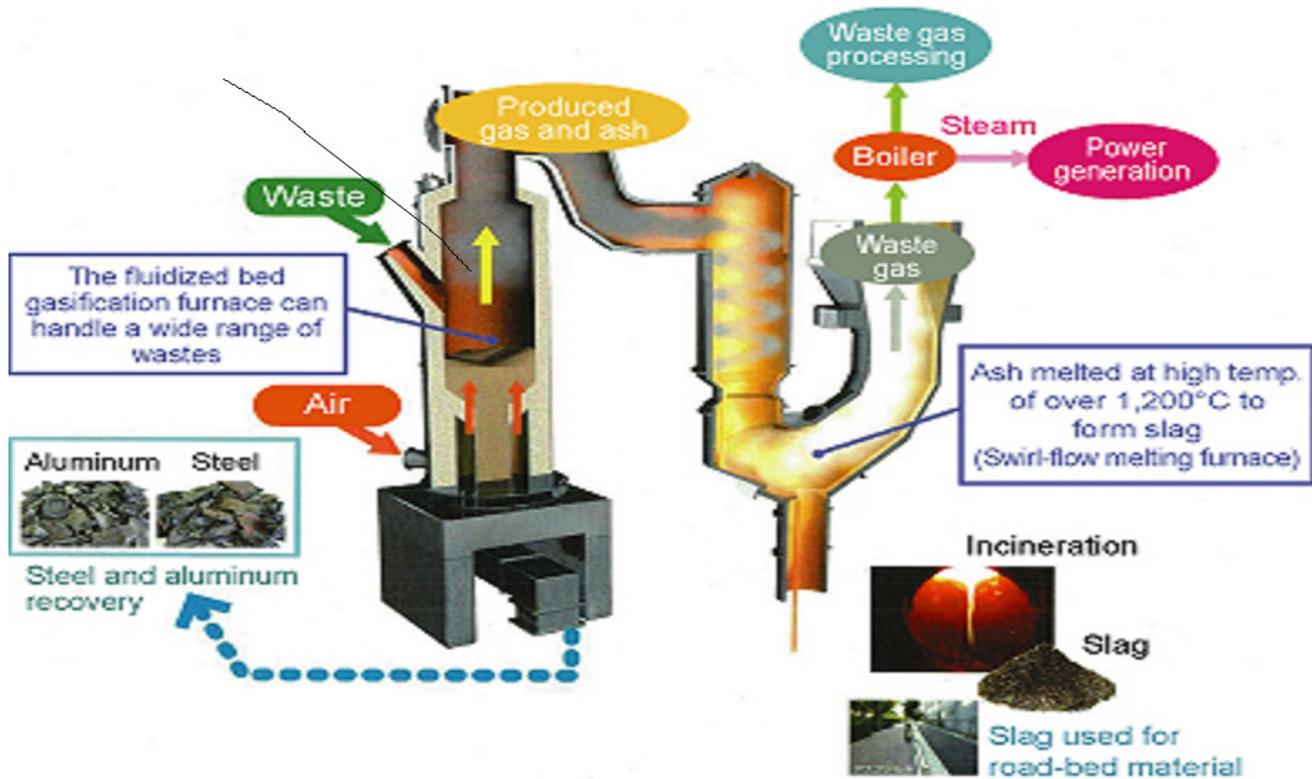


FIGURA 5-13 KOBELCO GASIFICATION MELTING SYSTEM (v)

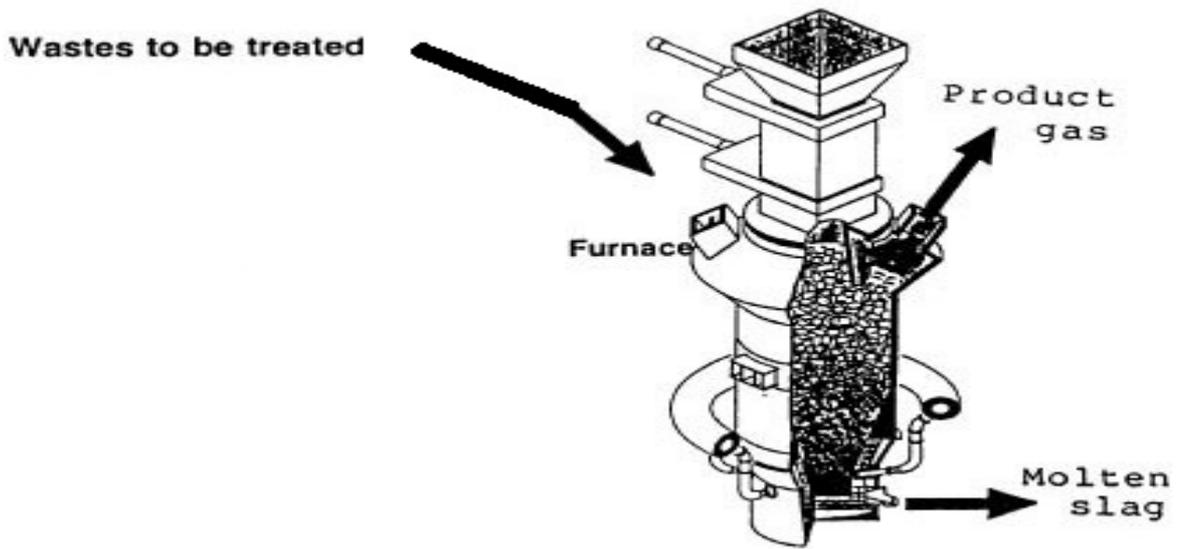


FIGURA 5-14 NIPPON STEEL DIRECT MELTING SYSTEM (vi)

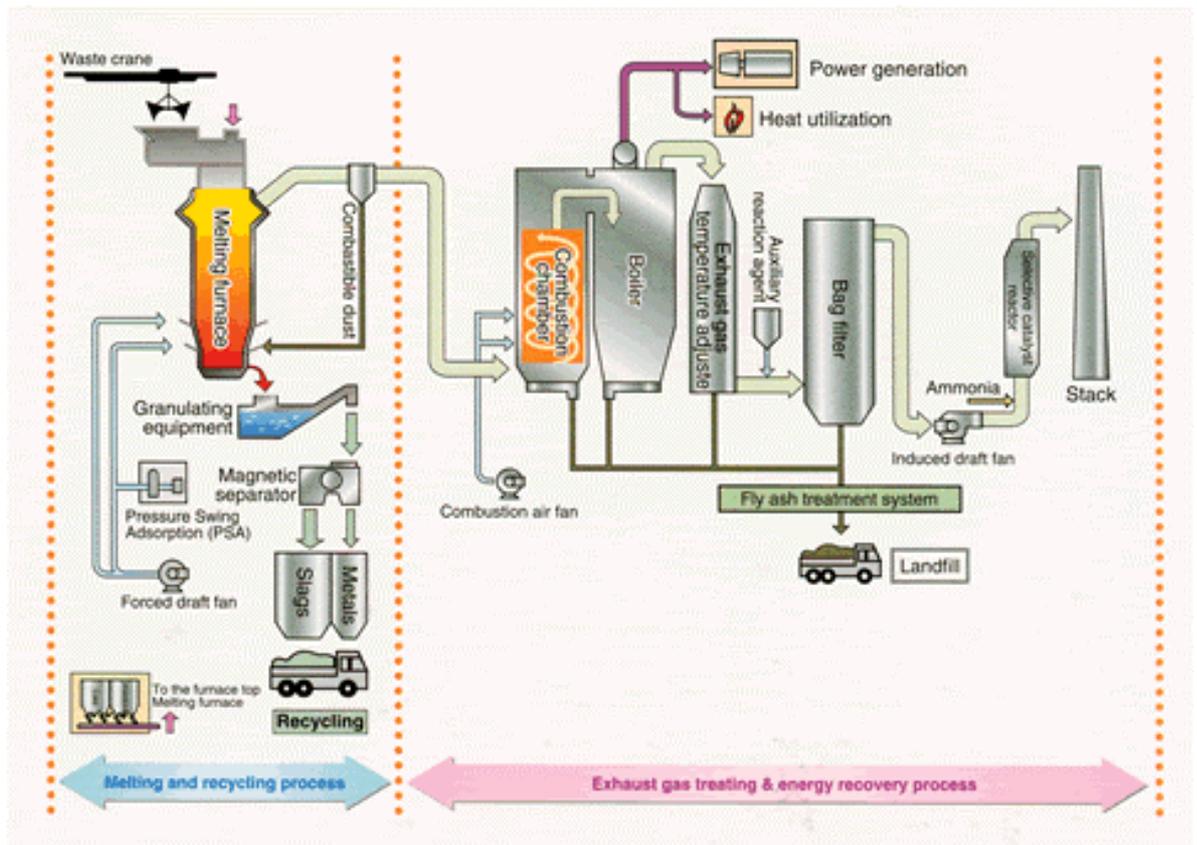


FIGURA 5-15 IL DIAGRAMMA DEI FLUSSI DELLA TECNOLOGIA NIPPON STEEL

5.5.2 GASSIFICAZIONE TRAMITE LA TORCIA AL PLASMA

La torcia al plasma è un processo di gassificazione che adotta come fonte di calore la torcia al plasma, originariamente sviluppata per la Nasa allo scopo di mettere alla prova i materiali realizzati per resistere alle altissime temperature cui sono sottoposte le navicelle spaziali al rientro nell'atmosfera a causa dell'attrito.

Il plasma generato dalla torcia comprende gas ionizzato a temperature comprese fra i 7000 e i 13000 °C: l'elevatissima quantità di energia, qualora applicata ai rifiuti potrebbe:

- decomporre le molecole organiche (in una zona di reazione dove la temperatura va dai 3000 ai 4000 °C);
- fondere i materiali inorganici e li trasformerebbe in una roccia vetrosa inerte simile alla lava, che può essere usata come materiale da costruzione. In questa "lava" sarebbero inglobati e quindi resi inerti i metalli pesanti, perciò non si avrebbero ceneri volanti che li contengano.
- La combustione del syngas depurato dovrebbe evitare la produzione di composti tossici pericolosi come diossine, furani o ceneri.

L'adozione di questa tecnologia sarebbe relativamente economica: circa il 10-20% in meno di un inceneritore di ultima generazione per costi di costruzione e gestione, a parità di produzione netta di energia, nonostante la generazione di plasma a 7000-13000° C comporti elevati consumi energetici. La produzione di energia è superiore a quella di un normale inceneritore: in un inceneritore, il calore generato dalla combustione porta a ebollizione l'acqua contenuta nella caldaia; il vapore prodotto muove una turbina che, grazie al trasformatore, produce energia elettrica (ciclo vapore). In un impianto che utilizza la torcia al plasma il syngas ottenuto, una volta depurato, è un prodotto di sintesi combustibile che può andare ad un motore a combustione interna o ad una turbina a gas, la quale può, o meno, essere seguita da un tradizionale ciclo vapore (ciclo combinato). Con un inceneritore si ottiene circa il 25% di energia dai materiali combustibili, mentre la tecnologia della torcia al plasma si arriva al 35%.

L'impianto di depurazione del syngas tratta quantitativi di gas notevolmente inferiori a quelli che trattano i fumi dei normali inceneritori con minori costi e minore produzione di residui pericolosi. È interesse del gestore dell'impianto che il trattamento del syngas sia efficiente, in quanto un suo malfunzionamento si tradurrebbe



immediatamente in un malfunzionamento dei motori a combustione interna o della turbogas con perdita di produzione di energia elettrica e quindi con un danno economico immediato. Sintetizzando un impianto con torcia al plasma sembrerebbe avere i seguenti vantaggi:

- produzione di scorie non lisciviabili e potenzialmente recuperabili in luogo delle ceneri prodotte nei normali inceneritori da abbancare in discarica
- produzione di un syngas che, previa depurazione, può essere inviato ad un ciclo combinato con elevati rendimenti elettrici
- significativa minore produzione di emissioni in atmosfera
- costi potenzialmente inferiori ad un inceneritore tradizionale



FIGURA 5-16 LE SCORIE VETRIFICATE PRODOTTE DALL'IMPIANTO PILOTA DI CASTELLGALÌ,

Per una corretta valutazione di questa tecnologia si è proceduto ad un incontro con Hera (società spagnola leader nel settore avendo acquisito una partecipazione azionaria della americana Plasco) ed ad un successivo sopralluogo all'impianto pilota realizzato da Hera a Castell Galì presso Barcellona.

Durante i colloqui si è evidenziato che l'unico impianto di trattamento di RSU avente taglia industriale (da 85 t/g) realizzato ad Ottawa (Canada) sta avendo dei problemi di affidabilità come facilmente verificabile dal sito "www.zerowasteottawa.com" ove con grande trasparenza – e serietà – sono reperibili i report mensili sul funzionamento dell'impianto redatti da un ente terzo.

Tali problemi sono da attribuirsi, a detta anche della Hera, al tentativo di trattare i R.U. tal quali come richiesto dalla municipalità di Ottawa. Ciò sta comportando dei problemi sulla regolarità dell'alimentazione dell'impianto. La proposta della Hera è invece di trattare con torcia al plasma dei rifiuti pretrattati, tipo CDR, aventi un P.C.I. prossimo alle 4.000 kcal/kg. Tale accorgimento dovrebbe superare le problematiche emerse ad Ottawa per cui la stessa Società ha intenzione di realizzare a Castell Galì un impianto con torcia al plasma dotato di impianto di pretrattamento e formazione di CDR per un bacino d'utenza di circa 1 milione di abitanti. Di questo impianto sono oggi visibili le fondazioni della parte di pre-trattamento.



FIGURA 5-17CASTELLGALÌ CATALUNYA SPAGNA: LAVORI IN CORSO PER LA COTRUZIONE DELLA SEZIONE DI PRETRATTAMENTO DEI RIFIUTI FINALIZZATA AL SUCCESSIVO TRATTAMENTO DEI RESIDUO CON TORCIA AL PLASMA

La tecnologia della torcia al plasma, molto interessante, risulta ancora poco diffusa per il trattamento dei RSU essendo utilizzata in genere per il trattamento di rifiuti pericolosi, ceneri pesanti da inceneritori a griglia e fanghi di depurazione come evidenziato nel seguente elenco di siti internet:

<http://www.advancedplasmamapower.com/>

APP, Società del Regno Unito "spin-off" della più nota Tetronics che da decenni già operava nelle applicazioni industriali dei plasmi; la APP dispone di un impianto-pilota ormai testato e in via di industrializzazione (da circa 1500 - 2000 ton/y), di tecnologia simile a quelli della PLASCO ad Ottawa e di PLASCO-HERA in Spagna, salvo per la sezione di pre-gassificazione a letto fluido di APP invece che a letto fisso di PLASCO-HERA; entrambi i processi trattano poi in due sezioni al plasma il syn-gas carico di particolati e le frazioni solide residuanti dalla camera di pre-gassificazione, completando la gassificazione e vetrificando tutte le scorie; la APP ha recentemente acquisito una commessa per un impianto di taglia industriale da 100 - 150mila ton/anno dalla città di Doncaster nel Nord dell'Inghilterra e ne ha completato la progettazione esecutiva

<http://www.enviroarc.com/>

<http://www.scanarc.se/>

Società svedesi-norvegesi, operano da decenni nelle applicazioni dei plasmi in campo industriale, soprattutto siderurgico e metallurgico, ma non solo; la Scanarc è il Centro di ricerca applicata e possiede impianti-pilota a Hofors in Svezia; è titolare di diversi processi, alcuni d'impiego generale applicabili sia su rifiuti industriali che su rifiuti urbani o assimilati, altri molto specialistici, quali "PyroArc", "VitroArc", "Slag reduction", "Plasmasmelt", "Arc fuming", "Freon destruction".

La Enviroarc, con sede a Oslo in Norvegia, collabora con la Scanarc ed entrambe con le Istituzioni accademiche e scientifiche svedesi e norvegesi; Enviroarc ha realizzato alcuni impianti industriali basati sui processi PyroArc e VitroArc, ad es. il PyroArc inserito nella più grande conceria norvegese "Borge Garveri" vicino a Bergen e il VitroArc applicato nell'impianto "ScanDust" di Landskrona nel Sud della Svezia; il nucleo al plasma di queste tecnologie deriva dalle attività di ricerca applicata per circa 15 anni dalla SKF svedese, ulteriormente affinata poi sino al 1999 dalle attività di ricerca applicata con il Gruppo Kvaerner norvegese. L'impianto norvegese "Borge Garveri" tratta rifiuti misti di tutto lo stabilimento (inclusi fanghi di concia, residui di pellami, plastiche e scarti di pallet in legno, ecc.); ha una capacità di circa 15000 ton/y e produce un syn-gas abbastanza pulito da essere utilizzabile in motori a combustione interna.



<http://www.euoplasma.com/>

Questa Società francese, da molti anni, sin dal 1995-1998, ha realizzato e gestisce in Francia i due impianti INERTAM a Morcenx e REFION a Cenon, specializzati rispettivamente nell'inertizzazione e vetrificazione di amianto e/o derivati e delle ceneri volanti del vicino inceneritore di Bordeaux; tra il 2002 e il 2007, collaborando anche con i gruppi giapponesi Hitachi Zosen e Kobe Steel, ha realizzato vari impianti per inertizzazione e vetrificazione di ceneri volanti e scorie sotto griglia di inceneritori giapponesi; recentemente ha iniziato a realizzare in Francia a Morcenx un nuovo reattore al plasma da 150 ton/giorno per RSU, e partecipa anche a progetti UE assieme agli Istituti francesi CEA e IFP per la gassificazione al plasma di bio-masse e la produzione di bio-fuel da bio-masse di "filiera corta"; stanno proponendo nuovi progetti basati sui plasmi anche in Korea, Portogallo, Inghilterra, Canada, USA

Ciò non esclude che nel prossimo futuro tale tecnologia sia disponibile considerando che:

- l'impianto di Ottawa della Plasco potrebbe superare le attuali difficoltà
- entro 3-4 anni dovrebbe essere realizzato l'impianto di Barcellona da parte della Hera
- in Francia è in corso di realizzazione l'impianto da 55.000 t/anno (12MW) per rifiuti industriali non pericolosi presso la città di Morcenx (Aquitania) da parte della Europlasma il cui avviamento è previsto per la fine del 2010

Si deve inoltre considerare che in Giappone, fin dal 2003, è stata applicata la tecnologia della torcia al plasma in combinazione con la tecnologia della gassificazione a fusione diretta nell'impianto descritto di seguito:

http://www.alternrg.com/project_development/commercial_projects

Le informazioni riportate di seguito sono state tratte anche da un report disponibile presso il sito del Comune di Campi Bisenzio (<http://www.comune.campi-bisenzio.fi.it/>) che ha istituito una commissione tecnica che aveva il compito di verificare la funzionalità di tecnologie alternative all'incenerimento. Nell'ambito di tale attività questa commissione ha recentemente visitato l'impianto di gassificazione con torce al plasma di Utashinai. Questo impianto risulta al momento l'unico impianto che utilizza anche la tecnologia del plasma per il trattamento dei Rifiuti Urbani in modo continuativo su scala industriale. L'impianto è infatti in esercizio dal 2003, occupa una superficie di circa un ettaro ed è dimensionato per 280 t/giorno ma, in occasione della visita, trattava circa 82,5 t/giorno su una delle linee di gassificazioni presenti



nell'impianto. La riduzione della portata è stata giustificata dai gestori in relazione alla diminuzione della popolazione nella zona. L'impresa che cura la gestione dell'impianto è una società mista pubblico-privata che è costituita per il 20 % dalla municipalità di Utashinai e per la restante parte dalla Hitachi Metals. L'impianto era stato progettato in origine per trattare principalmente pneumatici triturati ed è poi stato impiegato per il cotrattamento di pneumatici e di rifiuti urbani che vengono alimentati in rapporto 1:1 in peso ma in occasione della visita l'impianto lavorava su una sola linea di trattamento ed esclusivamente rifiuto urbano. Il rifiuto urbano viene alimentato in miscela con coke metallurgico e sostanze apportatrici di carbonato di calcio in ragione, rispettivamente, di circa il 4 % ed il 3 % in peso rispetto ai RU. Le torce al plasma non operano infatti direttamente sul rifiuto essendo immerse in un letto di coke che viene progressivamente consumato per il sostegno e la stabilizzazione del regime di produzione del syngas. Il coke alimentata va a ricostituire il letto originario in modo che il battente di coke al di sopra del plasma si mantenga sostanzialmente costante al progredire della reazione. Il calcare viene utilizzato come agente per la fluidificazione degli ossidi e la formazione della scoria. Il cuore del gassificatore si trova nella parte bassa del tino dove sono state installate a 90° quattro torce tipo mach3 di potenza di circa 300 kW ciascuna. Le torce vengono gestite in modo da minimizzare l'assorbimento elettrico e ridurre i tempi di funzionamento al fine di massimizzare la resa energetica dell'apparecchiatura e di mantenere il syngas nella finestra di temperatura desiderata. Il Syngas prodotto si raccoglie nello spazio di testa del reattore e da lì viene spillato ed avviato con continuità al post-combustore per la produzione di vapore surriscaldato. Il reattore di gassificazione è del tipo "in controcorrente" nel quale il RU procede dall'alto verso il crogiolo e il gas di sintesi fluisce verso l'alto in controcorrente. Le scorie residue del trattamento di gassificazione risulta pari a circa al 5-6 % in peso rispetto al rifiuto in ingresso e vengono poi trattate con agenti chelanti aventi la funzione di fissare in gruppi stabili e non lisciviabili i metalli pesanti. In definitiva l'impianto di gassificazione di Utashinai presenta le seguenti caratteristiche

- le condizioni operative nel reattore di gassificazione (temperatura superiore a 900 °C ed atmosfera riducente) sono particolarmente sfavorevoli alla formazione delle diossine e le concentrazioni rilevate lo confermano;
- il processo di gassificazione produce, a parità di rifiuto trattato, circa 1/3 delle emissioni di un inceneritore a griglia, con importanti ricadute positive sui flussi di massa delle emissioni inquinanti;

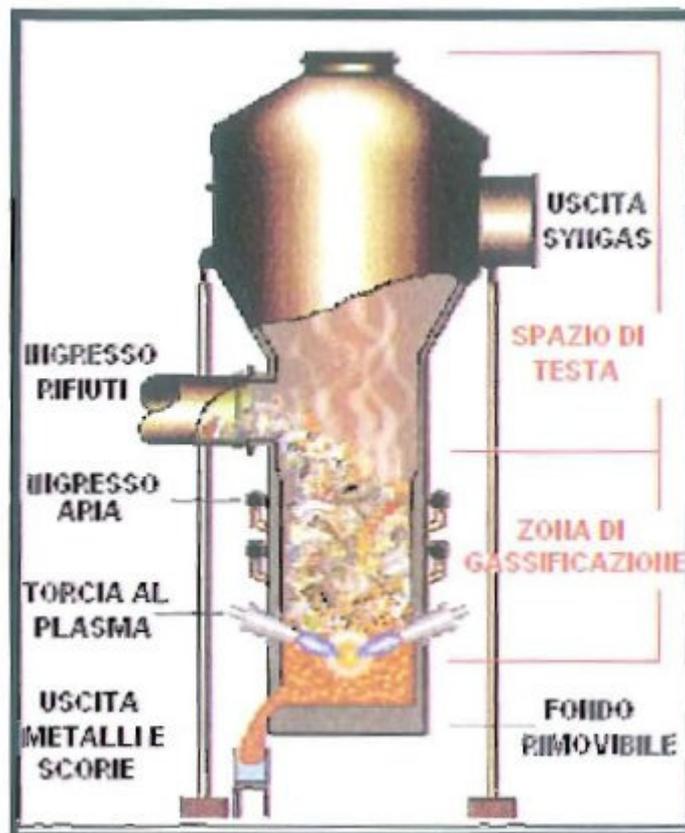


- le ceneri, in funzione delle caratteristiche merceologiche del rifiuto alimentato, rappresentano il 5-6 % in peso rispetto al 25-30 % rilevato per gli impianti a griglia ed al 18-20 % degli impianti a letto fluido;
- le caratteristiche delle emissioni e la produzione di residuo solido cambiano in modo ininfluente anche con una alimentazione pari al 50 % della potenzialità di targa dell'impianto consentendo l'impiego del trattamento del rifiuto urbano residuo anche su portate compatibili con percentuale di RD maggiori di quelle previste.

Il processo avviene in difetto di ossigeno rispetto al rapporto stechiometrico (circa il 40 %) e le principali reazioni coinvolte nel sostentamento termico del processo e nella produzione di gas di sintesi sono:

- reazioni di cracking termico e cinetico (riduzione di molecole complesse a idrocarburi gassosi ed idrogeno)
- reazioni di ossidazione parziale della matrice carboniosa con formazione di CO e calore;
- reazioni di reforming con formazione di CO, H₂ e CH₄

Di seguito viene riportato lo schema della fornace di gassificazione con torce al plasma dell'impianto di Utashinai.



5.6 PRODUZIONE E UTILIZZO DI CDR DI QUALITÀ

La norma UNI 9903-1 (“Specifiche e classificazione”) individua, sulla base delle caratteristiche chimico-fisiche e con particolare riguardo al contenuto di inerti e inquinanti, due classi di qualità per l’RDF (Refuse Derived Fuel tradotto in italiano con Combustibile Derivato dai Rifiuti, CDR):

- RDF di qualità elevata
- RDF di qualità normale.

Le caratteristiche minimali richieste per le due classi di qualità sono sinteticamente elencate nella tabella seguente, nella quale sono anche riportate per confronto le analoghe prescrizioni previste dal DM 5 Febbraio 1998.

Parametro	u.m.	RDF UNI 9903 qualità elevata	RDF UNI 9903 qualità normale	CDR ex D.M. 5.02.1998
Umidità	% massa t.q.	max 18	max 25	max 25
Pci	MJ/kg s.s.	min 20	min 15	min 15
Ceneri	% massa s.s.	max 15	max 20	max 20
Cloro totale	% massa t.q.	max 0,7	max 0,9	max 0,9
Zolfo	mg/kg t.q.	max 0,3	max 0,6	max 0,6
Pb	mg/kg s.s.	max 100	max 200	max 200
Cr	mg/kg s.s.	max 70	max 100	max 100
Cu	mg/kg s.s.	max 50	max 300	max 300
Mn	mg/kg s.s.	max 200	max 400	max 400
Zn	mg/kg s.s.	max 50	--	--
Ni	mg/kg s.s.	max 30	max 40	max 40
As	mg/kg s.s.	max 5	max 9	max 9
Cd + Hg	mg/kg s.s.	max 3 + 1	max 7	max 7

TABELLA 5-1 CARATTERISTICHE DEI COMBUSTIBILI DERIVATI DAI RIFIUTI



Come può rilevarsi dall'esame dei dati riportati nella tabella precedente per l'RDF di qualità normale vengono prescritte caratteristiche corrispondenti a quella del D.M. 1998, mentre per l'RDF di qualità elevata sono stati individuati dei parametri molto più restrittivi che ne consentono però una maggiore commerciabilità perché salvaguardano proprio i parametri che potevano creare delle problematiche gestionali negli impianti industriali non specificatamente progettati per utilizzare combustibili da rifiuto.

La produzione di un RDF/CDR di qualità elevata (CDR-Q) viene ottenuta mediante la raffinazione e lavorazione della frazione secca dei rifiuti urbani con medio-alto potere calorifico, integrata con adeguate quantità di altre tipologie di rifiuti speciali aventi caratteristiche termiche elevate e adeguatamente costanti, quali i PFU (pneumatici fuori uso) e le plastiche non clorurate.

Il materiale tal quale in ingresso è normalmente caratterizzato da un PCI pari a 2000-3000 kcal/kg se raccolto in zone con bassi livelli di RD (20-40 %) e di 3000-4000 kcal/kg per le zone con alti livelli di RD (50-70 %). Questo materiale può raggiungere, dopo il trattamento di selezione ed essiccamento, oltre i 4000-5000 kcal/kg. In generale, i rifiuti in ingresso al processo di produzione di combustibile da rifiuti possono essere sia rifiuti urbani indifferenziati residui a valle della raccolta differenziata, che rifiuti non pericolosi di origine industriale (scarti di produzione e rifiuti da post-uso industriale). A seconda dell'origine, varia, sia la composizione, che il grado di omogeneità dei flussi e, conseguentemente, la complessità del processo di trattamento.

A seconda dell'origine varia sia la composizione che il grado di omogeneità dei flussi e conseguentemente la complessità del processo di trattamento.

Per preparare un materiale combustibile partendo da rifiuti contenenti una frazione biodegradabile, quali i rifiuti urbani, in generale è possibile distinguere due tipi di Trattamenti Meccanici e Biologici (TMB) già illustrati nei paragrafi precedenti:

- 1) trattamento di selezione a doppio flusso;
- 2) trattamento di biostabilizzazione-bioessiccazione a flusso unico.

Il CDR di elevata qualità è un combustibile di buona qualità, arricchito rispetto alla formulazione ottenuta dai semplici RU, studiato per l'utilizzazione in co-combustione nelle Centrali Termoelettriche (CTE), a parziale sostituzione dei combustibili fossili tradizionali (quota in peso del CDR di elevata qualità del 10-20%): polverino di carbone. La scelta dei rapporti di massa, la tipologia delle materie prime impiegate e



la forma fisica delle singole componenti del combustibile prodotto dall'impianto è tale da rendere possibile un'omogenea alimentazione al bruciatore della caldaia di utilizzazione, e consentirebbe di evitare separazioni, sedimentazioni e compattamenti.

Nei cementifici, alla luce delle sperimentazioni condotte sua all'estero che in Italia, è stata ipotizzata una quota media di sostituzione dei combustibili tradizionali dell'ordine del 20-30%, espressa come apporto termico al processo. Tenuto conto dei livelli di fabbisogno energetico da combustibili fossili che si possono stimare in circa di 2 Mtep/anno (Mtep = milioni di tonnellate equivalenti di petrolio, al quale viene assegnato un PCI di 41,9 MJ/Kg), la potenzialità di utilizzo di CDR risulta dell'ordine di 0,8-1,3 Mt/a nell'ipotesi, ottimistica, che tutti i cementifici sul territorio nazionale si dotino degli impianti e delle infrastrutture necessarie per la co-combustione. Ne consegue, in definitiva, una potenzialità massima di utilizzo del CDR pari a 1,5-2 Mt/a.

A secondo della applicazione possono cambiare i requisiti richiesti. Il processo di raffinazione viene spinto o meno in funzione del tipo di rifiuto in ingresso e dell'uso finale del combustibile da rifiuti. I processi di produzione del combustibile da rifiuti non sono ancora processi standardizzati.

La preparazione finale varia anche in funzione della distanza e del tipo dell'utilizzatore, se questo è lontano dallo stabilimento di produzione, la compattazione in balle o la pellettizzazione è preferibile per diminuire i costi di trasporto. Il CDR può essere preparato in forma di fluff o addensato in pellets, cubi e mattoncini.

L'utilizzo del CDR in centrali termoelettriche o cementifici comporta la necessità di una integrazione tra l'iniziativa pubblica e quelle imprenditoriale privata, in quanto occorre verificare la effettiva disponibilità nel territorio provinciale e in altri entro ragionevoli distanze di una domanda di CDR corrispondente almeno all'offerta, Vanno inoltre definite in anticipo le condizioni tecnico/economiche con cui i potenziali soggetti privati coinvolgibili si impegnano a ritirare e riutilizzare il CDR prodotto.

Non si può però ignorare che il ricorso a soggetti esterni al comparto pubblico per la chiusura del ciclo comporta notevoli rischi e limita fortemente la possibilità di controllo su una fase strategica del sistema integrato di gestione dei rifiuti urbani.

In particolare per quanto riguarda la Provincia di Genova va segnalato che non sono presenti centrali termoelettriche o cementifici che risultino disponibili a garantire l'acquisto del CDR potenzialmente producibile da parte del contesto genovese.



6 IDENTIFICAZIONE DELLA TECNOLOGIA PIÙ EFFICACE PER IL TRATTAMENTO DEI RU IN PROVINCIA DI GENOVA

Relativamente alla scelta della tipologia impiantistica per il trattamento della frazione residua è stata innanzitutto considerata la priorità che la legislazione nazionale ed europea attribuisce al recupero di materia e, in subordine, al recupero energetico della frazione combustibile dei RU residui, nonché alla riduzione al minimo del ricorso allo smaltimento in discarica.

Per questa ragione la Commissione ha ritenuto opportuno privilegiare le tecnologie (ed i relativi dimensionamenti) che risultano compatibili con il raggiungimento a regime di un livello di RD pari al 65 % del totale dei RU prodotti. La Commissione ha però ritenuto che si dovesse privilegiare soprattutto le tecnologie che consentissero di raggiungere una elevata flessibilità del parco impiantistico individuato in modo da renderlo compatibile, per quanto possibile, sia con uno scenario di RD minima (pari almeno al 45 % del totale dei RU prodotti) sia allo scenario a regime con RD pari al 65 %.

Per quanto riguarda le tipologie impiantistiche analizzate per il trattamento dei rifiuti urbani residui si deve innanzitutto considerare che, nella maggior parte dei casi, gli impianti di trattamento meccanico-biologico sono costituiti da una sezione di trattamento biologico (aerobico o anaerobico) finalizzata alla stabilizzazione della frazione putrescibile. Tale processo di biostabilizzazione comporta anche un aumento del potere calorifico del materiale in uscita da questi impianti (circa il 60-75 % del totale in ingresso) che spesso supera il limite dei 13.000 KJ/kg di PCI massimo stabilito dal D.Lgs.n° 36/2003 per i rifiuti che possono essere smaltiti in discarica. Bisogna inoltre rammentare che, in base alle ultime indicazioni espresse nel documento interregionale della Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province autonome, le Regioni “...considerata la limitatissima possibilità di impiego della FOS sia come ripristini ambientali che come ricopertura discariche” ritengono “opportuno disincentivare la realizzazione di nuovi impianti con produzione di frazione organica sporca da stabilizzare e da smaltire in discarica...”.

Queste tipologie impiantistiche possono però essere efficacemente connesse od integrate ad impianti di raffinazione e condizionamento della frazione combustibile per la produzione di frazione secca o di CDR (Combustibile Derivato dai Rifiuti).



Per quanto riguarda invece il confronto tra l'opzione dell'incenerimento dei RU tal quali e la combustione della sola frazione secca, esistono numerose studi sull'argomento che riportano però conclusioni spesso tra loro in netto contrasto.

Escludendo il recupero energetico tramite digestione anaerobica della frazione umida, teoricamente, l'energia recuperabile dal RU tal quale è 1,5 volte quella recuperabile dal CDR, a parità di RU trattato; l'utilizzo diretto dei RU comporta l'eliminazione dei costi energetici di pretrattamento, la possibilità di utilizzare tutta l'energia dei rifiuti, la stabilizzazione e l'igienizzazione dei rifiuti (nessuna frazione organica fermentescibile).

L'utilizzo della frazione secca o del CDR riduce i volumi e le masse da bruciare arricchendone il potere calorifico con conseguente aumento del rendimento a parità di sezione di impianto, ma comporta una complessiva diminuzione del potenziale energetico del rifiuto; la sola separazione della frazione secca comporta la stabilizzazione della frazione organica (FOS) che comunque va in discarica anche se con un impatto minore e non può essere compostabile (D.M. 5/2/98).

L'utilizzo della frazione secca o del CDR in quanto più simile ad un combustibile che ad un rifiuto eterogeneo consente però di utilizzare minori eccessi d'aria e dunque permette una riduzione dei costi del sistema di abbattimento fumi a valle della combustione per le migliori condizioni di combustione. Queste differenze assumeranno sempre più peso in un'ottica di progressiva diminuzione dei livelli emissivi con la progressiva adozione di normative sempre più severe.

Alla fine del 2008 è stato reso pubblico uno studio redatto dal Politecnico di Torino (Proff. Genon e Blengini), commissionato dalla Provincia di Torino, il cui scopo principale era quello di mettere a confronto vari scenari alternativi di ciclo integrato per la Provincia di Torino tramite l'applicazione della metodologia LCA (Life Cycle Assessment), con l'obiettivo di individuare lo scenario con migliori prestazioni energetico-ambientali, tenuto conto dei costi di gestione e dei fabbisogni per trattamenti e smaltimenti finali.

Sono stati predisposti quattro modelli LCA per valutare l'effetto dell'incremento percentuale di raccolta differenziata dal 52 % (Previsione PPGR 2006) al 65 % (obiettivo a regime del D.Lgs.n° 152/2006) e l'effetto dell'applicazione o meno del pretrattamento del RU residui (valutando sia il semplice TMB che la digestione anaerobica).



Nell'analisi dei modelli sono stati privilegiati gli indicatori energetici come il GER (Gross Energy Requirement), indicatori ambientali riconducibili ai cambiamenti climatici come il GWP100 (Global Warming Potential) e indicatori energetico-ambientali integrati (Ecoindicator 99: salute umana+qualità ecosistema+uso risorse). Sono stati infine valutati i costi associati alle ipotesi di cui sopra e i fabbisogni impiantistici e di discarica.

Lo studio LCA del Politecnico di Torino ha valutato che gli scenari al 65% di raccolta differenziata (RD) risultano nettamente migliori degli scenari al 52% di RD in disaccordo con gli studi (Giugliano, Politecnico di Milano, 2007) che in precedenza avevano ipotizzato che non risultasse conveniente ridurre la quota da avviare ad incenerimento con recupero di energia aumentando oltre il livello del 50 % di RD.

L'analisi LCA di filiere reali, considerando cioè dati di sistemi/impianti esistenti relativi a flussi principali, scarti, sistemi di raccolta, trasporti e processi industriali, ha evidenziato che i nuovi limiti di legge sono coerenti con i conseguenti benefici energetici e ambientali netti ed è quindi giustificabile un ulteriore sforzo per giungere ai nuovi (ed ambiziosi) livelli di raccolta differenziata.

Sia gli indicatori energetici che quelli relativi ai gas serra sono concordi nel supportare questa prima conclusione della LCA. Alla stessa conclusione si giunge anche analizzando il modello LCA con il metodo Ecoindicator 99 (miglioramento medio del 35%).

Poiché i modelli LCA delle filiere di riciclaggio/valorizzazione sono stati predisposti sulla base di esperienze italiane e rappresentative della realtà torinese e sono stati confrontati con i risultati di esperienze di ricerca analoghe rappresentative del nord Italia, si può a buona ragione ritenere che il modello LCA risulti assolutamente attendibile e i vantaggi energetici e ambientali indicati non siano stati sovrastimati. I vantaggi derivanti dal raggiungimento del 65 % di RD potrebbero essere addirittura ulteriormente incrementati attraverso una miglior organizzazione delle filiere a valle delle raccolte differenziate oggi non sempre eccellenti. A titolo di esempio si consideri l'attuale basso recupero delle plastiche (circa il 40% delle plastiche da RD non viene infatti riciclato).

Una ottimizzazione delle filiere di valorizzazione delle frazioni da RD (ad es. utilizzando le tecnologie utilizzate presso il Centro Vedelago) potrebbe infatti compensare la diminuzione della qualità delle raccolte differenziate all'aumentare della percentuale complessiva di RD. La ricerca ha poi evidenziato come le



prestazioni energetiche del termo trattamento dei RU residui migliorino all'aumentare della RD dal 52% al 65%.

Il giudizio relativo all'opportunità di prevedere un pre-trattamento prima della termovalorizzazione dei RU residui risulta invece più controverso poiché non è stata definita la tecnologia del pre-trattamento, né tantomeno i risultati che ci si attende da tale processo (PCI della frazione secca in uscita dal pre-trattamento, bilanci di massa e ripartizione tra secco ed umido). La ricerca ha comunque permesso di evidenziare che:

- gli indicatori energetici evidenziano che il sistema con pre-trattamento basato unicamente sul trattamento di stabilizzazione aerobico risulta meno efficiente (-5%) rispetto al sistema alternativo che prevede l'avvio a combustione senza pretrattamento. Questo risultato è legato al destino in discarica previsto per la frazione organica stabilizzata aerobicamente;
- gli indicatori energetici evidenziano invece che il sistema con pre-trattamento che prevede l'utilizzo della digestione anaerobica con produzione e recupero di biogas risulta sostanzialmente equivalenti rispetto al sistema alternativo che prevede l'avvio a combustione senza pretrattamento. In questo scenario il digestato viene sottoposto a biostabilizzazione e poi smaltito in discarica e questa scelta incide negativamente sulle prestazioni energetiche del sistema.
- Il bilancio dei gas serra evidenzia invece come il pre-trattamento conferisca al sistema le migliori prestazioni come evidenziato nella tabella successiva.



Tabella 6-1 - Bilancio energetico e dei gas serra dei 3 scenari con RD 65% per 1 t di RU.

Indicatore di categoria	u.d.m.	Incenerim. RU residuo senza pretratt.	TMB e discarica FOS + inc. secco	Digestione umido - TMB e discarica FOS - inc. secco
ENERGY total GER	MJ	-17.362	-16.881	-17.224
ENERGY non-renew	MJ	-8.811	-8.358	-8.682
ENERGY renew	MJ	-8.551	-8.523	-8.542
GWP100total	kg CO2eq	26	-25	-54
GWP100fossil	kg CO2eq	-211	-234	-281
GWP100bio	kg CO2eq	339	209	227

Fonte: Rapporto LCA Politecnico di Torino Novembre 2008

Lo studio andrebbe quindi approfondito confrontando anche con un quarto scenario in cui il digestato ottenuto tramite digestione anaerobica fosse essiccato (con il calore di risulta dell'impianto di termo trattamento del secco residuo) e poi recuperato energeticamente per diminuire ulteriormente il conferimento in discarica di tale frazione.

Non va infine dimenticato che la recente direttiva europea sull'incenerimento, allo scopo di minimizzare il carico ambientale degli inceneritori, ha introdotto una serie di previsioni tecniche (quali i limiti alle emissioni, le temperature di combustione, l'efficienza minima del recupero energetico) che convergono nel richiedere preferibilmente la bruciatura delle sole porzioni del rifiuto residuo ad elevato potere calorifico. A tale scopo molti degli impianti di più recente progettazione o costruzione prevedono la vagliatura in ingresso, con avvio a incenerimento delle sole componenti grossolane di sopravaglio, in cui si concentrano materiali cartacei e plastici, mentre il sottovaglio, che contiene porzioni importanti di scarto alimentare (ancora presente nel rifiuto residuo anche in caso di sviluppo delle raccolte differenziate) viene deviato dal flusso da incenerire. Si genera conseguentemente la necessità di trattare il sottovaglio, ed il trattamento meccanico biologico e/o la digestione anaerobica sono perfettamente adatti a tale scopo.



I dati riportati nella tabella successiva dimostrano che la combustione della frazione secca tritata o del CDR in impianti dedicati sia la soluzione certamente più complessa ma anche quella meno costosa e che comporta le minori emissioni di gas e di scorie contenendo al minimo l'impatto ambientale complessivo rispetto alla combustione dell'indifferenziato.

Per inquadrare l'opzione dell'incenerimento alla luce delle priorità di azione recentemente assunte dall'UE bisogna infine considerare che attualmente, a differenza che nel recente passato, la preoccupazione prioritaria non è più quella di risparmiare il consumo di combustibili fossili, bensì quella di prevenire i rischi di cambiamenti climatici e, a tale scopo, incidere sulla gestione dei rifiuti. Un recente studio condotto dall'Agenzia Europea per l'Ambiente per conto della Commissione Europea dal titolo *“Opzioni nella gestione dei rifiuti e cambiamento climatico”* ha permesso di fare chiarezza in merito all'impatto sul clima delle diverse strategie di gestione dei RU.

Tale studio dimostra che *“in generale, la strategia raccolta differenziata dei RSU seguita dal riciclaggio (per carta, metalli, tessili e plastica) e il compostaggio/digestione anaerobica (per scarti biodegradabili) produce il minor flusso di gas serra, in confronto con altre opzioni per il trattamento del rifiuto solido urbano tal quale. Se confrontato allo smaltimento del rifiuto non trattato in discarica, il compostaggio/digestione anaerobica degli scarti putrescibili e il riciclaggio della carta producono la riduzione più elevata del flusso netto di gas serra.”* (si veda tab. successiva)

Lo studio della AEA Technology ha dimostrato che la raccolta differenziata dei RU, seguita dal riciclaggio di carta, metalli e plastica e compostaggio o digestione anaerobica della frazione putrescibile, produce il più basso flusso di gas serra, (-461 kg CO₂ eq/t) rispetto a tutte le altre opzioni per il trattamento dei RU tal quale.



TABELLA 6-2- BILANCIO DELLE EMISSIONI DI KG GAS SERRA PER OGNI T. DI RU (vii).

Bio stabilizzazione e messa a discarica	
Con bio-ossidazione spinta	-403
Con bio-ossidazione breve	-329
Digestione anaerobica	
Con recupero elettricità	-104
Con recupero elettricità e calore	-185
Bio stabilizzazione e incenerimento con produzione di elettricità	
Con bio-ossidazione spinta	-295
Con bio-ossidazione breve	-221
Incenerimento	
Solo carta con produzione elettricità	-235
Solo plastica con produzione elettricità	1.556
RU indifferenziati con produzione di elettricità	-10
Con CDR in centrale a carbone	-337
Discarica	
RU non trattati (<i>alto contenuto carbonio biodegradabile</i>)	614
RU non trattati (<i>basso contenuto carbonio biodegradabile</i>)	42

La preferenza verso l'opzione dell'autosufficienza a livello provinciale trae inoltre origine dalla considerazione che ricorrere a soggetti esterni rispetto all'ambito territoriale di riferimento (provinciale o interprovinciale) per il reimpiego della frazione secca o del CDR prodotto risulta molto rischioso poiché soltanto attraverso il controllo diretto di tutte le fasi del processo di gestione si possono fornire idonee garanzie in termini di stabilità della potenzialità di trattamento, efficacia dei presidi ambientali e verifica delle dinamiche delle tariffe. Viceversa la ricerca di soluzioni diverse, in assenza di una piena condivisione con le comunità interessate - espressa attraverso gli opportuni strumenti amministrativi – potrebbe generare, insieme ad una condizione di dipendenza, il perdurare di elementi di incertezza. La scelta della tecnica di trattamento deve infatti soddisfare il principio di autosufficienza su tutta la filiera della gestione in ottemperanza all'art 182 del D.Lgs.n° 152/06 che stabilisce che “*Lo smaltimento dei rifiuti è attuato con il ricorso ad una rete integrata ed adeguata di impianti di smaltimento, attraverso le migliori tecniche disponibili e tenuto conto del*



rapporto tra i costi e i benefici complessivi, al fine di .. realizzare l'autosufficienza nello smaltimento dei rifiuti urbani non pericolosi in ambiti territoriali ottimali”

Va poi considerato che il fabbisogno di trattamento della frazione organica derivante da RD non è attualmente soddisfatto e tale problema è destinato ad acuirsi con la progressiva diffusione della raccolta differenziata dell'umido a livello provinciale. Si renderà pertanto necessario realizzare un impianto di selezione e pretrattamento (meccanico-biologico o di digestione anaerobica che consente anche di ottenere un parziale recupero energetico della frazione organica come illustrato nei paragrafi precedenti), che dovrebbe essere progettato in modo da essere progressivamente convertibile al compostaggio di qualità al crescere dei quantitativi di frazione organica raccolti in modo differenziato.

Infatti, un impianto di digestione anaerobica dell'umido da separazione meccanica dell'indifferenziato è, in pectore, un impianto che può essere convertito progressivamente alla produzione di compost di qualità se viene gestito in combinazione ad una sezione di post trattamento aerobico del digestato. Ciò può avvenire anche gradualmente, con la crescita della raccolta differenziata, in tutti gli impianti in cui la sezione biologica sia sufficientemente modulare da permettere il trattamento separato del rifiuto residuo, da un lato, e della frazione organica da RD per il compostaggio di qualità, dall'altro.

Bisogna inoltre tenere conto dell'obbligo, sancito dal D.Lgs.n° 36/2003 alla post conduzione delle discariche, dell'obbligo al pretrattamento dei rifiuti residui prima della loro collocazione in discarica e del divieto assoluto di conferire in discarica rifiuti con potere calorifico superiore ai 13.000 KJ per chilogrammo.

Tenendo conto di questi vincoli l'unica strategia ambientalmente ed economicamente adottabile è quindi quella della massima valorizzazione dell'altissimo potere calorifico del rifiuto urbano che verrà ancora residuo allorquando verranno raggiunti gli obiettivi di Piano per quanto riguarda la raccolta differenziata (65 % a regime) poiché si deve tener conto che, nelle zone dove sono già stati ottenuti tali risultati, il PCI dei rifiuti residui risulta molto alto e perfino superiore a quanto previsto per il CDR di qualità base (15.500 kj/kg). Considerato che anche la Provincia di Genova è destinata a raggiungere elevati livelli di RD risulta evidente che l'assetto impiantistico deve tenere conto di questa caratteristica dei rifiuti residui e quindi la strategia più opportuna, sia dal punto di vista ambientale che economico, è senz'altro quella della separazione della frazione secca (da avviare a processi di recupero energetico) rispetto alla frazione umida (da avviare a processi di digestione anaerobica).



7 RECUPERO DI MATERIA ED ENERGIA DALLA FORSU E POSSIBILI SINERGIE IN BASE ALL'UBICAZIONE DELL'IMPIANTO DEDICATO

7.1 SCELTA DELLA TECNOLOGIA DI TRATTAMENTO DELLA FORSU

Con la diffusione tra i floricoltori dell'uso della torba, verificatasi a partire dagli anni '70, è venuto meno l'uso in floricoltura del compost ottenibile dagli RU raccolti in maniera differenziata.

La torba presenta ottime caratteristiche idrologico strutturali ma è tuttavia povera chimicamente e biologicamente, mentre il compost è ricco di elementi chimici utili ed è in grado di combattere gli agenti crittogamici che agiscono soprattutto negli ambienti caldi e umidi tipici della floricoltura in serre per cui attualmente è in fase di rivalutazione l'uso del compost da raccolta differenziata.

Nel caso specifico del Comune di Genova, la scarsa disponibilità di spazio e la richiesta di scegliere impianti di trattamento che consentano il recupero energetico fa propendere per la scelta del trattamento dei rifiuti organici da raccolta differenziata tramite preventiva digestione anaerobica e successivo compostaggio: questo processo, pur presentando necessità di trattamento delle acque di esubero, e un incremento dei costi di investimento e di gestione, garantisce una maggiore efficienza energetica dell'impianto tramite la produzione di biogas e un prodotto stabile chimicamente e di qualità tale da non rischiare di dover essere conferito in discarica per assenza di domanda o per il mancato raggiungimento dei parametri qualitativi richiesti dalla normativa.

Gli impianti di digestione anaerobica presentano costi di investimento "marcatamente superiori" (400-800 €/ton.anno) rispetto al costo specifico degli impianti di compostaggio che è normalmente compreso nel range 300-500 € ma sarà certamente superata la taglia minima di 20.000 t/a necessaria affinché un impianto di digestione anaerobica non soffra di eccessive diseconomie di scala.

La quantità di compost che potrebbe essere prodotta da un impianto in grado di trattare 50.000 t all'anno di rifiuti organici da raccolta differenziata è quantificabile in circa 15.000 t/a: queste quantità potrebbero essere utilizzate su una superficie di



1500 ettari, che di solito rappresentano l'estensione di poche aziende agricole di grandi dimensioni; tramite opportune azioni si potrebbe evitare con buona probabilità il rischio di dover conferire in discarica compost di qualità per mancanza di domanda.

Per ottenere le sopraindicate quantità di prodotto è necessario ricorrere alla tecnologia che combina la digestione anaerobica degli RU da RD con una successiva fase di compostaggio e maturazione aerobica.

I processi di digestione anaerobica si distinguono, a seconda della temperatura, in processi mesofili, la cui temperatura tipica è di circa 36°C, e quelli termofili, che danno luogo a processi dai 54°C in su.

La resa energetica del processo di digestione anaerobica può essere pari a 150-200 kWh/t di potenza elettrica, al netto degli autoconsumi di potenza termica da destinare al riscaldamento dei digestori nel caso di digestione termofila e, grazie al sistema dei certificati verdi, possono fruttare 30-35 €/t.

Una tonnellata di rifiuti in ingresso nel digestore anaerobico produce 100-200 m³ di biogas, mediamente composto per il 60% da metano (CH₄).

L'adozione della digestione anaerobica è in grado di ridurre il consumo specifico d'area rispetto alle tecniche di solo compostaggio: si passa infatti da 1-1,5 m² per tonnellata di rifiuto trattato all'anno, necessaria al compostaggio, a un valore di 0,3-0,8 m² nel caso di preventiva digestione anaerobica.



7.2 CONSIDERAZIONI IN MERITO ALLE POSSIBILI SINERGIE IN BASE ALL'UBICAZIONE DELL'IMPIANTO PER IL TRATTAMENTO DELLA FORSU

I reattori per la digestione anaerobica della frazione organica degli RU ottenuta dalla separazione dal flusso degli indifferenziati devono essere fisicamente separati da quelli per il trattamento della FORSU da RD per non far decadere la qualità del compost da RD inficiandone la possibilità di riutilizzo in agricoltura.

Il **posizionamento dei digestori anaerobici vicino ad un sito di discarica**, sia attiva sia in fase di chiusura e bonifica, può dare i seguenti vantaggi:

- a) possibilità di usare lo stesso sistema (motori a combustione interna, microturbine, ecc..) per il recupero del biogas proveniente da digestione anaerobica e per il biogas estratto dal corpo rifiuti;
- b) possibilità di utilizzare l'acqua depurata proveniente da un impianto di depurazione del percolato di discarica per diluire il materiale da inviare a digestione anaerobica.

Il **posizionamento dei digestori anaerobici nei pressi di impianti per la depurazione di acque reflue** urbane può d'altra parte fornire i seguenti benefici:

- c) possibilità di conferire al digestore anaerobico i fanghi di supero derivanti dal trattamento delle acque reflue civili;
- d) Possibilità di conferire le acque reflue dell'impianto di digestione anaerobica al depuratore. (Nel caso di digestori anaerobici con tecnologia "a umido" la portata d'acqua in uscita dall'impianto di digestione dei rifiuti può raggiungere e superare l'80% in peso dei rifiuti in ingresso. Il conferimento a impianti terzi che eseguano la depurazione delle acque può incidere sui costi di gestione anche nella misura di 15-20 € per tonnellata di rifiuto trattato).

La Commissione ha verificato la scarsità di aree disponibili nel sito di Scarpino per l'eventuale stabilizzazione del digestato proveniente dal trattamento del rifiuto urbano residuo. Ha pertanto valutato positivamente l'opportunità di posizionare i digestori anaerobici presso il sito di Scarpino (sfruttando i vantaggi elencati ai punti a) e b)) e di avviare il digestato a recupero energetico, previa filtrazione ed eventuale essiccazione con il calore di risulta dell'impianto di termo trattamento.



La Commissione ritiene invece indispensabile una successiva fase di biostabilizzazione della materia per il digestato ottenuto dal trattamento anaerobico della frazione organica proveniente da RD, con relativa produzione di compost. Tale fase di biostabilizzazione (processo che risulterà inevitabile a seguito del progressivo raggiungimento del 65 % di RD) comporta un notevole fabbisogno di aree, incompatibile con le aree disponibili per la realizzazione del polo impiantistico presso Scarpino. La Commissione pertanto suggerisce di prevedere una ubicazione differente per la sezione di biostabilizzazione della frazione organica proveniente da RD, e quindi di prendere eventualmente in considerazione anche l'opportunità di ubicare i reattori per la digestione anaerobica della frazione organica proveniente da RD nei pressi di un impianto di depurazione acque reflue per usufruire dei vantaggi di cui ai punti c) e d).

Le conclusioni in merito sono riportate nel capitolo 9 di pagina 103.

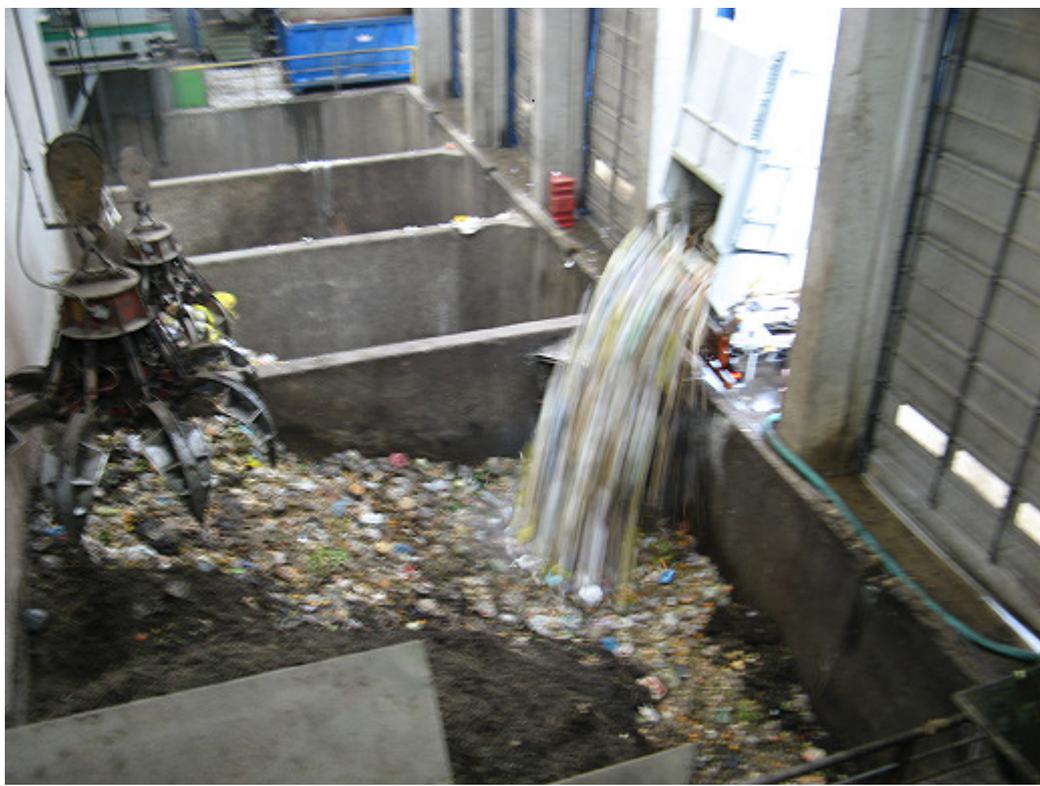


FIGURA 7-1 BASSANO DEL GRAPPA (VICENZA): FOSSA PER LA RICEZIONE DEI RIFIUTI ORGANICI DA RD E IL SUCCESSIVO TRATTAMENTO IN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA



FIGURA 7-2 CAMPOSAMPIERO (PADOVA): DIGESTORE ANAEROBICO PER RIFIUTI ORGANICI DA RD REALIZZATO NEI PRESSI DI IMPIANTO PER IL TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE

8 ILLUSTRAZIONE DELLO SCHEMA DEL CICLO INTEGRALE DEI RIFIUTI, APPROFONDIMENTO DEI MACROSCENARI E ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI SCENARI DI DETTAGLIO

La Commissione ha innanzitutto ritenuto che bisogna considerare che nell'arco temporale esaminato non varierà solo la quantità ma anche la qualità ed in particolare il potere calorifico dei rifiuti che dovranno essere trattati presso il polo impiantistico di Scarpino. In Veneto, ad esempio, nei contesti più avanzati in termini di RD il PCI dei rifiuti residui ha ormai raggiunto e superato le 4.000 Kcal/kg e questo avviene anche in provincia di Varese, Bergamo, Lecco dove la RD media ha superato il 55 % nel 2007. In Provincia di Genova le ultime analisi merceologiche dei RU sono state condotte dall'A.M.I.U. lo scorso anno ma risultano ancora carenti sia per il numero di analisi (statisticamente non significativo) che per la scarsa rappresentatività delle porzioni di territorio genovese esaminate.

La conoscenza aggiornata della composizione merceologica dei rifiuti urbani è invece un elemento fondamentale ai fini della valutazione di quali siano i materiali presenti nel rifiuto residuo (e quindi ancora potenzialmente intercettabili e recuperabili) e nel rifiuto lordo (all'origine presso le varie utenze) e quindi per pianificare l'organizzazione della raccolta e, di conseguenza, del sistema di trattamento della frazione residua. Si ritiene quindi che la Provincia dovrebbe operare rapidamente per effettuare tali analisi non solo nel capoluogo ma anche nei Comuni più rappresentativi del contesto provinciale come d'altronde operato da tutte le Province che hanno aggiornato il proprio PPGR per il rispetto dei nuovi obiettivi di RD previsti dalla normativa nazionale.

Allo stato attuale delle conoscenze è possibile operare solo una parziale stima dei flussi che comunque può almeno far comprendere l'importanza di un approfondimento della conoscenza qualitativa dei RU in Provincia in attesa di poter utilizzare dei dati specifici e aggiornati.

Per ottenere la corretta quantificazione dei flussi di produzione dei rifiuti in Provincia di Genova, suddivisi per frazione merceologica, è necessario calcolare i flussi di rifiuti urbani al netto delle raccolte differenziate, basandosi sui risultati delle caratterizzazioni merceologiche e sugli ultimi dati disponibili per la produzione di rifiuto indifferenziato, per poi provvedere a sommare, per ogni frazione merceologica, i rispettivi quantitativi raccolti in modo differenziato nell'anno di riferimento, ottenendo così la ripartizione merceologica del totale dei rifiuti urbani prodotti al lordo delle RD.



A questo punto è possibile valutare le possibilità di intercettazione a regime per ogni frazione merceologica calcolando così i flussi differenziati e, per sottrazione di questi ai rispettivi quantitativi di RU lordi, la composizione quali-quantitativa del rifiuto residuo nel breve, medio e lungo periodo.

Per ottenere la corretta quantificazione dei flussi di produzione dei rifiuti in Provincia di Genova si è comunque provveduto a calcolare, in via preliminare, i flussi di rifiuti al netto delle raccolte differenziate (suddivisi in 16 frazioni) basandosi sulle analisi merceologiche effettuate nel 2007 e sull'ultimo dato disponibile per la produzione di rifiuto indifferenziato (dati 2007). Si è poi provveduto a sommare, per ogni frazione merceologica, i rispettivi quantitativi raccolti in modo differenziato nel 2007 e si è così ottenuta la tab. successiva che rappresenta la ripartizione merceologica del totale dei rifiuti urbani prodotti al lordo delle RD nel 2007.

TABELLA 8-1- RIEPILOGO FLUSSI RU E RD IN PROVINCIA DI GENOVA NEL 2007 (18,8 % DI RD)

Fraz. Merceologiche	RU al lordo delle RD sudd. %	RU al lordo delle RD 2007	RD 2007 t/a	RU al netto delle RD sudd. %	RU residuo 2007 t/a
Umido	31,06	152.629	676	38,1	151.953
Verde	2,75	13.511	7.978	1,4	5.533
Carta	14,00	68.814	24.285	11,2	44.528
Cartone	9,45	46.455	8.911	9,4	37.544
Alluminio	0,82	4.048	11	1,0	4.037
Metalli ferrosi	1,94	9.552	4.291	1,3	5.260
Vetro	7,65	37.591	14.575	5,8	23.016
Plastica imballaggi	8,36	41.083	2.865	9,6	38.218
Altra plastica	1,56	7.650	462	1,8	7.188
Legno	3,20	15.725	14.837	0,2	888
Tessili e cuoio	3,13	15.379	1.574	3,5	13.804
Pannolini	6,38	31.344	0	7,9	31.344
R.U.P.	0,17	852	294	0,1	558
Ingombranti RAEE e	2,89	14.217	4.594	2,4	9.623
Inerti	2,86	14.063	7.128	1,7	6.934
Spazzamento	3,77	18.506	0	4,6	18.506
Totale	100,00	491.418	92.484	100,0	398.934



La fase successiva dell'analisi della Commissione ha riguardato l'identificazione delle necessità impiantistiche per il trattamento del rifiuto residuo in Provincia di Genova rispettivamente al raggiungimento del 45 % di RD ed al raggiungimento del 65 % di RD. Tali esigenze possono essere valutate, in sede di prima approssimazione, dal calcolo della quota residua di rifiuti non recuperata, assumendo le seguenti ipotesi di scenario:

- in mancanza di elementi più precisi relativamente all'andamento economico, sul trend demografico e sul potenziale esito delle iniziative di riduzione a monte di RU si prevede che la produzione di rifiuti urbani risulti sostanzialmente stabilizzata su un livello di circa 500.000 t/anno;
- viene previsto l'effettivo raggiungimento degli obiettivi di raccolta precedentemente descritti. D'altronde, anche se tali obiettivi venissero raggiunti con qualche anno di ritardo, non risulta comunque opportuno sovradimensionare le potenzialità impiantistiche poiché, quando verranno raggiunti tali obiettivi di riduzione e riciclaggio, la carenza di rifiuti da trattare potrebbe creare dei notevoli problemi economici al gestore dell'impianto di termotrattamento. Queste situazioni di sovradimensionamento cautelativo non incentivano inoltre il raggiungimento degli obiettivi di riduzione e riciclaggio poiché tali azioni diventano antitetiche al termotrattamento del RU residuo.



Di seguito vengono riportati i dati ottenuti applicando le precedenti assunzioni:

TABELLA 8-2 - RIEPILOGO FLUSSI RU, OBIETTIVI DI RD IN PROVINCIA DI GENOVA AL 45 % DI RD

Fraz. Merceologiche	RU al lordo delle RD t/a	Intercettaz. % delle fraz. al 45% di RD	Flussi a rec. al 45 % di RD t/a	RU res. al netto delle RD sudd. %	RU residuo al 45 % di RD t/a
Umido	155.294	35	54.353	36,37	100.941
Verde	13.746	35	4.811	3,22	8.935
Carta	70.015	60	42.009	10,09	28.006
Cartone	47.267	65	30.723	5,96	16.543
Alluminio	4.119	60	2.471	0,59	1.647
Metalli ferrosi	9.718	60	5.831	1,40	3.887
Vetro	38.248	65	24.861	4,82	13.387
Plastica imballaggi	41.801	55	22.990	6,78	18.810
Altra plastica	7.784	0	0	2,80	7.784
Legno	16.000	55	8.800	2,59	7.200
Tessili e cuoio	15.647	55	8.606	2,54	7.041
Pannolini	31.892	0	0	11,49	31.892
R.U.P.	867	50	433	0,16	433
Ingombranti e RAEE	14.465	55	7.956	2,35	6.509
Inerti	14.308	60	8.585	2,06	5.723
Spazzamento	18.829	0	0	6,78	18.829
Totale	500.000	44,5	222.430	91,2	277.570



TABELLA 8-3 - RIEPILOGO FLUSSI RU, OBIETTIVI DI RD IN PROVINCIA DI GENOVA AL 65 % DI RD

Fraz. Merceologiche	RU al lordo delle RD t/a	Intercettaz. % delle fraz. al 65% di RD	Flussi a rec. al 65 % di RD t/a	RU res. al netto delle RD sudd. %	RU residuo al 65 % di RD t/a
Umido	155.294	75	117.092	21,77	38.202
Verde	13.746	75	10.310	1,96	3.437
Carta	70.015	70	49.011	11,97	21.005
Cartone	47.267	75	35.450	6,73	11.817
Alluminio	4.119	75	3.089	0,59	1.030
Metalli ferrosi	9.718	70	6.803	1,66	2.916
Vetro	38.248	80	30.598	4,36	7.650
Plastica imballaggi	41.801	70	29.260	7,15	12.540
Altra plastica	7.784	0	0	4,44	7.784
Legno	16.000	70	11.200	2,74	4.800
Tessili e cuoio	15.647	70	10.953	2,67	4.694
Pannolini	31.892	0	0	18,17	31.892
R.U.P.	867	70	607	0,15	260
Ingombranti e RAEE	14.465	70	10.126	2,47	4.340
Inerti	14.308	70	10.016	2,45	4.292
Spazzamento	18.829	0	0	10,73	18.829
Totale	500.000	64,9	324.514	86,8	175.486

Analizzando la figura riportata di seguito si può avere un prima stima di quanto sia destinata a cambiare la composizione merceologica dei RU residui (anche se i dati incompleti delle analisi a disposizione portano a sottostimare la presenza di rifiuti verdi tenendo in considerazione solo zone metropolitane) con l'evoluzione delle RD e, di conseguenza, anche del loro potere calorifico.



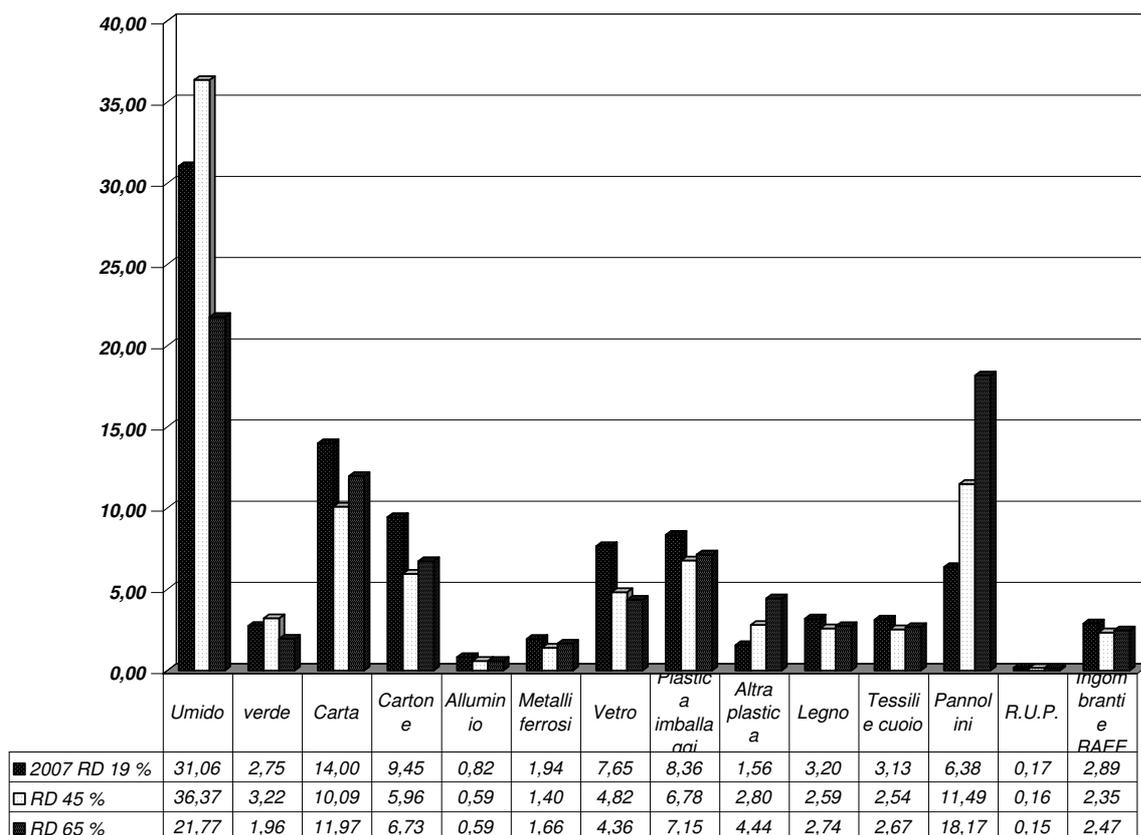


Figura 8-1 Stima della variazione della composizione dei RU res. al variare della % di RD

In altri termini se si dovesse operare la scelta della tipologia impiantistica di recupero energetico del rifiuto residuo utilizzando i dati di potere calorifico dei rifiuti residui analizzati nel 2007 (circa .1.800-2000 kcal/kg) si potrebbe optare per impianti che, con l'evoluzione delle RD, potrebbe diventare ben presto inadatti al trattamento non solo di rifiuti secchi pretrattati ma anche del rifiuti residuo da RD a livelli del 55-65 %.

Questa situazione si è già d'altronde determinata in Regione Veneto dove gli impianti esistenti a griglia mobile raffreddata ad aria (che possono accettare RU con PCI non superiore alle 2.500-3.000 kcal/kg) non sono in grado di trattare i RU residui raccolti nei vari contesti dove si è già raggiunta e superata la quota del 55-60 % di RD.

In effetti uno dei vantaggi principali degli impianti di preselezione (che separano e trattano in modo distinto la frazione organica rispetto alla frazione secca) è proprio legato alla maggiore compatibilità ed elasticità degli stessi mano a mano che si portano a regime le iniziative di riduzione e riciclaggio (proprio il contrario di quanto si può rilevare per gli impianti di incenerimento del tal quale in quanto si è portati a sovradimensionarne le potenzialità per contenerne i costi di gestione unitari).

8.1 VANTAGGI DERIVANTI DAL PRETRATTAMENTO DEI RIFIUTI URBANI RESIDUI

Al fine di migliorare il rendimento energetico e di minimizzare le emissioni inquinanti occorre ottimizzare il processo di combustione del rifiuto. Tale ottimizzazione è peraltro espressamente richiesta dalla Convenzione di Stoccolma (punto B dell'allegato C) sottoscritta dall'Italia

L'ottimizzazione del processo di combustione può essere ottenuta utilizzando un combustibile di buona qualità con:

- alto potere calorifico
- costanza della composizione chimico-fisica (omogeneizzato)
- un forno che garantisca un buon contatto combustibile – aria comburente

I R.U. indifferenziati hanno una composizione media:

- 35 % combustibile (28 – 44%)
- 35 % umidità (20 – 48 %)
- 30 % inerti (17 – 46%).

La frazione combustibile costituisce quindi solo un 1/3 del totale, con un PCI (Potere calorifico inferiore) del rifiuto non preselezionato attorno ai 7.500 KJ/kg (circa 1.800 - 2.000 Kcal/kg)

L'umidità presente nei rifiuti residui indifferenziati sottrae calore dovendosi espellere nei fumi come vapore acqueo con un consumo di circa 1.000/1.200 kcal/kg d'acqua evaporata (il consumo teorico è di 640 Kcal/kg). Da qui la necessità di un impianto a monte che riduca il tenore di umidità e contemporaneamente riduca la percentuale di inerti. Ovviamente l'energia consumata dall'impianto dovrà essere minore di quella recuperata per la produzione di energia elettrica e di calore.

Parallelamente se l'alimentazione al termotrattamento non è costante come composizione chimico-fisica è impossibile ottimizzare i parametri di combustione ed in particolare la portata d'aria comburente. Infatti non omogeneizzando i rifiuti in ingresso si potrebbero alimentare rifiuti a basso potere calorifico (ad. es. rifiuti di



cucina) ed immediatamente dopo alimentare rifiuti ad alto potere calorifico (plastiche) col risultato che se la portata d'aria è tarata per i rifiuti a basso PCI si potrebbe avere una quantità d'aria insufficiente per quando si alimentano rifiuti ad alto PCI (il viceversa abbassa la temperatura del forno).

Nella pratica occorre tenere eccessi d'aria (rispetto alla teorica – stechiometrica) molto elevati (> 100%) per evitare la formazione di incombusti. Ciò sottrae calore utile in quanto l'aria in eccesso si scalda senza partecipare alla reazione di ossidazione.

Questo è il motivo per cui a monte di qualsiasi impianto termico vi è sempre una fase di omogeneizzazione della materia prima:

- prima dell'altoforno vi sono i parchi di omogeneizzazione del minerale,
- prima del forno da cemento vi sono i parchi di pre-omogeneizzazione delle materie prime ed i sili di omogeneizzazione
- prima della centrale termoelettrica vi sono i parchi per l'omogeneizzazione del carbone.

Analogamente se l'obiettivo del termotrattamento è produrre energia elettrica e calore – e non smaltire rifiuti – prima del termotrattamento vi deve essere un impianto di omogeneizzazione. La necessità di un impianto di omogeneizzazione è anche motivata da un importante aspetto di controllo delle emissioni.

- Come noto uno degli aspetti più delicati nella gestione di un impianto di termotrattamento di rifiuti è il controllo delle emissioni di diossine e furani.

Le misure delle emissioni sono effettuate tramite controlli analitici al camino di norma due volte l'anno per un periodo di circa 8 ore per misura.

Non esistono allo stato attuale della tecnica analizzatori in continuo in grado di monitorare a camino l'emissione di micro-inquinanti (diossine, furani, IPA, ecc.). Recentemente sono però stati realizzati dei sistemi di campionamento “in continuo” (AMESA, DMS) che effettuano un prelievo dei fumi ad intervalli predefiniti per inviare tali campioni ai laboratori di analisi e rendere così possibile un controllo più accurato delle emissioni.

Nel caso l'alimentazione al termovalorizzatore sia costante e nota come composizione chimica le misure periodiche effettuate possono essere rappresentative della situazione delle emissioni, anche se i controlli andrebbero comunque intensificati.



Se viceversa caso l'alimentazione non è costante e non è nota la composizione chimica del rifiuto alimentato (come nel caso di assenza di un impianto di omogeneizzazione a monte dell'impianto) la misura effettuata ha validità solo per il tempo di misura, ma non può assolutamente essere rappresentativa del livello delle emissioni al di fuori di tale tempo. Si conclude che a monte del termotrattamento, al fine di ottimizzare la combustione e quindi affinché lo stesso abbia quale scopo principale la produzione di EE e di calore occorre installare un impianto di pre-trattamento in grado di:

- ridurre l'umidità presente
- omogeneizzare i rifiuti



8.2 IMPIANTO DI SEPARAZIONE SECCO – UMIDO

La commissione ritiene pertanto che a monte dell'impianto di termotrattamento debba prevedersi un impianto di separazione secco-umido. Tale impianto permetterà non solo di ottenere i benefici descritti nel precedente paragrafo (ottimizzazione della combustione con relativo minor impatto ambientale) ma anche i seguenti altri vantaggi:

- A) ottimizzazione delle rese energetiche tramite invio alla termovalorizzazione della sola frazione secca con alto potere calorifico (che quindi contribuisce al miglior recupero energetico mediante combustione);
- B) separazione della frazione umida, a basso potere calorifico, con conseguente possibilità di digestione anaerobica (processo d'elezione, rispetto alla combustione, per rifiuti di tale tipologia) per la produzione di biogas la cui emissione di CO₂ nella fase di produzione di energia elettrica e calore non contribuisce all'effetto serra trattandosi di CO₂ derivante da frazione biodegradabile;
- C) riduzione dei rifiuti da avviare a termotrattamento con riduzione dei costi complessivi (il termotrattamento ha costi d'investimento di un ordine di grandezza superiori alla digestione anaerobica a parità di potenzialità) nonché delle emissioni in atmosfera;

Tale impianto dovrà avere le caratteristiche di:

- ottimizzare la separazione secco/umido;
- pretrattare la frazione umida al fine di ottenere un'alta produzione di biogas nella successiva fase di digestione anaerobica;
- omogeneizzare la frazione secca per migliorare la combustione;
- occupare una superficie ridotta;
- minimizzare la complessità dell'impianto integrato e garantire continuità d'esercizio.



8.3 DIMENSIONAMENTO DELLA SEZIONE DI DIGESTIONE ANAEROBICA

La Commissione ritiene che la scelta ottimale dal punto di vista del minor impatto ambientale e del maggior recupero energetico per il trattamento della frazione umida separata dal rifiuto indifferenziato sia la digestione anaerobica con relativa produzione di biogas. Tale soluzione, come osservabile dai dati di bilancio di massa ed energetico riportati nell'**allegato 1 e 2**, permette rendimenti più elevati e minori emissioni in atmosfera.

Le quantità in gioco, calcolate tenendo conto del bilancio di massa complessivo del ciclo dei rifiuti (si veda schema di flusso quantificato all'Allegato) sono, per una RD al 45%:

- frazione umida: circa 118650t/anno
- biogas prodotto: circa 23730000Nm³/a con PCI di circa 4750 kcal/Nm³

Tale percentuale dovrà scendere ulteriormente per potere rispettare i vincoli normativi che impongono una RD al 65%. A regime, con una R.D. al 65% le quantità in gioco saranno:

- frazione umida: 51.000 t/anno
- biogas prodotto: 10.100.000 Nm³/a con PCI di circa 4750 kcal/Nm³

Per garantire la flessibilità della sezione di biodigestione anaerobica in prospettiva della riduzione del rifiuto organico da trattare ed al contestuale aumento della frazione organica da RD (circa 70.000 t/a rispetto alle 130.000 t/a intercettabili a regime non conferibili all'impianto di trattamento dedicato di cui si prevede un dimensionamento per circa 50.000 t/a); si suggerisce di dimensionare il digestore per 120.000 t/a. Tale dimensionamento soddisfa sia al fabbisogno di trattamento della sola frazione organica da selezione del RU con una R.D. del 45% circa, sia al fabbisogno a regime per trattare separatamente (grazie alla modularità dell'impianto suddiviso in almeno 5/6 reattori distinti) circa 50.000 t/a di frazione organica da selezione e circa 70.000 t/a di umido da RD, prevedendo la presenza di una linea di backup. Il dimensionamento che si propone è quindi quello di un numero di digestori variabile tra 6 e 8 **da circa 15-20.000 t/a ciascuno**, che permetterebbero di affrontare con la



necessaria flessibilità il periodo transitorio di passaggio da una RD al 45% fino all'obiettivo del 65%.

La commissione ha in effetti evidenziato che all'aumentare della raccolta differenziata diminuirà la disponibilità di frazione umida nel RU residuo da avviare alla digestione anaerobica (si passerà dal 48% circa a meno del 33% sul totale dei RU trattati).



8.4 DIMENSIONAMENTO DELLA SEZIONE DI TERMOTRATTAMENTO

La Commissione con le motivazioni espresse nei precedenti capitoli ritiene che l'impianto finale possa chiudersi con una sezione di valorizzazione energetica della "frazione secca" e del digestato opportunamente pressofiltrato per ridurre il tenore d'acqua e parzialmente essiccato con il calore di risulta dell'impianto di termotrattamento.

Tale sezione dovrà essere quindi in grado di ricevere sia la "frazione secca" derivante dalla sezione di separazione secco-umido che il "digestato"..

La scelta di inviare al termotrattamento anche la frazione di "digestato" ha le seguenti ragioni:

- per poter conferire in discarica il digestato occorre prevedere a valle della digestione anaerobica un sezione dedicata al processo di biostabilizzazione aerobica. Tale sezione di stabilizzazione necessita di aree significative non disponibili a Scarpino. Ricordiamo che la FOS (Frazione Organica Stabilizzata), ovvero il compost ottenuto dalla frazione umida da separazione meccanica del RU indifferenziato non è utilizzabile in agricoltura/floricoltura (a differenza del compost ottenuto dall'umido da R.D.) dato il tenore di inquinanti presenti, e la potenziale possibilità di utilizzo per ripristini ambientali è spesso risultata di difficile attuazione.
- l'obiettivo della Commissione è l'individuazione di un ciclo dei rifiuti che minimizzi l'uso della discarica mentre, tramite la preventiva estrazione dell'acqua dalla FOS si può ottenere un consistente aumento del PCI (da 600-800 kcal/kg a 1200-1500 kcal/kg) ed operare un ulteriore recupero energetico di tale biomassa che consente inoltre una riduzione in peso per oltre il 90% di tale frazione.

Le quantità in gioco calcolate tenendo conto del bilancio di massa complessivo del ciclo dei rifiuti (si veda schema di flusso quantificato all'allegato 4) sono, per una RD del 45%:

- frazione secca: circa 128000 t/anno avente un PCI pari a circa 3.300 kcal/kg
- digestato: circa 30.000 t/anno avente un PCI pari a circa 1.200 kcal/kg

per un totale di circa 160.000 t/anno aventi potere calorifico di circa 2.900 kcal/kg.



A questo quantitativo vanno aggiunti gli scarti ad elevato PCI dell'impianto di compostaggio e degli impianti di selezione delle frazione secche da RD per un ulteriore flusso di circa 9600 t/anno con un PCI di circa 3.300 kcal.

La potenzialità termica prevista dell'impianto di termotrattamento in tal caso sarà pertanto di 491000Gcal/anno pari a circa 168000 t/a di materiali a circa 2.930 di PCI.

La percentuale di rifiuto al termotrattamento nel ciclo così configurato **risulta essere del 34% del totale di rifiuto contro il 65% previsto originariamente dalla scelta dell'ATO** dove era prevista una RD al 35% ed il RU residuo post RD inviato totalmente all'incenerimento senza alcun pretrattamento.

Tale percentuale di frazione secca avviata a combustione dovrà scendere ulteriormente per potere rispettare i vincoli normativi che impongono una RD al 65% (si veda schema di flusso quantificato all'allegato 5). Con il raggiungimento a regime di tale percentuale di RD le quantità in gioco saranno:

- frazione secca: circa 101000 t/anno avente un PCI pari a 3.600 kcal/kg
- digestato: 12700 t/anno avente un PCI pari a circa 1.200 kcal/kg

per un totale di circa 114000 t/anno aventi un potere calorifico di circa 3.350 kcal/kg e con una potenzialità termica di circa 390000 Gcal/anno

A questo quantitativo vanno aggiunti gli scarti ad elevato PCI dell'impianto di compostaggio e degli impianti di selezione delle frazione secche da RD (destinati a crescere con il raggiungimento del 65 % di RD per l'intercettazione anche di frazioni meno pregiate) per un ulteriore flusso di circa 15.500 t/anno con un PCI di circa 3.300 kcal. La potenzialità termica prevista dell'impianto di termotrattamento in tal caso sarà pertanto di 445000 Gcal/anno pari a circa 133000 t/a di materiali a circa 3330 kcal/kg di PCI.

A regime pertanto la percentuale di rifiuto al termotrattamento sarà pari a circa il 27% del totale, congruente ai dati statistici che indicano questa percentuale come quella effettivamente non riciclabile in contesti urbani di grandi dimensioni.

Per garantire la flessibilità della sezione di termotrattamento e beneficiare della flessibilità di alimentazione dei più moderni impianti di termotrattamento (che garantiscono almeno una flessibilità del +10-20 % della potenzialità di targa espressa



in t/anno ed un +5-15 % della potenzialità termica espressa in Gcal/anno) ed in considerazione della necessità di garantire la necessaria capacità di trattamento sia nella fase a breve termine (45 % di RD) che in quella a medio-lungo termine (65 % di RD) la Commissione suggerisce di dimensionare l'impianto di termotrattamento in riferimento ad una situazione intermedia tra i due scenari considerati (si veda schema di flusso quantificato all'allegato 6).

Per quanto riguarda i due flussi derivanti dagli impianti di valorizzazione della frazione secca da RD e dagli impianti di trattamento del verde e umido da RD inviati alla sezione di termotrattamento, sono presupposti essenziali per l'esistenza degli stessi:

1. il comune di Genova preveda le aree dove realizzare gli impianti di valorizzazione.
2. il piano industriale di AMIU ne preveda l'esistenza e la volontà di conferirvi le frazioni raccolte tramite RD, indipendentemente se gli stessi siano realizzati e gestiti da AMIU direttamente o da società miste pubblico private o da società totalmente private.

In mancanza di entrambi i requisiti non potrà essere prevista l'esistenza di questi due flussi e dovrà conseguentemente essere rivisto il dimensionamento dell'impianto di termotrattamento nel senso di una sua riduzione.

Il dimensionamento che si propone è quindi quello di una potenzialità termica di circa 470000 Gcal/anno pari a 150000 t/anno di materiali secchi residui a circa 3150 kcal/kg.

Le quantità sopra indicate ed i relativi poteri calorifici dovranno essere verificati prima dello sviluppo del progetto definitivo tramite una indagine statistica della composizione merceologica dei rifiuti prodotti nella Provincia di Genova, nonché delle caratteristiche effettive delle frazioni secca ed umida.

La sezione di termotrattamento dovrà essere naturalmente associata ad una sezione di recupero energetico finalizzata alla produzione di energia elettrica e calore.

Come in ogni impianto di termotrattamento rifiuti il rendimento di ciclo sarà significativamente più basso (28-30 % per impianti a letto fluido, 24 – 26% con impianti a griglia raffreddata ad acqua e 19 – 21 % nel caso di gassificazione con sistemi a fusione diretta) di quello delle centrali termoelettriche (35 – 40%). Ciò è dovuto a due fattori:

- la dimensione dell'impianto che comunque è di un ordine di grandezza inferiore a quella delle normali CTE (qualche decina di MW/t contro diverse centinaia), ciò



impedisce a livello economico l'ottimizzazione del rendimento della turbina;

- a causa dei problemi di corrosione le condizioni di ammissione in turbina del vapore sono generalmente limitate a 40-45 bar e a 370-400 °C.
- risulta comunque possibile migliorare questi parametri adottando caldaie realizzate con acciai speciali a fronte però di un maggior costo di realizzazione.

Al fine di migliorare il rendimento la commissione ipotizza la realizzazione di un “ciclo ibrido” dove un unico ciclo vapore è posto a servizio di due sistemi di combustione: uno derivante dalla combustione della frazione secca del rifiuto nel termotrattamento ed uno derivante dalla combustione del biogas derivante dalla digestione anaerobica della frazione umida.

Il rendimento di ciclo in questo caso si incrementa di almeno un 5% rispetto al ciclo base.

Oltre al migliore rendimento di ciclo il ciclo ibrido usufruisce anche del calore apportato dalla combustione del biogas per cui la resa in energia elettrica globale dell'impianto costituito dalla soluzione individuata dalla Commissione, costituita dalla separazione secco umido, dalla digestione anaerobica e dal termotrattamento è sensibilmente superiore alla resa di un impianto di termotrattamento che tratti il rifiuto dal quale.



8.5 RECUPERO DEL CALORE A BASSA TEMPERATURA E PRODUZIONE D'ACQUA INDUSTRIALE

Data la localizzazione a Scarpino del polo impiantistico prevista dall'ATO, non è possibile un recupero del calore prodotto a bassa temperatura tramite teleriscaldamento, in considerazione della lontananza del sito da qualsiasi nucleo abitato o da aziende. Tale quota di calore, comunque disponibile stante il secondo principio della termodinamica, risulta significativa e pari a oltre il 50% del calore di combustione. L'opinione della Commissione è che **il cascame di calore potrà essere utilizzato per la depurazione del percolato della discarica al fine di ottenere dell'acqua industriale da utilizzarsi nell'impianto stesso cogliendo il duplice obiettivo di non utilizzare nell'impianto acqua potabile e di ridurre in modo significativo le quantità di percolato inviate al depuratore di acque reflue urbane (migliorando inoltre le caratteristiche dei fanghi ottenuti da tale impianti per la minore contaminazione)**. Il calore residuo dal ciclo vapore, come il calore recuperabile dai fumi, potrà anche essere sfruttato per la fase di parziale essiccazione del digestato e dei fanghi dell'impianto di trattamento del percolato.



8.6 SEZIONE DI DEPURAZIONE DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA

Essendo questa sezione la più impattante sul comparto aria la Commissione ritiene che comunque – indipendentemente dalla tecnologia di termotrattamento impiegata – debba essere previsto un sistema di trattamento fumi che sia il più avanzato ed affidabile possibile. Tale impianto dovrà essere quindi prevedere i migliori sistemi che permettano l'abbattimento di:

- polveri sottili;
- Ossidi di azoto (NOx) e composti azotati in genere;
- mercurio e tutti gli altri metalli pesanti;
- composti acidi;
- diossine, furani e policlorobifenili;
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Dovranno essere privilegiati sistemi che garantiscano il minor consumo di acqua.

Particolare cura dovrà essere posta al monitoraggio degli inquinanti al camino.

Dovranno essere previsti:

- analizzatori in continuo per tutti i macro-inquinanti HCl, SOx, NOx, polveri, nonché per i parametri di processo portata dei fumi, temperatura, O₂. Gli analizzatori dovranno essere, se tecnicamente possibile, del tipo piombabili, con autotaratura della deriva dello zero, autodiagnosi dei guasti, non accessibili dal gestore, ma esclusivamente dall'organo di controllo.
- campionamenti in continuo dei micro-inquinanti - non esistendo allo stato attuale della tecnica degli analizzatori in continuo – del tipo “AMESA” o “DMS”. La Commissione ritiene infatti che i controlli previsti dalla vigente normativa relativi ai microinquinanti, basati su due misure/anno di 8 ore cadauna, non forniscano un dato statisticamente significativo dell'effettivo livello di emissioni. La Commissione auspica che i dati derivanti dal sistema di controllo al camino siano disponibili in tempo reale non solo presso gli uffici dell'ente di controllo ma in rete e anche presso punti accessibili alla popolazione interessata quali i municipi Medio Ponente e Valpolcevera.



8.7 STIMA DEI COSTI RELATIVI ALL'IMPIANTO FINALE.

Per avere una valutazione orientativa dei costi di realizzazione e gestione dell'impianto finale la commissione ha formulato una serie di domande di tipo economico ai vari soggetti interpellati.

Purtroppo nessuno ha risposto in modo esauriente alle domande poste.

Si è ritenuto comunque di formulare una stima di larga massima dei costi dell'impianto finale, valida essenzialmente come confronto tra le possibili soluzioni e non per i valori assoluti indicati.

L'abolizione dei CIP6, in quanto in contrasto con la normativa comunitaria in fatto di incentivi alla produzione di energia elettrica (Direttiva 2001/77), ha profondamente mutato il quadro economico di riferimento per cui l'attuale valutazione fornisce risultati validi ad oggi, che possono differire in modo significativo dal quadro passato.

Nella stima si è preferito non tenere conto del contributo derivante dai "certificati verdi" essendo questi di difficile quantificazione. Infatti a differenza dei CIP6 che consentivano un incentivo certo per ogni kWh prodotto, il valore dei certificati verdi è stabilito dalla "borsa elettrica" e quindi sono soggetti alla legge della domanda e dell'offerta. Inoltre essi si riferiscono alla sola quota di E.E. prodotta dalla frazione biodegradabile dei rifiuti, quota ad oggi non definita.

Per la stima si sono utilizzati dati di letteratura ed in particolare lo studio effettuato nel 2003 da EUNOMIA per conto della Commissione Europea dal titolo: "Costs for municipal waste management in the EU".

Detto studio forniva i valori del costo specifico di gestione degli impianti di incenerimento tramite forni a griglia in funzione della capacità dell'impianto in Germania.

Si può ritenere che i costi d'investimento siano paragonabili tra Italia e Germania, essendo i fornitori individuati comunque mediante gare europee, mentre si può



ritenere che i costi di esercizio siano più alti in Germania stante le maggiori retribuzioni al personale. L'uso di tali valori dovrebbe essere perciò conservativo.

Detti valori sono comprensivi dell'ammortamento dell'impianto, dei costi esercizio e manutenzione e dei ricavi derivanti dalla vendita dell'E.E. senza incentivi.

I costi indicati nello studio sono stati aggiornati con l'indice monetario ISTAT.

La seguente tabella riporta i valori indicati nello studio:

Capacità impianto (t/a)	Costo specifico (€/t)	Costo specifico rivalutato (€/t)
50.000	230	258
100.000	140	157
200.000	105	118
300.000	85	95
600.000	65	73

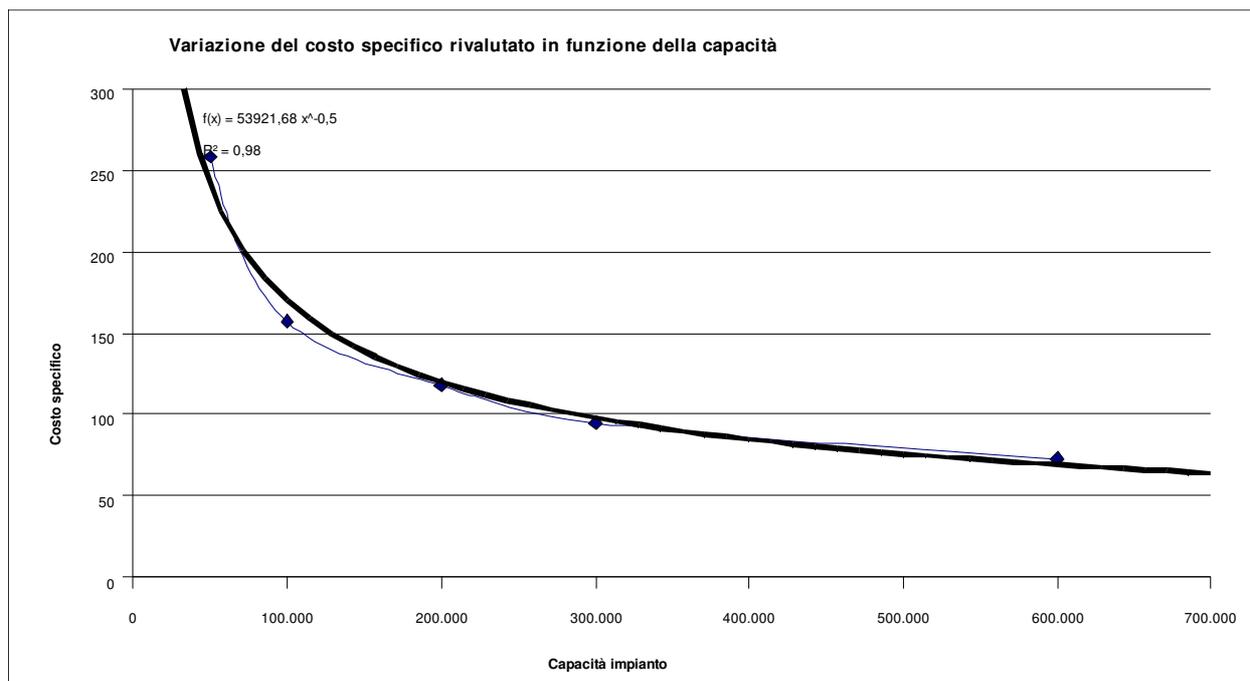
Volendo confrontare diversi scenari è stata individuata la curva di regressione dei valori suddetti che è risultata pari a:

$$f(x) = 53.922 x^{-0,5} \quad R^2 = 0,98$$

Il valore del coefficiente di correlazione $R^2 = 0,98$ indica una buona approssimazione della curva stessa.

Riportando in grafico i valori del costo specifico rivalutato in funzione della dimensione dell'impianto abbiamo:





Gli scenari confrontati sono essenzialmente 3:

Scenario 0

Coincide con la scelta passata dell'ATO di realizzare un impianto di incenerimento senza pretrattamento articolato su tre linee di cui una in stand-by con una capacità di trattamento dell'impianto di 500.000 t/anno di cui autorizzate 330.000 t/anno.

Questa scelta di tenere una linea in stand-by, giustificata dal voler incrementare l'affidabilità dell'impianto, comporta ovviamente una penalizzazione in termini di costi d'investimento che si traduce in una maggiorazione del costo d'esercizio

Scenario 1

Coincide col dimensionamento ipotizzato dalla Commissione tale da garantire il funzionamento a regime dell'impianto in presenza di una raccolta differenziata del 65%, ma tale da gestire la fase di transizione dal 45% al 65% nell'ipotesi, non



adottata dalla Commissione, di incenerire il rifiuto tal quale in un forno a griglia della capacità di 205.000 t/anno

Scenario definitivo

Coincide con la scelta della Commissione di prevedere una sezione di separazione secco-umido da 200.000 t/anno, una sezione di digestione anaerobica da 120.000 t/anno ed una sezione di termotrattamento da 150.000 t/anno.

Per effettuare un confronto omogeneo sono stati utilizzati i costi per un forno a griglia con la considerazione che con le taglie stimate i costi di un combustore a letto fluido sono leggermente inferiori e i costi di un gassificatore sono leggermente superiori

La seguente tabella indica per ogni scenario il costo unitario per tonnellata di rifiuto trattato dedotto dalla formula precedente, il costo annuo d'esercizio ed il costo annuo per abitante considerando una popolazione della provincia di 900.000 abitanti.

Il costo delle sezioni di separazione secco-umido e della sezione di digestione anaerobica è stato calcolato considerando un costo d'investimento di 20 M€ ammortizzato in 15 anni e incrementato dei costi d'esercizio dati dalla manodopera e dalle manutenzioni, mentre non si è considerato il vantaggio derivante dalla produzione del biogas.

Scenari	Tipo impianto	Capacità impianto (t/a)	Costo unitario (€/t)	Costo annuale (M€/anno)	Costo per abitante (€/ab.) annuale
Scenario 0	(1)	330.000	€ 104	M€ 34,73	€ 38
Scenario 1	(1)	216.000	€ 115	M€ 24,94	€ 28
Scenario definitivo	(1)	150.000	€ 139	M€ 20,79	€ 23
	(2)	200.000	€ 18	M€ 3,50	€ 4
	(3)			M€ 24,29	€ 27

1. termotrattamento (rapportato ai costi di un inceneritore a griglia)
2. separazione secco-umido + digestione anaerobica
3. totale polo impiantistico (sezioni sep. secco-umido + digestione anaerobica + termotrattamento)



Come ricordato lo scenario 0 risulta penalizzato dall'abolizione dei CIP6.

La tabella mostra la correttezza della scelta di riconsiderare l'impianto finale alla luce di tale abolizione in quanto il nuovo dimensionamento dell'impianto comporta un significativo risparmio dei costi di gestione.

La tabella mostra come i costi dell'impianto scelto dalla Commissione costituito da più sezioni siano paragonabili ai costi di un impianto costituito dalla sola sezione di termotrattamento.

Visti i vantaggi ambientali ed energetici illustrati nella relazione si conferma la correttezza della scelta operata dalla Commissione. Si ribadisce che i costi sopra indicati sono al netto dei certificati verdi che, essendo proporzionali all'energia elettrica prodotta dalla frazione biodegradabile, massimizzata nello scenario proposto, comporterebbero un'ulteriore riduzione.



8.8 CONFRONTO TRA LE SOLUZIONI TECNICHE POSSIBILI PER IL RECUPERO ENERGETICO DELLA FRAZIONE SECCA

Il ricorso alla tecnologia dell'incenerimento su griglia raffreddata ad aria non è stato ritenuto attuabile in Provincia di Genova poiché risulta incompatibile con il raggiungimento a regime di un livello di RD pari al 65 % sia per la riduzione quantitativa che tale livello di RD comporterebbe (causando il mancato raggiungimento delle necessarie economie di scala per tali impianti che hanno bisogno di taglie, pari ad almeno 250-300.000 t/a) sia in considerazione del futuro cambiamento qualitativo dei RU residui (il 65 % di RD comporterebbe inevitabilmente il conferimento di RU residui con PCI superiori a 3.000 kcal/kg, cioè il livello di PCI attualmente ritenuto incompatibile con questa tecnologia).

La tecnologia della gassificazione con torcia al plasma non è stata invece considerata sufficientemente sperimentata da parte della Commissione che, allo stato attuale delle conoscenze, non la ritiene quindi attuabile. La tecnologia della produzione di CDR di qualità da cedere ad impianti industriali esistenti viene invece considerata teoricamente attuabile (viene infatti già utilizzata in Provincia di Venezia ed in Provincia di Cuneo) ma non praticabile in Provincia di Genova poiché non risulta che sia stata manifestata alcuna disponibilità al pagamento ed al ritiro di CDR di qualità da parte soggetti industriali dotati di impianti compatibili con l'utilizzo energetico di tale materiale (cementifici o Centrali termiche a carbone). Va inoltre considerata che il ricorso a soggetti esterni al comparto pubblico per la chiusura del ciclo comporterebbe notevoli rischi e limita fortemente la possibilità di controllo su una fase strategica del sistema integrato di gestione dei rifiuti urbani.

La Commissione ha quindi individuato tre tecnologie di termotrattamento rispondenti ai criteri assegnati relativi all'affidabilità tecnologica ed alla necessaria modularità.

- 1) Inceneritore a griglia con griglia raffreddata ad acqua
- 2) Inceneritore a letto fluido
- 3) Gassificatore con sistemi a fusione diretta

La Commissione non ritiene di poter individuare tra queste tre opzioni una tecnologia che risulti nettamente migliore dell'altra ma è in grado di fornire il seguente schema di valutazione comparata che potrà guidare l'amministrazione nella scelta che sarà



ritenuta più idonea, alla luce dei criteri di scelta elencati nella schema sottostante in cui è stata utilizzata la seguente simbologia:

Criterio	Inceneritore a griglia (raffreddata ad acqua)	Combustore a letto fluido	Gassificatore a fusione diretta
Modularità	☹	☹	☺
Minor impatto ambientale	☹	☺	☺
Sicurezza in caso di disservizio (ad es. al sistema di trattamento fumi)	☹	☹	☹
Necessità di pretrattamento in ingresso	☺	☹	☹
Recupero energetico	☹	☺	☹
Qualità delle scorie (escluse le ceneri volanti comuni a tutti gli impianti)	☹	☹	☺
Quantità scorie da conferire in discarica	☹	☹	☺
Utilizzo in Europa della tecnologia	☺	☹	☹
Consolidamento a livello mondiale della tecnologia	☺	☹	☹

9 CONCLUSIONI

La Commissione in conclusione ritiene che l'impianto finale debba corrispondere allo scenario che prevede la selezione ed il trattamento separato della frazione secca dalla frazione umida dei RU residui.

Tale scenario prevede la realizzazione di un polo impiantistico progettato per il funzionamento a regime con una RD del 65% ma dimensionato per funzionare anche durante il periodo di transizione della RD dal 45% al 65% (**Allegato , Allegato 6, Allegato**).

L'impianto finale sarà composto da:

- sezione di separazione secco-umido;
- sezione di digestione anaerobica della frazione umida con produzione biogas;
- sezione di termotrattamento della frazione secca e sezione depurazione fumi;
- sezione per la produzione di energia mediante ciclo ibrido a vapore (da combustione rifiuti e da combustione biogas);
- utilizzo del calore residuo per depurazione percolato e produzione di acqua industriale.

All'interno di questo scenario la Commissione ha ulteriormente approfondito i sottoscenari riguardanti la sezione di termotrattamento del residuo secco. Tali approfondimenti sono stati effettuati mediante ricerche e sulla base delle risposte ai quesiti posti alle ditte di cui è stata svolta audizione. I risultati sono sintetizzati nella tabella 1 (**allegato 3**). La tabella riassume i criteri di massima fissati dalla Giunta Comunale.

Poiché l'Amministrazione non ha esplicitamente individuato priorità all'interno di tali criteri, tali da poter attribuire loro un "peso", si ritiene che la Commissione abbia completato il suo mandato secondo i criteri assegnati rimettendo le risultanze del confronto tra le diverse tecnologie (illustrato nel paragrafo precedente) all'Amministrazione per le valutazioni successive.

La Commissione suggerisce di approfondire le dinamiche che influenzeranno il futuro trend di aumento o diminuzione della produzione procapite di rifiuti urbani poiché il



corretto dimensionamento degli impianti viene influenzato anche dalle seguenti variabili:

- l'andamento della produzione totale di rifiuti urbani nell'arco temporale oggetto della pianificazione è influenzato anche da politiche di riduzione degli imballaggi a perdere che possono essere condotte soltanto a livello nazionale e questo rende assai difficili le stime del loro probabile impatto delle politiche di riduzione dei rifiuti (diminuzione della presenza di sovraimballaggi, revisione di normative sulla tariffazione del servizio, adozione di nuove direttive europee e normative più restrittive ecc.);
- le politiche nazionali sul tema dell'assimilazione ai RU influenzeranno notevolmente il quantitativo di rifiuti speciali intercettati o meno dal servizio pubblico di raccolta ma potenzialmente conferibili ad impianti per rifiuti urbani;
- la valutazione della percentuale di scarti da inviare a smaltimento derivanti dagli impianti di selezione, recupero e riciclaggio dei rifiuti. In relazione agli impianti di compostaggio la percentuale di scarti, comunque modesta, è influenzata dalla tipologia di servizio di raccolta (minori impurità sono presenti nei circuiti porta a porta), e dall'impiego di sacchetti in materiale biodegradabile piuttosto che di polietilene per la frazione umida.

Per procedere correttamente nella definizione degli obiettivi di raccolta per ogni contesto della Provincia si dovrebbe inoltre procedere in modo da far derivare tali obiettivi dalle seguenti attività di studio descritte in ordine di successione logica:

- stima della evoluzione dei quantitativi raccolti anche in relazione alle dinamiche demografiche;
- analisi territoriale e suddivisione dei vari contesti territoriali della Provincia;
- verifica della composizione merceologica, dei flussi di materiali già recuperati e dei materiali ancora presenti nel rifiuto residuo in ogni area di raccolta;
- individuazione delle modalità di raccolta applicabili nei vari contesti di ogni area di raccolta;
- valutazione della potenzialità di intercettazione dei vari sistemi di raccolta anche in relazione alla loro parziale applicabilità all'intero contesto territoriale in esame.

Dopo aver effettuato queste attività di studio si potrà provvedere a definire l'obiettivo di raccolta di ogni frazione merceologica in ogni area di raccolta per poter poi calcolare l'obiettivo medio di raccolta di ogni area ed infine quello medio a livello provinciale.



La Commissione raccomanda alla PA locale, al fine di un più puntuale dimensionamento degli impianti, di realizzare rapidamente una campagna di studio delle caratteristiche merceologiche del rifiuto prodotto in Provincia di Genova secondo i criteri definiti nell'allegato 10

Similmente sono da analizzare i PCI ed inviare ad impianti di separazione secco-umido dei campioni rappresentativi del rifiuto post RD sia per i RU residui raccolti in zone caratterizzate da livelli del 45 % di RD (livello già raggiunto mediante l'applicazione di RD di prossimità a Sestri e Pontedecimo), sia in zone in cui dovrà essere sperimentata una raccolta domiciliare con livelli presumibilmente pari al 65 % di RD (applicando modalità realmente domiciliari quali quelle attuate con successo a Napoli, Roma ecc in quartieri con condizioni urbanistiche assolutamente simili a quelle della Provincia di Genova) in modo da verificare l'effettiva quantificazione dei flussi utilizzati per i calcoli dell'**Allegato 1**, **Allegato 6**, **Allegato 7** (calcolati su stime derivanti dai dati a disposizione della Commissione).

Lo schema di cui all'Allegato 1 è predisposto per consentire la realizzazione dell'impianto del ciclo rifiuti secondo quanto previsto dalla decisione dell'ATO n°1 del 15/09/2008.

Visti i tempi realizzativi degli impianti di termotrattamento la Commissione consiglia di anticipare la realizzazione dell'impianto di separazione secco – umido e la realizzazione della sezione di digestione anaerobica con un recupero energetico in situ in modo da evitare l'invio in discarica di rifiuti putrescibili e di iniziare la produzione di energia.

Circa l'impianto di compostaggio della frazione umida da Raccolta differenziata la Commissione ritiene che lo stesso dovrebbe essere preferibilmente costituito da un digestore anaerobico per un recupero energetico, seguito come prescritto dalla normativa sulla produzione di compost per agricoltura o per florovivaistica da una sezione di compostaggio aerobica.

Poiché un impianto di trattamento con le caratteristiche sopraindicate avente una capacità di 50000 t/anno richiede una superficie di almeno 25.000 m² la Commissione ritiene che detto impianto non possa trovare ubicazione a Scarpino ove l'area disponibile risulterebbe, in base alle informazioni a disposizione della Commissione, pari a circa 35.000 m². Tale superficie sarà infatti interamente necessaria per la realizzazione del polo impiantistico previsto all'Allegato 1.



Esula dai compiti della Commissione l'individuazione di una area idonea per l'impianto di compostaggio che dovrà trovare posto in una area non attigua a case di civile abitazione per il rischio di emissioni odorose.

La Commissione, preso atto della necessità di depurazione delle acque provenienti dagli impianti di digestione anaerobica a monte del compostaggio, evidenzia l'opportunità di ubicare l'impianto stesso nelle vicinanze di un impianto per il trattamento delle acque reflue al fine di conseguire una sinergia ottimale tra gli impianti stessi, in particolare per gli impianto di digestione ad umido. Nel caso non si individuasse un'area prossima ad un impianto di depurazione il digestore dovrà essere di tipo "a secco" o impianto dotato della sola sezione aerobica.

Per quanto concerne infine gli aspetti economici di realizzazione e gestione degli impianti, la commissione, in assenza di dati forniti dai soggetti interpellati ha ritenuto di presentare una stima di larga massima utilizzando dati di letteratura per impianti similari.

Tale valutazione è riportata nel paragrafo 8.7



10ALLEGATI

Allegato 1 comparazione tra gli scenari in base ai criteri adottati dalla Commissione – pag. 108

Allegato 2 Stima delle quantità di ceneri da smaltire – pagina 110

Allegato 3 stima della portata dei fumi al camino espresso in Nm³/anno – pagina 111

Allegato 4 Produzione annua energia elettrica – pagina 112

Allegato 5 Diagramma dei flussi di materia e di energia nell'ipotesi del 45% di RD – pagina 113

Allegato 6 Diagramma dei flussi di materia e di energia nell'ipotesi del 65% di RD – pagina 114

Allegato 7 Diagramma dei flussi di materia e di energia nello scenario definitivo - pagina 115

Allegato 8 domande da porre a potenziali fornitori di impianto di trattamento finale del ciclo dei rifiuti che prevedano trattamento termico dei rifiuti. – pagina 116

Allegato 9 domande da porre a potenziali fornitori di impianto di trattamento finale del ciclo dei rifiuti che prevedano l'utilizzo di tecnologie a freddo – pagina 121

Allegato 10 – Criteri per l'effettuazione della campagna di analisi della composizione dei RU in Provincia di Genova – pagina 126

Allegato 11: Procedure di campionamento - pagina 130



ALLEGATO 1 COMPARAZIONE TRA GLI SCENARI IN BASE AI CRITERI ADOTTATI DALLA COMMISSIONE

SCENARI IMPIANTO FINALE TRATTAMENTO RIFIUTO TAL QUALE POST R.D.

Scenario 0 = inceneritore a griglia senza pretrattamenti da 330 t/a, RD al 35% - ipotesi approvata dall'ATO in presenza dei CIP6

Scenario 1 = inceneritore a griglia senza separazione secco-umido, RD al 65% atto alla fase di transizione dal 45% al 65% - scenario di confronto

Scenario 2/GR = inceneritore a griglia con separazione secco-umido e digestione anaerobica, RD al 65% atto alla fase di transizione dal 45% al 65% - 1° scenario definitivo individuato dalla Commissione

Scenario 2/LF = combustore a letto fluido con separazione secco-umido e digestione anaerobica, RD al 65% atto alla fase di transizione dal 45% al 65% - 2° scenario definitivo individuato dalla Commissione

Scenario 2/GAS = gassificatore con separazione secco-umido e digestione anaerobica, RD al 65% atto alla fase di transizione dal 45% al 65% - 3° scenario definitivo individuato dalla Commissione

Scenario 2/GR-45 = inceneritore a griglia con separazione secco-umido e digestione anaerobica, RD al 45%

Scenario 2/LF-45 = combustore a letto fluido con separazione secco-umido e digestione anaerobica, RD al 45%

Scenario 2/GAS-45 = gassificatore con separazione secco-umido e digestione anaerobica, RD al 45%

Scenario 2/GR-65 = inceneritore a griglia con separazione secco-umido e digestione anaerobica, RD al 65%

Scenario 2/LF-65 = combustore a letto fluido con separazione secco-umido e digestione anaerobica, RD al 65%

Scenario 2/GAS-65 = gassificatore con separazione secco-umido e digestione anaerobica, RD al 65%

	Scenario 0	Scenario 1	Scenario 2.GR	Scenario 2.LF	Scenario 2.GAS	Scenario 2.GR-45	Scenario 2.LF-45	Scenario 2.GAS-45	Scenario 2.GR-65
Produzione rifiuti totale	461.538	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000	500.000
Spazzamento strade a discarica %	?	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
Quantità da trattare (t/a)	330.000	210.000	210.000	210.000	210.000	260.000	260.000	260.000	160.000
Deferrizzazione e scarti	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
% deferrizzazione e scarti	0%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Quantità da trattare deferrizzata(t/a)	330.000	199.500	199.500	199.500	199.500	247.000	247.000	247.000	152.000
Sezione separazione secco-umido									
Separazione secco-umido	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
% frazione umida			44%	44%	44%	48%	48%	48%	33%
% frazione secca			56%	56%	56%	52%	52%	52%	67%
Sezione digestione anaerobica									
Frazione umida	0	0	87.888	87.888	87.888	118.650	118.650	118.650	50.775
Umido da RD all'impianto finale	0	0	30.763	30.763	30.763	0	0	0	67.875
Quantità totale alla digestione anaerobica	0	0	118.650	118.650	118.650	118.650	118.650	118.650	118.650
Residuo post digestione e filtrazione (%)			25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
Residuo post digestione e filtrazione(t/a)			21.972	21.972	21.972	29.663	29.663	29.663	12.694
Produzione specifica biogas (Nm3/t)			200	200	200	200	200	200	200
Produzione biogas (Nm3/a)			23.730.000	23.730.000	23.730.000	23.730.000	23.730.000	23.730.000	23.730.000
% metano			58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%
PCI biogas (Kcal/Nm3)			4.756	4.756	4.756	4.756	4.756	4.756	4.756
Potenzialità termica (Gcal/a) (3)	0	0	112.860	112.860	112.860	112.860	112.860	112.860	112.860
Portata fumi specifica comb. metano con 5% ecc. aria (Nm3/Nm3)			11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3	11,3
Portata fumi al camino (GNm3/a)	0	0	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17

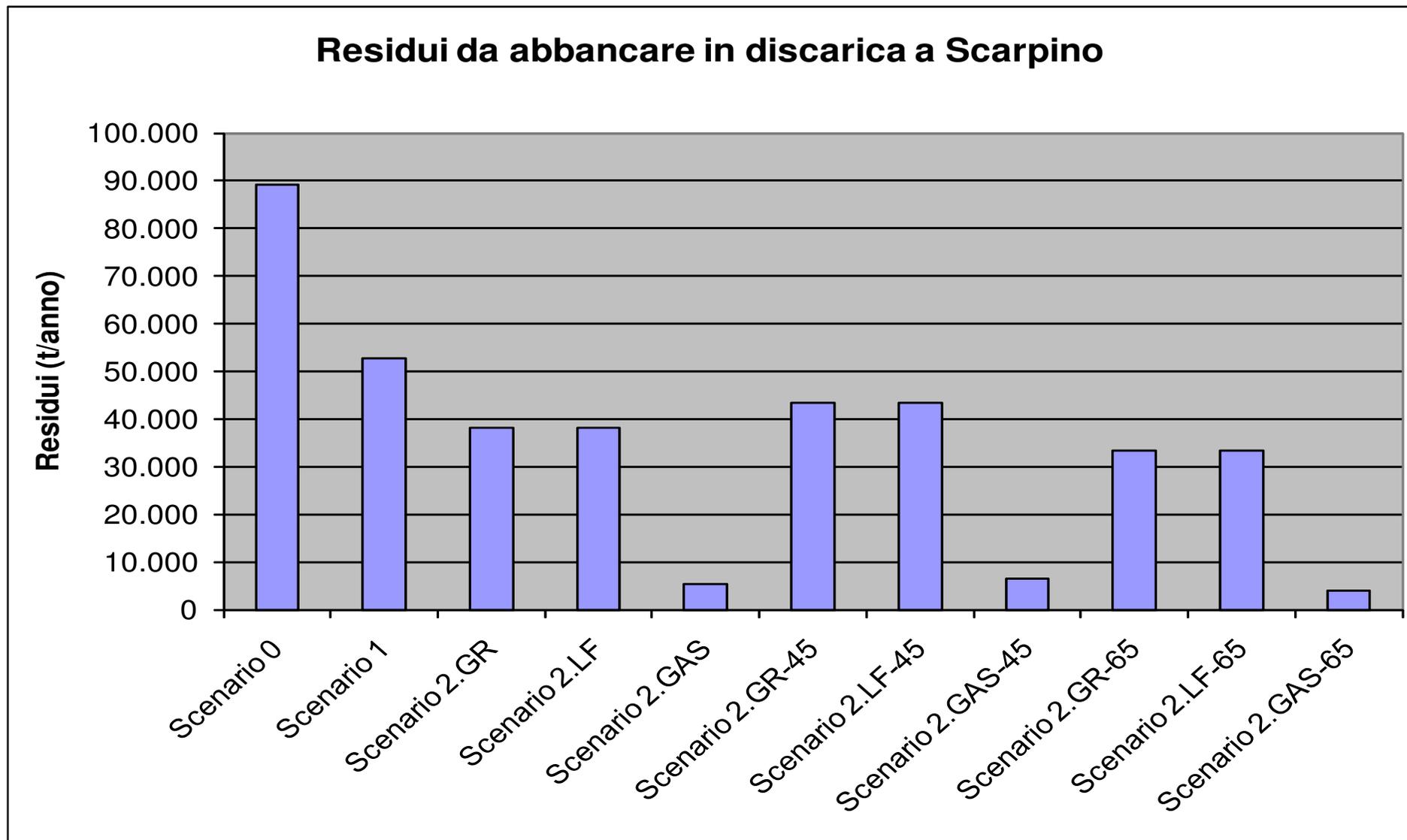


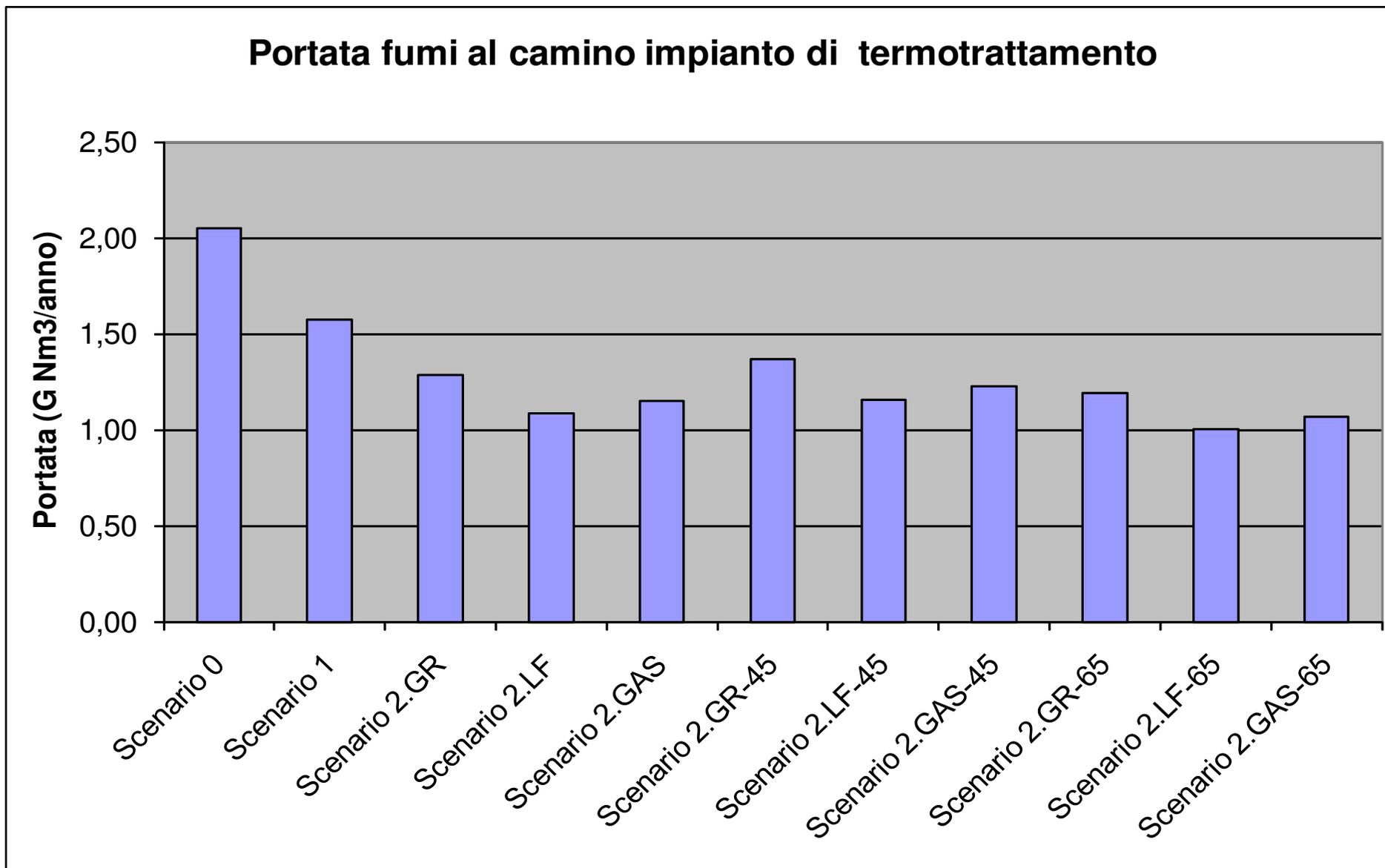
	Scenario 0	Scenario 1	Scenario 2.1	Scenario 2.2	Scenario 2.3	Scenario 2.1-45	Scenario 2.2-45	Scenario 2.3-45	Scenario 2.1-65	Scenario 2.2-65	Scenario 2.3-65
Sezione termotrattamento											
Tal quale post RD	330.000	199.500	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PCI tal quale	1.900	2.400	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frazione secca (t/a)	0	0	111.613	111.613	111.613	128.350	128.350	128.350	101.225	101.225	101.225
PCI frazione secca (Kcal/kg)			3.500	3.500	3.500	3.300	3.300	3.300	3.600	3.600	3.600
Digestato filtrato (t/a)	0	0	21.972	21.972	21.972	29.663	29.663	29.663	12.694	12.694	12.694
PCI digestato filtrato (kcal/kg)			1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
Scarto digestione umido da RD c/o imp. Finale (t/a)	0	0	1.846	1.846	1.846	0	0	0	4.073	4.073	4.073
PCI scarto digestione umido			3.200	3.200	3.200	0	0	0	3.200	3.200	3.200
Scarto imp. Tratt. verde ed umido (t/a)	0	5.437	3.591	3.591	3.591	2.993	2.993	2.993	3.591	3.591	3.591
PCI scarto verde ed umido		3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200
Scarto imp. Valorizzazione secco da RD	0	11.063	11.063	11.063	11.063	6.606	6.606	6.606	11.837	11.837	11.837
PCI frazione secca (kcal/kg)		3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400
Quantità totale al termotrattamento (t/a)	330.000	216.000	150.084	150.084	150.084	167.611	167.611	167.611	133.419	133.419	133.419
PCI materiale ingresso forno (Kcal/kg)	1.900	2.471	3.145	3.145	3.145	2.931	2.931	2.931	3.331	3.331	3.331
Potenzialità termica (Gcal/a)	627.000	533.813	472.023	472.023	472.023	491.186	491.186	491.186	444.410	444.410	444.410
Tipo termotrattamento	griglia	griglia	griglia	letto fluido	gassificatore	griglia	letto fluido	gassificatore	griglia	letto fluido	gassificatore
Portata d'aria teorica (1)	3.219	3.796	4.476	4.476	4.476	4.260	4.260	4.260	4.664	4.664	4.664
Portata fumi specifica teorica (Nm3/t) (1)	2.991	3.500	4.099	4.099	4.099	3.908	3.908	3.908	4.265	4.265	4.265
Eccesso d'aria %	100%	100%	100%	70%	80%	100%	70%	80%	100%	70%	80%
Portata fumi specifica (Nm3/t)	6.210	7.296	8.576	7.233	7.680	8.168	6.890	7.316	8.929	7.530	7.996
Portata fumi al camino (GNm3/a)	2,05	1,58	1,29	1,09	1,15	1,37	1,15	1,23	1,19	1,00	1,07
Ore funzionamento impianto/anno	7.920	7.920	7.920	7.920	7.920	7.920	7.920	7.200	7.920	7.920	7.200
Portata oraria fumi al camino (Nm3/h)	258.750	198.970	162.508	137.059	160.096	172.859	145.814	170.312	150.413	126.841	148.168
Sezione produzione E.E.											
Potenzialità termica al ciclo vapore (Gcal/a) (2)	627.000	533.813	584.883	584.883	584.883	604.046	604.046	604.046	557.270	557.270	557.270
Rendimento elettrico % (3)	25%	25%	30%	31%	25%	30%	31%	25%	30%	31%	25%
Potenza impianto (MWt)	92	78	86	86	94	89	89	98	82	82	90
Potenza impianto (MWe)	23	20	26	27	24	27	27	24	25	25	22
Produzione annua E.E. (MWh/anno)	182.267	155.178	204.029	210.830	170.024	210.714	217.738	175.595	194.396	200.876	161.997
Residuo a discarica											
Ceneri volanti %	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
Portata ceneri volanti (t/a) (4)	9.900	6.480	4.503	4.503	4.503	5.028	5.028	5.028	4.003	4.003	4.003
Scorie liscivabili (ceneri pesanti) %	27%	22%	22%	22%	0%	22%	22%	0%	22%	22%	0%
Portata scorie liscivabili (t/a) (5)	89.100	47.520	33.019	33.019	0	36.874	36.874	0	29.352	29.352	0
Scorie non liscivabili %	0%	0%	0%	0%	22%	0%	0%	22%	0%	0%	22%
Portata scorie non liscivabili (6)	0	0	0	0	33.019	0	0	36.874	0	0	29.352
Scarti imp. separazione 2,5 % (t/a)	0	5.250	5.250	5.250	5.250	6.500	6.500	6.500	4.000	4.000	4.000
Residui da abbancare a Scarpino	89.100	52.770	38.269	38.269	5.250	43.374	43.374	6.500	33.352	33.352	4.000

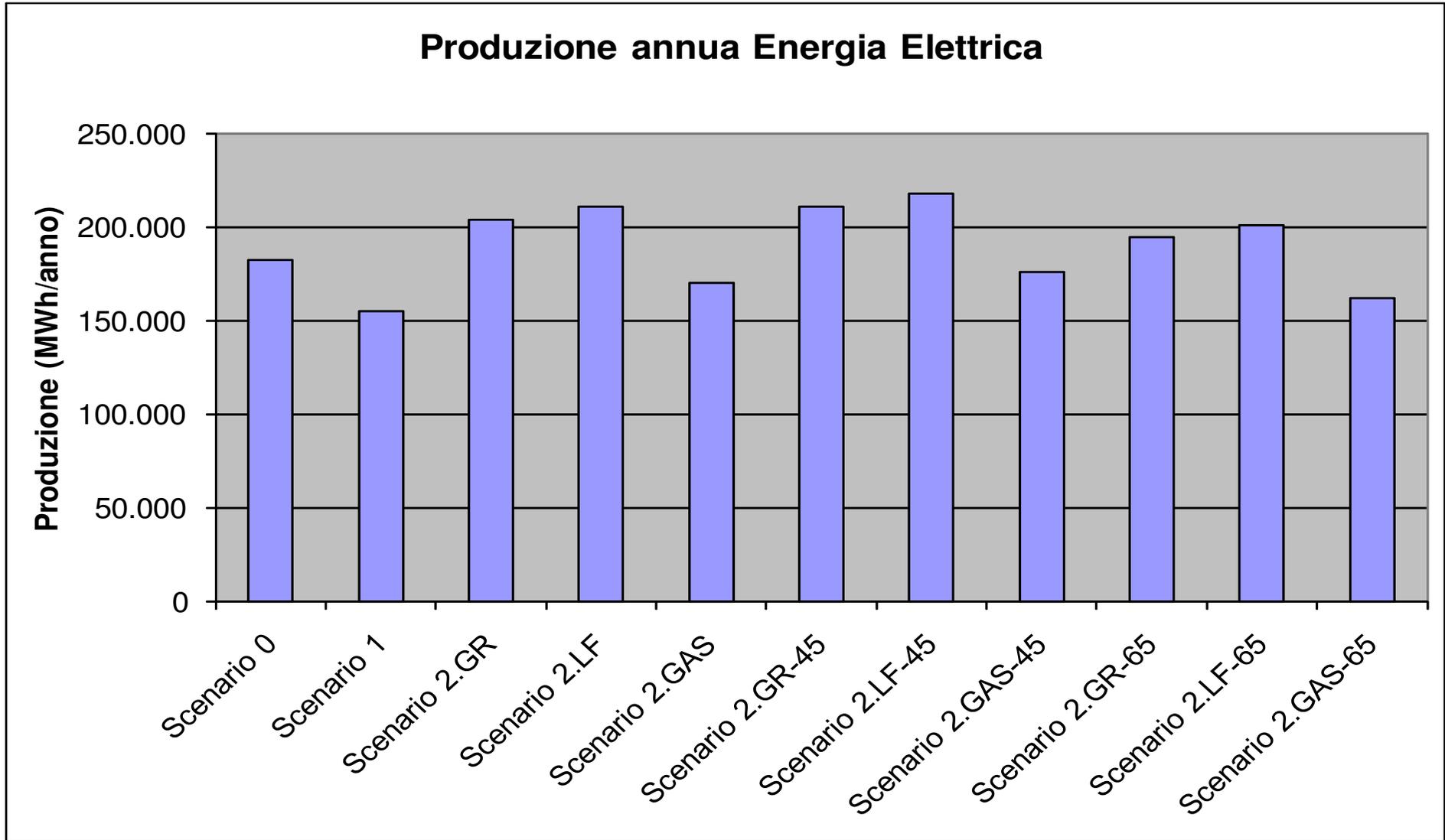
NOTE

- (1) formula di Rosin-Fehling modificata
- (2) la potenzialità termica del biogas è ipotizzata che sia utilizzata nel ciclo vapore per innalzare il rendimento di ciclo come da nota (3)
- (3) nel rendimento elettrico si considera una maggiorazione del 5% dovuta al surriscaldamento del vapore mediante la combustione del biogas nel caso di separazione secco-umido
- (4) rifiuto pericoloso da smaltire previa inertizzazione in discarica per per pericolosi (non Scarpino)
- (5) scorie liscivabili da smaltire in discarica (Scarpino)
- (6) scorie non liscivabili, sono riutilizzate in paesi esteri (Giappone) come componente di manufatti in cemento o piastrelle,

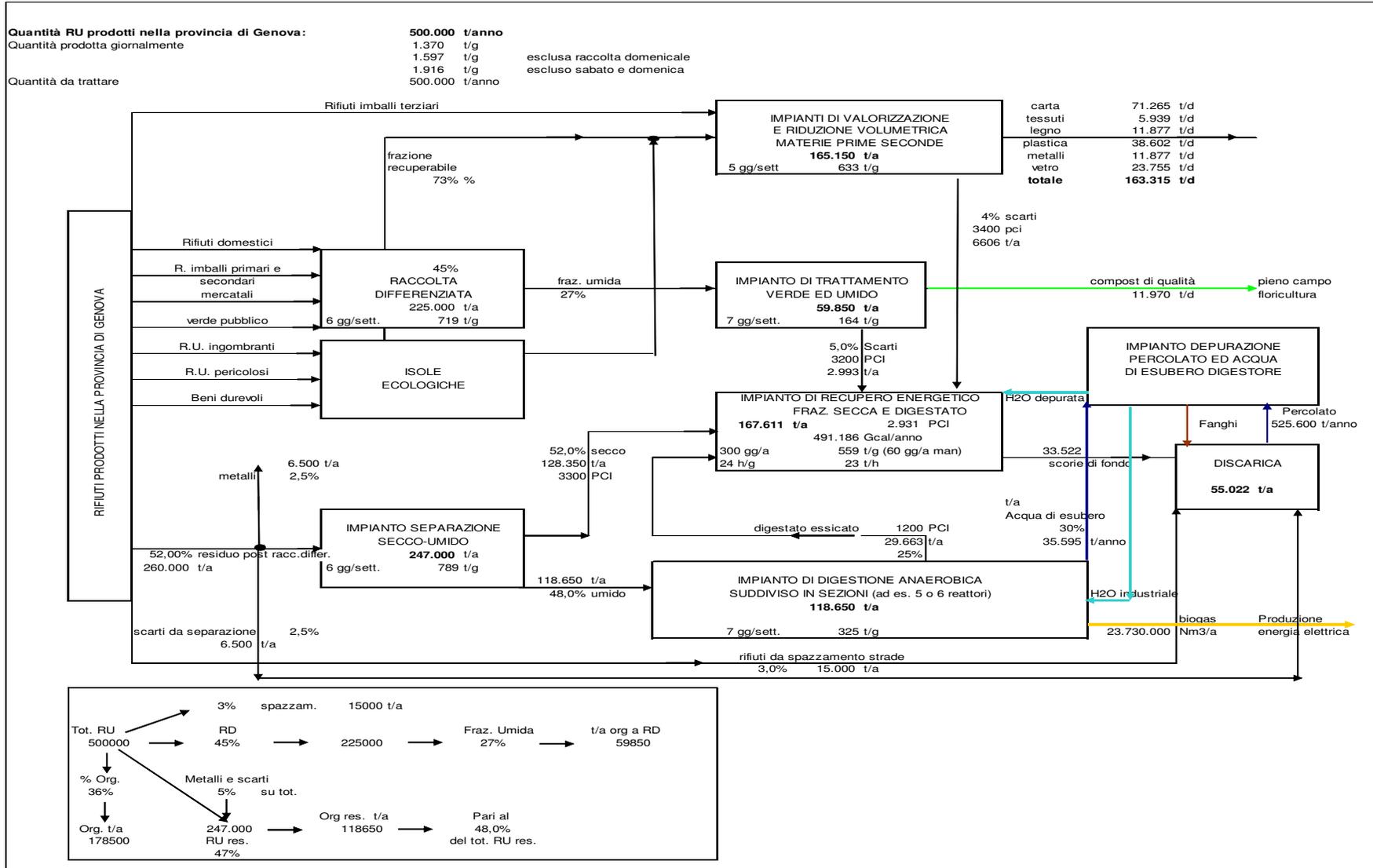




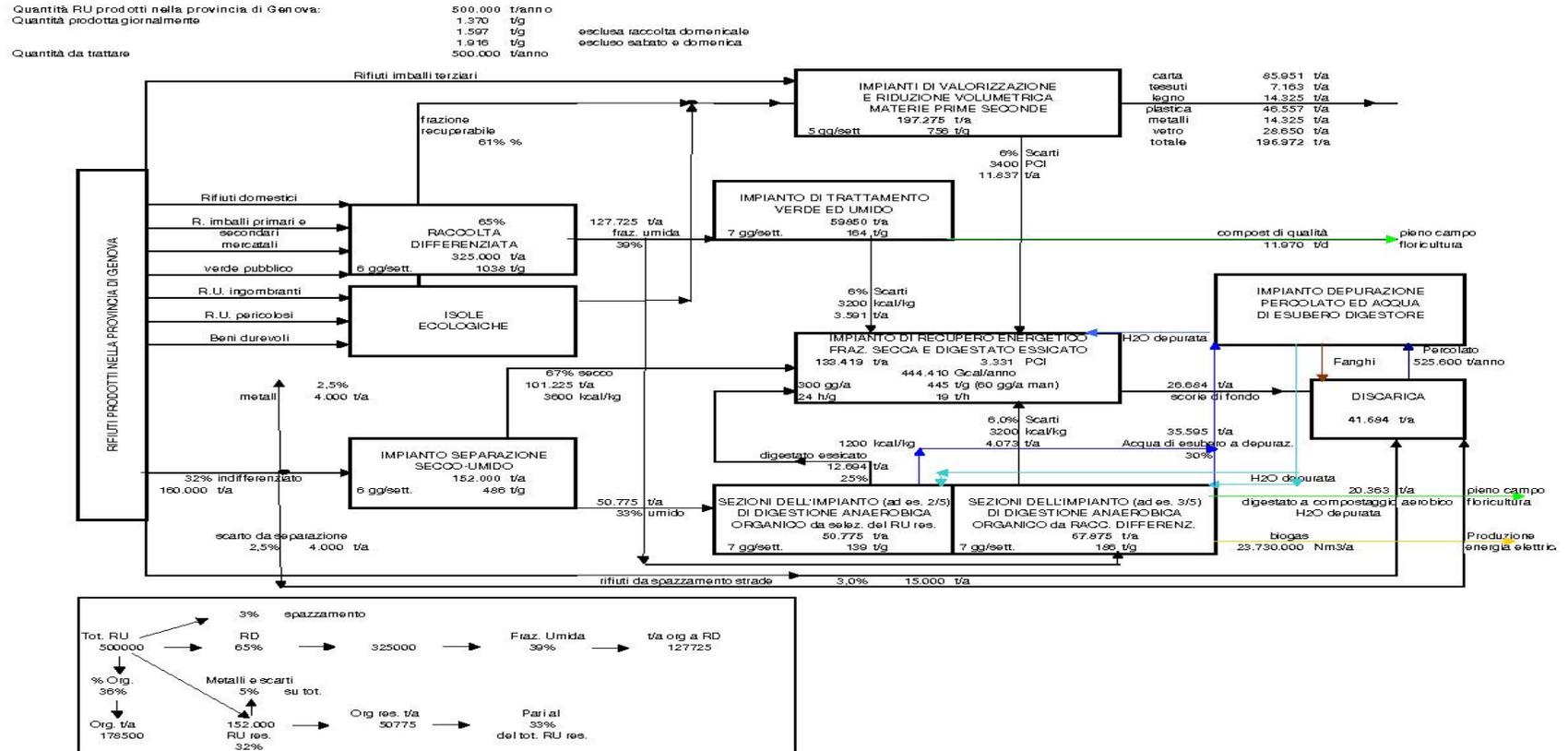




ALLEGATO 5 DIAGRAMMA DEI FLUSSI DI MATERIA E DI ENERGIA NELL'IPOTESI DEL 45% DI RD



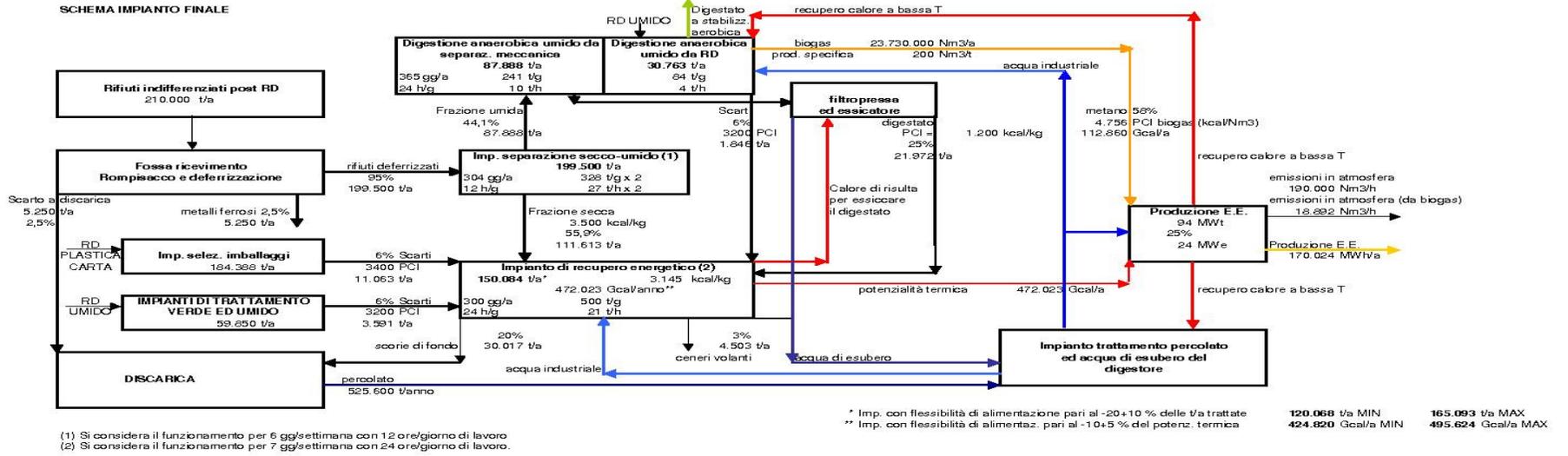
Allegato 6 Diagramma dei flussi di materia e di energia nell'ipotesi del 65% di RD



allegati.xls Secco umido 65 % RD



ALLEGATO 7 DIAGRAMMA DEI FLUSSI DI MATERIA E DI ENERGIA NELLO SCENARIO DEFINITIVO



ALLEGATO 8: DOMANDE DA PORRE A POTENZIALI FORNITORI DI IMPIANTO DI TRATTAMENTO FINALE DEL CICLO DEI RIFIUTI CHE PREVEDANO TRATTAMENTO TERMICO DEI RIFIUTI.

Criterio 1 (struttura modulare)

- 1) l'impianto può avere una struttura modulare? Quel è la taglia media dei moduli da voi realizzati?
- 2) Quale è la flessibilità dell'impianto al variare della portata in peso dei rifiuti in ingresso?
- 3) Quale è la flessibilità dell'impianto al variare del potere calorifico dei rifiuti in ingresso?
- 4) Quali sono i tempi d'avviamento e d'arresto dell'impianto?
- 5) Sono possibili avviamenti ed arresti dell'impianto con frequenza giornaliera/settimanale/mensile?
- 6) E' possibile trattare rifiuti ospedalieri con PCI = 3.500 Kcal/kg sull'impianto (con linea di alimentazione separata)?

Criterio 2 (affidabilità tecnologica)

- 1) Quanti impianti sono stati realizzati ad oggi?
- 2) Quanti negli ultimi 10 anni?
- 3) Di che taglia (espressa in capacità massica e termica) sono?
- 4) Quale è il PCI del rifiuto trattato?
- 5) Avete realizzato impianti industriali già funzionanti, oppure disponete solo di prototipi ancora semi-sperimentali e/o di impianti-pilota di piccola capacità ?
- 6) Da quanti anni sono in esercizio?
- 7) I vostri impianti sono certificati da Enti terzi nazionali o internazionali (es. Environmental Protection Agency-USA o equivalenti di altri Paesi), riguardo alle prestazioni ambientali (emissioni in aria, acque, suoli), qualità dei sotto-prodotti (inerzia o tossicità delle scorie), prestazioni energetiche (efficienza energetica dell'intero ciclo) ?
- 8) E' possibile o già previsto che nei vostri impianti i rifiuti in ingresso vengano depositati in aree di ricezione chiuse e in leggera depressione, in modo che i cattivi odori vengano evitati, inviando nel reattore l'aria sub-stechiometrica necessaria al processo ricavata dai locali di stoccaggio ?
- 9) Quali tipi di rifiuti o di materiali in carica è in grado di trattare la vostra tecnologia (solidi, liquidi, gassosi, urbani e industriali, anche pericolosi, separatamente o anche miscelati) ?
- 10) Quali sono i tempi di manutenzione annui programmati?
- 11) Mediamente quanti disservizi che hanno comportato la fermata dell'impianto o emissioni in atmosfera al di sopra dei limiti previsti si sono verificati nel corso degli ultimi cinque anni d'esercizio?
- 12) Quali sono stati i tempi medi di fermata impianto per disservizi? In particolare, disponete di statistiche sui guasti accidentali dei vostri impianti (tipi di guasti, durate medie dei guasti, intervalli medi tra guasti, meglio ancora distribuzioni statistiche dei guasti e delle relative frequenze) ?



13) Quali sono stati i tempi medi di emissioni in atmosfera al di sopra dei limiti per disservizi e per quali tipologie di inquinanti si sono superati i limiti?

14) Durante i disservizi che sistema di monitoraggio degli inquinanti è stato utilizzato?

15) Avete accumulato nei vostri data-base risultati statisticamente attendibili (su periodi d'esercizio di durata sufficiente) per valutare affidabilmente le prestazioni ambientali, le efficienze energetiche, la sostenibilità economico-finanziaria della gestione industriale, nell'applicazione delle vostre tecnologie ai diversi tipi di materiali e rifiuti in carica?

16) Qual'è il livello d'automazione del vostro intero sistema impiantistico? Che tipo di sistema di controllo di processo viene adottato? Esiste un sistema di early-warning detection? Quali sezioni o settori del sistema impiantistico sono invece a gestione manuale e non automatizzata?

17) Esiste un sistema di diagnosi guasti on-line separato dal sistema di controllo? Quali procedure automatiche sono messe in atto in caso di guasti a sezioni dell'impianto? Quali procedure manuali e d'emergenza sono previste in caso di fallimento delle procedure automatizzate?

Criterio 3 (Area occupata)

1) Supposto un impianto in grado di trattare 100.000 t/anno di rifiuti con PCI = 2.000 Kcal/kg quale è l'area occupata dall'impianto (inteso come unità di ricezione materiale, termotrattamento, depurazione fumi e produzione di EE senza considerare eventuali impianti di pretrattamento) considerando che l'impianto sia costituito da non meno di tre moduli?

2) Se l'impianto necessita di impianti di pretrattamento quale è l'area occupata da questi impianti?

3) Quali sono le aree necessarie se l'impianto ha una taglia da 200.000 t/anno?

4) Quali sono le aree necessarie se l'impianto ha una taglia da 100.000 t/anno e tratta rifiuti con PCI = 3.000 Kcal/kg?

Criterio 4 (Consumo idrico)

1) Supposto un impianto in grado di trattare 100.000 t/anno di rifiuti con PCI = 2.000 Kcal/kg, di quanta acqua (espressa in m³/giorno) necessita l'impianto per:

a. sezione di termotrattamento,

b. sezione di trattamento fumi

c. sezione produzione E.E. ?

2) Quali sono i consumi d'acqua se l'impianto ha una taglia da 200.000 t/anno

3) Quali sono i consumi d'acqua se l'impianto ha una taglia da 100.000 t/anno e tratta rifiuti con PCI = 3.000 Kcal/kg?

4) A che temperatura è scaricata l'acqua dopo l'utilizzo?

5) Quali sono le caratteristiche chimico fisico dell'acqua dopo l'utilizzo?

6) Di questa quanta può essere in ciclo chiuso? E quanta è l'acqua di reintegro nel caso di ciclo chiuso? Quanto calore occorre scambiare per avere un ciclo chiuso?

7) Considerando che nel sito prescelto l'attuale disponibilità idrica è limitata a 20-25 m³/giorno è possibile minimizzare il consumo d'acqua del vostro impianto (ad es. con aerotermi)?



8) E' possibile l'utilizzo, anche parziale, in sostituzione dell'acqua, di percolato da discarica, considerando che il percolato della discarica di Monte Scarpino è fortemente diluito rispetto ai percolati generalmente provenienti da discarica per la presenza di sorgenti nel corpo discarica?

Criterio 5 (Efficienza elettrica)

1) Quale è il rendimento elettrico dell'impianto inteso come:

produzione di EE annua ai morsetti dell'alternatore **meno** i consumi elettrici propri dell'impianto (comprese tutte le sezioni quali ricezione, termotrattamento, trattamento fumi, produzione EE, e se indispensabile il pretrattamento) **diviso** l'energia annua entrante con i rifiuti e con eventuali additivi (combustibili ausiliari, ecc).

2) Quanta è l'energia termica a bassa temperatura eventualmente disponibile per un recupero energetico?

3) E' possibile prevedere l'utilizzo di una turbogas (microturbine) o di motori a combustione interna per la produzione di E.E.?

Criterio 6 (Quantità e qualità dei residui solidi)

1) Supposto un impianto in grado di trattare 100.000 t/anno di rifiuti con PCI = 2.000 Kcal/kg quanti sono i residui solidi prodotti?

2) Supposto un impianto in grado di trattare 100.000 t/anno di rifiuti con PCI = 3.000 Kcal/kg quanti sono i residui solidi prodotti?

3) Quanti di questi derivano dalla sezione di termotrattamento?

4) Quanti residui solidi classificabili come rifiuti pericolosi derivano dall'impianto di trattamento fumi?

5) Ritenete che i particolati fini, derivanti dalla depurazione dei fumi o del syn-gas, possano essere in larga misura o integralmente raccolti e trattati in qualche modo?

6) Siete in grado di fornire anche impianti di ultra-filtrazione (filtri ceramici con nano-pori o simili) per l'intercettazione delle nano-polveri dai fumi o dal syn-gas e la loro inertizzazione nei reattori assieme agli altri particolati ?

7) I rifiuti solidi dalla sezione di termotrattamento sono classificabili come ceneri oppure come scorie inerti riutilizzabili mediante semplice frantumazione/macinazione?

8) Quale è la percentuale di carbonio organico presente nei residui solidi dalla sezione di termotrattamento?

9) Sono stati fatti test di lisciviazione sui residui solidi per determinare il rilascio di metalli pesanti (eventualmente svolte sotto controllo di Enti terzi indipendenti) dei sotto-prodotti ottenibili dai vostri reattori? Se si, quali sono i risultati?

Criterio 7 (quantità e tipologia delle emissioni in atmosfera)

1) Supposto un impianto in grado di trattare 100.000 t/anno di rifiuti con PCI = 2.000 Kcal/kg quale è la portata delle emissioni in atmosfera espresse in Nm³/h?

2) Supposto un impianto in grado di trattare 100.000 t/anno di rifiuti con PCI = 3.000 Kcal/kg quale è la portata delle emissioni in atmosfera espresse in Nm³/h?



3) Quali sono i valori garantiti di concentrazione degli inquinanti al camino. Considerare tutti i valori fissati dalle norme europee ed in particolare:

- a. Diossine
- b. IPA
- c. Polveri totali
- d. Metalli pesanti (cadmio, mercurio, ecc.)
- e. HCl
- f. SO₂
- g. NO_x
- h. Ecc.

4) Quali sono i valori effettivamente riscontrati di concentrazione degli inquinanti al camino. Considerare tutti i valori fissati dalle norme europee ed in particolare:

- a. Diossine
- b. IPA
- c. Polveri totali
- d. Metalli pesanti (cadmio, mercurio, ecc.)
- e. HCl
- f. SO₂
- g. NO_x
- h. Ecc.

5) Questi valori dichiarati sono stati certificati da Enti terzi?

6) Quali sono i valori effettivamente riscontrati di concentrazione degli inquinanti **a monte** dell'impianto di trattamento fumi se misurati. Considerare tutti i valori fissati dalle norme europee ed in particolare:

- a. Diossine
- b. IPA
- c. Polveri totali
- d. Metalli pesanti (cadmio, mercurio, ecc.)
- e. HCl
- f. SO₂
- g. NO_x
- h. Ecc

7) Questi valori dichiarati sono stati certificati da Enti terzi?

8) Esiste un sistema di monitoraggio in continuo al camino?

9) Se sì, esso riguarda solo i macroinquinanti (polveri, SO₂, NO_x) oltre ai parametri di processo (portata, temperatura, O₂)?



- 10) Con che frequenza sono stati eseguiti i campionamenti al camino per stabilire il valore delle emissioni dei microinquinanti (diossine, metalli pesanti)?
- 11) Sono stati fatti campionamenti in continuo al camino dei microinquinanti? Se sì, per quanto tempo?
- 12) Sono state fatte misure sulle emissioni di nanoparticelle (diametro < 1 µm). Se sì, con che risultati
- 13) Esistono studi epidemiologici riguardanti l'area di ricaduta degli inquinanti? Se sì, dove sono reperibili?
- 14) Come è costituita la rete di monitoraggio delle immissioni al suolo degli inquinanti? Dove sono reperibili i dati derivanti dal monitoraggio?
- 15) Che tipo di impianto di trattamento fumi (umido, semisecco, secco) è previsto?
- 16) Quali sono i reagenti utilizzati nell'impianto di trattamento fumi (carbone attivo, calce o bicarbonato di sodio, ecc.).
- 17) Quale è il consumo di reagenti per un impianto da 100.000 t/anno?
- 18) E' previsto un quenching dei fumi per ridurre la formazione di diossine: fino a che temperatura?

Criterio 8 (costi d'investimento e gestione)

- 1) Quali sono i costi d'investimento (ordine di grandezza) per un impianto da 100.000 t/anno con PCI di 2000 Kcal/h supposto di realizzare l'opera su terreno già livellato con portanza media?
- 2) Per un impianto da 200.000 t/anno?
- 3) Per un impianto da 100.000 t/anno che tratti rifiuti con PCI = 3.000 Kcal/kg?
- 4) Quanto personale occupa un impianto da 100.000 t/anno? Uno da 200.00 t/anno? Uno da 100.000 t/anno per rifiuti con PCI = 3.000 Kcal/h?
- 5) Quali sono i costi di manutenzione previsti per impianti con le taglie sopra indicate?
- 6) Quanti sono stati i costi di manutenzione, riscontrati su vostri impianti in funzione, per anno
- 7) Quali sono i tempi di realizzazione dell'impianto dalla approvazione ufficiale suddivisi per: progettazione, realizzazione, avviamento e messa a regime.
- 8) I materiali in carica vanno sempre pre-trattati (in particolare per ridurre la % d'umidità intrinseca e/o per ottenere una pezzatura omogenea, ecc.) oppure i vostri reattori sono abbastanza flessibili da consentire l'impiego di RSU indifferenziati ? Se il pre-trattamento è indispensabile quale è il suo costo?
- 9) Quali tipi di gas tecnici (es. azoto gassoso e/o liquido, metano, gas di petrolio liquefatti, ossigeno gassoso e/o liquido, ecc.) e in quali quantità per tonnellata di carica utilizzate nei vostri impianti (inclusi i servizi)
- 10) Dal processo sono recuperabili materiali riutilizzabili (metalli, sali, ecc)? Se sì, di che tipologia ed in che quantità?
- 11) Siete in grado di contribuire al finanziamento del progetto (in parte o anche al 100 %), con strategie di "project finance"? ritenete di poter attuare strategie del tipo B.O.O.T. (Build Own Operate Transfert)?
- 12) Siete in grado di fornire garanzie assicurative sulle prestazioni ambientali, e/o energetiche e/o di sostenibilità economico-finanziaria dei vostri impianti "chiavi in mano"?



ALLEGATO 9: DOMANDE DA PORRE A POTENZIALI FORNITORI DI IMPIANTO DI TRATTAMENTO FINALE DEL CICLO DEI RIFIUTI CHE PREVEDANO L'UTILIZZO DI TECNOLOGIE A FREDDO

Criterio 1 (struttura modulare)

- 1) l'impianto può avere una struttura modulare? Quel è la taglia media dei moduli da voi realizzati?
- 2) Quale è la flessibilità dell'impianto al variare della portata in peso dei rifiuti in ingresso?
- 3) Quali sono i tempi d'avviamento e d'arresto dell'impianto?
- 4) Sono possibili avviamenti ed arresti dell'impianto con frequenza giornaliera/settimanale/mensile?
- 5) E' possibile trattare rifiuti ospedalieri sull'impianto (con linea di alimentazione separata)?

Criterio 2 (affidabilità tecnologica)

- 1) Quanti impianti sono stati realizzati ad oggi?
- 2) Quanti negli ultimi 10 anni?
- 3) Di che taglia (espressa in capacità massica) sono?
- 4) Avete realizzato impianti industriali già funzionanti, oppure disponete solo di prototipi ancora semi-sperimentali e/o di impianti-pilota di piccola capacità ?
- 5) Da quanti anni sono in esercizio?
- 6) I vostri impianti sono certificati da Enti terzi nazionali o internazionali (es. Environmental Protection Agency-USA o equivalenti di altri Paesi), riguardo alle prestazioni ambientali (emissioni in aria, acque, suoli), qualità dei sotto-prodotti (inerzia o tossicità delle scorie), qualità delle materie prime-seconde riutilizzabili) ?
- 7) Quali tipi di rifiuti o di materiali in carica è in grado di trattare la vostra tecnologia (solidi, liquidi, gassosi, urbani e industriali, anche pericolosi, separatamente o anche miscelati) ?
- 8) Quali sono i tempi di manutenzione annui programmati?
- 9) Mediamente quanti disservizi che hanno comportato la fermata dell'impianto o emissioni in atmosfera compresi gli odori, sul suolo o nelle acque superficiali al di sopra dei limiti di legge previsti si sono verificati nel corso degli ultimi cinque anni d'esercizio?
- 10) Quali sono stati i tempi medi di fermata impianto per disservizi? In particolare, disponete di statistiche sui guasti accidentali dei vostri impianti (tipi di guasti, durate medie dei guasti, intervalli medi tra guasti, meglio ancora distribuzioni statistiche dei guasti e delle relative frequenze) ?
- 11) Quali sono stati i tempi medi di emissioni in atmosfera al di sopra dei limiti o di emissioni odorose avvertibili per disservizi e per quali tipologie di inquinanti si sono superati i limiti?
- 12) Durante i disservizi che sistema di monitoraggio degli inquinanti è stato utilizzato?
- 13) Avete accumulato nei vostri data-base risultati statisticamente attendibili (su periodi d'esercizio di durata sufficiente) per valutare affidabilmente le prestazioni ambientali, le efficienze energetiche, la sostenibilità economico-finanziaria della gestione industriale, nell'applicazione delle vostre tecnologie ai diversi tipi di materiali e rifiuti in carica?



- 14) Qual'è il livello d'automazione del vostro intero sistema impiantistico?
- 15) Che tipo di sistema di controllo di processo viene adottato?
- 16) Esiste un sistema di early-warning detection?
- 17) Quali sezioni o settori del sistema impiantistico sono invece a gestione manuale e non automatizzata?
- 18) Esiste un sistema di diagnosi guasti on-line separato dal sistema di controllo? Quali procedure automatiche sono messe in atto in caso di guasti a sezioni dell'impianto?
- 19) Quali procedure manuali e d'emergenza sono previste in caso di fallimento delle procedure automatizzate?

Criterio 3 (Area occupata)

- 1) Supposto un impianto in grado di trattare 100.000 t/anno di rifiuti post RD, senza pretrattamenti, quale è l'area occupata dall'impianto (inteso come unità di ricezione materiale, trattamento, depurazione emissioni e/o trattamento odori senza considerare eventuali impianti di pretrattamento) considerando che l'impianto sia costituito da non meno di tre moduli?
- 2) Se l'impianto necessita di impianti di pretrattamento quale è l'area occupata da questi impianti?
- 3) Quali sono le aree necessarie se l'impianto ha una taglia da 200.000 t/anno?
- 4) Quali sono le aree necessarie se l'impianto ha una taglia da 100.000 t/anno e tratta rifiuti post RD, pretrattati ad es. da un impianto di separazione secco-umido (considerare la frazione secca)?

Criterio 4 (Consumo idrico)

- 1) Supposto un impianto in grado di trattare 100.000 t/anno di rifiuti non pretrattati, di quanta acqua (espressa in m³/giorno) necessita l'impianto per ogni sezioni di cui è composto
- 2) Quali sono i consumi d'acqua se l'impianto ha una taglia da 200.000 t/anno
- 3) Quali sono i consumi d'acqua se l'impianto ha una taglia da 100.000 t/anno e tratta rifiuti post RD, pretrattati ad es. da un impianto di separazione secco-umido (considerare la frazione secca)?
- 4) A che temperatura è scaricata l'acqua dopo l'utilizzo?
- 5) Quali sono le caratteristiche chimico fisico dell'acqua dopo l'utilizzo?
- 6) Di questa quanta può essere in ciclo chiuso? E quanta è l'acqua di reintegro nel caso di ciclo chiuso?
- 7) Considerando che nel sito prescelto l'attuale disponibilità idrica è limitata a 20-25 m³/giorno è possibile minimizzare il consumo d'acqua del vostro impianto
- 8) E' possibile l'utilizzo o il trattamento, anche parziale, in sostituzione dell'acqua, di percolato da discarica, considerando che il percolato della discarica di Monte Scarpino è fortemente diluito rispetto ai percolati generalmente provenienti da discarica per la presenza di sorgenti nel corpo discarica?

Criterio 5 (Materia recuperata)



- 1) Quanta e quale materia prima-seconda è recuperabile da un impianto che tratta 100.000 t/anno di rifiuti post RD non pretrattati,
- 2) Quanta e quale materia prima-seconda è recuperabile da un impianto che tratta 100.000 t/anno di rifiuti post RD, pretrattati ad es. da un impianto di separazione secco-umido (considerare la frazione secca)?

Criterio 6 (Quantità e qualità dei residui solidi)

- 1) Supposto un impianto in grado di trattare 100.000 t/anno di rifiuti post RD non pretrattati quanti sono i residui solidi prodotti intesi come la frazione non riciclabile da inviare a discarica?
- 2) Supposto un impianto in grado di trattare 100.000 t/anno di rifiuti post RD, pretrattati, ad es. da un impianto di separazione secco-umido (considerare la frazione secca) quanti sono i residui solidi prodotti?
- 3) Quanti residui solidi classificabili come rifiuti pericolosi derivano dall'impianto?
- 4) Ritenete che i particolati fini, derivanti dalla depurazione delle emissioni gassose o del trattamento odori, possano essere in larga misura o integralmente raccolti e trattati in qualche modo?
- 5) Siete in grado di fornire anche impianti di ultra-filtrazione (filtri ceramici con nano-pori o simili) per l'intercettazione delle nano-polveri dalle emissioni gassose o dal trattamento odori (se esistenti) e la loro inertizzazione nei reattori assieme agli altri particolati ?
- 6) Sono stati fatti test di lisciviazione sui residui solidi non riciclabili per determinare il rilascio di metalli pesanti (eventualmente svolte sotto controllo di Enti terzi indipendenti)? Se sì, quali sono i risultati?

Criterio 7 (quantità e tipologia delle emissioni in atmosfera)

- 1) E' possibile o già previsto che nei vostri impianti i rifiuti in ingresso vengano depositati in aree di ricezione chiuse e in leggera depressione, in modo che i cattivi odori vengano evitati.
- 2) Le emissioni diffuse generate nell'impianto sono tecnicamente convogliabili?
- 3) Supposto un impianto in grado di trattare 100.000 t/anno di rifiuti post RD non pretrattati quale è la portata delle emissioni diffuse o convogliate in atmosfera espresse rispettivamente in Nm^3/t ed in Nm^3/h ?
- 4) Supposto un impianto in grado di trattare 100.000 t/anno di rifiuti di rifiuti post RD, pretrattati, ad es. da un impianto di separazione secco-umido (considerare la frazione secca) quale è la portata delle emissioni diffuse o convogliate in atmosfera espresse rispettivamente in Nm^3/t ed in Nm^3/h ?
- 5) Quali sono i valori garantiti di concentrazione degli inquinanti al camino (se esistente). Considerare tutti i valori fissati dalle norme europee ed in particolare:
 - a. Diossine (TEQ)
 - b. IPA
 - c. Polveri totali
 - d. Metalli pesanti (cadmio, mercurio, ecc.)
 - e. HCl



- f. SO₂
- g. COV
- h. Mercaptani
- i. Aldeidi
- j. H₂S
- k. Ecc.

6) Quali sono i valori effettivamente riscontrati di concentrazione degli inquinanti al camino. Considerare tutti i valori fissati dalle norme europee ed in particolare:

- a. Diossine (TEQ)
- b. IPA
- c. Polveri totali
- d. Metalli pesanti (cadmio, mercurio, ecc.)
- e. HCl
- f. SO₂
- g. COV
- h. Mercaptani
- i. Aldeidi
- j. H₂S
- k. Ecc.

7) Quali sono i valori effettivamente riscontrati di concentrazione degli inquinanti **a monte** dell'impianto di trattamento emissioni se misurati. Considerare tutti i valori fissati dalle norme europee ed in particolare:

- a. Diossine (TEQ)
- b. IPA
- c. Polveri totali
- d. Metalli pesanti (cadmio, mercurio, ecc.)
- e. HCl
- f. SO₂
- g. COV
- h. Mercaptani
- i. Aldeidi
- j. H₂S
- k. Ecc.

8) Questi valori dichiarati sono stati certificati da Enti terzi?

9) Sono state fatte misure delle emissioni diffuse relative alle sostanze sopracitate?

10) Esiste un sistema di monitoraggio in continuo al camino?



- 11) Con che frequenza sono stati eseguiti i campionamenti al camino per stabilire il valore delle emissioni dei microinquinanti (diossine, metalli pesanti)?
- 12) Sono stati fatti campionamenti in continuo al camino dei microinquinanti? Se sì, per quanto tempo?
- 13) Sono state fatte misure sulle emissioni di nanoparticelle (diametro < 1 µm). Se sì, con che risultati
- 14) Esistono studi epidemiologici riguardanti l'area di ricaduta degli inquinanti? Se sì, dove sono reperibili?
- 15) Come è costituita la rete di monitoraggio delle immissioni al suolo degli inquinanti? Dove sono reperibili i dati derivanti dal monitoraggio?
- 16) Che tipo di impianto di trattamento emissioni (umido, semisecco, secco) è previsto?
- 17) Quali sono i reagenti utilizzati nell'impianto di trattamento emissioni (carbone attivo, biofiltro, ecc.).
- 18) Quale è il consumo di reagenti per un impianto da 100.000 t/anno?

Criterio 8 (costi d'investimento e gestione)

- 1) Quali sono i costi d'investimento (ordine di grandezza) per un impianto da 100.000 t/anno post RD, senza pretrattamenti supposto di realizzare l'opera su terreno già livellato con portanza media?
- 2) Per un impianto da 200.000 t/anno?
- 3) Per un impianto da 100.000 t/anno che tratta rifiuti post RD, pretrattati ad es. da un impianto di separazione secco-umido (considerare la frazione secca)?
- 4) Quanto personale occupa un impianto da 100.000 t/anno? Uno da 200.00 t/anno? Uno da 100.000 t/anno per rifiuti , pretrattati ad es. da un impianto di separazione secco-umido (considerare la frazione secca).
- 5) Quali sono i costi di manutenzione previsti per impianti con le taglie sopra indicate?
- 6) Quanti sono stati i costi di manutenzione, riscontrati su vostri impianti in funzione, per anno
- 7) Quali sono i tempi di realizzazione dell'impianto dalla approvazione ufficiale suddivisi per: progettazione, realizzazione, avviamento e messa a regime.
- 8) I materiali in carica vanno sempre pre-trattati (in particolare per ridurre la % d'umidità intrinseca e/o per ottenere una pezzatura omogenea, ecc.) oppure i vostri reattori sono abbastanza flessibili da consentire l'impiego di RSU indifferenziati ? Se il pre-trattamento è indispensabile quale è il suo costo?
- 9) Quali tipi di additivi ed in quali quantità per tonnellata di carica utilizzate nei vostri impianti (inclusi i servizi)
- 10) Dal processo sono recuperabili materiali riutilizzabili (metalli, sali, ecc)? Se sì, di che tipologia ed in che quantità?
- 11) Siete in grado di contribuire al finanziamento del progetto (in parte o anche al 100 %), con strategie di "project finance"? ritenete di poter attuare strategie del tipo B.O.O.T. (Build Own Operate Transfert)?
- 12) Siete in grado di fornire garanzie assicurative sulle prestazioni ambientali, e/o di sostenibilità economico-finanziaria dei vostri impianti "chiavi in mano"?



ALLEGATO 10: CRITERI PER L'EFFETTUAZIONE DELLA CAMPAGNA DI ANALISI DELLA COMPOSIZIONE DEI RU IN PROVINCIA DI GENOVA.

Per l'individuazione del numero e delle zone in cui compiere le analisi merceologiche, in relazione alle esigenze di approfondimento per l'elaborazione della proposta di piattaforma polifunzionale di trattamento dei RU residui di Scarpino, si propongono circa una dozzina di analisi merceologiche del rifiuto residuo che dovrebbero essere effettuate in due diversi periodi dell'anno (primavera e autunno) nelle seguenti zone:

Tipologia tipica delle utenze domestiche e non domestiche (attività commerciali ed uffici) del centro storico di Genova

Tipologia abitativa residenziale a carattere prevalentemente verticale (condomini da 3 o più piani)

Tipologia abitativa residenziale a carattere prevalentemente orizzontale della periferia di Genova (villette da 1 o 2 piani);

Quartieri di edilizia sovvenzionata di Genova;

Zona caratterizzata dalla presenza prevalente di utenze commerciali medio-grandi di Genova;

Zona caratterizzata dalla presenza prevalente di uffici: zona del terziario avanzato (ad es. quartiere Sestri);

Zona caratterizzata da una elevata presenza di utenze artigianali ed industriali e produttive di Genova;

Comune a prevalente vocazione turistica servito dall'AMIU di Genova;

Comune dell'entroterra a vocazione prevalentemente agricola servito dall'AMIU di Genova;

Zona appartenente alla Comunità Montana Alta Valle Scrivia rappresentativo delle zone montane della Provincia di Genova.

A queste analisi merceologiche andrebbero aggiunte altre tre analisi merceologiche per i rifiuti umidi da raccolta differenziata in particolare per quanto riguarda i due quartieri in cui è attualmente in corso di sperimentazione la raccolta domiciliare e di prossimità ed un circuito di raccolta dalle grandi utenze.

Tali suddivisione ha lo scopo di ottenere un dato finale maggiormente rappresentativo della reale composizione merceologica del rifiuto che, nelle zone sopraccitate, presenta, normalmente, una composizione significativamente diversa.

Per l'effettuazione delle analisi si dovrebbe individuare una superficie idonea di almeno 600 mq (possibilmente cementata) e mettere a disposizione della Ditta che si occuperà delle analisi merceologiche la pala meccanica gommata con benna da 1,5-2 mc (tipo terna) compresa di autista.

Inoltre, preliminarmente all'effettuazione delle operazioni di campionamento previste in ALLEGATO, si dovrebbero pesare i materiali ingombranti (da riportare al peso totale del carico) eventualmente conferiti nel circuito di raccolta per poter effettuare un ripartizione in peso rispetto al totale del campione su cui verranno effettuate le operazioni descritte nell'ALLEGATO (circa 3-4 tonnellate di RU).



Per l'effettuazione delle operazioni citate si dovrebbero utilizzare le procedure codificate dalla norma UNI 9246/88 descritta nel volume 3/2001 della volume "Metodi analisi del compost" edito dall'ANPA.

Dal punto di vista operativo, l'analisi merceologica sul RU dovrebbe essere condotta secondo le modalità di seguito descritte:

- Campionamento in fase di raccolta; devono essere prelevate da 3 a 4 tonnellate di RU, corrispondenti, indicativamente, al carico non compattato di un automezzo il cui percorso di raccolta è stato scelto in modo da raccogliere un determinato numero di cassonetti la cui scelta dovrà essere effettuata con precisione per rendere l'analisi realmente rappresentativa del contesto in esame;
- Preparazione del campione; *il rifiuto viene pesato e scaricato sull'area adibita alle operazioni preliminari di campionamento e per controllare l'eventuale presenza di oggetti ingombranti (quali, ad esempio, frigoriferi, televisori, elettrodomestici in genere, grossi pneumatici, poltrone, ecc.) che, preliminarmente all'effettuazione del campionamento dovrebbero essere separate e pesate per poter effettuare un ripartizione in peso rispetto al totale del campione su cui verranno eseguite le operazioni descritte in ALLEGATO*
- Procedure di riduzione del campione: dopo aver controllato il campione di rifiuto, lo stesso viene disposto su un' area pavimentata in modo da essere sottoposto ad una delle procedure previste in ALLEGATO. Con mezzo idoneo si procede, quindi, all'eliminazione ripetuta e progressiva di spicchi opposti della "torta" o a prelievo di materiale lungo la diagonale del "quadrato" o al prelievo stocastico, a seconda del metodo utilizzato, sino ad ottenere un'aliquota finale di rifiuto del peso approssimativamente compreso tra 200 e 250 kg.
- Analisi merceologica; sull'aliquota finale di rifiuto prelevata dal campione si deve effettuare l'analisi vera e propria attraverso l'apertura degli stessi sacchetti sopra un apposito tavolo forato, con maglie quadrate di lato 20 mm, con funzioni di setaccio. I diversi materiali devono essere suddivisi, attraverso cernita manuale, in 20 classi merceologiche (21 con gli ingombranti).
- Elaborazione dati; concluse le operazioni di cernita manuale, con l'ausilio di una bilancia tecnica, vanno pesati i materiali classificati nelle differenti categorie merceologiche e vanno riportati i pesi in apposite tabelle di calcolo per la determinazione della composizione merceologica (espressa come percentuale in peso) del rifiuto analizzato.

Rispetto ai parametri chimici-fisici (potere calorifico, umidità dei rifiuti, determinazione delle ceneri e delle materie volatili) si deve rilevare che tali parametri possono risultare utili esclusivamente ai fini della valutazione del possibile utilizzo della frazione residua, a valle della raccolta differenziata, per la produzione di CDR. Nella fase di individuazione delle modalità organizzative della raccolta differenziata integrata tali informazioni non risultano invece indispensabili.



DESCRIZIONE DELLE CATEGORIE MERCEOLOGICHE DETERMINATE

La suddivisione del **Rifiuti Urbani residui** dovrebbe essere operata per le seguenti categorie merceologiche:

1. Sottovaglio (frazione < 20 mm);
2. Materiale organico da cucina (alimenti cotti e crudi, salviette di carta e organico non precisato);
3. Materiale organico verde (foglie, erba, residui di potatura);
4. Carta (sacchetti di carta, carta da imballo, quotidiani, riviste, pubblicità, carta da lettera, agende, libri);
5. Cartone (cartone ondulato, scatole di cartone per prodotti alimentari e non alimentari, dossier, calendari, ecc.);
6. Poliaccoppiati (contenitori alimentari per latte, succhi di frutta, imballi composti da materie miste differenti (carta, plastica, metalli) non separabili);
7. Imballaggi in alluminio (lattine per birra, coca cola, buste e sacchetti, ecc);
8. Imballaggi in acciaio (barattoli per cibo per animali, barattoli per conserve alimentari, ecc.)
9. Bottiglie e flaconi di plastica;
10. Imballaggi in plastica (sacchetti supermercato, sacchi spazzatura, fertilizzanti, contenitori alimentari e non alimentari, alveoli, blister, ecc.);
11. Altra plastica non imballo (giocattoli, bicchieri, piatti, posate, ecc.);
12. Polistirolo da imballo;
13. Vetro (bottiglie e contenitori per liquidi alimentari e non alimentari, vetro piatto, pirex, opaline, ecc.);
14. Legno (legno di sedie o di arredamento vario, cassette, bastoni, vassoi, ecc.);
15. Tessili e cuoio (scarpe, cinture, giacche in pelle, abiti in cotone, lana, lino o materiali sintetici, collant, borse in stoffa, ecc.);
16. Materiali inerti (pietre, porcellana, ceramiche, ecc.);
17. Tessili sanitari (cotone idrofilo, assorbenti igienici, pannolini per bambini, ecc.);
18. Rifiuti Urbani Pericolosi (medicinali scaduti, pile e batterie, etichettati "T" e/o "F", ecc.);
19. Materiali vari da lavorazioni artigianali e industriali;
20. Ingombranti (elettrodomestici, grossi pneumatici, computer, ecc.);
21. Altro non classificabile (sacchetti dell'aspirapolvere, palle da tennis, bande elastiche, circuiti stampati, ecc.).



ATTREZZATURA E STRUMENTAZIONE.

Per l'esecuzione delle analisi dovrebbe essere adottato la seguente strumentazione:

- *tavolo dotato di piano d'appoggio forato, con fori quadrati di lato 20 mm e sottostante vassoio in acciaio per la raccolta del sottovaglio ;*
- *bilancia tecnica con campo di misura 0-30 kg e tolleranza +/- 0,01kg;*
- *contenitori di varia volumetria (da 5 a 45 lt) per la suddivisione e raccolta delle diverse categorie merceologiche;*
- *dispositivi di protezione individuale: tuta con cappuccio protec in Tyvec "C", stivale ginocchio sicurezza PVC EN 345 S5 puntale lamina, guanto impermeabile MAPA esterno crespato CE EN 4131 antiscivolo, guanti in lattice monouso, mascherina facciale filtrante FF1P (S) CE EN 3301.*



Allegato 11: Procedure di campionamento

Per il campionamento degli RSU da destinare ad analisi merceologica si possono utilizzare 3 modalità differenti:

1. metodo della Quartatura
2. metodo della Diagonale
3. metodo Stocastico.

La scelta del metodo da usare è vincolata dalle caratteristiche del materiale da campionare (tipologia, età, spazi a disposizione...).

1. Metodo della Quartatura

Impiegando una pala meccanica si distribuisce in modo uniforme il materiale da esaminare (1.5 – 2t) in una 'torta' con un'altezza di circa 30 cm. Questa va divisa in 4 parti di uguale dimensione e con contenuto omogeneo: il materiale di due quarti opposti deve essere scartato, mentre quello dei due quarti rimanenti va mescolato e ridistribuito in una nuova 'torta' di altezza uguale alla precedente. Si ripetono le operazioni eseguite nella prima quartatura e si sceglie uno dei due quarti rimasti come campione dell'analisi merceologica (fig. 1). Il peso del campione che si ottiene al termine delle due quartature è pari a circa 160-250 kg.

2. Metodo della Diagonale

Impiegando una pala meccanica si deve distribuire il materiale da esaminare (1.5 – 2 t) in modo omogeneo e formare un quadrato con lato di circa 4 m. Di seguito si delimita una fascia lungo la diagonale, larga circa 30 cm e si preleva questa parte come campione dell'analisi merceologica (fig. 2). Il peso del campione che si ottiene è pari a circa 160-250 kg.

Una caratteristica positiva del metodo è la riduzione degli interventi di movimentazione del materiale che permette di conservare meglio la struttura della matrice organica.

3. Metodo Stocastico

I sacchetti vanno prelevati casualmente dal cumulo di materiale conferito e progressivamente pesati, fino a raggiungere la quantità prevista per l'analisi (peso del campione: 200 kg). Quando i quantitativi conferiti superano le 2 t il prelievo del campione deve avvenire secondo uno dei metodi sopra riportati.

Per migliorare l'uniformità del campione si può dividere il cumulo in 4 parti, con analoghe caratteristiche quali-quantitative e prelevare da ogni settore lo stesso numero di sacchetti.



Fig. 1 - Metodo della Quartatura

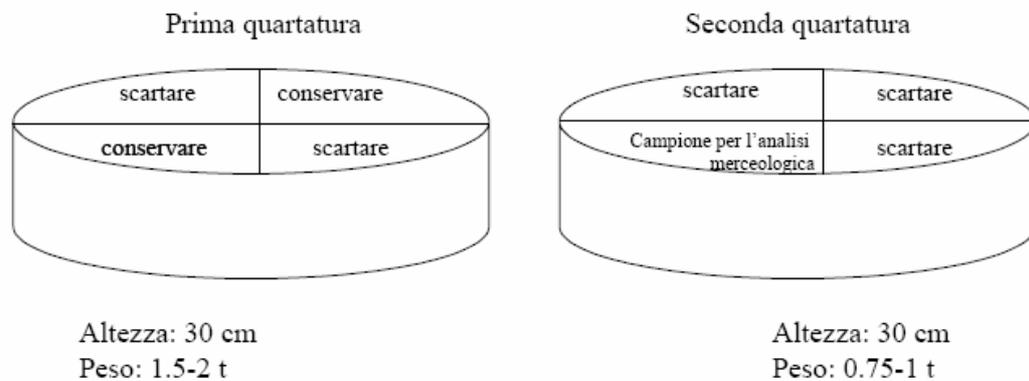
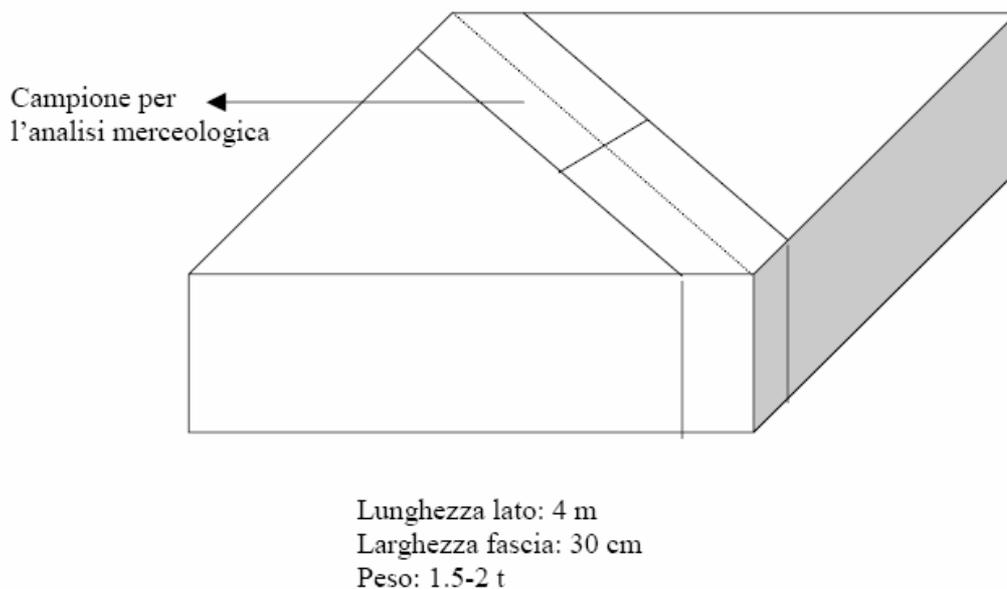


Fig. 2 - Metodo della Diagonale



11 BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- i Kubler H. et al., 1999
- ii Piano Provinciale per la Gestione Integrata dei Rifiuti – Sezione Rifiuti Solidi Urbani – Provincia di Sondrio – Settore Risorse Ambientali – Servizio Ambiente – Osservatorio Rifiuti – Dicembre 2006
- iii <http://www.gasification.org/> (accesso del 19/05/2009)
- iv http://www.gec.jp/WASTE/data/waste_C-1.html (accesso del 7/05/2009)
- v http://www.kobelco.co.jp/english/environment/2008/1180571_6341.html (accesso dell'11/05/2009)
- vi http://www.gec.jp/JSIM_DATA/WASTE/WASTE_3/html/Doc_438.html (accesso del 4/05/2009)
- vii AAVV “Opzioni nella gestione dei rifiuti e cambiamento climatico” AEA

