



COMUNE DI CAMPI BIENZIO

(Provincia di Firenze)

**ANALISI DELLE ESPERIENZE PIÙ VIRTUOSE DI RACCOLTA
DIFFERENZIATA, RECUPERO E RIDUZIONE DI RIFIUTI IN ITALIA
INDIVIDUAZIONE E VERIFICA FUNZIONALE DI TECNOLOGIE
ALTERNATIVE ALLA TERMOVALORIZZAZIONE**

Report Finale

**Relazione redatta dai componenti la Commissione Tecnica espressione
dell'Amministrazione comunale:**




Ing. Giovanni Lippo

Ing. Simone Bonari



OTTOBRE 2008

	REPORT FINALE	  
	Commessa: C252	

INDICE

1	PREMESSA	7
2	IMPOSTAZIONE DEL LAVORO	9
3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	10
3.1	STRUTTURA DELLA TARIFFA (TIA)	11
3.2	SVILUPPO E STATO DELL'ARTE DELLE RACCOLTE DIFFERENZIATE	12
3.3	ORGANIZZAZIONE DEI SERVIZI DI IGIENE URBANA.....	14
3.3.1	<i>Servizi di raccolta</i>	14
3.3.2	<i>Stazioni ecologiche</i>	19
3.3.3	<i>Sviluppo futuro del sistema di raccolta differenziata</i>	20
4	BUONE PRATICHE E OBIETTIVI DI RD	21
4.1	BUONE PRATICHE	21
4.1.1	<i>Visita Piemonte (22 gennaio 2008)</i>	21
4.1.1.1	Consorzio CO.VA.R.	21
4.1.1.2	Progetto ECOLOGOS	28
4.1.1.3	Progetto BUON SAMARITANO	29
4.1.2	<i>Visita Comune di Capannori (25 gennaio 2008)</i>	29
4.1.3	<i>Visita Lombardia (29 gennaio 2008)</i>	33
4.1.3.1	CEM Ambiente S.p.A. & Comune di Bellusco	33
4.1.3.2	Comune di Monza	40
4.1.4	<i>Visita Veneto (04 marzo 2008)</i>	41
4.1.4.1	Consorzio PRIULA.....	41
4.1.4.2	Centro Riciclo Vedelago	51
4.2	INDICAZIONI SU BUONE PRATICHE APPLICABILI ALL'AREA FIORENTINA	53
4.2.1	<i>Prevenzione & riduzione</i>	54
4.2.2	<i>Passaggio dal sistema di raccolta stradale al sistema "porta a porta"</i>	55
4.2.3	<i>Rifiuti dal circuito turistico</i>	55
4.2.4	<i>Criteri di assimilazione</i>	56
4.2.5	<i>Gli obiettivi di RD</i>	57

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 2 di 142

4.2.6	<i>Lo screening del residuo</i>	59
5	TECNOLOGIE IMPIANTISTICHE	60
5.1	IL QUADRO DI RIFERIMENTO	60
5.2	SCELTA E DESCRIZIONE DELLE TECNOLOGIE	62
5.3	PIANIFICAZIONE VIAGGI	63
5.4	TMB – TRATTAMENTO MECCANICO E BIOLOGICO	63
5.4.1	<i>Impianto TMB di TUDELA</i>	64
5.4.1.1	Costi di investimento e di gestione	69
5.4.2	<i>Impianto TMB di TEL AVIV</i>	71
5.4.2.1	Linea di selezione meccanico – idraulica	72
5.4.2.2	Linea di digestione anaerobica UASB	74
5.4.2.3	Bilancio di massa	75
5.4.2.4	Costi di investimento e gestione	78
5.5	TRATTAMENTI TERMICI	80
5.5.1	<i>Gassificazione e Pirolisi</i>	83
5.5.2	<i>Visita al Dissociatore molecolare di Husavik</i>	85
5.5.2.1	Principio di funzionamento della tecnologia	86
5.5.2.2	Emissioni	89
5.5.2.3	Costi di investimento e di gestione	92
5.5.2.4	Punti di forza e di debolezza	95
5.5.3	<i>Visita al Gassificatore al plasma di Madison</i>	96
5.5.3.1	Principio di funzionamento della tecnologia	97
5.5.3.2	Emissioni	100
5.5.3.3	Costi di investimento e di gestione	102
5.5.3.4	Punti di forza e di debolezza	105
5.6	ANALISI COMPARATA DELLE TECNOLOGIE	108
6	CONCLUSIONI	109
	ALLEGATO 1 – CONSORZIO COVAR	116
	ALLEGATO 2 – CEM AMBIENTE S.P.A.	122
	ALLEGATO 3 – CONSORZIO PRIULA	125
	ALLEGATO 4 – PIANA FIORENTINA	133

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 3 di 142

ALLEGATO 5 – CERTIFICAZIONE OPERATIVITÀ IMPIANTI PLASMA. 137

ALLEGATO 6 – IL PROCESSO DI GASSIFICAZIONE..... 138

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 4 di 142

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Produzione di rifiuti per abitante Anni 2000-2007 (comuni della Piana).....	13
Figura 2 – Produzione di rifiuti Anni 2000-2007 (comuni della Piana).....	13
Figura 3 – Andamento raccolta differenziata Anni 2000-2007 (comuni della Piana).....	14
Figura 4 – Modello attuale della raccolta nella città di Firenze	15
Figura 5 – Produzione di rifiuti per abitante Anni 2003-2007 (CO.VA.R. 14)	24
Figura 6 – Andamento raccolta differenziata Anni 2003-2007 (CO.VA.R. 14).	24
Figura 7 – Composizione RD Anni 2003-2007 (CO.VA.R. 14).	25
Figura 8 – Produzione di rifiuti per abitante Anni 2003-2007 (CEM Ambiente S.p.A.)	38
Figura 9 – Andamento raccolta differenziata Anni 2003-2007 (CEM Ambiente S.p.A.)	39
Figura 10 – Struttura del Ce.R.D. (PRIULA).	46
Figura 11 – Quantità e frequenze massime di frazione omogenea di rifiuto Anno 2006 (PRIULA).	48
Figura 12 – Produzione di rifiuti per abitante Anni 2000-2007 (PRIULA).	49
Figura 13 – Andamento raccolta differenziata Anni 2000-2007 (PRIULA).	49
Figura 14 - schema di funzionamento dell'impianto ARROWBIO	72
Figura 15 – caratteristiche ammendante compostato misto (fonte: <i>D.Lgs. 217/06</i>)	76
Figura 16 – Schema a blocchi impianto Tel Aviv	78
Figura 17 – cella di dissociazione molecolare	87
Figura 18 – valori di emissione attesi per RU	91
Figura 19 – particolare di una cella e del postcombustore dell'impianto di Husavik (Islanda)	93
Figura 20 – schema di una torcia al plasma	98
Figura 21 – schema di una fornace per la gassificazione al plasma del RU	100
Figura 22 – composizione merceologica rifiuti area fiorentina (fonte: Piano Industriale)	104
Figura 23 – bilancio di massa ed energia di un reattore di gassificazione al plasma (fonte: WPC)	104
Figura 24 – Quantitativi di rifiuti conferiti (kg) e destinazione materiali anni 2004 – 2006 (CEM Ambiente S.p.A.).	122
Figura 25 – Contributi CONAI anni 2000 – 2005 (CEM Ambiente S.p.A.).....	124
Figura 26 – andamento composizione prodotti al variare del processo	139

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 5 di 142

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Abitanti al 2006 dei Comuni indicati (ARRR spa).....	10
Tabella 2 – Anno passaggio TARSU – TIA.....	11
Tabella 3 – Calcolo della TIA per una famiglia media anno 2007	12
Tabella 4 – Andamento RD Anni 2000-2007 (comuni della Piana)	12
Tabella 5 – Andamento RD Anni 2003-2007 (CO.VA.R. 14).....	23
Tabella 6 – Suddivisione dei Comuni per numero di abitanti e valore medio della raccolta differenziata (CO.VA.R. 14).....	28
Tabella 7 – RD frequenza di riferimento per lo svuotamento dei contenitori (CEM Ambiente S.p.A.).....	36
Tabella 8 – Piattaforme ecologiche rifiuti raccolti (CEM Ambiente S.p.A.).....	37
Tabella 9 – Andamento RD Anni 2003-2007 (CEM Ambiente S.p.A.).....	38
Tabella 10 – Suddivisione dei Comuni per numero di abitanti e valore medio della raccolta differenziata (CEM Ambiente S.p.A.)	40
Tabella 11 – RD frequenza di riferimento per lo svuotamento dei contenitori e destinazione delle frazioni (PRIULA).....	44
Tabella 12 – Ce.R.D. rifiuti raccolti (PRIULA).....	45
Tabella 13 – Valori della tariffa media domestica anni 2001-2006 (PRIULA).....	46
Tabella 14 – Andamento RD Anni 2000-2007 (PRIULA).....	48
Tabella 15 – Suddivisione dei Comuni per numero di abitanti e valore medio della raccolta differenziata (PRIULA).....	51
Tabella 16 – bilancio di massa impianto Tel Aviv (fonte: <i>ArrowBio</i>).....	75
Tabella 17 – principali differenze fra tecnologie di combustione, gassificazione e pirolisi	84
Tabella 18 – caratteristiche emissione da gassificazione al plasma	101
Tabella 19 – Categorie delle utenze domestiche coefficienti Ka e Kb – Comuni con popolazione fino a 5.000 abitanti (Allegato 1 - “Regolamento per l’applicazione della tariffa per la gestione dei rifiuti urbani – Anno 2008”) (CO.VA.R. 14).....	121
Tabella 20 – Categorie delle utenze domestiche coefficienti Ka e Kb – Comuni con popolazione superiore a 5.000 abitanti (Allegato 2 - “Regolamento per l’applicazione della tariffa per la gestione dei rifiuti urbani – Anno 2008”) (CO.VA.R. 14)	121
Tabella 21 – Quantitativi di rifiuti conferiti (kg) e destinazione materiali anni 2004 – 2006 (CEM Ambiente S.p.A.).....	122
Tabella 22 – Prezzi di vendita frazioni recuperate (CEM Ambiente S.p.A.)	124
Tabella 23 – Categorie delle utenze domestiche coefficienti Ka e Kb (Allegato 1 - “Regolamento Consortile per la disciplina della Tariffa – Approvato con deliberazione dell’Assemblea Consortile n. 3 del 30/03/2006”) (PRIULA).....	131

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 6 di 142

Tabella 24 – Coefficiente di adattamento K1(v) (Allegato 10 - “Regolamento Consortile per la disciplina della Tariffa – Approvato con deliberazione dell’Assemblea Consortile n. 3 del 30/03/2006”) (PRIULA).....	131
Tabella 25 – Coefficiente di adattamento K2(v) (Allegato 10 - “Regolamento Consortile per la disciplina della Tariffa – Approvato con deliberazione dell’Assemblea Consortile n. 3 del 30/03/2006”) (PRIULA).....	132
Tabella 26 – Percentuale di riduzione della quota variabile della Tariffa.....	136

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 7 di 142

1 PREMESSA

A seguito dell'esito del referendum consultivo che ha interessato i cittadini di Campi Bisenzio il 2 dicembre 2007 in merito alla realizzazione a Casa Passerini dell'impianto di Termovalorizzazione previsto nel Piano Industriale di ambito dell'ATO 6, l'Amministrazione comunale ha sottoscritto un accordo con il "Comitato per il no agli inceneritori e per alternative" che prevede di verificare la funzionalità di tecnologie alternative alla termovalorizzazione, in grado di chiudere efficacemente e correttamente il ciclo dei rifiuti. Di verificare inoltre le realtà esistenti in campo nazionale riguardanti le migliori pratiche sulle politiche di gestione dei rifiuti in termini di prevenzione, riduzione, recupero e tariffazione.

Per le suddette verifiche è stata nominata la Commissione Tecnica costituita da quattro membri: due espressione del Comitato e due espressione dell'Amministrazione comunale.

Le tecnologie che si è scelto di verificare sono:

- TMB (trattamento meccanico biologico), su indicazione del Comitato
- Dissociazione molecolare, su indicazione dell'Amministrazione comunale
- Gassificazione al plasma, su indicazione dell'Amministrazione comunale

Le realtà nazionali visitate più virtuose sulle raccolte differenziate, riduzione e recupero – indicate dal Comitato – sono:

- Consorzio CO.VA.R (TO)
- Consorzio Priula e Vedelago (TV)
- Comune di Capannori (LU)

 <i>REPORT FINALE</i>	Commessa: C 252
	Rev . 00
	Pag. 8 di 142

– CEM Ambiente S.p.A. (area nord est Milano)

Nell'inquadramento territoriale dell'area di interesse del presente lavoro (Piana fiorentina) si è ritenuto corretto inserire anche un quadro sintetico dello stato attuale sulle raccolte differenziate nonché dei risultati attesi per i prossimi anni da Quadrifoglio S.p.A. (i dati sono stati gentilmente forniti dall'Ing. Domenico Scamardella di Quadrifoglio S.p.A.).

 <i>REPORT FINALE</i>	Commessa: C 252
	Rev . 00
	Pag. 9 di 142

2 IMPOSTAZIONE DEL LAVORO

La prima parte affronta le buone pratiche. Si descrivono le visite effettuate e si analizzano i dati ed i sistemi organizzativi per capire se e come è migliorabile la nostra realtà in termini di percentuale di raccolta differenziata, recupero e riduzione dei rifiuti prodotti.

Per quanto concerne la parte impiantistica si è dato peso in particolare agli aspetti ambientali (emissione inquinanti in atmosfera), alla elasticità impiantistica, soprattutto in considerazione della possibile riduzione della frazione residuale dei rifiuti nel tempo, all'affidabilità impiantistica ed ai costi di gestione.

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 10 di 142

3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il territorio oggetto del presente studio è la “Piana Fiorentina” ed è suddiviso amministrativamente nei Comuni di: Calenzano, Campi Bisenzio, Firenze, Sesto Fiorentino e Signa.

Tale area è compresa nell’ATO 6, Consorzio che raggruppa 33 Comuni della Provincia di Firenze, per un totale di circa 800.000 abitanti.

Per quanto riguarda le tipologie degli insediamenti presenti nella Piana si ha un’alternarsi di aree con grandi insediamenti condominiali, strutture a schiera e terratetti fronte strada.

Comune	Numero di abitanti
Calenzano	15.689
Campi Bisenzio	41.414
Firenze	365.966
Sesto Fiorentino	47.296
Signa	17.392
Totale	487.757

Tabella 1 – Abitanti al 2006 dei Comuni indicati (ARRR spa)

L’area fiorentina, ed in particolare Firenze, è caratterizzata da una notevole incidenza di presenza turistica con forti oscillazioni sia giornaliere che stagionali:

- circa 11.000.000 presenze turistiche nel 2006 (fonte Provincia Firenze);
- oltre 81.000 pendolari giornalieri con destinazione nell’area urbana centrale di Firenze (fonte: Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale - PTCP).

I grafici e le tabelle che seguono, relative all’andamento delle RD negli anni 2000÷2007, sono riferiti ai comuni della Piana, meglio individuati in Tabella 1.

3.1 **Struttura della tariffa (TIA)**

I singoli Comuni provvedono alla determinazione della tariffa, attraverso un Regolamento di gestione, e la applicano in forma differenziata in relazione alla produzione di rifiuti ed alla percentuale di raccolta differenziata raggiunta.

Anno passaggio TARSU – TIA	
Calenzano	2003
Campi Bisenzio	2005
Firenze	2005
Sesto Fiorentino	2003
Signa	2003

Tabella 2 – Anno passaggio TARSU – TIA.

I Regolamenti di gestione della tariffa dei Comuni dell'area di studio sono abbastanza omogenei fra loro, in quanto Quadrifoglio, società che gestisce il servizio ed individuata da subito come responsabile della fatturazione, ha potuto proporre un regolamento standard che ha armonizzato quelli esistenti.

La tariffa è suddivisa in una parte fissa, legata ai costi invariabili del servizio ed in una parte variabile rapportata alla quantità di rifiuti conferiti dagli utenti, al servizio fornito ed all'entità dei costi di gestione.

Nei Regolamenti sono incentivate la raccolta differenziata e la riduzione dei rifiuti applicando uno sconto alla parte variabile della tariffa.

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 12 di 142

Di seguito si riporta a titolo esemplificativo l'importo totale della TIA, non comprensiva di IVA 10% e Addizionale Provinciale, dovuta da una famiglia costituita da 3 persone ed avente una superficie di abitazione di 100 mq.

Tariffa media domestica (rif: anno 2007)	
	€/famiglia
Calenzano	€ 125,87
Campi Bisenzio	€ 127,79
Firenze	€ 138,83
Sesto Fiorentino	€ 127,53
Signa	€ 179,75
Valore medio	€ 139,95

Tabella 3 – Calcolo della TIA per una famiglia media anno 2007

3.2 Sviluppo e stato dell'arte delle raccolte differenziate

– Andamento raccolta differenziata

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
N° abitanti	490.299	489.790	491.618	488.715	487.049	487.197	487.757	487.368
Produzione procapite di rifiuti Kg/(ab*anno) [kg]	679	692	695	696	722	730	739	732
Rifiuto non riciclabile procapite kg/abitante [kg]	517	504	504	493	500	494	497	488
Rifiuti riciclati procapite Kg/abitante [kg]	163	188	191	203	222	236	241	244
%RD	23,96%	27,15%	27,51%	29,21%	30,68%	32,28%	32,69%	33,28%
%RD metodo D.G.R.T. n. 1369 del 16/11/98 e D.G.R.T. n. 1134 del 15/11/04	24,95%	28,28%	28,66%	34,42%	33,29%	35,03%	35,47%	36,11%

Tabella 4 – Andamento RD Anni 2000-2007 (comuni della Piana)

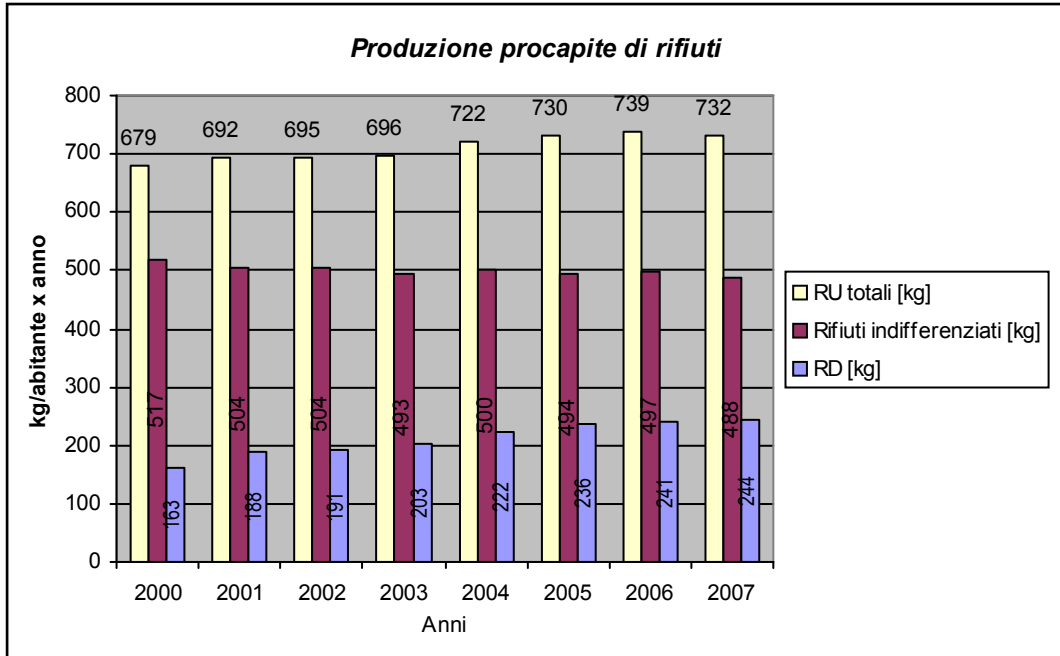
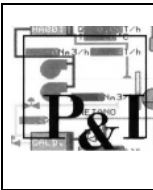


Figura 1 – Produzione di rifiuti per abitante Anni 2000-2007 (comuni della Piana)

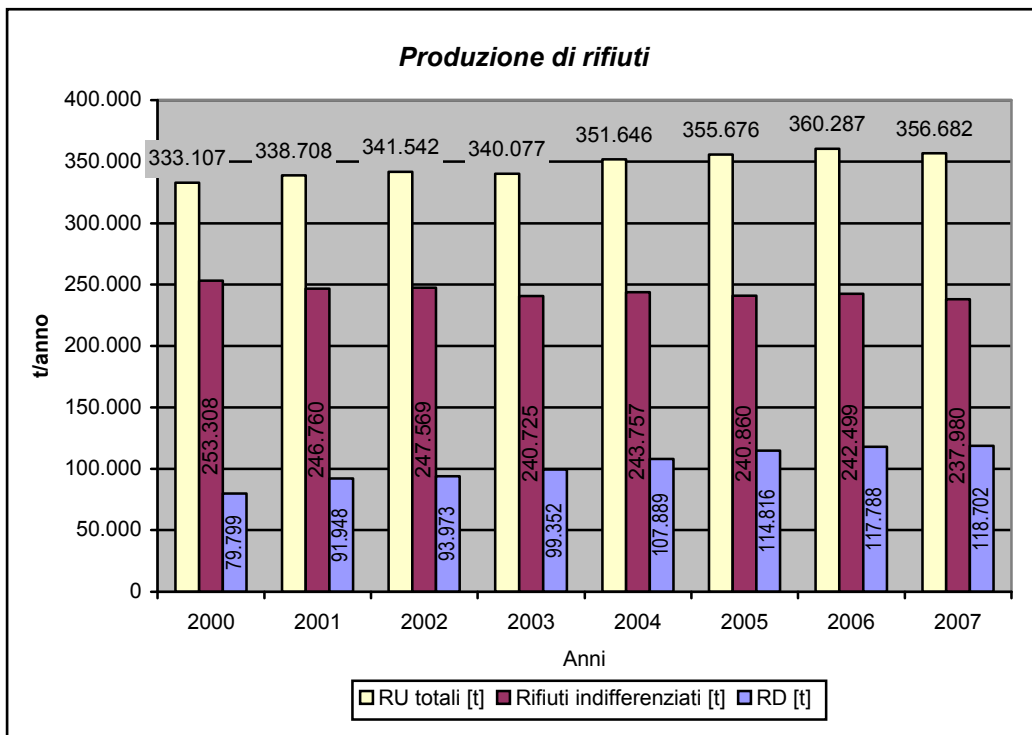


Figura 2 – Produzione di rifiuti Anni 2000-2007 (comuni della Piana)

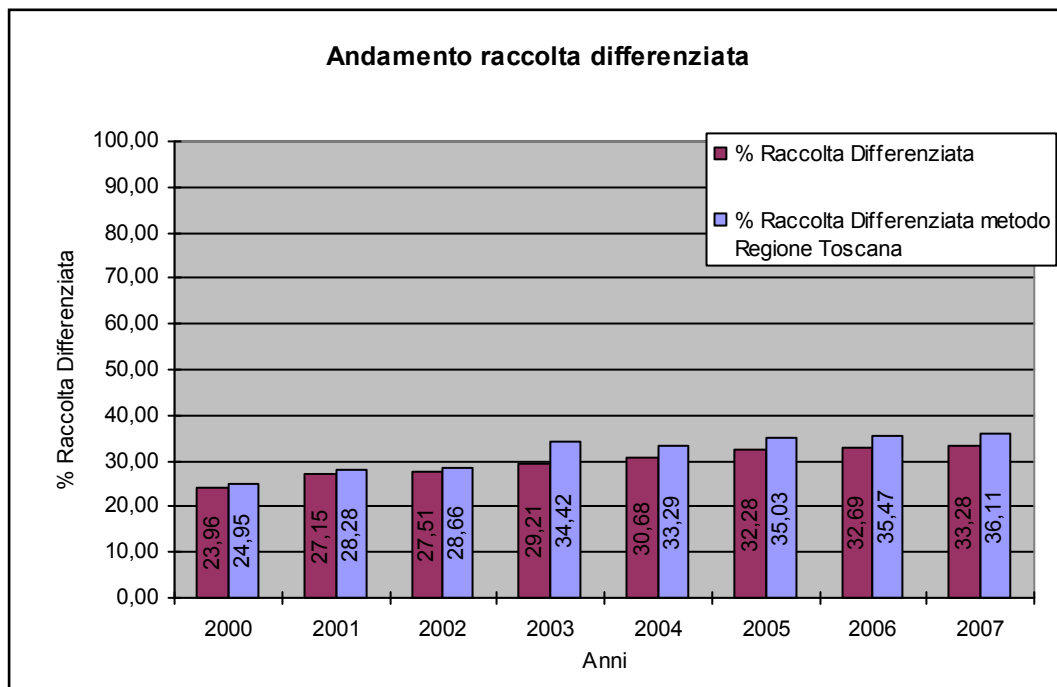


Figura 3 – Andamento raccolta differenziata Anni 2000-2007 (comuni della Piana)

3.3 Organizzazione dei servizi di igiene urbana

3.3.1 Servizi di raccolta

Il sistema di raccolta dei rifiuti dell'area della Piana Fiorentina è diversificato a seconda della tipologia del territorio da servire.

Comune di Firenze

- Nell'area del centro storico di Firenze, nella delimitazione ufficiale dell'UNESCO, sono attivi diversi servizi di raccolta differenziata: raccolta carta e cartone porta a porta; raccolta multimateriale a campane, nella zona esterna al quadrilatero romano (castrum).
- Nella zona del castrum è attivo un servizio di raccolta differenziata misto a sacchi e bidoncini, con la raccolta aggiuntiva dell'organico a bidoncini alle utenze di ristorazione.

- La zona semiperiferica della città di Firenze è servita in gran parte con il sistema di raccolta multipostazione a carico laterale (Side Loader). Tale sistema prevede la collocazione di contenitori destinati ognuno ad una o più tipologie di rifiuti:
 - cassonetto con coperchio blu per il rifiuto non differenziato;
 - cassonetto con coperchio giallo per la carta e il cartone;
 - campana celeste per contenitori per liquidi in vetro e plastica, insieme a lattine di alluminio e di banda stagnata;
 - cassonetto con coperchio marrone per la raccolta degli scarti di cucina e del giardino, attivo solo in alcune zone della città.
- Fascia tra il Castrum e i Viali di circonvallazione: ritiro porta a porta degli imballaggi dalle ore 10,00 alle ore 19,00 di tutti i giorni feriali secondo apposite articolazioni.
- Zone collinari. Tale territorio si caratterizza per strade strette e tortuose, edilizia residenziale sparsa e scarsa disponibilità di spazi per la collocazione dei contenitori per la raccolta. Attualmente Quadrifoglio provvede al servizio di raccolta dei rifiuti con bidoncini.

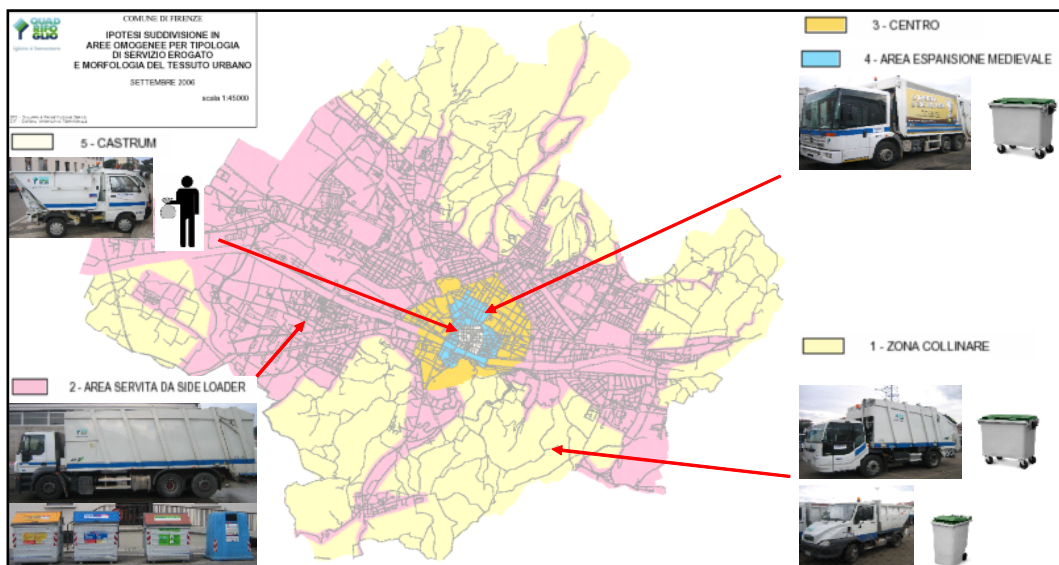


Figura 4 – Modello attuale della raccolta nella città di Firenze

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 16 di 142

Comune di Calenzano, di Campi Bisenzio, Signa e Sesto Fiorentino

Il servizio di raccolta rifiuti attivo sul territorio dei Comuni della Piana è quello con il sistema multipostazione che prevede la presenza di contenitori stazionari per la raccolta di:

- ✓ Carta e Cartone
- ✓ Multimateriale
- ✓ Organico
- ✓ Indifferenziato.

Sul territorio comunale di Sesto e di Calenzano si ha la presenza della Stazione ecologica (sul Comune di Sesto è stata chiusa il 01/04/2008, si sta progettando un centro di raccolta in Via De Gasperi per la prima metà del 2009): un luogo dove i cittadini possono portare i loro rifiuti di carta, vetro, plastica ecc. ed ottenere a seconda delle quantità conferite, sconti sulla tassa di nettezza urbana.

Per incentivare la raccolta differenziata nelle zone industriali sono state realizzate delle “Isole ecologiche ad uso specifico” in cui sono disponibili contenitori di adeguate dimensioni (cassoni scarrabili coperti da 20 mc, presse scarrabili da 20 mc, contenitori a campana, bidoncini) adibiti alla raccolta delle seguenti frazioni merceologiche:

- carta e cartone
- imballaggi misti
- legno
- plastica
- vetro
- organico

Tali aree sono recintate ed hanno dimensioni medie da 600 a 1.000 mq,
Per accedere all'isola, ogni utente convenzionato utilizza un badge elettronico che permette al sistema di identificarlo, consentendone l'ingresso.

 <i>REPORT FINALE</i>	Commessa: C 252
	Rev . 00
	Pag. 17 di 142

La prima isola ecologica sperimentale è stata realizzata nel Comune di Calenzano in via di Fibbiana, alla fine del 2003 ed ha una superficie di 300 mq circa.

Sostituita dal Gennaio 2008 da quella più moderna di Via degli Artigiani al servizio di una zona industriale che interessa i Comuni di Calenzano e
Campi Bisenzio

Successivamente è stata realizzata un'isola ecologica nel Comune di Signa (attiva dalla fine del 2006) avente una superficie di 800 mq circa.

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 18 di 142

Le piccole raccolte: l'Ecotappa

Il progetto

Il progetto, denominato "Ecotappa", prevede che in aree di pertinenza di utenze non domestiche appartenenti alla categoria TIA n°1 (Musei, Biblioteche, Scuole, Associazioni) vengano individuate superfici da destinare a tale raccolta; l'Ecotappa è allora definita come uno spazio dove concentrare la raccolta di quei rifiuti di origine domestica che non possono essere raccolti con i normali contenitori stradali e cioè:

- Pile*
- Farmaci scaduti*
- Bombolette spray*
- Piccoli elettrodomestici (R.A.E.E.)*
- Cartucce toner e stampanti.*

A questi rifiuti, che identificano l'ecotappa nella sua forma più semplice, si aggiungono in determinate circostanze altri rifiuti quali:

- Olio vegetale*
- Lampade al Neon*
- Lampade a basso consumo*
- Barattoli del bricolage*
- Batterie auto.*

A queste si aggiunge l'ecotappa allestita nella sua forma completa presso la sede Quadrifoglio in via Bibbiena.

Sono già state programmate ulteriori collocazioni di Ecotappe sul territorio, interessando non solo il Comune di Firenze, ma anche quello di Sesto Fiorentino:

Inoltre sono già stati programmati nuovi sopralluoghi presso circoli ricreativi e nuove scuole per l'allestimento di nuove postazioni di raccolta.

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 19 di 142

Alle ecotappe già presenti sul territorio si aggiunge la raccolta effettuata con l'Ecofurgone presso i mercati delle Cascine e di Peretola, nei quali è data la possibilità agli utenti domestici di conferire tutti i rifiuti previsti dall'allestimento completo dell'ecotappa.

Le ecotappe finora collocate sono state georeferenziate sul territorio affinché si possa avere una visione unitaria del servizio offerto alla cittadinanza.

3.3.2 Stazioni ecologiche

Le stazioni ecologiche sono aree nate per incentivare i cittadini a partecipare alla raccolta differenziata dei rifiuti, ottenendo dei benefici sulla tariffa di Igiene Urbana, in particolare una riduzione della quota variabile.

L'utente della stazione ecologica deve parcheggiare il proprio mezzo in aree predisposte, quindi può ritirare un carrello per il trasbordo dei materiali e recarsi al punto di pesatura. Tutti i materiali in ingresso devono essere pesati e i conferimenti negli appositi contenitori devono essere effettuati dopo la pesatura. L'operazione di pesatura avviene per tipologia di rifiuto e, ad operazione terminata, l'addetto rilascia una certificazione in relazione al quantitativo conferito o gli eventuali bollini per ottenere l'incentivo.

I materiali ed i rifiuti conferiti presso la stazione ecologica sono di proprietà di Quadrifoglio S.p.A.

Di seguito si riporta l'elenco delle stazioni ecologiche attive:

- Sesto Fiorentino (FI) – attiva dal 1996 (“Rifiuteria”) serve mediamente c.ca 4.000 utenti, di cui il 50% ricevono incentivi regolamentari sulla TIA e tratta oltre 2.000 ton/anno di materiali totalmente avviati al riciclo (è previsto il trasferimento nella nuova sede di via De Gasperi);

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 20 di 142

- Calenzano (FI) Stazione Ecologica di via del Pratignone - attiva dall'anno 2002, tratterà quest'anno più di 1.000 ton di materiali totalmente avviati a riciclo, per la chiusura della stazione di Sesto;
- Firenze - Stazione Ecologica di via di San Donnino - attiva dal gennaio 2007, tratta quasi 600 ton/anno di materiali totalmente avviati a riciclo.

3.3.3 Sviluppo futuro del sistema di raccolta differenziata

Per incrementare la raccolta di materiali da avviare a recupero Quadrifoglio S.p.A. ha previsto di attuare interventi diversi a seconda della tipologia del territorio da servire ed alla sostenibilità economica delle trasformazioni da compiere.

In particolare l'azienda ha intenzione di potenziare la raccolta della frazione organica nelle zone urbane a prevalente destinazione residenziale già coperte dal sistema multipostazione Side Loader e nell'area del centro storico di Firenze, ed attuare un sistema di raccolta "porta a porta" nelle aree produttive ed artigianali, in modo da avere un maggiore controllo sui conferimenti da parte delle utenze.

Quadrifoglio S.p.A., in considerazione dei principi di sostenibilità socio economica, della fattibilità in termini di compatibilità urbanistica e del rapporto costi benefici, **ha come obiettivi perseguibili a medio termine entro il 2011 il raggiungimento della soglia del 45% di RD per la città di Firenze e del 50% per l'intera area servita.**

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 21 di 142

4 BUONE PRATICHE E OBIETTIVI DI RD

4.1 Buone pratiche

Di seguito si descrivono le visite effettuate sul territorio nazionale presso gli Enti/Aziende che hanno raggiunto i migliori risultati nella gestione del ciclo dei rifiuti e che applicano le “buone pratiche”.

Per buona pratica si intende “...un’azione, esportabile in altre realtà, che permette ad un Comune, ad una comunità o ad una qualsiasi amministrazione locale, di muoversi verso forme di gestione sostenibile a livello locale”. Si considera buona, quindi, una pratica che corrisponda all’idea di sostenibilità intesa come fattore essenziale di uno sviluppo in grado di rispondere “...alle necessità del presente, senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare le proprie” (Rapporto Brundtland –UNCED, 1987).

Per pratica si intende sia un insieme sistematico di azioni (un piano o un programma) che piccoli interventi di carattere incrementale (fonte: APAT).

Le buone pratiche oggetto dei nostri approfondimenti hanno in primo luogo riguardato esperienze di riduzione all’origine dei rifiuti, ma non solo.

4.1.1 Visita Piemonte (22 gennaio 2008)

4.1.1.1 Consorzio CO.VA.R.

La prima visita si è articolata attraverso una giornata di incontri la cui agenda era stata curata dal dott. Roberto Cavallo, presidente della Cooperativa Erica.

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 22 di 142

All'incontro, tenutosi presso la sede del Consorzio alla presenza della presidenza, ha partecipato anche il direttore della società Pegaso 03 S.r.l., affidataria del servizio di riscossione della Tariffa di Igiene Ambientale (TIA).

- *Descrizione organizzazione*

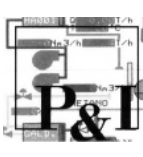
Il CO.VA.R. 14 (Consorzio Valorizzazione Rifiuti 14) è un Consorzio di bacino avente personalità giuridica di diritto pubblico, che ha assunto funzioni di governo e di coordinamento su tutto ciò che riguarda l'igiene urbana di 19 Comuni consorziati dell'area sud-ovest della Provincia di Torino, per un totale di popolazione residente pari a 250.011 abitanti al 2007.

I Comuni aderenti hanno caratteristiche molto diverse fra loro: quelli dell'area rurale sono Comuni da 600 a 10.000 abitanti, mentre l'area sub-urbana confinante direttamente con la città di Torino è formata da Comuni con 20.000 – 50.000 abitanti.

A partire dall'Aprile 2004 CO.VA.R. 14 ha organizzato su tutto il territorio di propria pertinenza un sistema di raccolta porta a porta articolato in modo parzialmente differenziato a seconda delle richieste dei singoli Comuni. Maggiori dettagli del sistema di raccolta sono riportati nell'Allegato 1.

- *Andamento raccolta differenziata*

Secondo i dati ufficiali relativi al 2006 l'insieme dei Comuni di pertinenza CO.VA.R. 14 registra una quota percentuale di RD pari al 63%. Tale dato medio è composto da prestazioni comunali che raggiungono "punte" contenute tra il 72% e il 79% e da "rese" che, come nel caso dei Comuni di Moncalieri ed Orbassano, non superano il 57%. In questi Comuni il sistema porta a porta non era ancora "integrale" in quanto la raccolta di multimateriale (contenitori in vetro, plastica, lattine) avveniva ancora con contenitori stradali.

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 23 di 142

Il risultato medio di RD è stato raggiunto in poco più di un anno e dagli aggiornamenti sull'andamento della raccolta forniti successivamente alla visita, tale dato continua a crescere sfiorando il 64%.

Il dato sicuramente più interessante riguarda le tendenze relative alla produzione di rifiuti. Nel 2007 sono state prodotte 107.612 tonnellate di rifiuti. Di queste, 39.308 tonnellate sono andate a smaltimento in discarica. La quantità dei rifiuti pro-capite prodotta nel 2006 ammonta a 427 kg/anno, al di sotto della media regionale piemontese di 504 kg/anno, italiana di 550 kg/anno e toscana di 700 kg/anno.

A seguito del passaggio dal sistema di raccolta stradale a quello porta a porta c'è stata una diminuzione nella produzione dei rifiuti pari al 13,0%: la media procapite su base annua è passata da 494 kg prodotti nel 2003 agli attuali 430 kg.

Tale diminuzione, secondo i responsabili CO.VA.R. 14 è dovuta a vari fattori. In primo luogo all'abbattimento dei "conferimenti impropri", non più possibile, se non in minima parte. Inoltre un contributo importante al raggiungimento di quel risultato è frutto di una capillare diffusione dell'autocompostaggio familiare, favorito anche da incentivi tariffari (vedere Allegato 1).

	2003	2004	2005	2006	2007
N° abitanti	169.951	246.421	247.617	247.617	250.011
Produzione procapite di rifiuti Kg/abitante [kg]	494	478	447	427	430
Rifiuto non riciclabile procapite Kg/abitante [kg]	384	343	259	158	157
Rifiuti riciclati procapite Kg/abitante [kg]	110	135	188	269	273
%RD	22,36%	28,19%	42,01%	63,05%	63,47%

Tabella 5 – Andamento RD Anni 2003-2007 (CO.VA.R. 14)

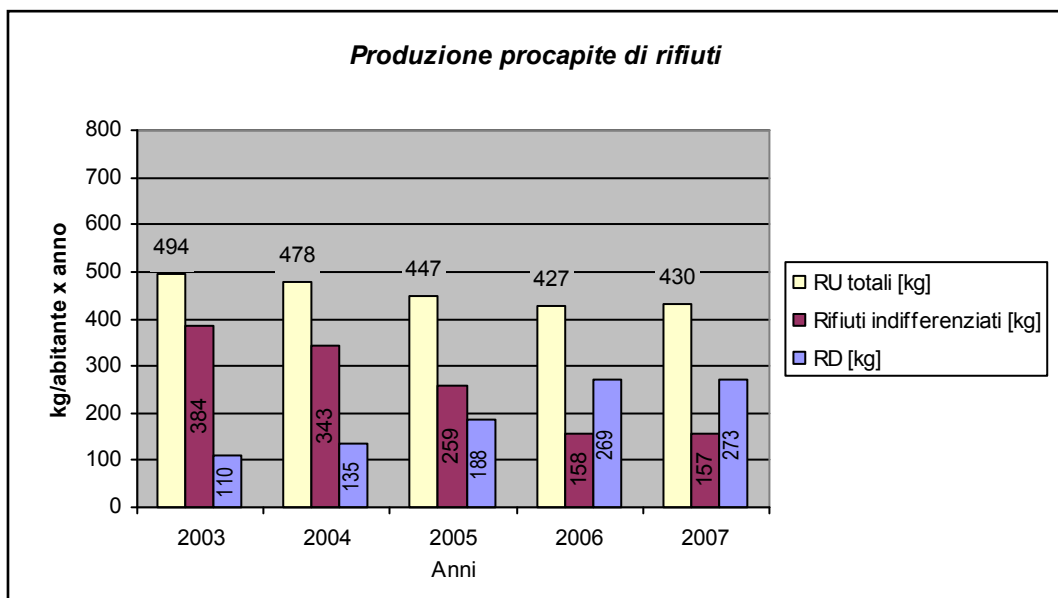


Figura 5 – Produzione di rifiuti per abitante Anni 2003-2007 (CO.VA.R. 14)

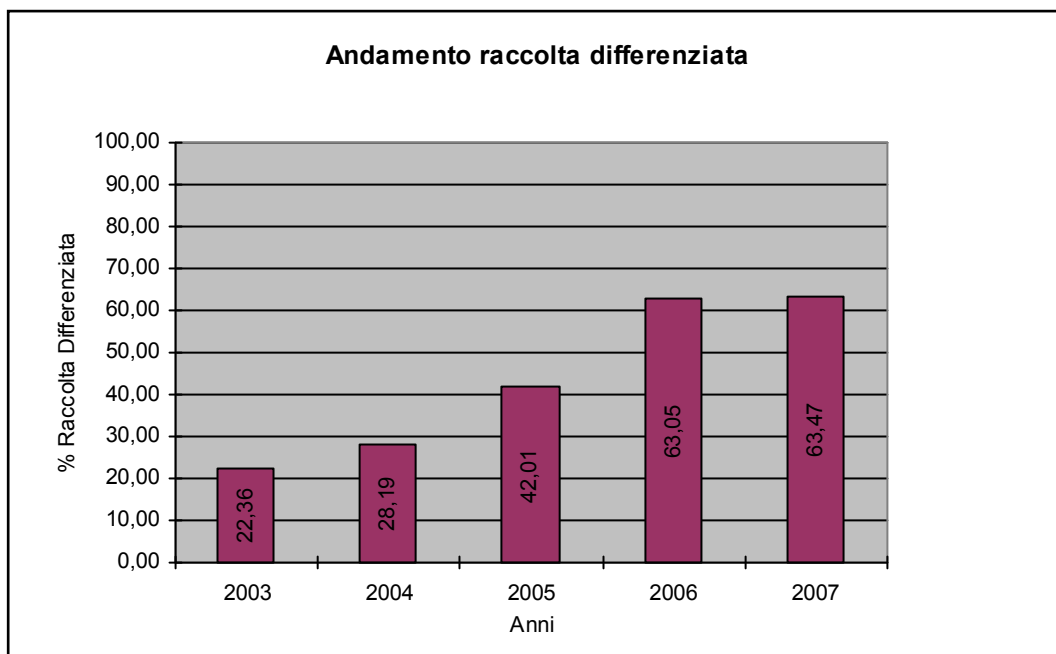


Figura 6 – Andamento raccolta differenziata Anni 2003-2007 (CO.VA.R. 14).

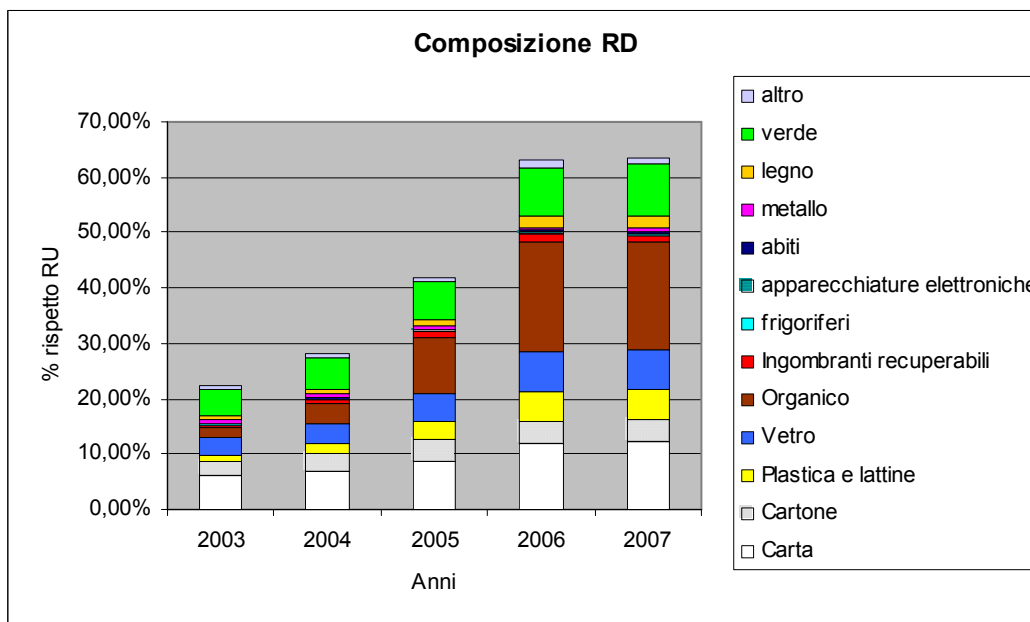


Figura 7 – Composizione RD Anni 2003-2007 (CO.VA.R. 14).

Il grafico sopra riportato mostra l'andamento della raccolta differenziata all'interno di CO.VA.R. 14 negli ultimi anni. Dal 2003 al 2006 si è avuto un incremento del 40,69% (da 22,36% al 63,05%), mentre per il 2007 è stato pressoché confermato il valore registrato nell'anno precedente.

Le frazioni merceologiche più significative ai fine di questo incremento sono: organico (+18,11%), carta e cartone (+7,35%), plastica e lattine (+4,45%), verde (+4,07%), vetro (+3,78%).

Il confronto degli indici assoluti tra l'anno 2003 e l'anno 2007 evidenzia i seguenti risultati:

- diminuzione della produzione totale di rifiuto: da 494 kg/abitante a 430 kg/abitante (-64 kg/abitante);
- diminuzione della produzione procapite annua di rifiuto secco residuo: da 384 kg/abitante a 157 kg/abitante (-227 kg/abitante);
- aumento della raccolta differenziata: da 22% a 63%.

	<i>REPORT FINALE</i>	Commessa: C 252
		Rev .00
		Pag. 26 di 142

- *Criticità/Commenti*

Naturalmente inizialmente si sono presentati alcuni problemi da risolvere gradualmente. Prima di tutto l'organizzazione della raccolta porta a porta nei Comuni maggiormente caratterizzati da un tessuto urbanistico a forte presenza di residenze a "sviluppo verticale". Comuni come Rivalta (la prima parte delle visite pomeridiane ha riguardato proprio questo Comune) avevano rilevato alcune difficoltà inerenti i conferimenti, in quanto in alcuni casi gli utenti inserivano i rifiuti nei contenitori stradali dei Comuni limitrofi non ancora coinvolti nel porta a porta ed a carico di altro Gestore. I successivi interventi avevano migliorato la situazione e prova ne era una quota di RD pari ad un buon 66%. In particolare, sono stati posizionati a "piè di condominio", nelle aree di pertinenza degli stessi, dei contenitori di ampie dimensioni in cui le utenze conferiscono i materiali separati in casa e raccolti in "mastelli" di dimensioni più ridotte.

Gli operatori addetti al ritiro dei contenitori condominiali (appartenenti ad una cooperativa affidataria del servizio di raccolta) hanno l'ordine di servizio di non ritirare i contenitori al cui interno sono inseriti materiali estranei, evidenziando così i comportamenti sbagliati delle utenze.

Altro aspetto critico riguarda l'aumento medio del costo della TIA inerente la messa in atto del porta a porta, che ha comportato aumenti di circa il 10% rispetto al periodo in cui era applicato il sistema di raccolta stradale. Tuttavia il dato non è generalizzabile. Infatti quei Comuni che hanno fatto registrare alte rese di RD e quindi più accentuati abbattimenti delle quantità di residuo da inviare a discarica e che nel contempo hanno diffuso la pratica dell'autocompostaggio, si sono visti, al contrario, ridurre la tariffa

La TIA non viene applicata in modo "puntuale", cioè commisurandola alla quantità dei rifiuti prodotti dalle singole utenze, ma secondo il "metodo normalizzato" calcolato su base "presuntiva" (vedere Allegato 1). Secondo il direttore Amelio Riccardo Vitale non vi sono i presupposti per un calcolo

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 27 di 142

personalizzato della TIA (come invece applicato dai Comuni “gestiti” dal Consorzio Priula in provincia di Treviso) a causa di un tessuto urbanistico complesso.

In effetti Pegaso 03 S.r.l. non si limita a riscuotere le tariffe ed a recuperare le evasioni, ma offre un “pacchetto” di servizi attinenti in generale la qualificazione del servizio. In particolare, attraverso personale formato alla comunicazione, sono in opera “numeri verdi” con personale addetto alla comunicazione con il pubblico dove gli utenti possono segnalare disservizi, particolari esigenze, chiedere informazioni, ecc. Ogni segnalazione automaticamente viene registrata ed apre un “procedimento” che deve concludersi solo quando l’eventuale problema è stato risolto. Questa codificazione delle segnalazioni serve anche a fornire un quadro statistico in grado di monitorare in tempo reale lo svolgimento del servizio. Tale “enfaticizzazione” della “comunicazione con il pubblico” supportata da un’informatizzazione curata nei dettagli rappresenta senz’altro un valore aggiunto che a parere dei responsabili incontrati concorre a giustificare i lievi aumenti.

I maggiori oneri sono anche dovuti all’aumento del personale impiegato per effettuare il servizio di RD.

Per quanto riguarda il sistema di organizzazione del porta a porta esso prevede un ritiro calendarizzato di due volte alla settimana della frazione organica, di una volta per ciascuna tipologia di materiali, per carta/cartoni e “multimateriale” e di una volta per il “secco non riciclabile”. (vedere Allegato1)

Infine, un’ulteriore “criticità” risulta dalla necessità di conferire la frazione organica intercettata con le raccolte porta a porta presso impianti ubicati fuori Regione ed in particolare in Lombardia.

Da notare che, mentre il CO.VA.R. 14 registra il 64% di RD (2007), la città di Torino raggiunge, nello stesso periodo, circa il 40,7% (fonte: AMIAT S.p.A.), forte differenza che si riscontra anche fra Consorzio Priula e Comune di Treviso.

Dunque anche nelle realtà più virtuose si registra una maggiore difficoltà nelle aree a maggiore densità abitativa rispetto ai Comuni periferici.

Infatti la tabella seguente, che riporta il numero di comuni per fasce di popolazione del consorzio CO.VA.R.14 e relative percentuali di RD, evidenzia la tendenza ad un rapporto inversamente proporzionale fra popolazione e RD.

Numero di abitanti	Comuni	Valore medio RD (2007)
0 – 5.000	7	70,26%
5.000 – 10.000	4	71,59%
10.000 – 25.000	6	65,25%
25.000 – 50.000	1	57,63%
50.000 – 100.000	1	59,48%
> 100.000	-	-
Valore medio consortile		63,47%

Tabella 6 – Suddivisione dei Comuni per numero di abitanti e valore medio della raccolta differenziata (CO.VA.R. 14).

4.1.1.2 Progetto ECOLOGOS

Nella parte finale della visita l'attenzione è stata posta nel conoscere gli aspetti operativi legati alla messa in atto di sistemi di riduzione alla fonte dei rifiuti. Così, all'interno del supermercato AUCHAN la ricercatrice dott. Cinzia Vaccaneo ci ha illustrato i percorsi iniziati con il PROGETTO ECOLOGOS che è stato ufficialmente "sigillato" e fatto proprio, con atti deliberativi, da parte della Giunta Regionale. Tale progetto sottoscritto da tre grandi catene di distribuzione con decine di punti vendita prevede l'impiego di sistemi di ricarica dove i consumatori possono acquistare saponi liquidi, detersivi e detergenti sfusi, dotandosi di un contenitore acquistato solo la prima volta. Inoltre è partito nei supermercati CRAI il progetto ECO POINT volto alla vendita sfusa di prodotti alimentari quali la pasta, la verdura ecc. Naturalmente il tutto è stato promosso con campagna informative appropriate rinforzate con punti informativi posti all'interno dei supermercati.

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 29 di 142

I risultati ottenuti sono confortanti fino al punto che tali iniziative sono pubblicizzate dalle stesse catene distributrici coinvolte. All'incontro finale ha preso parte anche l'Assessore regionale all'Ambiente della Regione Piemonte Nicola De Ruggero

4.1.1.3 Progetto BUON SAMARITANO

L'AMIAT di Torino, attraverso il suo direttore presente all'incontro ha illustrato il progetto in corso di utilizzo a fini assistenziali delle derrate alimentari in via di scadenza nei supermercati. Sulla base della Legge Regionale n. 155 del 3 giugno 2003 è stata stipulata una convenzione tra AMIAT, alcuni enti assistenziali che gestiscono servizi mensa e la grande distribuzione al fine di utilizzare i cibi ancora non scaduti (ma in via di scadenza) per pasti delle mense assistenziali. Dai dati forniti, applicando tale intervento in un supermercato era stato evitato uno smaltimento di circa 100 tonnellate in un anno. Moltiplicando tale dato per i circa 25 punti vendita della sola Torino si nota quale quantitativo di riduzione dei rifiuti sia potenzialmente legato a questa "buona pratica umanitaria". Analoga iniziativa è stata intrapresa nei confronti delle mense scolastiche dove il pane e la frutta (spesso ancora poste nelle loro confezioni) seguono lo stesso destino descritto nell'esperienza di cui sopra.

4.1.2 Visita Comune di Capannori (25 gennaio 2008)

L'obiettivo della visita è stato quello di approfondire in particolare la "buona pratica" dell'identificazione merceologica del rifiuto "residuo" a valle delle raccolte porta a porta. Questo, con lo scopo di orientare proprio dalla "fine del ciclo" dei prodotti appropriate politiche ed interventi di riduzione dei rifiuti.

Naturalmente, poi, la visita è stata anche un'occasione per prender visione delle modalità di raccolta porta a porta in corso di svolgimento e di ampliamento analizzandone i risultati positivi e le "criticità".

	<i>REPORT FINALE</i>	Commessa: C 252
		Rev .00
		Pag. 30 di 142

Infine, la visita è servita anche a verificare come il Comune che pur ha “assimilato” numerose tipologie di flussi provenienti dai comparti produttivi, dal commercio e dai servizi sta gestendo questa scelta, senza gravare sul normale circuito di raccolta dei rifiuti solidi urbani.

L’incontro, successivamente ad un colloquio con il Sindaco che ha ricevuto la Commissione è proseguito con l’assessore all’ambiente Alessio Ciacci e poi, presso la sede dell’ASCIT con il presidente e i dirigenti dell’azienda.

- *Lo screening del residuo*

Nell’ambito di un incarico assegnato dall’Amministrazione provinciale alla “Scuola agraria del Parco di Monza” e all’agenzia “IDECOM” di Bolzano inerente lo svolgimento di un’indagine merceologica relativa ai rifiuti solidi urbani prodotti in provincia di Lucca, le due agenzie incaricate hanno proceduto ad una classificazione per identificare la composizione merceologica dei residui successivi alla raccolta porta a porta che nel Comune di Capannori raggiunge l’82-83%. Da questa indagine sono emerse delle precise indicazioni formulate dall’Osservatorio Comunale verso Rifiuti Zero (istituito con apposita Delibera del CC) per ridurre ulteriormente la quota residua di smaltimento, attualmente pari al 18% del totale iniziale. In particolare, la componente del residuo fa registrare un 16,52% di “tessili e cuoio”, 13,95% di pannolini-pannoloni, 15,20% di sostanza organica ed un 30,38 complessivo di plastiche.

Attraverso questo “lavoro di identificazione” il Comune ha potuto promuovere una serie di interventi alcuni dei quali già in corso per ridurre ulteriormente il rifiuto ed in particolare i flussi da inviare a smaltimento. Così la farmacia comunale ha messo a disposizione pannolini riutilizzabili prevedendone gratuitamente l’assegnazione alle famiglie dei neonati. Il Comune ha poi promosso un progetto denominato “ECOSAGRE” che consente di evitare il ricorso a stoviglie “usa e getta” prevedendone la

	<i>REPORT FINALE</i>	Commessa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 31 di 142

sostituzione o con piatti di ceramica (assegnando agli organizzatori una lavastoviglie) o, in subordine, con stoviglie in plastica Mater-B. Contestualmente, nelle scuole è iniziata la graduale sostituzione delle bottiglie di plastica attraverso l'assegnazione di caraffe in vetro contenenti acqua di rubinetto. Inoltre, essendo previsto il rinnovo dell'appalto per l'assegnazione del servizio mensa il Comune prevede nella gara che i concorrenti forniscano un servizio che eluda il ricorso alle bottiglie di plastica.

Infine, il Comune, partendo con un primo punto di distribuzione, ha applicato al latte il principio della "filiera corta": in accordo con un'azienda di allevamento bovino della zona (della frazione di Lammari) ha messo a disposizione la struttura distributiva che consente di evitare, tra l'altro, il ricorso agli ormai diffusi imballaggi in tetrapack sostituiti dai contenitori a carico degli utenti.

- *La raccolta dei rifiuti speciali "assimilabili".*

Il Comune, nel corso degli anni ha assimilato gran parte dei flussi di rifiuto provenienti dalle aziende produttive, commerciali e dai servizi. Ciò anche in conseguenza di quella "promiscuità" tra tessuto residenziale e tessuto produttivo-commerciale che caratterizza il suo vasto territorio. Ma mentre negli anni passati ciò aveva comportato un elevato aumento delle quote di smaltimento, con il passaggio al sistema di raccolta porta a porta, pur mantenendo il "gettito fiscale" proveniente dall'assimilazione ai rifiuti urbani di molte tipologie di scarti produttivi, il Comune è riuscito ad invertire la tendenza all'aumento dei rifiuti dei quali è drasticamente diminuito lo smaltimento ed addirittura la stessa produzione. Infatti, mentre prima gli "assimilati" convergevano nel medesimo circuito di raccolta degli urbani producendo l'effetto collaterale dei "conferimenti impropri", con la raccolta porta a porta anche per le "utenze speciali" i rifiuti vengono intercettati "a piè" di unità produttiva o commerciale con la conseguente possibilità di avviare a riciclaggio la gran parte degli scarti.

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 32 di 142

- *Il conferimento dei materiali intercettati*

I materiali cartacei vengono raccolti separando cartone dal restante “macero misto” consentendo ricavi da parte del consorzio di filiera (COMIECO) maggiori che se raccolti congiuntamente. Per il fatto che il Comune di Capannori è il Comune capoluogo dell’omonimo Distretto industriale cartario (uno dei più rilevanti a livello nazionale ed internazionale) non si registrano difficoltà nel costante approvvigionamento delle cartiere. Per quanto riguarda il “multimateriale” questo flusso eterogeneo viene inviato all’impianto REVET di Pontedera “a ricavo zero” ma anche “a costo zero”.

- *La criticità della frazione organica*

L’assenza nel contesto comunale provinciale di un impianto di compostaggio rappresenta l’unica importante “criticità”. Al momento della visita la materia organica veniva conferita all’impianto di Montespertoli che in seguito ha però interrotto la sua disponibilità ad accogliere i conferimenti del Comune di Capannori. Attualmente il Comune è ricorso ad un impianto in provincia di Modena e all’impianto di Terranova Bracciolini in provincia di Arezzo. Nel frattempo Il Comune ha provveduto ad indicare un sito per realizzarvi un apposito impianto prendendo in esame anche soluzioni transitorie “modulari” in grado di accogliere in poco tempo dalle 5000 alle 6000 tonnellate annue di organico differenziato.

- *Tutte le cifre delle “Buone pratiche” di Capannori*

Considerando anche la diffusione dell’autocompostaggio familiare che raggiunge circa 1600 famiglie il Comune sta facendo registrare una diminuzione del monte rifiuti di circa il 2% annuo. Con il raggiungimento del 65% di RD quale dato medio comunale lo smaltimento si è ridotto al di sotto delle 10.000 tonnellate anno. Ricordiamo che il Comune è composto da 40 frazioni che si estendono dall’altopiano delle Pizzorne fino ai Monti Pisani per una popolazione in crescita di 45.500 abitanti. Attualmente il porta a porta,

	<i>REPORT FINALE</i>	Commessa: C 252
		Rev .00
		Pag. 33 di 142

partito nel febbraio del 2006 è stato esteso a 26000 abitanti confermando una “resa” percentuale dell’82-83%. Entro il 2008 tale sistema verrà esteso a tutto il Comune che entro quella data adotterà il sistema di tariffazione “puntuale”.

Il Comune di capannoni è stato il primo Comune in Italia ad adottare la strategia Rifiuti Zero al 2020. Il presidente dell’Osservatorio istituito dal Comune è il Professor Paul Connett, professore emerito della San Lawrence University.

4.1.3 Visita Lombardia (29 gennaio 2008)

4.1.3.1 CEM Ambiente S.p.A. & Comune di Bellusco

Questa visita ha avuto lo scopo di analizzare in particolar modo la “buona pratica” del recupero dei materiali (e di parti di essi) in corso di svolgimento presso la piattaforma ecologica di Bellusco operante già dagli anni '90. Essa è stata organizzata in collaborazione con la dottoressa Valentina Caimi della Scuola Agraria del Parco di Monza che ha curato anche l’incontro successivo con i funzionari del Comune di Monza in merito alla applicazione del GREEN PROCUREMENT.

Dopo un incontro avvenuto con il Sindaco, con il responsabile del gruppo volontari della parrocchia che gestisce la piattaforma e con il direttore della stessa (ex direttore del CEM) la visita è continuata all’interno della piattaforma.

Ricordiamo che il Comune di Bellusco, che raggiunge una raccolta differenziata che si aggira sull’80% fa parte del Consorzio Milano Est che raggruppa 48 Comuni con una popolazione di più di 400.000 abitanti, raggiungendo un risultato medio di RD superiore al 66%. Tale consorzio è dotato di 39 piattaforme ecologiche di cui 35 gestite direttamente e 4 collegate ad esso (vedere paragrafi successivi)

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 34 di 142

- *Piattaforma ecologica di Bellusco*

La piattaforma visitata è completamente automatizzata e posta sotto vigilanza da personale volontario e ogni cittadino può avvalersene entro orari prestabiliti per conferirvi beni durevoli e/o materiali omogenei. Essa può accogliere in contenitori “scarrabili” vetro, carta, cartone, tetrapack, ferro, alluminio e banda stagnata, plastica di vari tipi, materiali da demolizione, scarti vegetali e legno, RUP (Rifiuti Urbani Pericolosi), contenitori “T”o “F”, vernici, medicinali scaduti, siringhe, cartucce esauste di toner, batterie e pile, componenti elettronici, televisori e monitor, lampade al neon, oli e grassi vegetali ed animali, oli minerali ed accumulatori al piombo.

Dalla visita è emerso che la piattaforma non svolge ancora funzioni di riparazione dei beni durevoli conferiti pur avendo già richiesto un ampliamento dell’area occupata proprio a questo scopo.

In generale vengono raccolti i materiali e smistati nei diversi scarrabili. In alcuni casi però i volontari ricorrono anche allo smontaggio di alcuni componenti, degli infissi per recuperare l’alluminio e dei giocattoli per recuperare la parte metallica.

Per quanto riguarda la collocazione dei materiali recuperati essi , senza particolari problematiche di commercializzazione, trovano collocazione in imprese del territorio procurando ricavi interessanti (in particolar modo per il rame, l’alluminio, per il polietilene, per il PET (vedere Allegato 2).

Tali ricavi che mediamente “fruttano” al gruppo di volontariato circa 75.000 euro/anno vengono quasi totalmente reinvestiti in attività parrocchiali. Infine risulta interessante far notare che i volontari coinvolti nell’operatività della piattaforma sono circa 70. Il risultato della iniziativa è indubbiamente interessante, anche se la bontà del risultato economico è significativamente legata alla disponibilità di personale a “costo zero”.

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 35 di 142

- *CEM Ambiente S.p.A.*

CEM Ambiente S.p.A. è la società che si occupa della gestione del ciclo integrato dei rifiuti di 42 Comuni della Provincia di Milano e del servizio di smaltimento di tutti i 48 Comuni Soci. La trasformazione da Consorzio Pubblico di Igiene Ambientale (CEM), istituito nel 1972, in società per azioni a totale capitale pubblico è avvenuta il 25 Giugno 2003.

Fino al 1994, CEM si occupava della gestione della discarica di Cavenago Brianza, una delle più grandi della Lombardia, di cui era proprietaria. A metà degli anni '90 la discarica venne dichiarata esaurita, quindi i Comuni si rivolsero all'inceneritore di Brescia per bruciare i rifiuti. Questo fece innalzare i costi, che passarono da 7.200 lire all'anno per persona a 120 mila lire l'anno per persona. Quindi la raccolta differenziata divenne una priorità per i Comuni.

CEM Ambiente S.p.A. si occupa inoltre della costruzione e gestione delle piattaforme ecologiche per raccolta differenziata, della gestione dei materiali recuperabili, dell'erogazione degli incentivi economici collegati al progetto CONAI, del calcolo e riscossione della Tariffa d'Igiene Ambientale (TIA) e della TARSU. Infatti alcuni Comuni, compreso Bellusco, applicano la TIA, mentre gli altri sono ancora in regime di TARSU.

- *Organizzazione della Raccolta Differenziata*

La raccolta delle frazioni di rifiuto è di tipo "porta a porta".

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 36 di 142

Cosa viene raccolto	Contenitore utenze domestiche	Frequenza
Organico	sacchetti biodegradabili in Mater-Bi	2 volte alla settimana
RU	Sacco polietilene trasparente neutro	1 volta alla settimana
Carta	Pacchi legati o bidoni	1 volta ogni 15 giorni
Plastica	Sacco in polietilene trasparente giallo	1 volta ogni 15 giorni
Vetro	Bidoni	1 volta alla settimana
Alluminio	Bidoni	1 volta ogni 15 giorni

Tabella 7 – RD frequenza di riferimento per lo svuotamento dei contenitori (CEM Ambiente S.p.A.).

Al fine di migliorare la qualità della raccolta differenziata, sul territorio sono posizionati speciali contenitori da utilizzare per il conferimento di farmaci scaduti, pile siringhe, nonché sono state realizzate strutture dedicate, quali le piattaforme ecologiche.

Le piattaforme ecologiche integrano la raccolta “porta a porta” e contribuiscono ad aumentare la raccolta differenziata.

CEM Ambiente gestisce direttamente 39 piattaforme ecologiche per la raccolta differenziata al servizio di 47 Comuni, delle quali:

- 25 sono di proprietà di CEM ambiente S.p.A.;
- 35 sono in gestione diretta;
- 4 sono gestite direttamente dai Comuni che si mantengono però in rete con CEM ambiente S.p.A. per l’organizzazione del servizio.

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 37 di 142

Nelle piattaforme ecologiche vengono raccolti:

Rifiuti recuperabili	Rifiuti urbani pericolosi (Rup)
Carta e cartone	Batterie e pile
Vetro	Prodotti e contenitori T/F
Imballaggi in plastica	Vernici
Scarti vegetali	Medicinali
Metalli	Cartucce esauste toner
Ingombranti	Componenti elettronici
Inerti	Lampade al neon
Legno	Televisori e monitor
Polistirolo	Oli e grassi vegetali e animali
	Oli minerali
	Accumulatori al piombo esausti

Tabella 8 – Piattaforme ecologiche rifiuti raccolti (CEM Ambiente S.p.A.).

Per la gestione delle piattaforme la società si avvale della collaborazione di associazioni di volontariato attive direttamente nella raccolta differenziata.

Stazione di Bellusco – Mezzago

Viene utilizzata per lo stoccaggio provvisorio di alcune specifiche frazioni di rifiuto (frazione organica, rifiuti indifferenziati, lattine, vetro, legno, terre da spezzamento) e per alcune lavorazioni: il legno viene tritato; le lattine, tramite l'utilizzo di separatori magnetici, sono suddivise in alluminio e banda stagnata; da fine 2006 è stato inoltre avviato il trattamento degli ingombranti per separare le parti recuperabili e tritare la frazione residua per inviarla al termovalorizzatore.

Stazione di Liscate

Diventata operativa nel 2007, è centro di stoccaggio specifico per i Rifiuti Urbani Pericolosi e per le terre da spezzamento. È prevista inoltre la realizzazione di un impianto per la lavorazione del vetro e di un impianto per il lavaggio delle terre da spezzamento.

– Andamento raccolta differenziata

	2003	2004	2005	2006	2007
N° abitanti	388.559	394.357	405.041	410.417	417.322
Produzione procapite di rifiuti Kg/(ab*anno) [kg]	452	475	468	485	474
Rifiuto non riciclabile procapite kg/abitante [kg]	178	177	173	169	160
Rifiuti riciclati procapite Kg/abitante [kg]	274	297	295	316	314
%RD	60,55%	62,65%	63,05%	65,09%	66,22%

Tabella 9 – Andamento RD Anni 2003-2007 (CEM Ambiente S.p.A.).

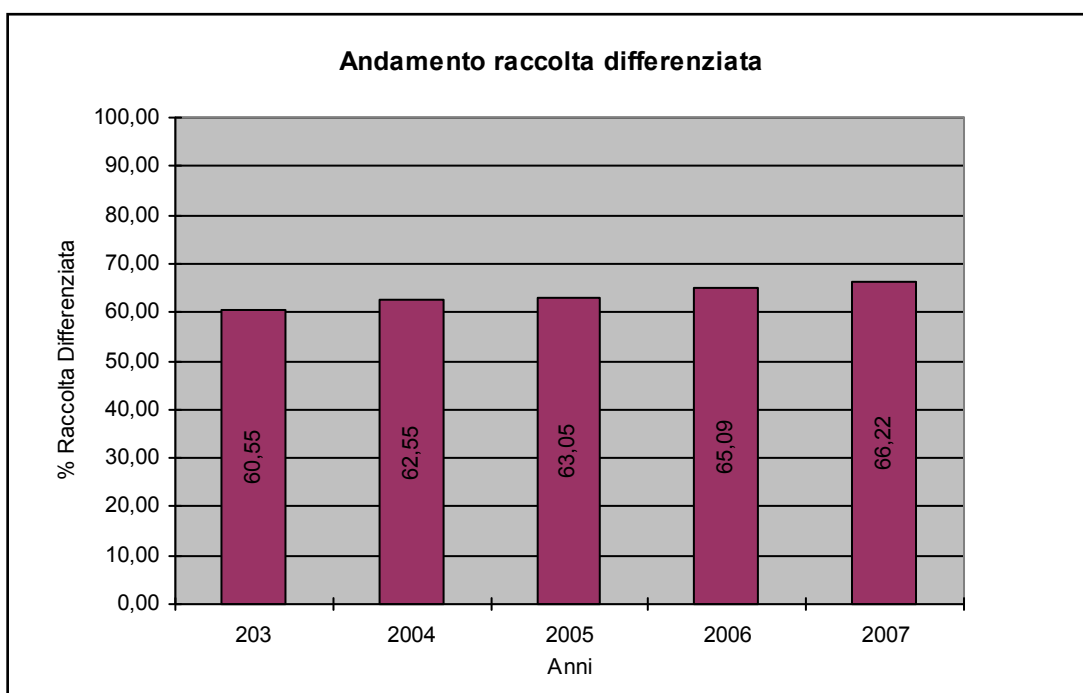


Figura 8 – Produzione di rifiuti per abitante Anni 2003-2007 (CEM Ambiente S.p.A.)

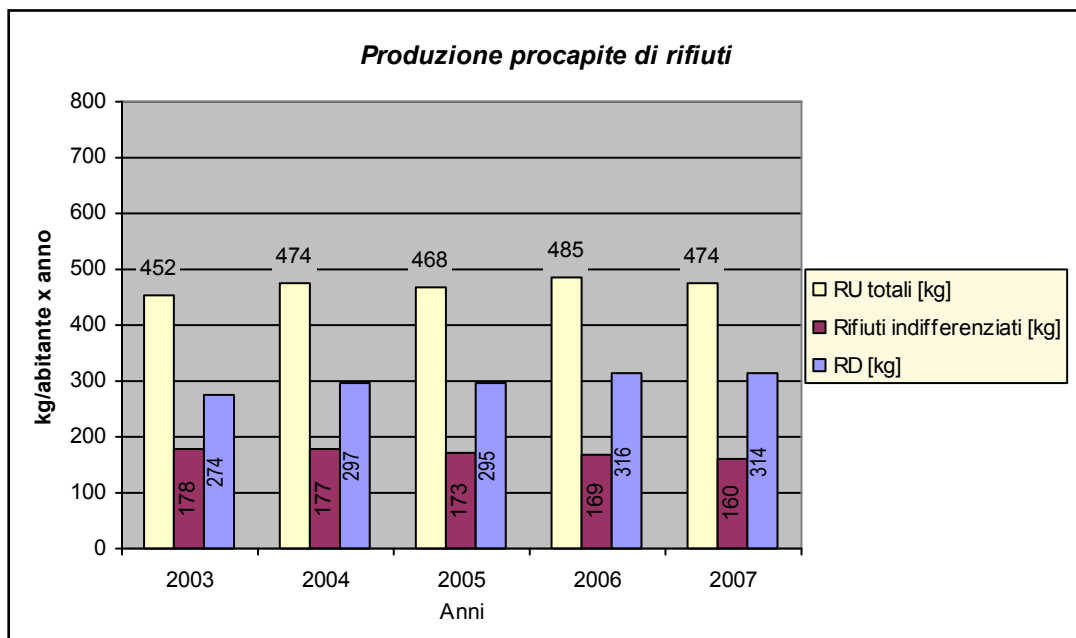


Figura 9 – Andamento raccolta differenziata Anni 2003-2007 (CEM Ambiente S.p.A.)

I grafici sopra riportati mostrano la produzione per abitante dei rifiuti e l'andamento della raccolta differenziata sul territorio di CEM Ambiente S.p.A. negli ultimi anni.

Il confronto degli indici assoluti tra l'anno 2003 e l'anno 2007 evidenzia i seguenti risultati:

- aumento della produzione totale di rifiuto: da 452 kg/abitante a 474 kg/abitante (+22 kg/abitante);
- diminuzione della produzione procapite annua di rifiuto secco residuo: da 178 kg/abitante a 170 kg/abitante (-8 kg/abitante);
- aumento della raccolta differenziata: da 61% a 66%.

• **Criticità/Commenti**

Anche per l'area CEM si conferma la legge per cui ad una minore densità abitativa corrisponde una maggiore percentuale di Raccolta Differenziata.

Basti confrontare la media Raccolta Differenziata dell'area CEM (66%) con la città di Milano (41,7%).

Numero di abitanti	Comuni	Valore medio RD (2007)
0 – 5.000	17	65,82%
5.000 – 10.000	19	70,21%
10.000 – 25.000	10	68,10%
25.000 – 50.000	2	60,00%
50.000 – 100.000	-	-
> 100.000	-	-
Valore medio consortile		66,22%

Tabella 10 – Suddivisione dei Comuni per numero di abitanti e valore medio della raccolta differenziata (CEM Ambiente S.p.A.)

Nell'area CEM non sono presenti impianti di compostaggio per la FORSU, confermando che la frazione "organica" rappresenta un elemento delicato del sistema.

4.1.3.2 Comune di Monza

Nel pomeriggio la Commissione ha incontrato presso il Palazzo Comunale una Dirigente del settore lavori pubblici del Comune di Monza. Tale incontro era stato previsto perché Monza rappresenta una "buona pratica" nel recepimento e nell'applicazione del DM relativo agli "acquisti verdi" nella Pubblica Amministrazione (il cosiddetto "Green Procurement"). In effetti, da quanto riferito, il Comune aveva svolto un Corso di formazione del personale del Comune stesso, ma a causa di avvicendamenti di diverse maggioranze politiche il percorso intrapreso era ancora agli inizi. La nuova amministrazione aveva confermato la Delibera Comunale che prevede la copertura di almeno il 30% dei fabbisogni di acquisto comunali con beni e manufatti ricavati da materiali riciclati. Anzi, in base alla LR Lombardia del 26/12/03 la percentuale di acquisti verdi era spinta fino ad almeno il 35%. Tuttavia, a fronte di questi impegni di indirizzo ancora si era in attesa di una effettiva "messa a regime" degli stessi.

	<i>REPORT FINALE</i>	Commessa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 41 di 142

4.1.4 Visita Veneto (04 marzo 2008)

La visita ha assunto lo scopo di approfondire la conoscenza della “buona pratica” messa in atto dal Consorzio PRIULA in merito alle alte “rese” di RD e all’applicazione del metodo puntuale di tariffazione (vedere Allegato 3) e di verificare l’assetto impiantistico e il prodotto del Centro di riciclo di Vedelago.

4.1.4.1 Consorzio PRIULA

Nella prima mattinata, con la guida della dottoressa Monica Galli, responsabile dell’ufficio progettazione sono stati visitati due impianti a supporto delle attività del Consorzio: l’impianto di compostaggio e l’impianto di produzione di CDR.

- *Descrizione organizzazione*

Il Consorzio Intercomunale Priula gestisce oggi l’intero ciclo (raccolta, trasporto, trattamento, gestione utenza, applicazione e riscossione Tariffa) dei rifiuti urbani di 24 comuni della provincia di Treviso.

Il Consorzio Intercomunale Priula è pertanto divenuto, dal 1987, anno di costituzione, ad oggi, l’unico soggetto gestore dell’intero ciclo dei rifiuti urbani per i Comuni associati, procedendo a scaglioni temporali con l’introduzione operativa in tutti i Comuni consorziati del nuovo sistema di raccolta porta a porta spinto e dall’applicazione della Tariffa a commisurazione Puntuale per tutte le utenze domestiche e non domestiche.

Fino al 2000 la raccolta dei rifiuti era di tipo stradale, il passaggio da Tassa a Tariffa Presuntiva è stato attuato nel 2001, anno in cui è stato avviato il metodo di raccolta “porta a porta”, mentre dal 2002 è stata introdotta la Tariffa Puntuale.

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 42 di 142

- *L'esperienza del Consorzio PRIULA*

In tarda mattinata, all'interno della sede del Consorzio è avvenuta la presentazione dell'esperienza aziendale da parte dei dirigenti. I dati salienti sono rappresentati da una popolazione coinvolta di circa 228.000 abitanti, da 24 Comuni consorziati e da un tasso di RD che nel 2007 ha raggiunto il 77,63%. Ben 7 Comuni hanno raggiunto una percentuale di RD superiore all'80% e nessun Comune è sotto il 71% di raccolta differenziata.

Nel 2000, prima che partisse la RD porta a porta la percentuale di differenziazione era ferma al 27,18%.

- *La riduzione indotta dal porta a porta*

Come nel caso registrato nella visita nel comprensorio torinese, oltre al dato davvero elevato delle rese di RD l'altro aspetto su cui riflettere è l'effetto di riduzione dei rifiuti indotto dalla introduzione del sistema di raccolta porta a porta. Nel 2000 la produzione annua pro capite ammontava a 440 Kg, nel 2007 è scesa a 364 Kg con una riduzione dei rifiuti pari al 17,3%. Anche qui tale risultato è stato possibile grazie all'abbattimento dei "conferimenti impropri", non più praticamente possibili con il sistema porta a porta. Secondo i dirigenti del Consorzio vi è stato inoltre un salto di qualità soprattutto grazie all'introduzione del sistema puntuale di tariffazione.

- *Il sistema di tariffazione puntuale*

Il Consorzio Priula ha messo a punto un sistema di misurazione delle quantità di rifiuti prodotti dalle singole utenze effettuando quindi un passaggio da Tariffa Presuntiva a **Tariffa Puntuale**.

Una volta individuati costi fissi e variabili per ogni servizio, viene stabilita l'incidenza delle due tipologie di utenze (domestiche e non domestiche), in base al numero e volume dei contenitori distribuiti, e quindi la tariffa che è dovuta annualmente da ogni utenza (quota fissa e variabile).

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 43 di 142

Per le **utenze domestiche** la quota fissa è uguale per tutte le famiglie, mentre la quota variabile viene determinata in base al **numero di svuotamenti** del contenitore del secco non riciclabile, conteggiati attraverso il transponder installato su i contenitori.

Per le **utenze non domestiche** la quota fissa è commisurata al volume del contenitore, mentre quella variabile dipende dalla quantità delle frazioni di rifiuto prodotto. In particolare, la frazione secca non riciclabile viene determinata in base al numero di svuotamenti del contenitore del secco non riciclabile (servizio ordinario) o del peso (servizio dedicato), conteggiati attraverso il transponder installato sui contenitori; la frazione riciclabile viene determinata in base al volume dei contenitori per le frazioni riciclabili (servizio ordinario) o del peso (servizio dedicato).

Per le utenze domestiche è prevista una riduzione della tariffa, limitatamente alla parte variabile:

- a) del 20% per il recupero della frazione organica con produzione di compost;
- b) del 10% per il recupero della sola frazione vegetale con produzione di compost
- c) 30% per il recupero sia della frazione organica che del vegetale con produzione di compost.

Le riduzioni della tariffa sopra riportate sono applicate su specifica richiesta da parte dei soggetti interessati.

Con il porta a porta il costo della tariffa è diminuito ed è cresciuta l'occupazione.

Dal 2001 nei Comuni consorziati è stato avviato il metodo di raccolta "porta a porta". Alle utenze sono stati distribuiti i contenitori per la raccolta differenziata.

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 44 di 142

Ogni contenitore della frazione residua è dotato di un codice contenitore (numero di matricola) come targhetta visibile e di un codice transponder elettromagnetico passivo che individua univocamente a livello mondiale il contenitore. I trasponder, alloggiati sul contenitore in posizione opportuna, emettono un segnale che viene letto automaticamente ad ogni svuotamento, registrando quindi la data e l'ora del conferimento e assegnando la produzione di rifiuto allo specifico utente.

Eventuali problemi riscontrati dall'operatore durante il servizio di raccolta vengono segnalati utilizzando adesivi appositamente realizzati, che permettono all'utenza di ricevere un'informazione tempestiva e mirata, in grado di ottenere l'eventuale modifica di comportamenti errati.

Cosa viene raccolto	Contenitore utenze domestiche	Frequenza	Destinazione
Organico	sacchetti biodegradabili forniti all'ecosportello da inserire in bidoncini marroni o rossi da 22 l + secchiello sottolavello	2 volte alla settimana	Impianto di compostaggio di qualità
RU	contenitori verdi da 120 l	1 volta alla settimana	Impianto di produzione CDR – Spresiano
Carta	bidoncini gialli da 50 l	1 volta ogni 15 giorni	Piattaforme Comieco poi cartiera
Plastica	contenitore blu da 120 l	1 volta ogni 15 giorni	Piattaforme Corepla, Cial, Cna, Coreve poi impianti che riciclano
Vetro			
Alluminio			
Metalli			
Verde	sacchi bianchi	1 volta alla settimana max 3 sacchi da Marzo a Dicembre	Impianto di compostaggio di qualità

Tabella 11 – RD frequenza di riferimento per lo svuotamento dei contenitori e destinazione delle frazioni (PRIULA).

Per le utenze non domestiche vengono consegnati contenitori a volumetria opportuna.

I materiali poliaccoppiati non separabili vengono conferiti nel rifiuto secco non riciclabile.

I contenitori per la raccolta specifica di pile, batterie e farmaci scaduti sono posizionati rispettivamente presso i rivenditori e ambulatori, distretti sanitari, farmacie.

Oltre alla raccolta “porta a porta” sono stati realizzati centri per la raccolta differenziata, di seguito denominati Ce.R.D., dotati di appositi contenitori in cui è possibile conferire:

Carta e cartone	Legno
Vetro	Pile
Imballaggi in plastica	Medicinali
Sfalci e ramaglie	Accumulatori al Pb (domestici)
Metallo	Olio minerale (domestici)
Beni durevoli (domestici)	Olio vegetale
Ingombranti (domestici)	Lampade a scarica (domestici)
Inerti (domestici)	Contenitori T/F (domestici)
Pneumatici (domestici)	

Tabella 12 – Ce.R.D. rifiuti raccolti (PRIULA).

Sono attivi 22 Ce.R.D. (dato riferito a Marzo 2007) dislocati sul territorio consortile, ciascuno dei quali presidiato da personale addetto alla guardiania, specificatamente preparato per il controllo dei conferimenti nel rispetto delle norme previste dal Regolamento Consortile. Tutte le utenze domestiche dei Comuni consorziati possono accedere gratuitamente e indistintamente ad ogni centro di raccolta, inoltre vi possono eccedere a pagamento i cittadini non residenti e le aziende in possesso di una specifica autorizzazione rilasciata all’Ecosportello.

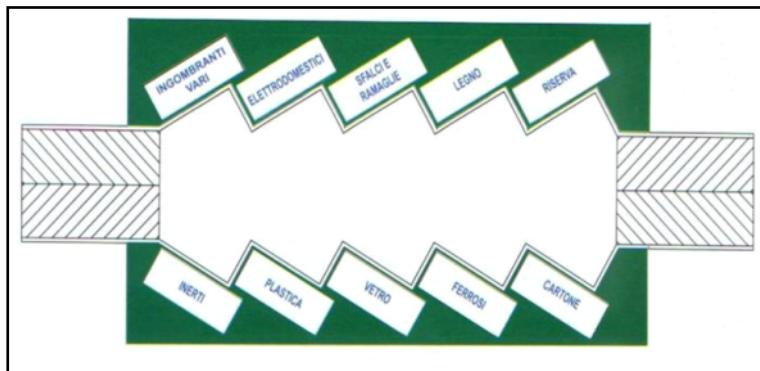


Figura 10 – Struttura del Ce.R.D. (PRIULA).

Come confermano i grafici allegati con il ricorso al porta a porta i cittadini pagano una tariffa più leggera grazie ad un ricorso allo smaltimento sempre minore che nel 2007 faceva registrare 89 kg/anno pro capite. Tale forte riduzione degli smaltimenti ha consentito di coprire i maggiori costi di raccolta.

Di seguito si riporta l'andamento negli ultimi anni dei valori medi per famiglia della tariffa domestica netta, cioè non comprensiva dell'IVA 10% e del Tributo Provinciale 3%.

Tariffa media domestica		
Anno	€/famiglia	% aumento rispetto anno precedente
2006	141,67	0,62%
2005	140,80	3,66%
2004	135,83	-1,52%
2003	137,92	6,67%
2002	129,29	-5,96%
2001	137,48	

Tabella 13 – Valori della tariffa media domestica anni 2001-2006 (PRIULA).

	<i>REPORT FINALE</i>	Commessa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 47 di 142

I dirigenti del Consorzio, infine, ci hanno riferito che nell'ambito della revisione della pianificazione della gestione dei rifiuti della Provincia di Treviso erano in corso delle sperimentazioni e delle visite per verificare la possibilità di non ricorrere (in provincia ma anche fuori provincia) ad impianti di incenerimento per lo smaltimento della frazione residua.

- *Criteria di assimilazione dei rifiuti speciali non pericolosi ai rifiuti urbani*

Criteria della qualità

Assimilazione di tutti i rifiuti non pericolosi derivanti da utenze non domestiche individuati da uno specifico Codice Europeo del Rifiuto (C.E.R.)

Criteria della quantità

Assimilazione di tutti i rifiuti non pericolosi derivanti da utenze non domestiche la cui produzione di rifiuti non superi le quantità e frequenze massime annue fissate.

Frazione omogenea di rifiuto	quantità (Kg./anno)	Frequenza vuotamento contenitori/anno
Frazione secca residua	12.000	cassone scarrabile da 25 mc.: 12
		benna da 5 mc.: 52
		cassonetti carrellati: 156
Carta e cartone	40.000	cassone scarrabile da 25 mc.: 24
		benna da 5 mc.: 52
		cassonetti carrellati: 104
		a mano: 2 mc./settimana fino ad un massimo di 3 mc.
Metalli non contaminati	100.000	cassone scarrabile da 25 mc.: 24
Rifiuti ingombranti non pericolosi	N° 2 pezzi	
Vetro	100.000	cassone scarrabile da 25 mc.: 24
		cassonetti carrellati (max 360 lt.): 260
Vetro plastica lattine	100.000	cassone scarrabile da 25 mc.: 24
		cassonetto carrellato: 156
Rifiuti organici	50.000	cassone scarrabile da 25 mc.: 12
		benna da 5 mc.: 52
		cassonetti carrellati: 1050
Rifiuti vegetali	50.000	cassone scarrabile da 25 mc.: 24
		benna da 5 mc.: 52
		cassonetti carrellati: 1050

Figura 11 – Quantità e frequenze massime di frazione omogenea di rifiuto Anno 2006 (PRIULA).

– Andamento raccolta differenziata

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
N° abitanti	-	-	201.576	205.442	214.896	219.233	223.548	227.715
Produzione procapite di rifiuti Kg/(ab*anno) [kg]	440	438	372	363	380	366	368	364
Rifiuto non riciclabile procapite kg/abitante [kg]	321	291	128	107	100	89	85	81
Rifiuti riciclati procapite Kg/abitante [kg]	120	147	244	256	281	277	283	283
%RD	27,18%	33,64%	65,64%	70,01%	73,82%	75,63%	76,99%	77,63%

Tabella 14 – Andamento RD Anni 2000-2007 (PRIULA).

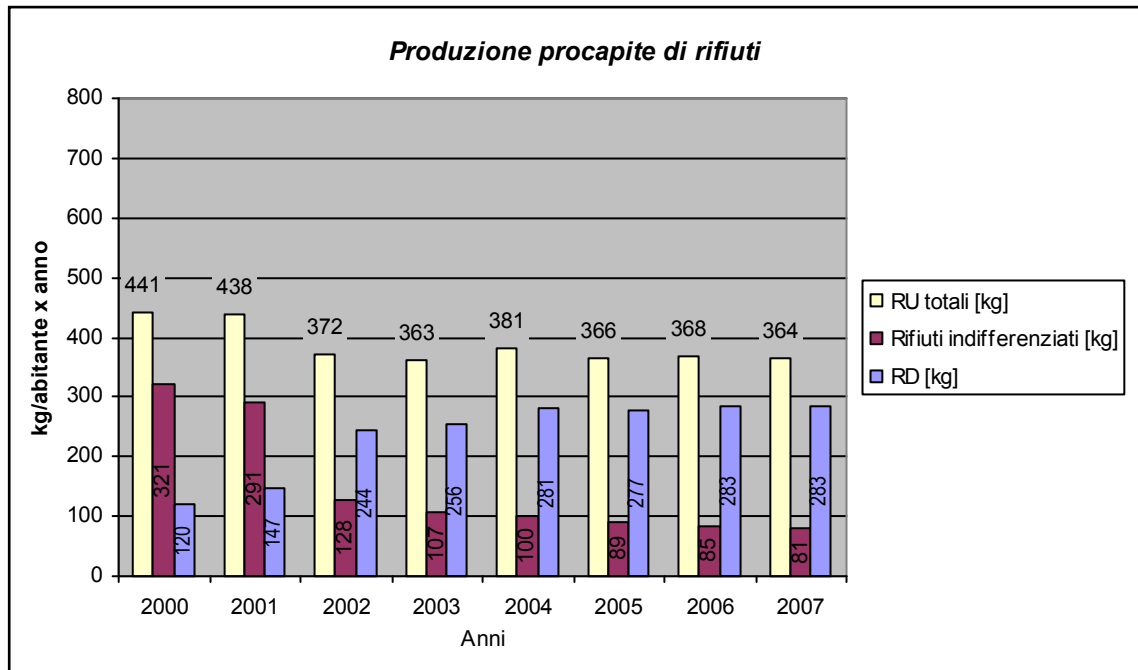


Figura 12 – Produzione di rifiuti per abitante Anni 2000-2007 (PRIULA).

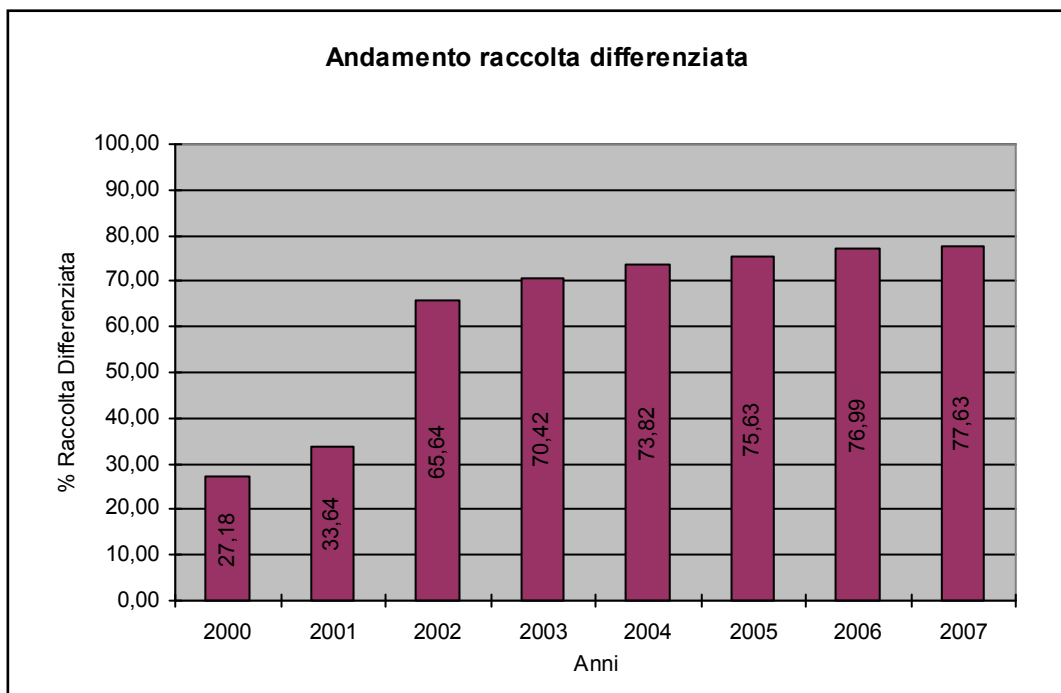


Figura 13 – Andamento raccolta differenziata Anni 2000-2007 (PRIULA).

	<i>REPORT FINALE</i>	Commessa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 50 di 142

I grafici sopra riportati mostrano la produzione per abitante dei rifiuti e l'andamento della raccolta differenziata all'interno del Consorzio PRIULA negli ultimi anni.

Dai dati emerge che con il passaggio dal tipo di raccolta tramite cassonetti stradali al "porta a porta" (2000-2001) è stato registrato un incremento di qualche punto percentuale di RD, ma non c'è stata pressoché variazione nel quantitativo di rifiuti totali prodotti. Nel passaggio dal 2001 al 2002, in concomitanza con l'avvio della Tariffa Puntuale, si ha un aumento sostanziale della percentuale di RD e una diminuzione della produzione di rifiuto per abitante (da 438 kg a 372 kg).

Il confronto degli indici assoluti tra l'anno 2000 e l'anno 2007 evidenzia i seguenti risultati:

- diminuzione della produzione totale di rifiuto: da 440 kg/abitante a 364 kg/abitante (-76 kg/abitante);
- diminuzione della produzione procapite annua di rifiuto secco residuo: da 321 kg/abitante a 81 kg/abitante (-240 kg/abitante);
- aumento della raccolta differenziata: da 27% a 78%.

– *Criticità/Commenti*

Anche per l'area del Consorzio PRIULA si conferma la tendenza per cui ad una minore densità abitativa corrisponde una maggiore percentuale di Raccolta Differenziata.

Basti confrontare il valore medio consortile (77,6%) con il Comune di Treviso (44,2% - Anno 2006)

Numero di abitanti	Comuni	Valore medio RD (2007)
0 – 5.000	5	79,72%
5.000 – 10.000	7	78,14%
10.000 – 25.000	12	77,43%
25.000 – 50.000	-	-
50.000 – 100.000	-	-
> 100.000	-	-
Valore medio consortile		77,63%

Tabella 15 – Suddivisione dei Comuni per numero di abitanti e valore medio della raccolta differenziata (PRIULA).

4.1.4.2 Centro Riciclo Vedelago

Nel pomeriggio la Commissione si è recata a visitare l'impianto di Vedelago dove è stata ricevuta dalla titolare Carla Poli. Tale impianto rappresenta una "piattaforma" convenzionata con il CO.RE.PLA. per le plastiche, con CNA per i metalli ferrosi, con CO.RE.VE. per il vetro, con CIAL per l'alluminio e con RILEGNO per il legno e CO.MIE.CO. per la carta. Tratta circa 30.000 tonnellate/anno con una potenzialità di circa 35.000 tonnellate. L'impianto riceve il "multimateriale" raccolto in modo differenziato dai Comuni della Provincia di Treviso e di altre province venete (Vicenza e Belluno) ed altri rifiuti speciali da aziende fuori dalla "privativa" comunale. Il bacino di riferimento rappresenta un'area di 800.000 abitanti. Mentre per quanto riguarda la selezione del multimateriale il modulo impiantistico contempla un sistema di recupero automatico-manuale in grado di selezionare e separare i diversi flussi di materiali (vetro, plastica, metalli, ma anche legno e carta) l'interesse maggiore è rappresentato dal ciclo di lavorazione delle plastiche a più difficile riciclaggio derivanti da alcuni flussi contenuti nel multimateriale e da rifiuti speciali. In particolar modo, mentre le plastiche di "pregio" (PET, HDPE, PE, ecc.) sono separate e rese pronte per il riciclaggio (così come gli

	<i>REPORT FINALE</i>	Commessa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 52 di 142

altri materiali descritti), le plastiche “eterogenee”, quali gli “shoppers”, le pellicole e certe tipologie di vaschette tradizionalmente ritenute di difficile riciclaggio, vengono inviate d un ciclo di lavorazione alla conclusione del quale viene prodotto un granulato sintetico che viene impiegato in edilizia. Il processo è caratterizzato da una fase di “sminuzzamento” dei materiali eterogenei e poi di “estrofusione” a circa 140°C di temperatura. Il risultato è una sorta di “sabbia” che ai sensi della norma UNIPLAST 10667/14 viene utilizzata per “plastificazione e addensamento”. Oltre che per produrre oggetti plastici quali tavoli, pallets, rilevati stradali e segnaletica ed accessori automobilistici, tale prodotto derivante dal processo descritto viene impiegato nella sostituzione della sabbia nei calcestruzzi, per alleggerimenti nelle malte cementizie e per “legante” nei manufatti in cemento; questa applicazione non trova, al momento, un grosso favore di mercato.

Come recentemente accreditato anche da un articolo pubblicato sul supplemento del quotidiano “Sole 24 ore” del 15 Maggio 2008 denominato “Energia e ambiente”, che descrive l’impianto visitato dalla nostra Commissione come un “esempio” di “riciclaggio totale” in effetti, il “modello impiantistico” appare in grado di dare una risposta pienamente soddisfacente a tutta la filiera delle plastiche, comprese quelle a più problematico riciclaggio. Seppure con la necessità di ulteriori approfondimenti tale impianto sembra offrire una risposta alternativa su base industriale ed imprenditoriale all’invio ad incenerimento con recupero di energia delle plastiche. A riprova di ciò, la titolare ci ha confermato che per effetto di questo trattamento le quantità di plastiche inviate ad incenerimento non superano il 2,5% dei materiali in ingresso.

Da rilevare che l’impianto di Vedelago opera su flussi di plastiche da RD e quindi le caratteristiche qualitative dei materiali in ingresso sono “ottimali” per la selezione.

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 53 di 142

4.2 Indicazioni su buone pratiche applicabili all'Area Fiorentina

Su scala regionale, pur non avendo ancora codificato in un provvedimento legislativo l'aggiornamento degli obiettivi previsti dalla LR 25/98, la Regione ha fissato dei target di riduzione dei rifiuti e di raccolta differenziata. Più in particolare:

- nel PRS (Piano Regionale di Sviluppo) approvato dal Consiglio Regionale è stato stabilito l'obiettivo di ridurre del 15% i rifiuti entro il 2010 (assumendo come riferimento la produzione dei rifiuti del 2006);
- per la raccolta differenziata è stato stabilito di raggiungere almeno il 55% nel 2010 ed in coerenza con la normativa nazionale il 65% nel 2012.

Su scala nazionale la normativa vigente che ha aggiornato il DLGS 152/06 attraverso il "secondo correttivo" del 16 gennaio 2008 prevede che al 2012 gli ATO debbano far registrare almeno il 65% di RD raggiungendo già alla fine del 2008 almeno il 45% (art. 205). A conferma che questi obiettivi devono essere perseguiti con impegno su scala amministrativa, al comma 3 del suddetto articolo si prevede che gli ATO e di conseguenza i Comuni inadempienti nel raggiungimento di questi obiettivi di legge debbano corrispondere una addizionale del 20% per i conferimenti in discarica. Inoltre con l'articolo 179 (comma 2) si stabilisce che *"...le misure dirette al recupero dei rifiuti mediante riutilizzo, riciclo, o ogni altra azione diretta ad ottenere da essi materia prima secondaria sono adottate con priorità rispetto all'uso dei rifiuti come fonte di energia"*.

Per dare un impulso significativo alla RD ed alla riduzione di rifiuti nell'area fiorentina occorre applicare le buone pratiche descritte tenendo conto delle peculiarità del territorio. In particolare occorrerebbe implementare od attivare le seguenti azioni:

	<i>REPORT FINALE</i>	Commessa: C 252
		Rev .00
		Pag. 54 di 142

1. prevenzione – riduzione – riuso;
2. passaggio dal sistema di raccolta stradale al sistema “porta a porta”;
3. intervento sui flussi di rifiuto provenienti da circuiti turistici.
4. riorganizzazione del sistema di assimilazione dei rifiuti;

4.2.1 Prevenzione & riduzione

Per raggiungere gli obiettivi fissati dalla Regione si indicano due modalità di intervento: la **riduzione diretta** con interventi di riduzione degli imballaggi (sistema delle ricariche nella grande distribuzione), di recupero-riutilizzo dei prodotti alimentari in via di scadenza, di promozione della pratica dell'autocompostaggio familiare, di divieto di impiego di stoviglie monouso in feste, sagre e mense pubbliche, di incentivazione nell'uso di contenitori in vetro o comunque riutilizzabili nell'acquisto di bevande e latte (attuazione della cosiddetta “filiera corta”) a cui affiancare delle piattaforme per la riparazione-riuso di beni durevoli e/o di imballaggi. Tali interventi sono perseguibili attraverso un coinvolgimento organico delle categorie commerciali volto alla formalizzazione di un “accordo di programma” supportato da un tavolo tecnico ed operativo formato anche da Provincia, Comuni, ATO, gestori e associazioni dei cittadini.

Da questi interventi, di grande importanza strategica in quanto prefigurano un rapporto più consapevole e responsabile tra produttori, consumatori e spreco ma di non facile valutazione dei “risultati attesi”, ci si aspetta una inversione di tendenza rispetto alla crescita di produzione dei rifiuti. Attualmente la produzione pro-capite dei rifiuti colloca la Toscana quantitativamente ai vertici nazionali.

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 55 di 142

4.2.2 Passaggio dal sistema di raccolta stradale al sistema “porta a porta”

Nell'immediato, in termini di conseguimento di importanti obiettivi di riduzione, come constatato dalle esperienze oggetto di visita della Commissione, assume, un'interessante rilevanza la **riduzione indiretta** che si ottiene passando da un sistema stradale di raccolta ad un sistema porta a porta inclusivo sia di utenze domestiche che speciali. Dai dati confermati dall'esperienza COVAR, dall'esperienza PRIULA e confermati anche dall'esperienza di Capannori, emerge una riduzione del monte rifiuti ottenuta quale effetto collaterale della trasformazione del sistema di raccolta pari ad almeno il 14%. In particolar modo se tale sistema viene rinforzato con politiche di puntualizzazione della tariffa applicando il principio *you pay as you throw* i risultati di riduzione preventiva dei rifiuti sono ottenibili in un lasso temporale più contenuto e probabilmente coincidente con l'avvio del sistema porta a porta. Considerando che in Toscana e nell'area fiorentina è avvenuto un processo di assimilazione di molte tipologie di rifiuti commerciali e produttive che non ha posto in essere correttivi in grado di prevenire le patologie che pongono la nostra Regione al vertice dell'aumento dei rifiuti su scala nazionale appare corretto attendersi una significativa riduzione dei rifiuti alla luce della messa in atto delle “buone pratiche”.

4.2.3 Rifiuti dal circuito turistico

Se a tutto ciò aggiungiamo iniziative volte a fronteggiare e a governare la produzione dei rifiuti derivante dai flussi turistici (analizzandone picchi, provenienze e “soluzioni”) l'obiettivo di riduzione posto a riferimento potrebbe essere più facilmente raggiunto. Interventi possibili sono:

- offrire ai turisti già dal momento del loro arrivo istruzioni e modi (distribuendo borse riutilizzabili e/o riciclabili) per separare i propri rifiuti;

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 56 di 142

- campagne di riduzione dei rifiuti nelle strutture ricettive attraverso la limitazione del “monouso” fornito ai clienti. Da notare che questo pacchetto di interventi potrebbe avere tra i suoi risultati collaterali anche quello di qualificare l’immagine turistica della città non dimenticando che una città pulita ed attenta al recupero dei materiali “guadagna punti” anche nella propria promozione.

4.2.4 Criteri di assimilazione

Per quanto riguarda l’assimilabilità, che in Toscana ha trovato ampia applicazione facendo convogliare in un unico circuito di raccolta i rifiuti urbani provenienti dalle utenze domestiche e rifiuti commerciali e parte dei rifiuti di provenienza produttiva, ricordiamo che la normativa prevede uno stop alle assimilazioni generalizzate definendo nuovi criteri di attuazione che però rimandano ad un successivo provvedimento legislativo (articolo 195 del DLGS 152/06). In questo contesto ci limitiamo a sottolineare la necessità di separare i flussi e, pur prevedendo il mantenimento della assimilazione, essa deve essere inquadrata entro un circuito di raccolta porta a porta fornito alle aziende ed alle imprese incluse quelle commerciali. Stante l’attuale alta quota di rifiuti pro capite prodotta in Toscana e nell’area fiorentina dovuta sicuramente in parte ai “conferimenti impropri” diretta conseguenza delle modalità di assimilazione fin qui perseguite sarebbe lecito attendersi addirittura una quota percentuale di riduzione dei rifiuti superiore rispetto a situazioni con quantitativi di rifiuti prodotti ben inferiori alla “tipicità” toscana che sono state oggetto delle nostre visite.

L’azione congiunta delle misure di prevenzione e riduzione descritte dovrebbe determinare sul territorio in esame una riduzione dei rifiuti compresa fra il 5% ed il 10%.

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 57 di 142

4.2.5 Gli obiettivi di RD

Le realtà più virtuose da noi visitate che applicano le buone pratiche dimostrano che è possibile ottenere interessanti risultati sulle frazioni di rifiuti recuperabili e sulla riduzione di produzione degli stessi. Queste esperienze mettono in evidenza, altresì, che fra le aree periferiche meno antropizzate e le aree più densamente popolate (città capoluogo) si registrano notevoli differenze in termini di percentuali di raccolte differenziate effettuate (facendo, ad esempio, riferimento all'anno 2007, si riporta la comparazione fra valori di RD conseguiti in alcuni Comuni capoluogo e nel relativo interland: Torino 40% - Cons. COVAR 63,50%; Milano 41,70% - CEM 66,22%; Treviso 44,20% - PRIULA 77,60%). Questa circostanza appare confermata anche nel nostro territorio: per il 2007. Infatti, la media di RD dei comuni fiorentini della Piana era di circa il 40%, contro una percentuale per il capoluogo intorno al 34%. Differenza confermata anche da Quadrifoglio Spa il quale prevede come target il raggiungimento, entro il 2011, della soglia del 45% nella città di Firenze contro un valore medio del 50% per tutta l'area. Pertanto appare realistico prevedere che, anche con l'applicazione delle buone pratiche, un GAP fra la città di Firenze ed il suo hinterland è destinato a permanere. Considerando, inoltre, il peso di Firenze (75% della popolazione della Piana) in termini di produzione di rifiuti si ritiene ragionevole prevedere **un obiettivo percentuale di raccolta differenziata compreso nella forbice 55%-65%**, conseguibile applicando capillarmente le "buone pratiche".

L'alea del 10% sulle percentuali di RD, ancorché significativa, appare opportuna e strettamente connessa con le "cinetiche" per il raggiungimento di questi obiettivi: i tempi per il conseguimento dei risultati più ambiziosi sono, infatti, legati sia alle modifiche ed implementazioni occorrenti all'attuale sistema, allo sviluppo e diffusione delle strutture per la raccolta porta a porta (tempi tecnici), sia alla creazione di una coscienza civica per il riuso dei

	<i>REPORT FINALE</i>	Commessa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 58 di 142

materiali, la riduzione della produzione dei rifiuti e la separazione a monte (in “casa”) delle frazioni recuperabili.

Vista l’attuale media di RD dell’area oggetto di studio, si ritiene ragionevole il raggiungimento dell’obiettivo di minima (55%) nell’arco di 3-4 anni. Più difficile appare la definizione del timing per il conseguimento del 65%.

L’incognita temporale per il raggiungimento degli obiettivi di RD impone la scelta di una tecnologia di trattamento della frazione residuale dalle RD dotata di **buona elasticità** in relazione alle portate alimentate. L’impianto di trattamento deve, in sostanza, possedere una flessibilità gestionale che ne consenta l’esercizio in termini tecnico-economici anche in caso di importanti riduzioni dei materiali alimentati. D’altronde non deve rappresentare un pericoloso “collo di bottiglia” del sistema di smaltimento del RU nell’ipotesi che la fase transitoria per il raggiungimento degli obiettivi di RD duri più del previsto.

Le criticità e il mercato dei materiali recuperati

I quantitativi crescenti di materiali provenienti dalle raccolte differenziate pongono il problema strategico della garanzia del loro effettivo avvio a riciclaggio.

Allo stato attuale la “infrastrutturazione” disponibile appare insufficiente al fabbisogno e la stessa esperienza della REVET necessita di ulteriore espansione e riqualificazione, come hanno evidenziato i congestionamenti di questa struttura negli ultimi mesi. Appare altresì importante, per dare sbocco di mercato ai materiali riciclati applicare, da parte degli enti pubblici, il “green procurement” ed in particolare gli “acquisti verdi” che oltre a qualificare le attività degli enti può fare anche da apripista per l’affermazione di un mercato del riciclaggio.

Particolare attenzione va posta sulla necessità di disporre di adeguati impianti di valorizzazione della frazione organica raccolta separatamente per far fronte ai crescenti quantitativi di organico reso disponibile. Le realtà

	<i>REPORT FINALE</i>	Commessa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 59 di 142

visitate hanno confermato che al momento il recupero dell'organico è un problema non completamente risolto. Considerato che per incrementare la RD bisogna necessariamente puntare su una raccolta spinta della FORSU la quale rappresenterà la frazione più importante da recuperare, occorre fare una riflessione attenta sulle scelte di indirizzo (e tecnologiche) di gestione della filiera dell'organico. Si deve, in sostanza, prendere in considerazione non solo il binomio compostaggio-agricoltura per chiudere la filiera, ma anche altre soluzioni quali ad esempio la digestione anaerobica (con recupero energetico), la combinazione trattamento anaerobico-aerobico etc.

Naturalmente occorre valutare con sufficiente precisione l'evoluzione dei costi alla luce delle innovazioni introdotte che fanno gravare sulla "raccolta" le maggiori spese: il recupero dei materiali provenienti dalle raccolte differenziate e la reimmissione sul mercato devono, in sostanza, compensare i maggiori oneri connaturati con le mutate e più onerose modalità di raccolta (basti pensare ai costi per la sostituzione di una aliquota consistente del parco mezzi tipo "compattatori" con mezzi di più piccole dimensioni specializzati nella raccolta di specifiche frazioni).

4.2.6 Lo screening del residuo

Prevedere il monitoraggio delle caratteristiche merceologiche dei rifiuti residui rappresenta un interessante strumento conoscitivo e decisionale al fine di poter organizzare dalla fine del ciclo ulteriori interventi per ridurre alla fonte quei rifiuti che continuano a "rimanere sullo stomaco" del sistema di gestione degli scarti. Si ritiene, pertanto, che la procedura di screening del residuo sia opportuna e che debba essere messa a sistema.

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 60 di 142

5 TECNOLOGIE IMPIANTISTICHE

5.1 Il quadro di riferimento

Il Piano Industriale è lo strumento pianificatorio di cui si dota la Comunità di Ambito dell'Area Metropolitana Fiorentina n° 6 per l'attuazione delle funzioni che le sono state attribuite ai sensi della Legge Regionale n. 25 del 18 maggio 1998. Il Piano è stato redatto sulla base di quanto definito dalla Provincia di Firenze nel Piano Provinciale di Gestione dei Rifiuti Urbani e Assimilabili - ATO n. 6 (approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n. 22 dell'11 febbraio 2002) all'inizio del 2003 ed individua, fra gli altri, le localizzazioni e le tipologie di impianti di trattamento necessari per l'autonomia gestionale dell'ATO, nonché i piani economici relativi alle diverse installazioni previste.

La Legge Regionale nr.61 del 22.11.2007, che modifica la LR nr. 25, prevede un piano interprovinciale dei rifiuti che comprende, nel nostro caso, le province di Firenze, Prato e Pistoia. L'accordo previsto sul Piano interprovinciale conferma il piano adottato da ciascuna provincia tenuto conto delle osservazioni pervenute e del parere della RT. Allo stato attuale, le previsioni di Piano industriale per la soluzione impiantistica dell'area fiorentina sono confermate.

Il Piano Industriale sostiene che *“il fabbisogno di trattamento termico in impianti dell'ATO è diretta conseguenza di quanto definito in relazione all'impiantistica di pretrattamento del rifiuto indifferenziato dell'ATO e alle ipotesi di conferimento ad uno degli impianti dell'ATO (quello de I Cipressi) di flussi di rifiuti originati da un impianto di trattamento extra ATO (quello di Casa Rota), cui sono conferiti rifiuti indifferenziati di realtà territoriali esterne all'ATO 6”*. In accordo con quanto previsto dalla Pianificazione Provinciale in materia di rifiuti speciali, si prevede inoltre il conferimento all'impiantistica di trattamento termico dell'ATO (e in particolare all'impianto della Piana

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 61 di 142

Fiorentina) di almeno 35.000 t/a di rifiuti speciali efficacemente valorizzabili dal punto di vista energetico. In sostanza il Piano prefigura la realizzazione di tre impianti di termovalorizzazione: quello di Greve (70.000 t/a di RU pretrattati), quello della Rufina (64.000 t/a di RU pretrattati) e quello della Piana Fiorentina. Quest'ultimo, in particolare, si basa sulla tecnologia del forno a griglia, con sistema di raffreddamento che potrà essere ad aria o ad acqua. Il dimensionamento dell'impianto è effettuato su un carico termico di 55.000.000 kcal/h, corrispondenti all'ipotesi di trattamento di circa:

- 101.757 t/a di sovrallo secco dalla selezione del rifiuto urbano indifferenziato (PCI valutato pari a 2.892 kcal/kg);
- 35.000 t/a di rifiuti speciali (PCI valutato pari a 3.500 kcal/kg).

Il funzionamento dell'impianto è previsto cautelativamente su 310 giorni annui. Il forno a griglia è dotato di caldaia con recupero di energia tramite ciclo a vapore ed espansione in turbina, con produzione di energia elettrica. Il rendimento di produzione di energia elettrica, al netto degli autoconsumi, è valutato pari al 18% rispetto al carico termico in ingresso, con una produzione netta di energia elettrica che risulta, secondo quanto riportato nel Piano, pari a 87,2 GWh/a.

I sistemi di controllo a abbattimento delle emissioni si basano su:

- trattamento a semisecco,
- umido di finitura,
- filtri a manica,
- carbone attivo,
- sistema SNCR.

I residui dalla combustione dei rifiuti sono stimati pari a:

- scorie: 30.100 t/a (22% del rifiuto in ingresso);
- ceneri/polveri: 3.400 t/a (2,5% del rifiuto in ingresso).

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 62 di 142

L'impianto alternativo dovrà, pertanto, assicurare una capacità di trattamento pari a quella prevista dal Piano e possedere, nell'ipotesi di incremento graduale delle raccolte differenziate fino ai valori massimi di legge (65%), una flessibilità gestionale che consenta l'esercizio, a costi compatibili con la tariffa, anche in caso di riduzione significativa della portata influente. Dovrà, inoltre, produrre pressioni sui comparti ambientali inferiori a quelle del termovalorizzatore e conseguire possibilmente prestazioni migliori in termini di recupero energetico, di autoconsumi, di generazione di scorie, etc..

L'impianto di trattamento alternativo si deve configurare, in sostanza, come elemento finale della filiera della gestione del RU ed accogliere solo la frazione residuale dalle RD ed i flussi di speciali previsti con l'obiettivo di passare da una impostazione del sistema di tipo "*impiantocentrica*" ad una nella quale l'impianto rappresenta un service necessario, ma funzionale ed integrato con le logiche e gli obiettivi delle raccolte differenziate.

5.2 Scelta e descrizione delle tecnologie

A seguito della Deliberazione richiamata in premessa, si sono individuate le seguenti tecnologie impiantistiche:

- a) TMB (Trattamento Meccanico Biologico)
- b) Dissociazione molecolare
- c) Gas - Plasma

La tecnologia TMB è stata scelta dal Comitato, mentre Dissociazione molecolare e Gas-plasma sono state individuate dall'amministrazione comunale.

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 63 di 142

5.3 Pianificazione viaggi

I tecnici del comitato hanno prospettato un elenco di impianti TMB esistenti nel mondo:

- sistema ROS-ROCA (Tudela)
- sistema Arrow-Bio Process (Tel Aviv, Sidney, Perth);
- sistema UR-3R (Sidney)
- sistema Valorga (Amiens)

Alla fine si è optato per l'impianto di Tudela in Spagna e per l'impianto di Tel Aviv. Alla visita presso l'impianto di Tudela e di Tel Aviv hanno partecipato tutti i membri della Commissione.

Per Dissociazione Molecolare e Gas-plasma si sono programmate ed effettuate le visite in Islanda, vicino Husavik, e negli USA (Pittsburgh). Alla visita presso l'impianto di gassificazione al plasma non hanno partecipato i membri della Commissione espressione dei comitati della Piana.

5.4 TMB – trattamento meccanico e biologico

Il trattamento meccanico-biologico (TMB) è una tecnologia di trattamento a freddo dei RSU basata su operazioni di tipo meccanico e processi biologici di tipo aerobico ed anaerobico. La prima fase di trattamento consiste nella separazione secco (sopravaglio) ed umido (sottovaglio). Il secco viene avviato alle linee di trattamento meccanico che possono essere state progettate per produrre CDR (combustibile derivato dai rifiuti), ovvero per separare in maniera più o meno spinta le frazioni potenzialmente recuperabili come materia (carta, plastica, vetro, metalli). L'umido, in genere, è avviato ad una fase di trattamento biologico di tipo aerobico (biostabilizzazione, compostaggio); di tipo anaerobico (produzione di biogas con ricca percentuale di metano); misto (anaerobico più aerobico).

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 64 di 142

Selezione meccanica

Generalmente vengono utilizzati rompisacco, nastri trasportatori, separatori magnetici, separatori galvanici a corrente parassita, vagli a tamburo, separatori balistici, separatori aeraulici, lettori ottici, etc.

Gli impianti TMB realizzati in Italia hanno prevalentemente la funzione di produrre CDR destinato ad impianti di termovalorizzazione o cementifici.

Parte biologica

La digestione anaerobica provoca la scissione biochimica della componente biodegradabile dei rifiuti tramite l'azione di microrganismi in condizione di anaerobiosi. Vengono prodotti biogas utilizzabile quale combustibile e un digestato solido.

Il compostaggio implica invece il trattamento della componente organica con microrganismi aerobici. In queste condizioni ossidative si ha formazione di anidride carbonica e compost. Utilizzando il solo compostaggio quindi non si ha il vantaggio di produrre energia (fonte rinnovabile) dalla frazione biodegradabile dei rifiuti.

5.4.1 Impianto TMB di TUDELA

L'impianto visionato è quello di Tudela in Navarra, Spagna.

La visita si è svolta il 18 e 19 febbraio 2008.

Si tratta di un impianto che tratta circa 50.000 t/a di RSU a valle di una modesta raccolta differenziata (18%).

Di seguito si riporta una descrizione delle linee di trattamento.

1) ricezione

vengono eseguiti i controlli di rito in ingresso all'impianto necessari per l'accettazione del rifiuto da smaltire

2) scarico

il rifiuto viene scaricato all'interno di un capannone tamponato e posto in leggera depressione;

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 65 di 142

3) alimentazione impianto

il rifiuto viene caricato con mezzo d'opera nella tramoggia di un romp sacco a basso numero di giri. Sul nastro trasportatore di alimentazione del vaglio è installato un primo separatore magnetico.

4) Vagliatura

Dalla vagliatura vengono separati – attraverso un tamburo rotante con fori da 80 mm - due flussi : il sopravaglio (secco) ed il sottovaglio (umido). Il sopravaglio viene avviato alla linea di selezione e trattamento meccanico, il sottovaglio alla linea di biometanizzazione.

Linea trattamento MECCANICO

Il sopravaglio rappresenta il 44% (22000 t) del rifiuto in ingresso.

Il sopravaglio passa Attraverso un separatore balistico il quale separa tre frazioni: una leggera costituita da film, carta; una composta da plastiche pesanti, cartone, metalli; ed una frazione fine (passante <50 mm) composta da vetro inerti etc.

La frazione leggera subisce una selezione manuale per il recupero di film plastici e carta non contaminata.

Sulla linea della seconda frazione è installato un separatore magnetico per i metalli e due lettori ottico-elettronici che riconoscono e smistano la plastica densa (HDPE, PET) con degli eiettori pneumatici.

Il quantitativo di materiale secco recuperato è risultato per l'anno 2007 di circa il 3% sul totale trattato.

A seguito di lavori di ammodernamento che sono stati fatti recentemente il quantitativo recuperato ha un trend del 6%.

Linea trattamento BIOLOGICO

Il sottovaglio viene che viene avviato al linea di biometanizzazione rappresenta il 56% (28.000 t).

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 66 di 142

Per alimentare con continuità la linea biologica si manda il sottovaglio in un serbatoio polmone da 75 mc.

Dal serbatoio polmone si alimentano attraverso delle coclee due turbodissolutori chiamati Pulper nei quali si aggiunge acqua per portare in sospensione la frazione organica fino al raggiungimento del 93% di umidità. Il Pulper è un contenitore cilindrico nel quale è installato un agitatore che fornisce circa 500 W/mc di potenza per omogeneizzare e sminuzzare la sostanza organica presente nel rifiuto. Dopo circa 30 minuti di permanenza del materiale nel pulper inizia lo scarico a gravità. Il materiale omogeneizzato passa in un vaglio ad umido con forature di 15-30 mm. Il vagliato passa ad un comparto di sedimentazione, mentre il sopravaglio (plastiche, legno , vetri, pietre) viene smaltito in discarica.

Il sedimentatore è a sezione trapezoidale in acciaio INOX dalla capacità di trattamento di 100 mc/h. La miscela attraversando il canale si separa dai materiali più pesanti (sabbie, vetri) che sedimentano sul fondo nonchè dai materiali più leggeri (plastiche, cotton fioc, etc) che, grazie anche all'azione di trascinarsi dovuta alla insufflazione di aria dal basso, flottano in superficie. Un rastrello automatico raccoglie il flottato che rappresenta un ulteriore scarto da smaltire in discarica insieme al sedimentato.

Il totale degli scarti del sottovaglio da avviare a smaltimento in discarica è di circa il 10% (2800 t).

La sospensione ripulita dalle impurità viene pompata verso una vasca polmone avente la funzione di garantire una alimentazione continua dei digestori e dunque di avere una produzione regolare di biogas.

Dalla vasca polmone si alimenta dunque il digestore avente la capacità di 5.000 mc e realizzato in acciaio al carbonio opportunamente coibentato.

La temperatura di processo viene mantenuta a circa 34°C in modo da garantire le condizioni mesofile necessarie per l'attività batterica metanigena.

La miscela viene mantenuta in agitazione attraverso il gorgogliamento di biogas all'interno.

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 67 di 142

La miscela in ingresso presenta un secco del 7%, mentre quella il fango in uscita presenta un secco del 3% per effetto della trasformazione di parte della sostanza organica in cataboliti finali (acqua, anidride carbonica, metano).

Il fango prodotto dal digestore subisce un trattamento di disidratazione meccanica tramite una centrifuga che porta l'umidità del fango dal 97% al 75÷78%. Il liquido della disidratazione viene utilizzato all'interno del processo ovvero avviato all'impianto di depurazione esistente.

Il fango così disidratato passa ad una fase di stabilizzazione aerobica dove l'ossigeno viene fornito attraverso rivoltamenti con mezzi d'opera.

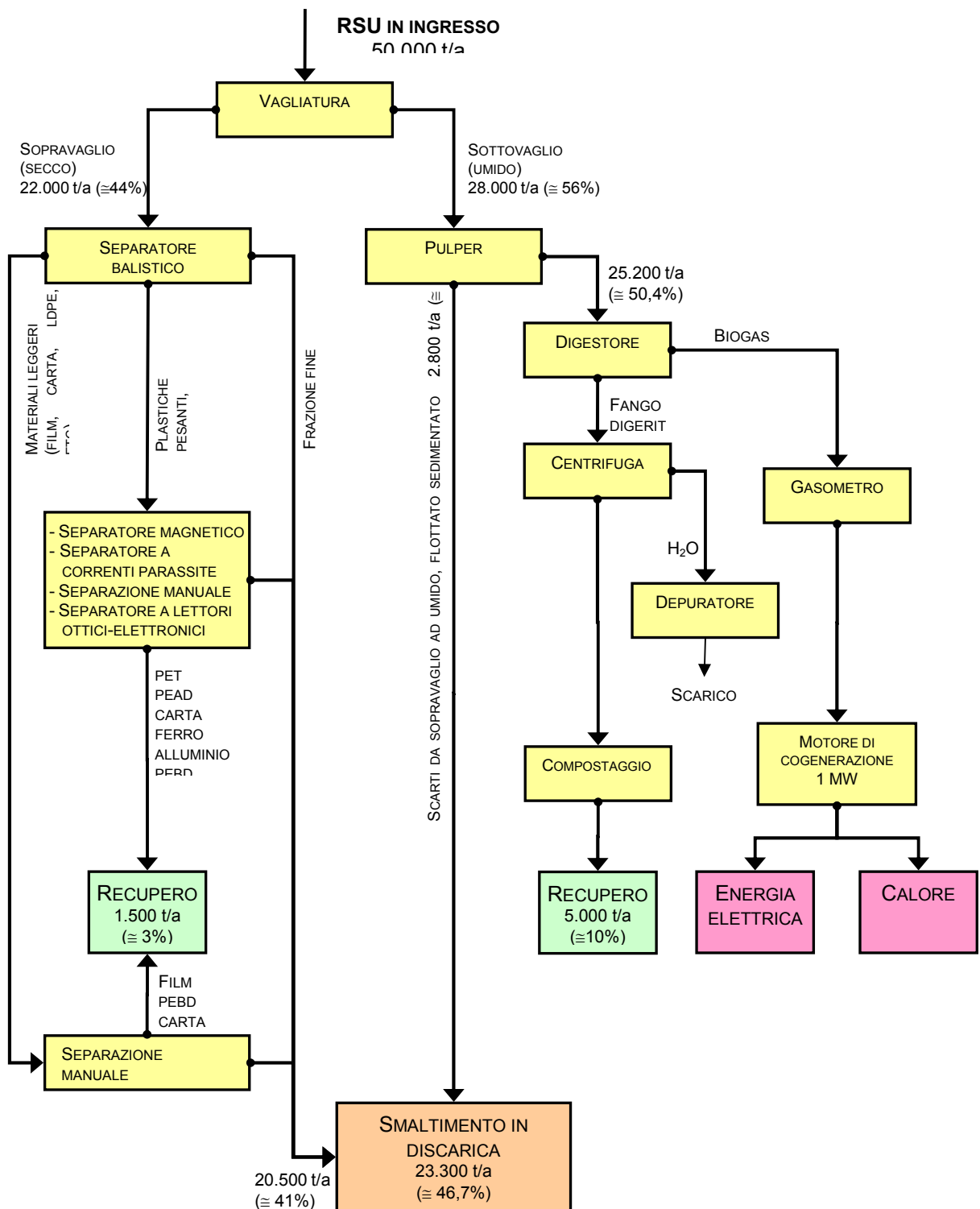
Infine viene vagliato a 10 mm. Il prodotto finale appare scuro da materiali grossolani, vetro, e plastiche. Non presenta cattivo odore. Non è stato possibile visionare una analisi chimica del prodotto. A nostro parere nel processo, per ottenere un compost di qualità con un buon livello di umificazione occorre una sezione di maturazione. Sezione facilmente realizzabile in caso di necessità.

Il quantitativo finale di compost prodotto è di circa 16500 t al 30% di umidità.

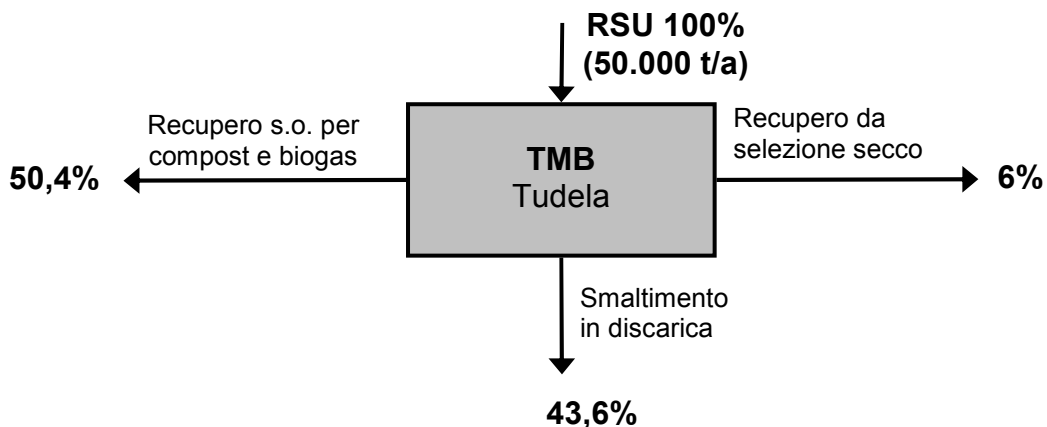
Circa il 60% della sostanza organica in ingresso al digestore si trasforma in biogas. (55÷60% di CH₄) che viene accumulato in un gasometro dove è disponibile per alimentare un motore di cogenerazione di circa 1 MW . Da dire che al momento della visita non funzionava perchè mancava ancora il collegamento alla rete da parte del gestore EE.

Bilancio di massa

Di seguito si riporta uno schema del bilancio di massa dell'impianto di Tudela, così come visionato:



Considerando, invece, gli ultimi lavori eseguiti, che hanno migliorato il sistema di selezione, si hanno i seguenti flussi:



5.4.1.1 Costi di investimento e di gestione

L'impianto visitato a Tudela fa parte di un sistema integrato di trattamento meccanico del secco, digestione anaerobica dell'umido con produzione energetica, compostaggio del digestato e smaltimento della frazione secca non recuperabile presso la locale discarica. Come si evince dai paragrafi precedenti l'impianto ha una capacità di trattamento di 50.000 t/a (di cui 28.000 di umido per la sezione di biometanizzazione) e la frazione avviata in discarica risulta pari a poco meno del 47% in peso rispetto al totale conferito.

Per rendere confrontabile la soluzione impiantistica "TMB" con il termovalorizzatore individuato dal Piano Industriale e con le altre tecnologie alternative, è necessario riferire i dati acquisiti dal fornitore (Ros – Rocha) alla potenzialità di circa 137.000 tonnellate/anno e formulare alcune considerazioni in relazione alla qualità merceologica del flusso fiorentino rispetto a quello preso in esame a Tudela. Più in particolare:

- il rifiuto fiorentino da avviare all'impianto di trattamento meccanico-biologico è il flusso che residua dalle operazioni di

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 70 di 142

pretrattamento dell'indifferenziato, costituite essenzialmente da triturazione, vagliatura e deferrizzazione;

- rispetto al rifiuto conferito nell'impianto spagnolo, dove le RD hanno uno sviluppo piuttosto limitato (ca. 18%) e comunque non esteso alla frazione organica, appare corretto assumere un tenore in sostanza organica nel flusso fiorentino più contenuto e pari a circa il 25% ($= 136.757 \times 25\% = 34.189 \text{ t/a}$);
- ipotizzando, ottimisticamente, di riuscire a separare completamente l'organico di cui al punto precedente, l'impianto dovrebbe trattare 34.189 t/a nella sezione di biometanizzazione e 102.567 t/a nella sezione di selezione e recupero di materia.

Assumendo, infine, di recuperare il 10% in peso della frazione secca (valore superiore a quello rilevato presso l'impianto spagnolo, ma assunto, in questa sede, come valore obiettivo che si auspica di raggiungere), si ottiene il seguente scenario:

	U.M.	
Produzione energia elettrica netta	kWh/a	7.000.000
Rifiuto recuperato	t/a	10.257
Rifiuto avviato a digestione	t/a	34.189
Rifiuto avviato a discarica	t/a	92.310

Sul piano dei costi di investimento, escluso acquisizione delle aree e la costruzione delle opere civili (ipotizzando di poter reimpiegare una parte del patrimonio impiantistico di Case Passerini), e di gestione si delinea il seguente scenario:

	Investimento [€]	Gestione [€/a]	Investimento sp. [€/t]	Gestione sp. [€/t/a]
TMB + motore cogenerazione	23.000.000	17.694.500	168,00	129,39

Il quadro precedente vale nell'ipotesi di conferimento di 137.000 t/a di rifiuti, come previsto dal Piano Industriale, e di cessione della corrente elettrica prodotta al Gestore al prezzo di 180€/MWh (tariffa incentivante

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 71 di 142

prevista dalla finanziaria 2008). Dal costo di gestione è stato decurtato il recupero da vendita della corrente.

Il costo di gestione comprende, in conformità con quanto previsto dal Piano:

- ammortamento in 10 anni per le opere elettromeccaniche al tasso del 4,00%;
- personale;
- consumi di energia e materiali;
- manutenzioni;
- trasporto e smaltimento delle frazioni residuali non recuperabili;
- indennità di disagio ambientale (7,5 €/ton rifiuto in ingresso);
- spese generali ed utili gestionali, quantificati nella misura del 10% dei costi di gestione (al netto degli ammortamenti e dell'indennità di disagio ambientale).

5.4.2 Impianto TMB di TEL AVIV

La visita si è svolta il 7 luglio 2008 presso l'impianto di Tel Aviv in Israele. Prima trattava circa 35.000 t/a ed è stato recentemente sottoposto a revamping per elevare la portata trattata a circa 70.000 t/a.

La raccolta differenziata è sostanzialmente inesistente per cui il rifiuto è RSU indifferenziato.

L'impianto è stato realizzato in adiacenza alla discarica di Tel Aviv da circa 20.000.000 m³, ormai colmatata, e si compone di due macro sezioni:

- Separazione secco – umido via *idro-meccanica*;
- Digestione anaerobica dell'umido.

Lo schema di funzionamento semplificato viene riportato nella figura seguente.

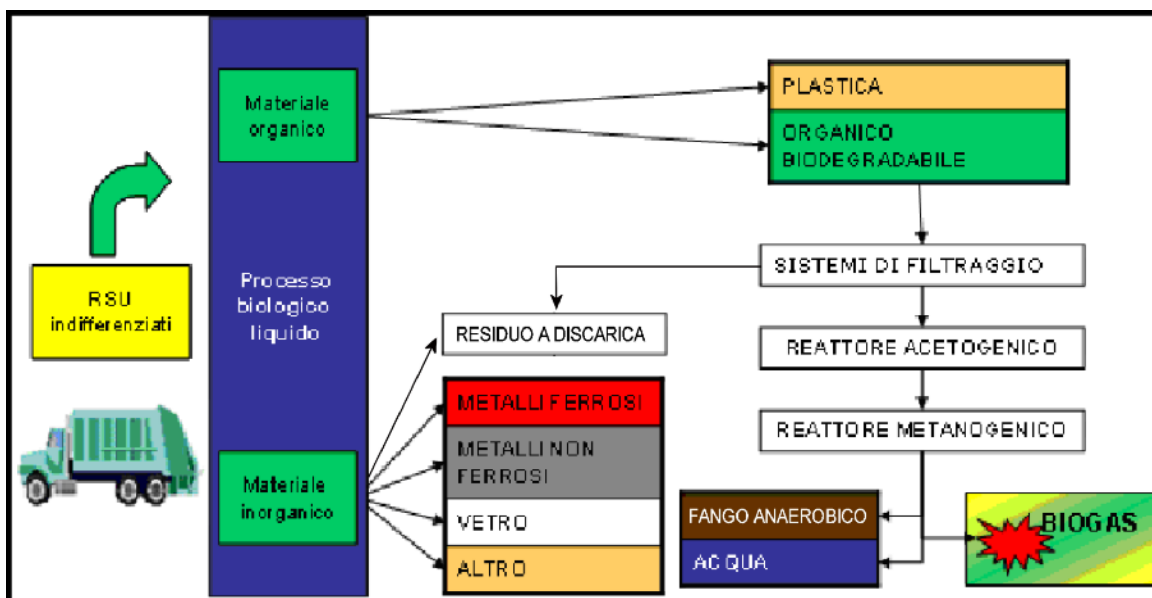


Figura 14 - schema di funzionamento dell'impianto ARROWBIO

Al momento della visita, la sezione di separazione idro-meccanica del rifiuto era ferma per interventi di manutenzione straordinaria. Non è stato, pertanto, possibile osservare il funzionamento di questo comparto e, in particolare, della parte di separazione “*watery*” (con acqua) che costituisce l'elemento di maggiore innovatività dell'intero complesso.

Come per gli altri impianti visitati, si assumono i dati di funzionamento e le performance di separazione e resa energetica dichiarati dal fornitore della tecnologia.

5.4.2.1 Linea di selezione meccanico – idraulica

La funzione di questa linea è duplice: rimuovere i rifiuti riciclabili e gli altri materiali non biodegradabili e portare in fase di sospensione i materiali biodegradabili per la digestione UASB. Il rifiuto indifferenziato viene alimentato ad un vaglio cilindrico con passante a 120 mm dotato di rostri sulla circonferenza interna: il vaglio a rotazione piuttosto lenta effettua, pertanto, una prima separazione secco-umido e funge anche da aprisacco

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 73 di 142

(questo costituisce un elemento dubbio sull'efficienza di apertura dei sacchi di rifiuto, dal momento che nella vasca di dissoluzione immediatamente successiva risultavano ancora presenti un numero significativo di sacchetti integri, provenienti dal trattamento dell'ultima carica alimentata prima del fermo).

Il sopravaglio subisce una prima selezione manuale con 5 – 6 operatori e successivamente viene avviato ad una vasca piena d'acqua, posta immediatamente a valle di una pala rotante parzialmente sommersa.

La pala spinge avanti i materiali galleggianti e quelli con galleggiamento neutro verso il comparto principale della prima vasca. I materiali più pesanti vengono deviati dal flusso principale e passano in sequenza attraverso, un separatore magnetico, un separatore a correnti parassite. Confluiscono poi in una seconda vasca dalla quale si separano dal fondo i materiali sedimentabili (sabbia, vetro, etc.) che vengono scaricati in un cassone e quindi smaltiti in discarica; dalla superficie della vasca i materiali galleggianti vengono avviati alla stessa linea di trattamento della parte galleggiante della prima vasca.

Il flusso d'acqua della vasca, filtrato per escludere gli oggetti di grandi dimensioni, avanza passando prima attraverso vagli a tamburo ermetici più piccoli e poi, secondo criteri di suddivisione, a grandi e piccole vasche di sedimentazione. Nelle vasche di sedimentazione la sabbia è separata dal materiale organico e rimossa dal sistema.

I materiali galleggianti della prima e seconda vasca e quelli con galleggiamento neutro vengono sollevati e inviati ad un tritatore a bassa velocità e poi ad un vaglio a tamburo. La parte che passa oltre questo vaglio a tamburo, consiste essenzialmente in pellicola di plastica e viene rimossa in una stazione pneumatica. La parte intercettata (materiale che passa attraverso i fori del vaglio) viene lavata in apparato non meccanico per un'ulteriore solubilizzazione e riduzione delle dimensioni. In questo modo le sostanze non solubili sono ridotte a una sospensione fine di particelle in

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 74 di 142

modo da aumentarne la superficie di contatto per l'azione successiva dei microrganismi anaerobi.

Attraverso una serie di tubazioni, la sospensione viene addotta al comparto di digestione anaerobica. Durante il percorso viene immessa acqua in pressione tramite appositi ugelli i quali hanno la funzione di dissolvere ulteriormente le particelle più grossolane.

Il lavoro del sottosistema meccanico di separazione/preparazione giunge a completamento mezz'ora dopo il conferimento dell'ultimo carico della giornata. Quindi questa parte dell'impianto viene fermata fino all'arrivo del primo carico di rifiuti del giorno lavorativo successivo.

5.4.2.2 Linea di digestione anaerobica UASB

La sezione di digestione anaerobica tratta le acque di risulta provenienti dal sistema di idroseparazione e solubilizzazione del rifiuto tal quale. Il processo è diviso in due stadi e condotto in reattori separati. Nel primo stadio hanno luogo le reazioni di idrolisi e acido genesi: i rifiuti degradabili sono prima convertiti a glucosio e amminoacidi e successivamente ad acidi grassi, idrogeno e acido acetico. Il flusso di sospensione viene alimentato ed estratto con continuità dal reattore che è stato dimensionato su un tempo di ritenzione idraulica di circa 4 ore.

La sospensione proveniente dal I stadio viene scaldata fino a circa 35° – 40°C (condizioni mesofile) e pompata con continuità al secondo stadio di reazione. Questo flusso viene riscaldato mediante passaggio in idoneo scambiatore di calore alimentato con acqua calda proveniente dal raffreddamento del motore di cogenerazione ovvero da caldaie che impiegano gasolio o biogas.

Nel II stadio ha luogo la reazione di metanogenesi in un digestore di tipo UASB (Up-flow Anaerobic Sludge Reactor): la sospensione viene introdotta dal basso e sale attraverso un letto di fango granulare. La digestione avviene per contatto fra la biomassa e il flusso ascendente. Il tempo di ritenzione idraulica è di circa 1 – 3 giorni. Il principale vantaggio di

questa tecnologia è rappresentato dalla possibilità, modulando i ricircoli ed adeguando opportunamente i volumi dei reattori (sovradimensionamento), di ottenere tempi di ritenzione del solido significativi per modo che possono essere digerite anche sostanze a molecola più complessa e recalcitranti.

Il sistema di digestione anaerobica produce due flussi: biogas di buona qualità per produzione energetica e un digestato disidratato che, in Israele, viene impiegato come “fertilizzante”.

5.4.2.3 Bilancio di massa

I dati forniti da ArrowBio per l'impianto di Tel Aviv sono riportati nella tabella che segue:

Caratteristiche del rifiuto		Ton/a	Tons/a	
Totale		36.000		
	Input %	INPUT	OUTPUT	%
Carta	17,00%	6.120		
Cartone	8,00%	2.880	2.880	8,00%
Matalli ferrosi	2,50%	900	855	2,38%
Metalli non ferrosi	0,50%	180	153	0,43%
Film plastici	7,00%	2.520	2.142	5,95%
Plastica mista	6,00%	2.160	1.836	5,10%
Vetro	3,00%	1.080	972	2,70%
Organico biodegradabile	40,00%	14.400		
Tessuto	4,00%	1.440		
Buccia di frutta	5,00%	1.800	0	0,00%
Sabbia	2,00%	720	655	1,82%
Legno	0,00%	0	0	0,00%
Altro	5,00%	1.800		
Digestato (ammendante)			5.352	14,87%
Biogas			2.706	7,52%
Acqua			9.534	26,48%
Residuo a discarica			8.914	24,76%
TOTAL	100,00%	36.000	36.000	100,00%
Biogas peso			2.706	
Biogas volume (m3)			2.706.264	
Electricità (MWh / MW) – Lorda			7.009	0,81
Electricità (MWh / MW) – Netta			4.009	0,46

Tabella 16 – bilancio di massa impianto Tel Aviv (fonte: ArrowBio)

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 76 di 142

Come si evince dalla Tabella 16, il residuo da avviare a discarica risulta pari a circa il 25% in peso riferito al totale conferito, assumendo di avviare a recupero in agricoltura il fango prodotto dalla sezione di digestione anaerobica.

N	Denominazione del tipo	Modo di preparazione e componenti essenziali	Titolo minimo in elementi e/o sostanze utili. Criteri concernenti la valutazione. Altri requisiti richiesti	Altre indicazioni concernenti la denominazione del tipo	Elementi oppure sostanze utili il cui titolo deve essere dichiarato. Caratteristiche diverse da dichiarare. Altri requisiti richiesti	Note
1	2	3	4	5	6	7
5	Ammendante compostato misto	Prodotto ottenuto attraverso un processo di trasformazione e stabilizzazione controllato di rifiuti organici che possono essere costituiti dalla frazione organica degli RSU provenienti da raccolta differenziata, da rifiuti di origine animale compresi liquami zootecnici, da rifiuti di attività agroindustriali e da lavorazione del legno e del tessile naturale non trattati, da reflui e fanghi, nonché dalle matrici previste per l'ammendante compostato verde	Umidità: massimo 50% pH compreso tra 6 e 8,5 C organico minimo 25% C umico e fulvico sul secco: minimo 7% Azoto organico sul secco: almeno 80% dell'azoto totale C/N massimo 25. Rame totale sul secco: massimo 150 mg/kg Zinco totale sul secco: massimo 500 mg/kg	---	Umidità pH C organico sul secco C umico e fulvico sul secco Azoto organico sul secco C/N Rame totale sul secco Zinco totale sul secco Salinità	Per "fanghi" di cui alla presente colonna e alla colonna n. 3 si intendono quelli definiti dal decreto legislativo 27 gennaio 1992, n. 99, di attuazione della direttiva 86/278/CEE concernente la protezione dell'ambiente, in particolare del suolo, nell'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura. I fanghi, tranne quelli agroindustriali, non possono superare il 35% (P/P) della miscela iniziale. È consentito dichiarare i titoli in altre forme di azoto, fosforo totale e potassio totale. Il tenore di materiale plastico, eventualmente presente, del diametro fino a 3,33 mm non può superare lo 0,45% sulla sostanza secca. Il tenore di materiale plastico, eventualmente presente, del diametro maggiore di 3,33 mm e minore di 10 mm non può superare lo 0,05% sulla sostanza secca. Il tenore di altri materiali inerti, eventualmente presenti, del diametro fino a 3,33 mm non può superare lo 0,9% sulla sostanza secca. Il tenore di altri materiali inerti, eventualmente presenti, del diametro maggiore di 3,33 mm e minore di 10 mm non può superare lo 0,1% sulla sostanza secca. Materiali plastici ed inerti di diametro superiore a 10 mm devono essere assenti. Sono inoltre fissati i seguenti parametri di natura biologica: - Salmonelle: assenti in 25 g di campione tal quale, dopo la rivivificazione; - Enterobacteriaceae totali: massimo $1,0 \times 10^3$ Unità formanti colonie per g; - Streptococchi fecali: massimo $1,0 \times 10^3$ (MPN \times g); - Nematodi: assenti in 50 g sul tal quale; - Trematodi: assenti in 50 g sul tal quale; - Cestodi: assenti in 50 g sul tal quale.

Figura 15 – caratteristiche ammendante compostato misto (fonte: *D.Lgs. 217/06*)

In base alle analisi in nostro possesso, sempre fornite da ArrowBio, si rilevano a carico del fango anaerobico modesti superamenti delle concentrazioni di Zinco e Rame e del rapporto C/N rispetto ai limiti fissati

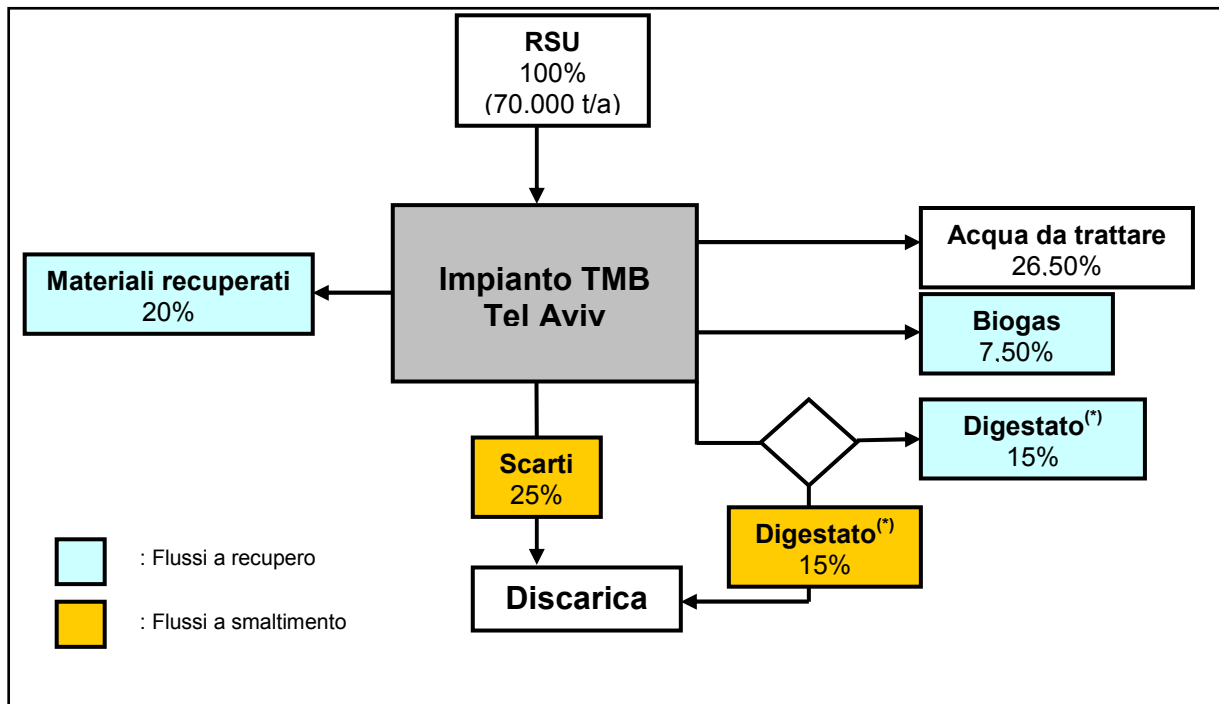
	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 77 di 142

dalla normativa nazionale (Figura 15) per la qualità dell'ammendante compostato misto. Mancano, peraltro, alcuni importanti dati sul pregio agronomico del materiale (ad es. il tenore in acidi umici e fulvici) e tutta la caratterizzazione microbiologica.

Si esprimono, pertanto, forti perplessità in ordine alla possibilità di diretto reimpiego di predetto materiale per usi agronomici. Inoltre la temperatura di digestione non è sufficiente a garantire gli standard richiesti dalla normativa vigente in materia di disciplina di produzione del compost nel nostro Paese (almeno 3 giorni a 55°C, fonte: *DM 5 febbraio 1998 e smi*). Nel caso di impossibilità di riutilizzo del fango, la percentuale di residuo da avviare a discarica raggiunge circa il 40% in peso rispetto al totale conferito.

Da considerare anche il trattamento delle acque di processo che, a sua volta, produce fanghi sui quali non abbiamo informazioni.

Il fango potrebbe, in alternativa, essere sottoposto a successivi trattamenti di tipo aerobico non previsti nell'impianto di Tel Aviv: questo comparto determinerebbe un incremento, non quantificabile a priori, dei costi di investimento e gestione. In questo modo si avrebbe un miglioramento certo dei parametri microbiologici ed organici del materiale, ma non si avrebbe alcun decremento delle specie metalliche.



(*)il digestato visionato, secondo la normativa italiana, non può essere avviato alla produzione di ammendante (flusso giallo); secondo quella israeliana è possibile (flusso azzurro)

Figura 16 – Schema a blocchi impianto Tel Aviv

5.4.2.4 Costi di investimento e gestione

Come detto l'impianto ha una capacità di trattamento di circa 70.000 t/a e la frazione avviata in discarica risulta pari a poco meno del 25% in peso rispetto al totale conferito, dal momento che in Israele è possibile avviare in agricoltura direttamente il fango da digestione anaerobica. Considerando lo smaltimento anche del digestato si ottiene una percentuale di smaltimento del 40%.

Per rendere confrontabile la soluzione impiantistica "ArrowBIO" con il termovalorizzatore individuato dal Piano Industriale e con le altre tecnologie alternative, è necessario riferire i dati acquisiti dal fornitore alla potenzialità di circa 137.000 tonnellate/anno e formulare alcune considerazioni in relazione alla qualità merceologica del flusso fiorentino rispetto a quello preso in esame a Tel Aviv. Più in particolare:

- il rifiuto fiorentino da avviare all'impianto di trattamento meccanico-biologico è il flusso che residua dalle operazioni di

	<i>REPORT FINALE</i>	Commessa: C 252
		Rev .00
		Pag. 79 di 142

pretrattamento dell'indifferenziato, costituite essenzialmente da triturazione, vagliatura e deferrizzazione;

- rispetto al rifiuto conferito nell'impianto israeliano, dove non viene effettuata RD, appare corretto assumere un tenore in sostanza organica nel flusso fiorentino più contenuto e pari a circa il 25% (= 136.757 x 25% = 34.189 t/a);
- ipotizzando, ottimisticamente, di riuscire a separare completamente l'organico di cui al punto precedente, l'impianto dovrebbe trattare 34.189 t/a nella sezione di biometanizzazione e 102.567 t/a nella sezione di selezione e recupero di materia.

Le suddette ipotesi sono necessarie per poter fare il confronto con le altre tecnologie. Ipotesi confutabili, dato che mancano dati certi sulle rese in caso di funzionamento con RD spinta, ma sicuramente sottostimati per quanto riguarda la percentuale di scarto da smaltire.

D'altra parte l'impegno assunto da chi ha scelto di visionare la tecnologia TMB era quello individuare e verificare impianti operativi in realtà dove la RD fosse simile allo scenario di studio (55÷65%)

Nella voce organico è compresa sia la sostanza organica fresca, sia carta e cartone.

Assumendo, infine, di recuperare il 20% in peso, rispetto al totale rifiuti in ingresso, della frazione secca; di smaltire in discarica il fango anaerobico e di produrre corrente per 7500 h/a si ottiene il seguente scenario:

	U.M.	
Produzione energia elettrica netta	kWh/a	8.250.000
Rifiuto recuperato	t/a	27.350
Rifiuto avviato a digestione	t/a	34.189
Rifiuto avviato a discarica	t/a	54.702

Da notare che il gestore di Tel Aviv ha dichiarato 4000 h di funzionamento.

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 80 di 142

Sul piano dei costi di investimento, escluso acquisizione delle aree e la costruzione delle opere civili (ipotizzando di poter reimpiegare una parte del patrimonio impiantistico di Case Passerini), e di gestione si delinea il seguente scenario:

	Investimento [€]	Gestione [€/a]	Investimento sp. [€/t]	Gestione sp. [€/t/a]
ArrowBIO + motore cogen.	55.000.000	15.436.000	402,00	112,87

Il quadro precedente vale nell'ipotesi di cessione della corrente elettrica prodotta al Gestore al prezzo di 180€/MWh (tariffa incentivante prevista dalla finanziaria 2008). Dal costo di gestione è stato decurtato il recupero da vendita della corrente e del materiale.

Il costo di gestione comprende, in conformità con quanto previsto dal Piano:

- ammortamento in 10 anni per le opere elettromeccaniche al tasso del 4,00%;
- personale;
- consumi di energia e materiali;
- manutenzioni;
- trasporto e smaltimento delle frazioni residuali non recuperabili;
- indennità di disagio ambientale (7,5 €/ton rifiuto in ingresso);
- spese generali ed utili gestionali, quantificati nella misura del 10% dei costi di gestione (al netto degli ammortamenti e dell'indennità di disagio ambientale).

5.5 Trattamenti termici

Il trattamento termico dei rifiuti rappresenta una delle tecniche più antiche di trattamento dei rifiuti. Il processo comunemente impiegato è la *combustione*: una ossidazione ad alta temperatura e di norma in eccesso di ossigeno sullo stechiometrico. Questo processo ha subito, con il procedere

	<i>REPORT FINALE</i>	Commessa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 81 di 142

dei tempi, modificazioni sostanziali sia nelle modalità di gestione che nelle tecnologie applicative, in relazione all'evolversi delle tecnologie e sotto la spinta delle problematiche che si sono affacciate negli ultimi decenni, quali la questione ambientale, il recupero energetico, etc.. Nella fattispecie il Piano Industriale della provincia di Firenze individua quale migliore impianto di termovalorizzazione per la Piana quello con tecnologia del forno a griglia equipaggiato con sistema di raffreddamento che potrà essere ad aria o ad acqua.

Oltre alle tradizionali tecnologie che fanno riferimento alla combustione, sono attualmente disponibili, a vari livelli di applicazione, altre forme di trattamento termico del rifiuto che presentano specifiche particolarità e punti di interesse. Si può, in generale, ritenere che queste tecnologie rappresentino un completamento del quadro dei possibili trattamenti di tipo termico, permettendo in tal modo una scelta che facilita l'individuazione del sistema ottimale. A tal proposito, una delle principali criticità legate all'impiego di tali tecnologie risiede nel fatto che, mentre per i sistemi di combustione convenzionali esiste un'ampia casistica (per taglia, tipologia di rifiuto, sistema di recupero energetico, etc.) di realizzazioni operative in Comunità Europea e nel mondo, per i sistemi alternativi talvolta le esperienze in scala industriale sono in numero limitato e in piccola scala ovvero sono state sviluppate soltanto iniziative di carattere sperimentale che non consentono un'analisi ed una oggettiva valutazione delle specifiche performance dell'impianto (ambientali, energetiche, economiche, etc.), nonché delle intrinseche caratteristiche del processo (flessibilità in relazione al tipo di rifiuto, alla portata, etc.).

Per le ragioni summenzionate l'Amministrazione ha deciso di affiancare alla verifica tecnica, economica e prestazionale degli impianti a "freddo" (TMB), una analisi e valutazione di due tipologie di trattamenti a "caldo" accomunati dall'impiego di un processo *storico* e *consolidato* della chimica industriale: **la piro – gassificazione**. Il termine gassificazione comprende i

	<i>REPORT FINALE</i>	Commessa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 82 di 142

processi di conversione di qualsiasi combustibile carbonioso in un prodotto gassoso con potere calorifico utilizzabile. La gassificazione di materiali solidi e liquidi a base carboniosa è nota da quasi duecento anni ed è stata ampiamente impiegata per la produzione di gas di città nell'ultima parte del XIX e del XX secolo. Da allora sono stati introdotti numerosi e significativi miglioramenti in termini di soluzioni impiantistiche e di condizioni operative che rendono questa fase del processo di trattamento del rifiuto competitiva con la combustione.

- Flessibilità del combustibile in ingresso
- Produzione di un vettore termico
- Costi di investimento
- Dimensionamento delle apparecchiature
- Produzione di residui di processo

Gli impianti di gassificazione (o piro-gassificazione) sono piuttosto diffusi nel mondo: oltre 128 impianti in esercizio, di cui 38 solo in Giappone con una potenzialità media di circa 200 t/g e con punte fino a 720 t/a (fonte: *Tecnologie di gassificazione dei rifiuti solidi* – U. Arena, M.L. Mastellone – atti del 63° Corso di aggiornamento in Ingegneria Sanitaria-Ambientale, 2008).

Il processo di piro-gassificazione, come evidenziato nel paragrafo che segue, viene attivato per via termica: il calore necessario per avviare il processo può essere fornito in maniere diverse, a diverse temperature e impiegando diversi vettori termici. Le modalità di innesco e controllo del regime termico del gassificatore hanno determinato la diversificazione delle tecnologie industriali. Nel caso in specie sono stati esaminati e valutati due processi caratterizzati da vettore e regime termico molto diversi:

- Dissociazione molecolare → il processo di dissociazione molecolare viene avviato mediante riscaldamento della cella di reazione a fiamma diretta (con combustibile gassoso – metano, GPL, ovvero liquido – gasolio); dopo la fase di riscaldamento

	<i>REPORT FINALE</i>	Commessa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 83 di 142

fino a circa 400°C il processo si attiva e procede autosostenendosi;

- Gassificazione al plasma → il processo di gassificazione adotta come fonte di calore una torcia al plasma; nel reattore di gassificazione viene utilizzato il gas ionizzato, a temperature di qualche migliaio di °C, operando in modo da ridurre il più possibile il ricorso all'impiego della torcia, in considerazione degli elevati consumi specifici di energia.

Entrambi i processi appena citati, ancorché molto diversi sul piano tecnologico, non sono in una fase di sviluppo di tipo sperimentale, dal momento che esistono applicazioni in scala industriale in esercizio. Da rilevare, a questo proposito, che, mentre per la gassificazione al plasma sono installati 3 impianti in Giappone operativi dal 2002 con capacità di trattamento del medesimo ordine di grandezza del termovalorizzatore della Piana ed in corso di costruzione 2 impianti negli Stati Uniti di capacità molto più alta, per quanto attiene la dissociazione molecolare l'unica applicazione nota è quella dell'impianto di Husavik in Islanda con portata nominale molto più contenuta di quella richiesta per la realtà fiorentina (16.000 t/a contro 136.757 t/a).

5.5.1 Gassificazione e Pirolisi

Rimandando all'allegato 6 per una descrizione esaustiva del processo di gassificazione dei rifiuti urbani, si riportano nel seguito schematicamente le principali caratteristiche e differenze fra i processi "caldi": combustione, gassificazione e pirolisi.

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 84 di 142

	COMBUSTIONE	GASSIFICAZIONE	PIROLISI
Scopo del processo	Massimizzare la conversione del rifiuto a CO ₂ e H ₂ O (produrre gas effluenti ad alta temperatura)	Massimizzare la conversione del rifiuto a CO e H ₂ (produrre gas combustibile ad alto potere calorifico)	Massimizzare la conversione del rifiuto tramite degradazione termica a gas (idrocarburi) e oli
Condizioni di esercizio			
Ambiente di reazione	Ambiente fortemente ossidante (elevati eccessi d'aria)	Ambiente riducente (quantità di ossigeno inferiore a quella stechiometrica)	Assenza di ossigeno
Temperatura	Più bassa (minore del punto di fusione delle ceneri)	Generalmente superiore agli 800°C (maggiore del punto di fusione delle ceneri)	Comprese tra i 500°C e gli 800°C (minore del punto di fusione delle ceneri)
Pressione	Generalmente atmosferica	Generalmente atmosferica ma può essere anche elevata	Leggera sovrappressione
Gas reagente	Aria	Aria, ossigeno, anidride carbonica, vapor d'acqua	Nessuno (si usa azoto o parte del gas prodotto)
Output del processo			
Gas prodotti	CO ₂ , H ₂ O	CO, H ₂ , CO ₂ , H ₂ O, CH ₄	CO, H ₂ , CH ₄ e in genere C _n H _m con n>5
Inquinanti	SO ₂ , NO _x , HCl	H ₂ S, HCl, NH ₃ , HCN, tar	H ₂ S, HCl, NH ₃ , HCN, tar
Stato delle ceneri	Spesso secche (materiale minerale convertito a ceneri di fondo e ceneri volanti)	Spesso vetrose (materiale minerale convertito a scorie vetrose) e particolato fine devolatilizzato	Spesso con contenuto di carbonio non trascurabile
Trattamento dei gas			
	A pressione atmosferica	Anche ad alta pressione	A pressione atmosferica
	Gas effluenti trattati e poi emessi in atmosfera	Gas di sintesi trattati e poi usati per produzione di chemicals o di energia (con successiva emissione in atmosfera)	Gas trattati e poi usati per produzione di chemicals o di energia (con successiva emissione in atmosfera)
	Zolfo convertito ad anidridi ed emesso in atmosfera	Recupero dello zolfo come sotto prodotto vendibile in varie forme	

Tabella 17 – principali differenze fra tecnologie di combustione, gassificazione e pirolisi

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 85 di 142

Si evidenzia, inoltre, che per misurare l'efficienza del processo non basta un solo parametro, come accade per la combustione. I parametri più usati sono:

- L'*efficienza di conversione* in carbonio, o CCE, definita come rapporto tra la portata di carbonio trasformata in prodotti gassosi e la portata di carbonio alimentata con il combustibile; questo indice fornisce una informazione sul grado di conversione ottenibile e, conseguentemente, sulla produttività dell'impianto e sulla quantità di prodotto non convertito da trattare in altro modo ovvero smaltire;
- L'*efficienza termica apparente*, o CGE, definita come rapporto tra l'energia chimica del gas prodotto e quella del rifiuto alimentato; viene anche definita "efficienza a freddo" in quanto include solo il contenuto energetico potenziale, cioè l'entalpia di combustione del gas e del rifiuto;
- L'*efficienza termica*, o HGE, definita come rapporto tra la somma del calore sensibile e dell'energia chimica del gas prodotto e quella del rifiuto alimentato; questo indice riveste particolare importanza in processi di piro-gassificazione condotti in alti campi di temperatura (tipicamente la gassificazione al plasma) nei quali risulta di primaria importanza recuperare non solo il calore di combustione del syngas, ma anche il calore sensibile associato al flusso di syngas in uscita del reattore di conversione.

5.5.2 Visita al Dissociatore molecolare di Husavik

La visita presso un impianto di dissociazione molecolare è stata effettuata il 7 febbraio 2008. L'impianto si trova nelle vicinanze della città di Husavik, nel nord dell'Islanda ed ha una capacità di targa di trattamento pari

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 86 di 142

a circa 16.000 ton/anno di RU indifferenziati, rifiuti speciali e scarti da lavorazioni agroindustriali locali (pneumatici triturati, carcasse animali, etc.).

La portata effettivamente trattata risultava inferiore a quella nominale.

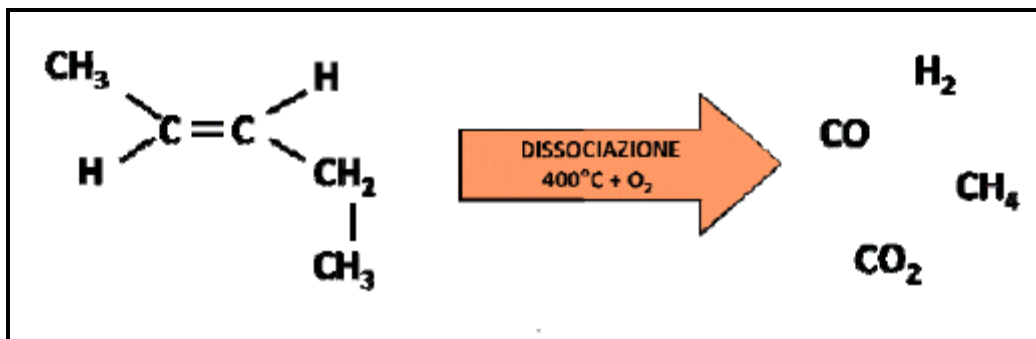
Il giorno della visita l'impianto non era operativo per problemi di ordine tecnico. I dati relativi alla tecnologia della dissociazione molecolare, riportati nei paragrafi che seguono, sono, pertanto, forniti dalla Ditta Energo srl, produttrice dell'impianto in esame e non sono stati oggetto di verifica on-site causa fermo dell'installazione.

Nel bacino di utenza servito dall'impianto le RD sono poco sviluppate e limitate ad alcune frazioni facilmente recuperabili (metalli, vetro), mentre l'organico viene raccolto in maniera indifferenziata.

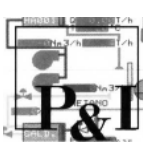
5.5.2.1 Principio di funzionamento della tecnologia

Il processo di dissociazione molecolare ha come obiettivo quello di disassemblare le molecole di origine organica complesse per riassembelarle in composti più semplici con produzione di un gas sintetico, il SynGas. Il processo avviene in un ambiente chiuso, in carenza di ossigeno (circa il 40% rispetto allo stechiometrico), e sviluppando una curva termica compresa fra i 300 e i 550 °C.

Per effetto del riscaldamento, in ambiente in carenza di ossigeno, si ha la rottura dei legami chimici del carbonio con la conseguente costituzione di molecole più semplici:



Il processo di dissociazione molecolare si sviluppa in un periodo di circa 24 ore ed è accompagnato dalla produzione di un gas la cui composizione

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 87 di 142

chimica e potere calorifico dipendono della tipologia di materiale alimentato. In linea generale si può osservare che i principali componenti sono costituiti da idrogeno (H₂), metano (CH₄), monossido di carbonio (CO) e biossido di carbonio (CO₂).

Il processo è discontinuo (*batch*) e si sviluppa all'interno di celle di dissociazione (vedi Figura 17) realizzate in acciaio, rivestite internamente in refrattario ed equipaggiate con sistema di chiusura a tenuta (la volumetria di ciascuna cella deve essere adattata alle specifiche esigenze di trattamento e con l'obiettivo di ottenere una produzione di syngas il più costante ed uniforme possibile). Le celle di dissociazione molecolare sono il componente del sistema in cui una combinazione di **pirolisi**, **termolisi** e **gassificazione** converte la carica a base carbonica in syngas e cenere inerte, senza che abbia luogo il processo di combustione.



Figura 17 – cella di dissociazione molecolare

Il processo ha luogo in costanti condizioni di carenza di ossigeno ed in maniera molto lenta permettendo di ottenere una serie di vantaggi dal punto di vista dell'efficienza di trasformazione e della qualità del gas di sintesi ottenuto.

Si parte da materiale sfuso, caricato a lotti in una serie di celle di dissociazione, il materiale non necessita di particolari pretrattamenti di vagliatura e omogeneizzazione. Un bruciatore di servizio, funzionante a gas

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 88 di 142

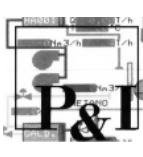
naturale, installato nella parte superiore di ogni cella, viene avviato per pochi minuti, in modo da creare le condizioni di innesco; quindi ha inizio una lenta fase di trasformazione del materiale organico in gas ad una temperatura oscillante tra i 300 ed i 550 °C. Una volta iniziato, il processo si sostiene senza ulteriore bisogno di energia esterna e viene controllato tramite un apposito algoritmo che ne controlla i principali parametri. L'energia necessaria ad ottenere la trasformazione di molecole complesse in materiali gassosi semplici viene prelevata all'interno tramite parziale ossidazione del carbonio. Il grado di conversione del carbonio calcolato sul gas freddo, oscilla tra il 65 e l'80% in dipendenza delle caratteristiche del materiale caricato. Ciò vuol dire che fino all'80% della energia totale caricata può essere recuperata nel gas.

I valori più alti di conversione si raggiungono nel caso di cariche con prodotti a bassa umidità, con ridotto contenuto di materiali incombustibili, e con elevato potere calorico.

Il processo ha luogo in condizioni di temperatura ridotta, difetto di ossigeno, in atmosfera riducente; lentamente il gas si libera attraverso una ampia superficie di interfaccia, e risale verso l'uscita ad una velocità contenuta.

Prove effettuate presso i laboratori certificati incaricati da Energo e relative a dissociazione di rifiuti indifferenziati hanno mostrato un gas grezzo con le seguenti caratteristiche:

- Trascinamento particellare intorno allo 0,2%
- Vapori metallici assenti
- Cloro e gas acidi in funzione delle caratteristiche del materiale caricato
- TAR ed asfalti tra 1 e 2 g/Nm³
- Composti solforosi assenti
- Ossigeno assente
- Idrogeno superiore al 4%

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 89 di 142

- NOx assenti
- Portata del gas e caratteristiche qualitative sufficientemente costanti

La purificazione del SynGas avviene attraverso un treno di pulizia per la rimozione del particolato, dei gas acidi, degli asfatti ed altri idrocarburi pesanti.

Il treno di purificazione è composto normalmente da:

- ciclone per la rimozione dei trascinamenti oleosi e particolati più pesanti
- sistema di raffreddamento
- Sistema di filtrazione con passaggio su letto di soda e carboni attivi per l'assorbimento dei trascinamenti e neutralizzazione dei gas acidi (metalli pesanti, alogeni, TAR, ecc.).
- Colonna di lavaggio a doppio stadio per la correzione finale e rimozione dei gas acidi e TAR più leggeri, ed eventuale blocco di idrogeno solforato.

Nel caso di presenza di contaminanti aggiuntivi rispetto a quelli su elencati, legati a particolari tipi di prodotto caricato, possono essere effettuate aggiunte e o varianti operative atte alla rimozione degli stessi. Non sono a conoscenza degli scriventi impianti operativi dotati di trattamento di purificazione del syngas tale da rendere il gas compatibile con usi nobili (ad es., combustione in motori alternativi).

Il prodotto finale è costituito da gas di sintesi avente un potere calorico tra 1,2 (valore caratteristico del RU) e 4 Kwh/Nm³, in funzione della tipologia di rifiuto trattata.

5.5.2.2 Emissioni

La sezione di dissociazione molecolare produce due flussi: syngas (aeriforme) e ceneri (solido). Il processo di gassificazione avviene all'interno

	<i>REPORT FINALE</i>	Commessa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 90 di 142

di camere chiuse in cui viene immessa una quantità di aria controllata e quello che esce dalla camera è un gas di sintesi, costituito da composti generati dalla reazione solido/aria a spese di calore interno al prodotto caricato.

L'emissione in atmosfera è rappresentata dai prodotti di combustione del gas di sintesi nell'apparato impiegato per la produzione energetica. Per poter essere impiegato efficacemente nelle più comuni centrali cogenerative il syngas deve subire un processo di purificazione adeguato, che ad oggi non ci risulta installato in nessuna applicazione al livello industriale.

CENERI

Il materiale a base di carbonio si trasforma in gas, vapore acqueo e composti in tracce. Il residuo è rappresentato da un solido costituito da sali minerali, metalli e vetro. Le ceneri sono esenti da residui carboniosi, inoltre la bassa temperatura di lavorazione evita che le stesse vengano contaminate da metalli fusi.

DIOSSINE

L'ambiente di dissociazione molecolare dovrebbe risultare avverso alla formazione di diossine. Le diossine si formano come combinazione tra componenti organici con anelli aromatici e cloro; nella camera di dissociazione, l'ambiente è povero di ossigeno e ricco di idrogeno dal quale il cloro viene sequestrato dando origine alla formazione di acido cloridrico (HCl).

OSSIDI DI AZOTO

L'ambiente dissociazione molecolare dei rifiuti sembra sfavorevole per la formazione degli Ossidi di Azoto (NO_x), in quanto nella camera di dissociazione l'ambiente è povero di ossigeno.

POLVERI

La dissociazione molecolare è un processo lento e la velocità ascensionale dell'aria di gassificazione in genere non produce le turbolenze necessarie alla generazione ed al sollevamento di polveri.

METALLI

Le basse temperature del processo di dissociazione molecolare non sono normalmente sufficienti ad evaporare i metalli. La gran parte dei metalli a 400°C non raggiungono neppure il loro punto di fusione rimanendo praticamente inalterati durante il processo.

Standard di riferimento: DL 133/2005

In base alle informazioni acquisite dal fornitore della tecnologia, l'impianto supera le prestazioni minime richieste in materia di emissioni in atmosfera dalle normative europee. Una migliore definizione dei limiti di contaminanti può essere fatta solo dopo una precisa caratterizzazione del materiale; comunque gli accorgimenti impiantistici minimi suggeriti sono in grado di rispettare i seguenti valori dichiarati dal fornitore della tecnologia:

Inquinante	Limite Mg/m ³	Valori attesi per rifiuti urbani
Dust	10	<1
HCl	10	<5
NO _x	200	<100
TOC	10	<1
CO	50	<10
Hg	0.05	<0.02
PCDD/PCDF	0.1	<0.05 ngTEQ/m ³

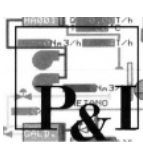
Figura 18 – valori di emissione attesi per RU

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 92 di 142

5.5.2.3 Costi di investimento e di gestione

L'impianto visitato in Islanda fa parte di un sistema di produzione energetica integrato con fonti geotermiche: il syngas prodotto dalla celle di dissociazione viene, infatti, bruciato in un post – combustore (vedi Figura 19) ed i fumi prodotti sono impiegati per il surriscaldamento del vapore geotermico disponibile in sito. Il vettore termico per il power generation è il fluido geotermico.

La particolarità della situazione islandese (disponibilità di risorsa geotermica a costo estremamente contenuto) rende, di fatto, poco interessante e conveniente l'ulteriore investimento nelle sezioni di lavaggio e purificazione del gas (necessaria ove si intenda impiegare direttamente il gas in turbina ovvero in motore alternativo) e di produzione energetica (ciclo combinato, turbina a vapore, ciclo Rankine a fluido organico, ciclo Otto, etc.). Questo aspetto rappresenta un limite della visita effettuata dal momento che non ha permesso la verifica in campo delle effettive possibilità di recupero energetico (con particolare riferimento alla produzione di corrente elettrica) e delle relative rese. L'impianto visitato, inoltre, non può essere preso a paragone per una valutazione budgetaria dei costi di investimento e di esercizio di una eventuale installazione alternativa al termovalorizzatore fiorentino dal momento che, oltre agli inevitabili effetti di scala, manca di almeno una sezione fondamentale – *power generation* – sotto il profilo dei benefici ambientali (produzione di energia da fonti alternative a quelle fossili) nonché del contenimento dei costi.

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 93 di 142

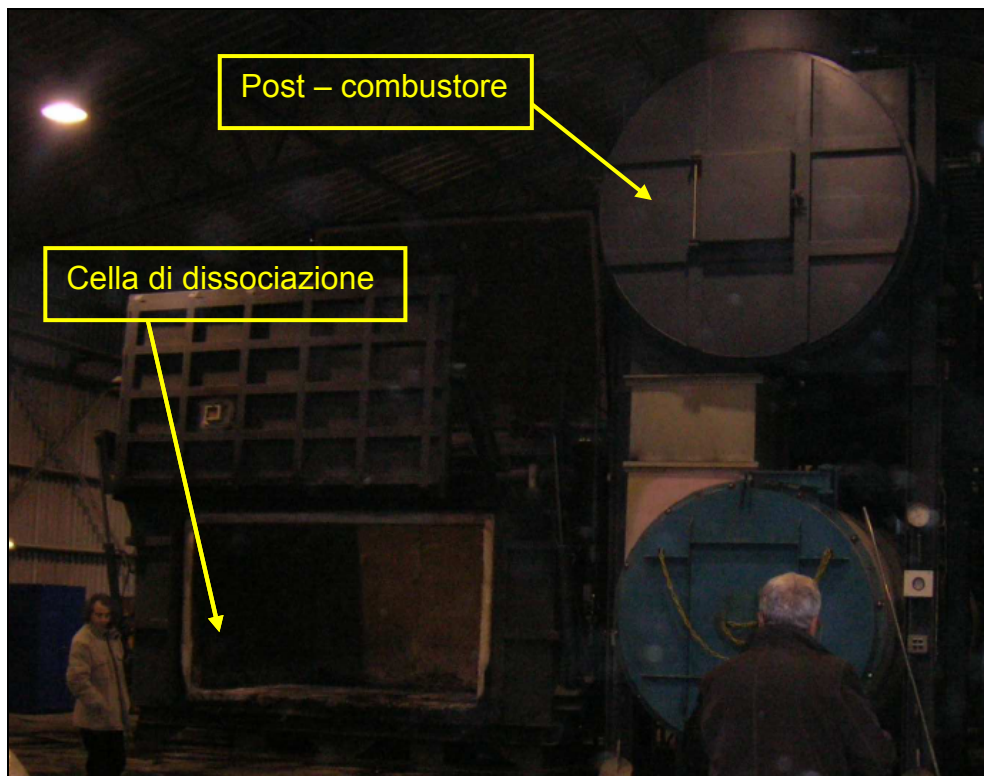


Figura 19 – particolare di una cella e del postcombustore dell'impianto di Husavik (Islanda)

Da un confronto con i tecnici della ditta Energo srl, fornitrice dell'impianto di dissociazione di Husavik, è emerso anche che lo stato dell'arte delle tecnologie per la purificazione del gas non consente di impiegare direttamente il syngas in macchine a combustione interna: i treni di trattamento del gas di sintesi non riescono a conseguire gli standard qualitativi richiesti per l'alimentazione di questi apparati (ad esempio turbogas, motori ciclo Otto) e sussistono, tuttora, fenomeni di usura e sporcamento non compatibili con l'esercizio industriale dell'impianto. Il recupero energetico con macchine (motori alternativi) o cicli (combinato) altamente performanti in termini di resa di produzione in corrente (40%÷60% del carico entalpico influente) risulta, pertanto, di fatto precluso.

Per disporre di un termine di paragone con la soluzione prevista del Piano industriale della provincia di Firenze, si possono formulare due ipotesi

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 94 di 142

di lavoro che prevedono l'installazione, a valle delle celle di dissociazione, di un post – combustore abbinato a:

1. produzione di vapore ed espansione in turbina con produzione di potenza elettrica e termica;
2. impiego diretto dei fumi in un ciclo Rankine a fluido organico con produzione di potenza elettrica e termica.

In base ai dati messi a disposizione dal fornitore della tecnologia, si sono stimate le seguenti rese e produzioni energetiche:

esercizio impianto	8000 h/a	Fonte: <i>Energo srl</i>
produzione syngas	0,21 Nm ³ /t	
PCI	1,41 kW/Nm ³	

	Resa in corrente [%]	Potenza elettrica netta [MWe]
Turbina a vapore	25	8,70 ^[1]
Ciclo OCR	15	4,98 ^[1]

^[1]nell'ipotesi di operatività dell'impianto per 8000 h/a

Sul piano dei costi di investimento, escluso acquisizione delle aree, e di gestione (comprensiva di tutte le voci di costo di cui al par. 5.4.1.1), si possono delineare i due seguenti scenari:

	Investimento [€]	Gestione [€/a]	Investimento sp. [€/t]	Gestione sp. [€/t/a]
Dissociatore molecolare + Turbina a vapore	74.050.000	12.741.389	541	93,17
Dissociatore molecolare + Ciclo OCR	72.070.000	15.530.081	526	113,56

Il quadro precedente vale nell'ipotesi di conferimento di 136.757 t/a di rifiuti, come previsto dal Piano Industriale, e di cessione della corrente elettrica prodotta al Gestore al prezzo di 85€/MW (dal costo di gestione è stato decurtato il recupero da vendita della corrente).

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 95 di 142

5.5.2.4 *Punti di forza e di debolezza*

Rispetto alle tradizionali tecnologie a caldo (combustione), la dissociazione molecolare presenta alcuni elementi di miglioramento e qualche punto di debolezza che possono essere riassunti come segue:

punti di forza	<ul style="list-style-type: none"> - bassa produzione di residui (circa il 10% in peso sull'influente); - il vettore termico è un gas combustibile; - non è necessario un pretrattamento spinto del rifiuto da alimentare; - la qualità del syngas, in relazione ad alcuni parametri di contaminazione, appare migliore rispetto alle emissioni del termovalorizzatore; - i costi di investimento risultano più contenuti rispetto a quelli di una unità di termovalorizzazione
punti di debolezza	<ul style="list-style-type: none"> - tecnologia di gassificazione applicata in 5-6 casi nel mondo (1 solo in Europa) per il trattamento di RU e con capacità contenute (max 50 t/g); - funzionamento a batch che determina complessità logistica nelle operazioni di carico e scarico delle celle (soprattutto per taglie dimensionali > di 50.000 t/a); - non risultano disponibili processi di lavaggio e purificazione del syngas che consentano l'impiego in gruppi di generazione ad alta efficienza; - superfici di ingombro medio alte

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 96 di 142

La tecnologia della dissociazione molecolare non appare, pertanto, adeguata al trattamento dei rifiuti del territorio oggetto del presente studio per ragioni connesse con le portate individuate dal Piano Industriale e per la mancanza di un processo di trattamento del syngas affidabile e consolidato che ne permetta l'impiego in macchine di produzione energetica altamente performanti (quest'ultimo aspetto, in particolare, riduce i recuperi energetici e penalizza, conseguentemente, i costi gestionali).

5.5.3 Visita al Gassificatore al plasma di Madison

La visita presso un impianto di gassificazione al plasma è stata effettuata il 3 aprile 2008. L'impianto si trova a Madison, nelle vicinanze della città di Pittsburgh (Pennsylvania), nel nord – est degli Stati Uniti ed è ubicato presso il centro ricerche della Westinghouse Plasma Corporation (WPC). Westinghouse Co. ha un'esperienza di oltre 40 anni nello sviluppo ed applicazione della tecnologia del plasma a differenti settori industriali (testing materiali, metallurgia, materiali compositi, trattamento rifiuti, etc.). L'impianto visitato viene impiegato dal fornitore per le prove di funzionamento nei vari comparti nei quali la WPC opera ed è equipaggiato con due stazioni di prova con torce del tipo MARCH dotate di potenza elettrica modulante fino a 5000 kW; il sistema è, inoltre, dotato di un post – combustore a valle della produzione di syngas.

Durante l'incontro con i tecnici ed i dirigenti di WPC è stato possibile approfondire molti aspetti connessi con l'impiego della tecnologia del plasma nel trattamento dei RU e nella loro valorizzazione energetica (impianto "waste to energy"). Sono state effettuate alcune verifiche in campo presso l'impianto di testing e valutate le performance ambientali ed energetiche delle installazioni operative nel mondo che impiegano il plasma per promuovere la gassificazione del rifiuto urbano, con particolare riferimento agli impianti di Hitachi Metals in Giappone (il gassificatore di Mihama – Mikata da 24 ton/g di RU e 4 ton/g di fanghi da trattamento acque reflue urbane, operativo dal dicembre 2002, ed il gassificatore di Utashinai da circa 280 ton/g di RU,

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 97 di 142

operativo dall'aprile 2003). L'operatività degli impianti è attestata anche dalla certificazione rilasciata dalla Committenza di WPC ed allegata alla presente relazione (all.5).

L'incontro in Madison è stato, pertanto, l'occasione per visitare il centro prove della WPC, assistere ad una prova di gassificazione al plasma su rifiuto urbano indifferenziato ed acquisire i dati di funzionamento degli impianti operativi in Giappone. I dati riportati nel seguito, ancorché certificati, sono stati forniti da WPC. La verifica dei dati on-site in Giappone non è stata possibile, in questa fase, a causa dei tempi per la trasferta incompatibili con la scadenza per la consegna del presente report.

5.5.3.1 *Principio di funzionamento della tecnologia*

Il *plasma* è un gas ad alta temperatura e ionizzato generato da una apposita torcia (vedi Figura 20) mediante *interazioni fra il gas impiegato ed un arco elettrico di idonea intensità*: queste interazioni determinano la dissociazione del gas in ioni ed elettroni, rendendolo fortemente conduttivo sia dal punto di vista termico che elettrico. Questo stato della materia, denominato *plasma*, è confinato in un intorno molto circoscritto della torcia per modo che il gas, appena lasciata la regione ove è presente l'arco elettrico, tende a ricombinarsi e ad assumere la forma usuale (neutra – non ionizzata), mantenendo però le proprietà di mezzo sovrariscaldato e potendo, di conseguenza, essere efficacemente impiegato per trasferire energia termica al processo, nel caso specifico, di gassificazione.

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 98 di 142

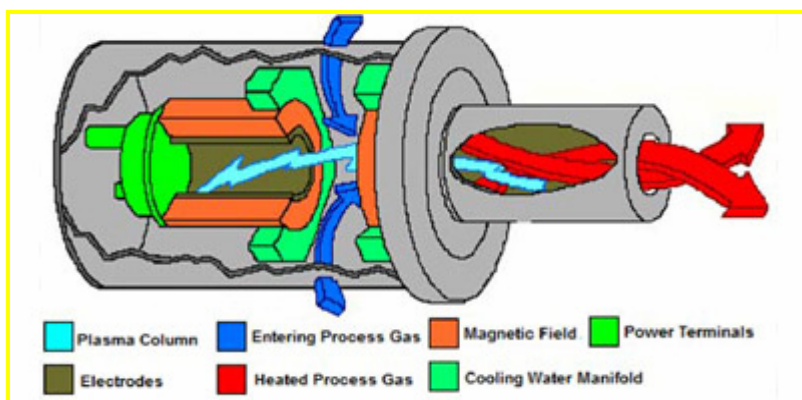


Figura 20 – schema di una torcia al plasma

Nel caso specifico del trattamento dei RU, è opportuno premettere che l'impiego della torcia non è finalizzato a portare il rifiuto alimentato allo stato di plasma (altissime temperature, conducibilità, riduzione allo stato atomico, etc.): in questa circostanza sarebbero, infatti, necessarie potenze installate nell'ordine dei 10÷20 MWe. La torcia rappresenta, viceversa, il vettore termico per promuovere il processo di piro – gassificazione del rifiuto in campi di temperatura variabili da circa 2000 °C, nella zona di *melting* (vedi Figura 21), a circa 1100 – 1300°C nella sezione di uscita del syngas. Il rifiuto viene alimentato in miscela con coke metallurgico e roccia calcarea in ragione, rispettivamente di circa il 4% e il 3% in peso rispetto al RU. Le torce 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 alimentato va a ricostituire il letto originario per modo che il battente di coke al di sopra del plasma si mantiene sostanzialmente costante al progredire della reazione. Il calcare viene impiegato come agente per la fluidificazione degli ossidi e la formazione della scoria (*fondente*).

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

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 99 di 142

- 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.

In generale si rileva che, stante il regime di temperature elevato, sono favorite specie come idrogeno e monossido di carbonio, più stabili a questi livelli termici rispetto ad anidride carbonica e metano. Facendo riferimento alla gassificazione al plasma di un RU con un tenore di carbonio di almeno il 27-28% in peso, si ottiene un gas di sintesi con le seguenti caratteristiche:

CO	ca. 24	vol %
CO ₂	ca. 2	vol %
H ₂	ca. 9,5	vol %
H ₂ O	ca. 22	vol %
N ₂	ca. 41	vol %
Altri	ca. 1,5	vol %
PCS	1400	kcal/kg

Il fabbisogno energetico degli impianti al plasma di questa tipologia, in relazione alla sezione di gassificazione, si attesta mediamente intorno ai 200÷250 kWhe/t di RU alimentato.

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 100 di 142

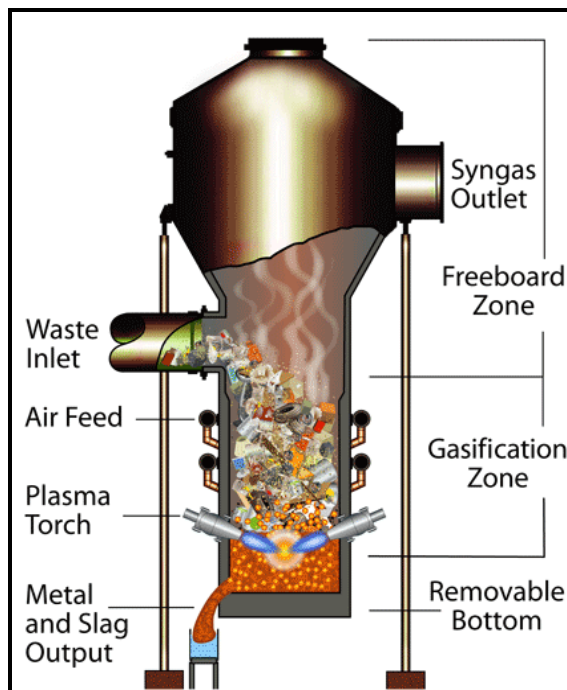


Figura 21 – schema di una fornace per la gassificazione al plasma del RU

5.5.3.2 Emissioni

Il syngas uscente dalla fornace di gassificazione rappresenta l'unica emissione aeriforme di questa sezione impiantistica: a questo flusso è associato un contenuto entalpico legato al calore sensibile ed al potere calorifico del gas prodotto, oltre ad un trascurabile contributo connesso con il calore latente del vapor d'acqua veicolato. Il recupero energetico si esplica attraverso il raffreddamento del gas di sintesi e la successiva combustione (in caldaia ovvero in macchine a combustione interna): l'emissione in atmosfera dell'impianto di trattamento è rappresentata, pertanto, dal camino asservito alla combustione del syngas.

La qualità del gas di sintesi riveste, però, primaria importanza nella definizione della qualità dello scarico finale, dal momento che la combustione del syngas altera alcuni parametri di emissione, ma non agisce sul tenore dei contaminanti a maggiore impatto (diossine-furani e metalli in particolare).

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 101 di 142

Da misurazioni effettuate, a cura del fornitore della tecnologia, presso l'impianto citato in premessa di Mihama – Mikata in Giappone, sono risultati i seguenti valori nel gas emesso dopo combustione:

	UM	Mis. nr.1	Mis. nr.2	d.lgs. 133/05	BAT
Polveri	mg/Nm ³	<3	<3	10	1 – 5
HCl	ppm	39	22	10	1 – 8
NO _x (come NO ₂)	ppm	62	82	200	40 – 100
SO ₂	ppm	<1	<2	50	1 – 40
CO	ppm	<29	<27	50	5 – 30
Diossine	ng-TEQ/Nm ³	0,00059	0,00067	0,1	0,01 – 0,1

Tabella 18 – caratteristiche emissione da gassificazione al plasma

Le misure di NO_x e CO sono effettuate in continuo con un sistema CEM, le misure di diossine e furani sono effettuate mediante monitoraggio (1 volta/anno) di durata pari ad un mese, mentre gli altri parametri sono determinati come media su base oraria.

Come si evince dalla precedente tabella, la principale criticità è rappresentata dal tenore di acido cloridrico, come era facile prevedere considerando l'ambiente di reazione piuttosto riducente. Da rilevare che la normativa giapponese per le emissioni in atmosfera prescrive una concentrazione max di HCl pari a 100 ppm e che le tecnologie per l'abbattimento di acidi forti da flussi gassosi sono ormai consolidate e note da tempo (lavaggio ed assorbimento in soluzioni alcaline con precipitazione di sali). La presenza di acido cloridrico nell'emissione, a questi livelli di concentrazione, può essere ridotta adottando idonei sistemi di trattamento disponibili sul mercato.

Poco significativa appare, invece, la concentrazione riscontrata di diossine: si consideri che queste specie inquinanti sono termostabili fino a circa 800°C e che il profilo di temperatura nel reattore presenta un minimo a circa 1200°C, associato ad un ambiente di reazione nel quale il Cl disponibile viene convertito preferenzialmente ad HCl. Le condizioni operative che si instaurano all'interno del reattore di gassificazione sfavoriscono, pertanto,

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 102 di 142

termodinamicamente la formazione di PCDD/F. E' noto, infatti, che si genera una quantità massima di PCDD/F a 300-325 °C, mentre al di sotto dei 250 o al di sopra dei 450 °C se ne possono rilevare tracce (al regime termico si deve associare anche l'ambiente di reazione che, nel caso del plasma, è riducente).

Il gradiente di temperatura all'interno del reattore di gassificazione può determinare il passaggio in fase aeriforme di alcune specie metalliche volatili (in specie associate alle polveri): nel caso specifico, le tecnologie di abbattimento sono consolidate e testate in un'ampia casistica di installazioni industriali per il conseguimento dei valori normativamente richiesti e dei valori obiettivo proposti (BAT). Per quanto attiene i metalli, i livelli emissivi possono essere considerati equivalenti a quelli del termovalorizzatore.

5.5.3.3 Costi di investimento e di gestione

La resa energetica dell'impianto di gassificazione al plasma incide in maniera significativa sugli oneri di gestione. Anche in questo caso, la possibilità di utilizzare direttamente il syngas in macchine a combustione interna, permetterebbe di affiancare al trattamento rifiuti cicli termodinamici altamente performanti, come quello combinato (con rese in corrente fino al 55-60% rispetto al calore immesso nel sistema). Non disponendo di esperienze in scala industriale di sistemi operativi di lavaggio e purificazione del gas di sintesi per la combustione in turbine o motori alternativi, si è preferito, analogamente a quanto fatto per la dissociazione molecolare, prefigurare due scenari di lavoro che prevedono l'installazione, a valle del reattore di gassificazione, di un post – combustore abbinato a:

1. produzione di vapore ed espansione in turbina con produzione di potenza elettrica e termica;
2. impiego diretto dei fumi in un ciclo Rankine a fluido organico con produzione di potenza elettrica e termica.

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 103 di 142

Il syngas viene reso disponibile ad una temperatura di circa 1200-1400°C: il recupero energetico (vedi Figura 23) viene effettuato, pertanto, a spese del calore sensibile (raffreddamento) e del potere calorifico del gas (combustione) con produzione, in entrambi i casi, di vapore a determinate condizioni di temperatura e pressione.

In base ai dati messi a disposizione dal fornitore della tecnologia, si sono stimate le seguenti rese e produzioni energetiche:

esercizio impianto	7880 h/a	Fonte: WPC
produzione syngas	2,15 t/t RU	
PCI	1,58 kW/kg	

	Resa in corrente netta [%]	Potenza elettrica netta [MWe]
Turbina a vapore	21	15,82 ^[1]
Ciclo OCR	11	8,39 ^[1]

^[1]nell'ipotesi di operatività dell'impianto per 7440 h/a

Sul piano dei costi di investimento, escluso acquisizione delle aree, e di gestione (comprensiva di tutte le voci di costo di cui al par. 5.4.1.1), si possono delineare i due seguenti scenari:

	Investimento [€]	Gestione [€/a]	Investimento sp. [€/t]	Gestione sp. [€/t/a]
Gassificatore al plasma + Turbina a vapore	100.000.000	11.269.972	731	82,41
Gassificatore al plasma + Ciclo OCR	98.039.215	15.738.641	716	115,08

Il quadro precedente valendo nell'ipotesi di conferimento di 136.757 t/a di rifiuti, come previsto dal Piano Industriale, e di cessione della corrente elettrica prodotta al Gestore al prezzo di 85€/MW (dal costo di gestione è stato decurtato il recupero da vendita della corrente). Per quanto attiene la

produzione di scorie vetrificate si è fatto riferimento alla composizione merceologica desunta dal piano Industriale (vedi Figura 22).

	Comuni area intensiva	Comuni area estensiva
organico	16,2% - 20,3%	22,9% - 27,0%
verde	5,4% - 6,8%	7,6% - 9,0%
carta	27,3% - 28,3%	21,1% - 22,2%
plastica	10,6% - 11,3%	12,9% - 13,4%
vetro e inerti	6,0% - 6,5%	6,6% - 6,9%
legno	5,3% - 10,6%	4,8% - 10,1%
tessili	1,6% - 2,0%	3,2% - 3,8%
metalli	6,0% - 9,6%	2,6% - 6,8%
rup	0,1% - 0,2%	0,2%
fine stradale	2,9% - 3,7%	3,3% - 3,9%
altro	8,6% - 10,8%	5,2% - 6,1%
totale	100,0%	100,0%

Figura 22 – composizione merceologica rifiuti area fiorentina (fonte: Piano Industriale)

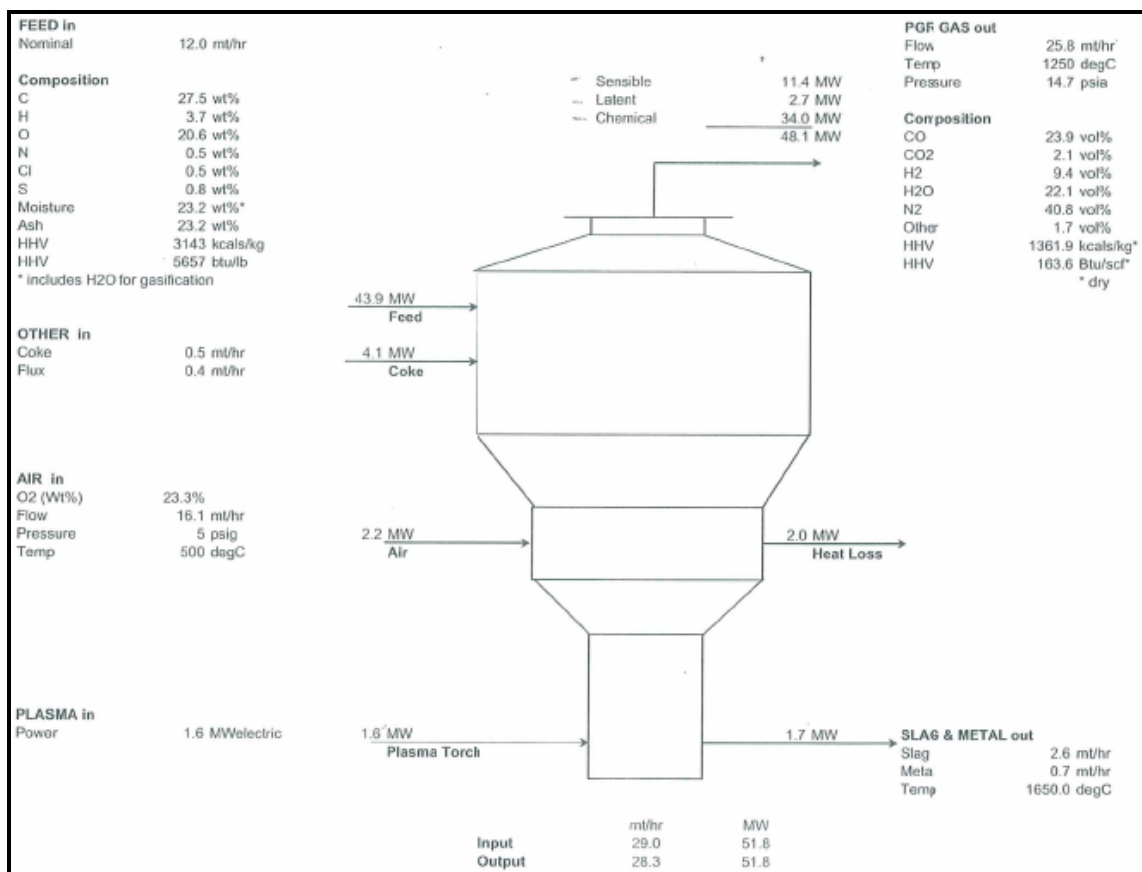
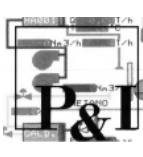


Figura 23 – bilancio di massa ed energia di un reattore di gassificazione al plasma (fonte: WPC)

 <i>REPORT FINALE</i>	Commessa: C 252
	Rev . 00
	Pag. 105 di 142

5.5.3.4 Punti di forza e di debolezza

Rispetto alle tradizionali tecnologie a caldo (combustione), la gassificazione al plasma presenta elementi di miglioramento e alcuni punti di debolezza che possono essere così riassunti:

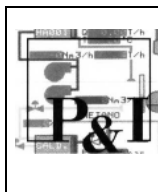
	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 106 di 142

punti di forza	<ul style="list-style-type: none"> – Tecnologia consolidata ed applicata in diversi comparti produttivi (compreso quello di trattamento rifiuti); – Bassissima produzione di residui (fino al 2-3% in funzione del contenuto di inerti nel rifiuto influente); – il vettore termico è un gas combustibile; – non è necessario un pretrattamento spinto del rifiuto da alimentare; – tempo di messa a regime contenuto grazie all'azione della torcia al plasma; – qualità delle emissioni migliorativa, rispetto alla termovalorizzazione; – minore occupazione di suolo e contenimento delle dimensioni dei comparti a valle della gassificazione, rispetto alla combustione; – flessibilità gestionale (mantenimento delle rese di recupero con portate inferiori fino al 50-60% della potenzialità di targa); – costi di gestione piuttosto contenuti, grazie dal recupero energetico spinto e all'ottimizzazione dell'impiego del plasma.
-----------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 107 di 142

punti di debolezza	<ul style="list-style-type: none"> – tecnologia economicamente non idonea al trattamento di portate < 50.000 t/a; – costi di investimento in linea con quelli dei termovalorizzatori e superiori rispetto alla dissociazione molecolare; – poche applicazioni industriali allo specifico settore del trattamento del RU
---------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Il syngas prodotto ben si presta, inoltre, a trattamenti di purificazione e lavaggio che ne possano rendere possibile l'impiego diretto in macchine a combustione interna altamente performanti per la produzione energetica. Da rilevare, infine, la significativa flessibilità gestionale che consente l'impiego del trattamento del residuo anche su portate compatibili con percentuali di raccolta differenziata maggiori di quelle previste dal piano industriale. Si segnala, infine, che, ove ritenuto opportuno, le quote di potenzialità liberate dall'incremento di RD potrebbero essere impiegate per il cotrattamento di flussi compatibili e di gestione pubblica, come i fanghi da depurazione acque reflue civili che non hanno caratteristiche qualitative tali da renderli idonei per il recupero di materia.

**5.6 Analisi comparata delle tecnologie**

	TERMO VALORIZZAZIONE	TMB (tecnologia Ros Roca)	TMB (tecnologia Arrowbio)	DISSOCIAZIONE MOLECOLARE (tecnologia Energo)	PLASMA GAS (tecnologia WPC)
Principio funzionamento	Ossidazione frazione combustibile in eccesso di ossigeno	Separazione secco-umido e digestione dell'organico	Separazione <i>watery</i> secco-umido e digestione dell'organico	Piro – gassificazione in difetto di ossigeno a T = ca. 450°C	Piro – gassificazione in difetto di ossigeno a T = ca. 1500 – 1700°C
Esperienza tecnologica	Alta	Media	Media	Bassa	Media
Necessità di pretrattamenti del rifiuto	Si – No	È un impianto di selezione	È un impianto di selezione	Si	Si - No
RU tal quale	Si	Si	Si	Si	Si
CDR	Si	No	No	Si	Si
Organico fresco	Si	Si	Si	Si	Si
Verde urbano	Si	Si	Si	Si	Si
Carta e cartone	Si	Si	Si	Si	Si
Plastica	Si	Si	Si	Si	Si
Costo	Medio – alto, si riduce al crescere della potenzialità	Medio – basso	Medio	Medio	Medio – alto, si riduce al crescere della potenzialità
Recupero energetico diretto con:					
– produzione di elettricità	Si	Si	Si	Si	Si
– produzione di calore	Si	Si	Si	Si	Si
Potenza elettrica netta (MWe)	11,70	0,93	1,10	8,7	15,82
Recupero di materia	Rottami ossidati	Recupero di frazioni secche riciclabili e produzione compost	Recupero di frazioni secche riciclabili	Syngas e metalli parzialmente ossidati	Syngas e metalli dal crogiuolo di fusione
Residui da smaltire in discarica	20% - 35% del rifiuto alimentato	40% - 45% del rifiuto alimentato	25% - 40% del rifiuto alimentato	10% - 20% del rifiuto alimentato	2% - 10% del rifiuto alimentato
Produzione di fumi	4 – 7 Nm ³ /kg rifiuto ^[1]	0,6 – 0,9 Nm ³ /kg rifiuto	0,6 – 0,9 Nm ³ /kg rifiuto	Minore dell'incenerimento ma non quantificabile a priori	Minore dell'incenerimento (indicativamente 1/3)
COSTI DI INVESTIMENTO E GESTIONE					
Costo di investimento (€)	90.726.190 ^[4]	23.000.000	55.000.000	74.050.000	100.000.000
Costo di gestione (€/a)	13.261.495 ^[4]	17.634.500	15.436.000	12.741.389	11.269.972
Costo di investimento specifico (€/ton di rifiuto)	663 ^[4]	168	402	541	731
Costo di gestione specifico(€/ton rifiuto/a)	96,97 ^[4]	129,39	112,87	93,17	82,41

^[1] fonte: *Analisi e comparazione delle tecnologie più idonee per il secondo impianto di trattamento dei rifiuti urbani, assimilati e fanghi dell'area nord della provincia di Torino* – Rosanna Laraia, Fulvia Chiampo, Jorg Kruger – Torino, 3 giugno 2006;

^[2] fonte: Energo srl;

^[3] fonte: Westinghouse Plasma Corporation;

^[4] fonte: *Deliberazione nr.4 del 18.07.2007 "Approvazione modifiche ed aggiornamento del Piano Industriale di Ambito"*;

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 109 di 142

6 CONCLUSIONI

La scelta fatta dall'amministrazione comunale di verificare in campo la funzionalità di tecnologie alternative alla termovalorizzazione esistenti nonché delle realtà italiane più virtuose che applicano le buone pratiche sulle politiche di gestione dei rifiuti in termini di prevenzione, riduzione, recupero e tariffazione ha comportato un lavoro impegnativo e piuttosto lungo da parte della Commissione Tecnica incaricata. Ha rappresentato al contempo una occasione rara di poter "toccare con mano" le migliori esperienze di tecnologie alternative, in scala industriale, attualmente esistenti al mondo.

La finalità del presente lavoro è, pertanto, quella di raccontare in modo obiettivo e critico quanto si è visto con l'auspicio di contribuire sia al raggiungimento di obiettivi ambiziosi su riduzione, raccolta differenziata e riciclaggio, sia alla migliore scelta della tecnologia impiantistica di smaltimento della frazione residuale dei RU.

Buone pratiche

In tutte le realtà visitate nelle quali si applicano le buone pratiche si sono registrati ottimi risultati in termini di produzione pro-capite di rifiuti e di RD in tempi relativamente brevi. In tutte le realtà viene effettuata la raccolta porta a porta.

Di seguito si riassume i dati più salienti relativi alle aree visitate:

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 110 di 142

	CO.VA.R 14	CEM Ambiente	Consorzio PRIULA
Numero di abitanti	Valore medio RD (2007)	Valore medio RD (2007)	Valore medio RD (2007)
0 – 5.000	70,26%	65,82%	79,72%
5.000 – 10.000	71,59%	70,21%	78,14%
10.000 – 25.000	65,25%	68,10%	77,43%
25.000 – 50.000	57,63%	60,00%	-
50.000 – 100.000	59,48%	-	-
Valore medio consortile	63,47%	66,22%	77,63
Produzione pro capite	430 Kg/abxa	474 Kg/abxa	364 Kg/abxa

Si evince la tendenza ad un rapporto inversamente proporzionale fra popolazione e percentuale di RD. Il livello di difficoltà all'applicazione delle nuove pratiche aumenta con la densità abitativa. Infatti nelle città capoluogo vicine ai territori esaminati si registrano risultati meno brillanti (Torino 40%, Milano 41,7%, Treviso 44,2%).

Con il sistema di raccolta porta a porta si è riscontrata un forte riduzione dei conferimenti impropri che rendono più difficoltosa ed onerosa la successiva separazione.

La produzione procapite di rifiuti è nettamente più bassa della media nazionale (550 Kg/abxa) e toscana (superiore a 700 Kg/abxa).

Dunque, tenendo conto delle peculiarità territoriali della Piana Fiorentina, è possibile applicare le buone pratiche e fissare obiettivi ambiziosi ma realistici di RD, riduzione e recupero attraverso una serie di azioni quali:

- estendere il sistema di raccolta porta a porta
- estendere la raccolta della frazione organica anche attraverso il compostaggio domestico
- introdurre la raccolta porta a porta anche per le attività commerciali e produttive

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 111 di 142

- intercettare gli alimenti in prossimità della scadenza presso grossi esercizi commerciali, mense scolastiche etc. per distribuirli ad enti assistenziali
- importare il sistema di ricarica alla spina presso grossi centri commerciali
- avviare un percorso di tariffazione puntuale

Con questi interventi è possibile ambire ad una riduzione della produzione di RU, interrompendo il trend attuale di crescita, nonché ad ottenere una percentuale di raccolta differenziata compresa nella forbice 55÷65%.

Tecnologie di trattamento del RU residuale

La frazione di rifiuto urbano raccolto a valle della RD è pur sempre un quantitativo importante. Per congruità con i dati di input del Piano Industriale ATO6 si è fatto riferimento ad un impianto che deve trattare 136.700 t/a. Nell'ipotesi, auspicabile, di raggiungimento di obiettivi di RD attestati sui valori più alti della forbice 55÷65%, la soluzione impiantistica dovrà avere una flessibilità tale da garantire il trattamento dei flussi residuali via via che cresce la percentuale di RD.

Le motivazioni che hanno portato alla scelta delle tecnologie da visitare sono sostanzialmente le seguenti:

- tecnologia sviluppata a livello industriale con esempi esistenti di impianti che trattano RSU;
- elasticità e versatilità impiantistica in modo da garantire la corretta funzionalità anche con la progressiva diminuzione di rifiuti residuali a valle dell'applicazione delle buone pratiche
- tecnologie che garantiscono livelli emissivi migliori del termovalorizzatore

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 112 di 142

- costi specifici di investimenti e gestionali confrontabili con i costi del termovalorizzatore tenendo conto del recupero energetico e di materia

Dissociazione Molecolare

Non appare, a parere degli scriventi, una tecnologia idonea al trattamento dei rifiuti del territorio oggetto del presente studio sia per le elevate portate da trattare non adatte ad un sistema in discontinuo, sia perché l'impianto visionato ha evidenziato che bisogna ancora risolvere alcune problematiche prima di procedere con uno sviluppo su scala industriale vera e propria di questa tecnologia (Sistema di alimentazione del rifiuto; sistema di scarico delle ceneri; sviluppo di un processo di trattamento del syngas affidabile e consolidato che ne permetta l'impiego in macchine di produzione energetica altamente performanti). Inoltre, non è stato possibile vedere l'impianto in funzione dal momento che era fermo per manutenzione.

TMB (Trattamento Meccanico-Biologico)

La tecnologia a freddo TMB presenta aspetti particolarmente interessanti sul processo di trattamento anaerobico della frazione organica il quale produce biogas composto al 60÷65% da metano che viene utilizzato per la cogenerazione. Le emissioni in atmosfera sono molto contenute.

Dal sopravaglio (frazione secca) avviato alla selezione si riesce a recuperare fra il 6% (Tudela) ed il 20% (Tel Aviv) in peso del materiale totale in ingresso all'impianto. La selezione avviene attraverso idonee apparecchiature per la separazione del secco quali: separatori magnetici, separatori balistici, separatori ottici e pneumatici, separatori idraulici etc,

Nel caso di Tudela lo scarto residuo, dopo il revamping era di circa 43,6%, mentre nell'impianto di Tel Aviv è stato dichiarato del 25% (che diventa 40% in caso di mancato recupero del digestato). Nel caso di Tel Aviv è da rilevare che la RD è nulla e il contenuto di organico è del 40%.

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 113 di 142

Condizioni molto diverse dallo scenario fiorentino ipotizzato, dato che a fronte di una RD più o meno spinta il contenuto di Organico è nettamente minore. Ne consegue una minore frazione recuperabile intesa come somma fra recupero di materia ed energia.

Ovviamente avremmo avuto dati più certi sulle rese di intercettazione dei materiali se fosse stato possibile visionare la tecnologia TMB operativa su residui da raccolta differenziata confrontabile con lo scenario di studio, così come richiesto in fase di insediamento della commissione tecnica.

La suddetta tecnologia può costituire una alternativa alla termovalorizzazione nella consapevolezza che un flusso significativo del rifiuto in ingresso sarà smaltito in discarica, che la separazione dei materiali recuperabili avviene con l'ausilio della selezione manuale e che il materiale recuperato non sufficientemente pulito potrebbe essere avviato a smaltimento.

Il Gas Plasma()*

La tecnologia al plasma è ormai applicata in scala industriale anche ai RU da oltre 5 anni, in particolare in Giappone. La principale criticità che rendeva conveniente l'uso di questa tecnologia solo ai rifiuti pericolosi era rappresentata dai grandi consumi energetici e, dunque, dagli alti costi di gestione. L'attuale tecnologia al plasma ha superato tale ostacolo riuscendo ad ottenere, nel trattamento dei RU, una produzione netta di energia superiore alla termovalorizzazione del 30÷50%.

L'impianto al Plasma visitato è stato realizzato presso il centro prove della WPC (Madison, Pennsylvania) per testare le prestazioni di questa tecnologia su differenti tipi di materiale. La visita è stata, pertanto, un'occasione per assistere ad una prova di gassificazione al plasma su rifiuto urbano indifferenziato ed acquisire i dati di funzionamento degli impianti operativi in Giappone. I dati riportati nel testo, ancorché certificati, sono stati forniti da WPC. La verifica dei dati on-site in Giappone non è stata possibile,

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 114 di 142

in questa fase, a causa dei tempi per la trasferta incompatibili con la scadenza per la consegna del presente report.

Molto interessante è il confronto con le emissioni in atmosfera al camino. Di seguito si riporta il confronto di alcuni parametri con i valori riportati nella VIS (Valutazione di impatto sanitario) relativa al termovalorizzatore della Piana.

	UM	Termovalorizzatore ^[1]	Gas Plasma ^[2]	d.lgs. 33/05	BAT
Polveri	mg/Nm ³	2.27	<3	10	1 – 5
HCl	ppm	6.00	30.5	10	1 – 8
NO _x	ppm	150	72	200	40 – 100
SO ₂	ppm	8	<2	50	1 – 40
CO	ppm	nd	<28	50	5 – 30
Diossine	ng-TEQ/Nm ³	0,05	0,00063	0,1	0,01 – 0,1

^[1]i dati di concentrazione relativi ai fumi emessi dal termovalorizzatore sono stati desunti dalla Valutazione di Impatto Sanitario

^[2]i valori di emissione relativi al gas-plasma sono riferiti alle esperienze degli impianti operativi in Giappone e riportati nel corpo della relazione

Confrontando i dati disponibili risulta che, fatta eccezione per le polveri che registrano valori simili, si hanno valori emissivi significativamente più bassi con il plasma. Caso a parte è rappresentato dall'acido cloridrico: la principale criticità delle emissioni degli impianti operativi in Giappone, dove la normativa prescrive una concentrazione max di HCl pari a 100 ppm, è il tenore di acido cloridrico, come era facile prevedere considerando l'ambiente di reazione riducente (ambiente sfavorevole alla formazione di diossine in quanto l'equilibrio termodinamico del cloro è spostato piuttosto verso la formazione dell'acido). Da rilevare che le tecnologie per l'abbattimento di acidi forti da flussi gassosi sono ormai consolidate e note da tempo e che, pertanto, la presenza di acido cloridrico nell'emissione, a questi livelli di concentrazione, può essere ridotta e resa compatibile con i valori guida delle BAT adottando idonei sistemi di trattamento disponibili sul mercato.

Il quantitativo di fumi emessi da un impianto al plasma è circa un terzo del termovalorizzatore.

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 115 di 142

Le scorie prodotte sono comprese fra il 2÷10% del rifiuto in ingresso contro il 20÷25% del termovalorizzatore.

I costi di costruzione ed i tempi realizzativi dell'impianto sono simili al termovalorizzatore.

Un aspetto molto interessante è la flessibilità impiantistica : le rese cambiano in modo ininfluenza anche con una alimentazione pari al 50% del valore di targa, il che consente l'impiego del trattamento del residuo anche su portate compatibili con percentuali di raccolta differenziata maggiori di quelle previste dal piano industriale.

Per le suddette ragioni si ritiene che la tecnologia al gas plasma può costituire una alternativa alla termovalorizzazione.

Considerato il numero contenuto di esperienze in scala industriale nel trattamento dei RU con il gas plasma, nonché la notevole assunzione di responsabilità di chi è chiamato a scegliere la tecnologia impiantistica su cui si basa un sistema di smaltimento rifiuti, sarebbe opportuno verificare le dichiarate performance di recupero ed ambientali attraverso approfondimenti presso gli impianti operativi ovvero attraverso lo sviluppo in loco di esperienze pilota.

() Questa tecnologia non è stata visionata dai tecnici del Comitato.*

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 116 di 142

Allegato 1 – consorzio COVAR

- Tariffa

Le informazioni di seguito riportate sono state tratte dal “Regolamento per l’applicazione della tariffa per la gestione dei rifiuti urbani – Anno 2008”.

La tariffa è istituita per la copertura dei costi relativi alla gestione dei rifiuti urbani e dei rifiuti speciali assimilati a quelli urbani, ed è determinata dal CO.VA.R. 14 sulla base del Piano finanziario, redatto ai sensi del D.P.R. 158/99.

Tale Piano finanziario comprende:

- a) il programma degli interventi necessari;
- b) il Piano finanziario degli investimenti;
- c) la specifica dei beni, delle strutture e dei servizi disponibili, nonché il ricorso eventuale all’utilizzo di beni e strutture di terzi, o all’affidamento di servizi a terzi;
- d) le risorse finanziarie necessarie;
- e) in via transitoria, il grado attuale di copertura dei costi afferenti alla tariffa rifiuti, rispetto alla preesistente TARSU.

La tariffa dovuta annualmente dagli utenti è determinata in modo da ottenere un gettito globale che copra integralmente i costi di investimento e di esercizio del servizio di gestione dei rifiuti urbani e dei rifiuti speciali assimilati a quelli urbani.

Il costo complessivo del servizio di gestione dei rifiuti urbani e dei rifiuti speciali assimilati a quelli urbani è dato dalla somma dei seguenti due aggregati:

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 117 di 142

- a) quota fissa: si tratta delle voci di spesa determinate in relazione alle componenti essenziali del costo del servizio, riferite in particolare agli investimenti per le opere e ai relativi ammortamenti
- b) quota variabile: si tratta della quota rapportata alle quantità di rifiuti conferiti, al servizio fornito e all'entità dei costi di gestione.

Il CO.VA.R. 14, sulla base del Piano finanziario, determina le tariffe, fissando i criteri di riparto, tra utenze domestiche e utenze non domestiche, dell'insieme dei costi da coprire con la tariffa.

La tariffa, dovuta annualmente da ogni utenza, si compone di una quota fissa e di una quota variabile.

Il riparto, tra utenze domestiche e utenze non domestiche, dell'insieme dei costi da coprire con la tariffa è eseguito secondo criteri razionali, assicurando alle utenze domestiche agevolazioni correlate ai risultati di raccolta differenziata raggiunti, ridistribuendo i contributi CONAI derivanti dalla raccolta differenziata.

Sono previste riduzioni della quota variabile della tariffa, su specifica richiesta redatta e presentata da parte dei soggetti interessati, nel caso in cui si verifichino le condizioni sotto elencate:

- a) per i locali diversi dalle abitazioni e le aree scoperte, qualora siano adibiti ad uso stagionale o a uso non continuativo ma ricorrente (<185 gg/anno) si applica una riduzione del 50%;
- b) per le abitazioni tenute a disposizione per uso stagionale o per altro uso limitato e discontinuo (<185 gg/anno) si applica una riduzione del 30%;
- c) per le utenze non domestiche che non conferiscono al servizio pubblico rifiuti speciali assimilati a quelli urbani avvalendosi di altro gestore, ma tali materiali rientrano nei parametri qualitativi e quantitativi dell'assimilazione e vengono destinati al recupero. La

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 118 di 142

riduzione dipende dalla percentuale di rifiuti speciali destinati al recupero rispetto al totale dei rifiuti potenzialmente prodotti, che si ottiene moltiplicando l'intera superficie imponibile per il coefficiente k_d (descritto nei paragrafi seguenti).

- recupero dal 15% al 25% del totale dei rifiuti: riduzione del 15%;
 - recupero dal 25% al 50% del totale dei rifiuti: riduzione del 30%;
 - recupero dal 50% al 75% del totale dei rifiuti: riduzione del 50%;
 - recupero oltre il 75% del totale dei rifiuti: riduzione del 70%;
- d) per gli utenti che attuano il recupero tramite compostaggio domestico si applica una riduzione del 20%.

Utenze domestiche

- **Quota fissa**

$$TFd(n, S) = Q_{uf} \cdot S \cdot K_a(n)$$

dove:

n numero di componenti del nucleo familiare

S superficie dell'abitazione [mq]

Q_{uf} quota unitaria [€/mq], determinata dal rapporto tra i costi fissi attribuibili alle utenze domestiche e la superficie totale delle abitazioni occupate dalle utenze medesime, corretta per il coefficiente di adattamento (K_a)

$$Q_{uf} = \frac{C_{tuf}}{\sum S_{tot}(n) \cdot K_a(n)}$$

C_{tuf} totale dei costi fissi attribuibili alle utenze domestiche

$S_{tot}(n)$ superficie totale delle utenze domestiche con n componenti del nucleo familiare

$K_a(n)$ coefficiente di adattamento che tiene conto della reale distribuzione delle superfici degli immobili in funzione del numero di componenti del nucleo familiare costituente la singola utenza (vedere Tabella 19- Tabella 20)

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 119 di 142

- **Quota variabile**

$$TVd = Q_{uv} \cdot K_b(n) \cdot C_u$$

dove:

Q_{uv} quota unitaria, determinata dal rapporto tra la quantità totale di rifiuti prodotta dalle utenze domestiche e il numero totale delle utenze domestiche in funzione del numero di componenti del nucleo familiare delle utenze medesime, corrette per il coefficiente proporzionale di produttività (K_b)

$$Q_{uv} = \frac{Q_{tot}}{\sum N(n) \cdot K_b(n)}$$

Q_{tot} quantità totale di rifiuti

$N(n)$ numero totale delle utenze domestiche in funzione del numero di componenti del nucleo familiare

$K_b(n)$ coefficiente proporzionale di produttività per utenza domestica in funzione del numero dei componenti del nucleo familiare costituente la singola utenza (vedere Tabella 19- Tabella 20)

C_u costo unitario [€/kg]. Tale costo è determinato dal rapporto tra i costi variabili attribuibili alle utenze domestiche e la quantità totale di rifiuti prodotti dalle utenze domestiche

Riduzione per raccolta differenziata:

$$\text{Riduzione} = \frac{\text{Totale contributi CONAI ascritti ad un dato Comune}}{\text{Parte variabile ascritta alle utenze domestiche di un dato Comune}} \cdot 100$$

Utenze non domestiche

- **Quota fissa**

$$TFn(ap, S_{ap}) = Q_{apf} \cdot S_{ap}(ap) \cdot K_c(ap)$$

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 120 di 142

dove:

S_{ap} tipologia di attività produttiva

S_{ap} superficie dei locali dove si svolge l'attività produttiva [mq]

Q_{apf} quota unitaria [€/mq], determinata dal rapporto tra i costi fissi attribuibili alle utenze non domestiche e la superficie totale dei locali occupati dalle utenze medesime, corretta per il coefficiente potenziale di produzione (K_c)

$$Q_{apf} = \frac{C_{tapf}}{\sum S_{tot}(ap) \cdot K_c(ap)}$$

C_{tapf} totale dei costi fissi attribuibili alle utenze non domestiche

$S_{tot}(ap)$ superficie totale dei locali dove si svolge l'attività produttiva ap

$K_c(ap)$ coefficiente potenziale di produzione che tiene conto della quantità potenziale di produzione di rifiuto connesso alla tipologia di attività

- **Quota variabile**

$$TVnd(ap, S_{ap}) = S_{ap} \cdot K_d(ap) \cdot C_u$$

dove:

S_{ap} superficie dei locali dove si svolge l'attività produttiva [mq]

$K_d(ap)$ coefficiente potenziale di produzione in kg/mq anno che tiene conto della quantità di rifiuto minima e massima connessa alla tipologia di attività

C_u costo unitario [€/kg]. Tale costo è determinato dal rapporto tra i costi variabili attribuibili alle utenze non domestiche e la quantità totale di rifiuti prodotti dalle utenze non domestiche

Comuni con popolazione fino a 5.000 abitanti			
Numero componenti del nucleo familiare	Parte fissa	Parte variabile	
	K _a	K _b	
		minimo	massimo
1	0,84	0,60	1,00
2	0,98	1,40	1,80
3	1,08	1,80	2,00
4	1,16	2,20	3,00
5	1,24	2,90	3,60
6 o più	1,30	3,40	4,10

Tabella 19 – Categorie delle utenze domestiche coefficienti K_a e K_b – Comuni con popolazione fino a 5.000 abitanti (Allegato 1 - “Regolamento per l’applicazione della tariffa per la gestione dei rifiuti urbani – Anno 2008”) (CO.VA.R. 14).

Comuni con popolazione superiore a 5.000 abitanti			
Numero componenti del nucleo familiare	Parte fissa	Parte variabile	
	K _a	K _b	
		minimo	massimo
1	0,80	0,60	1,00
2	0,94	1,40	1,80
3	1,05	1,80	2,30
4	1,14	2,20	3,00
5	1,23	2,90	3,60
6 o più	1,30	3,40	4,10

Tabella 20 – Categorie delle utenze domestiche coefficienti K_a e K_b – Comuni con popolazione superiore a 5.000 abitanti (Allegato 2 - “Regolamento per l’applicazione della tariffa per la gestione dei rifiuti urbani – Anno 2008”) (CO.VA.R. 14)

Allegato 2 – CEM Ambiente S.p.A.

- Quantitativi dei rifiuti conferiti e destinazione materiali

Destinazione	2004		2005		2006	
	kg	%	kg	%	kg	%
Compostaggio	48.306.955	25,81	49.250.310	26,28	51.759.454	26,01
Riciclo e recupero materia	68.999.895	36,87	68.848.966	36,74	76.475.082	38,43
Incenerimento con recupero di energia	60.728.515	32,45	59.759.780	31,89	63.061.152	31,69
Selezione	734.391	0,39	866.270	0,46	932.687	0,47
Trattamento (depurazione)	1.199.013	0,64	1.247.451	0,67	495.229	0,25
Incenerimento	283.446	0,15	295.337	0,16	291.144	0,15
Discarica	6.888.936	3,68	7.148.585	3,81	5.988.225	3,01
Totale	187.141.151		187.416.699		199.002.973	

Tabella 21 – Quantitativi di rifiuti conferiti (kg) e destinazione materiali anni 2004 – 2006 (CEM Ambiente S.p.A.).

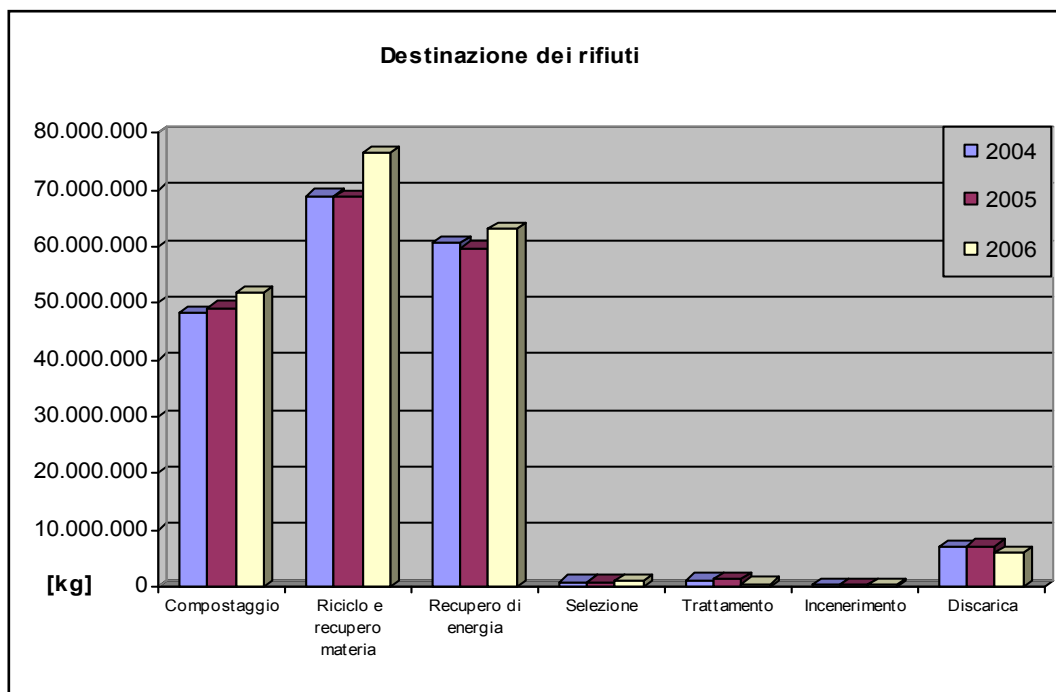


Figura 24 – Quantitativi di rifiuti conferiti (kg) e destinazione materiali anni 2004 – 2006 (CEM Ambiente S.p.A.).

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 123 di 142

- Tariffa

Ad oggi i Comuni che applicano la TIA sono 10 (Bellusco, Bernareggio, Carnate, Carnate d'Adda, Gorgonzola, Melzo, Pessano con Bornago, Bussero, Inzago e Pantigliate), mentre gli altri sono ancora in regime di TARSU, non esiste quindi un Regolamento unico, cioè valido sul tutto il territorio, per la gestione dei tributi, ma ogni amministrazione è autonoma nel calcolare la tassa sui rifiuti.

CEM Ambiente S.p.A. fornisce ai Comuni il servizio di riscossione della TARSU e della TIA. In particolare gli uffici CEM elaborano il calcolo ed emettono fatture quadrimestrali indirizzate ai cittadini dei Comuni che sono in regime di tariffa.

- Qualità, materiale raccolto

CEM Ambiente S.p.A. ha ricevuto numerosi riconoscimenti da Legambiente per la qualità ed il rendimento del servizio di raccolta differenziata messo in atto.

CONAI premia la qualità dei materiali raccolti: i contributi sono distribuiti con il criterio qualitativo e non quantitativo. Quindi è importante avviare in filiera materiali accuratamente selezionati e pronti per i trattamenti di riciclaggio e recupero.

CEM Ambiente S.p.A. ha cercato di sviluppare il sistema di Raccolta Differenziata secondo la suddetta filosofia

Di seguito si riportano i contributi CONAI per gli anni 2000 – 2005 riconosciuti a CAM Ambiente S.p.A.

ANNO	INCENTIVI EURO	VARIAZIONE
2000	1.062.000	-
2001	1.404.000	+ 24%
2002	1.832.281	+ 23%
2003	2.078.043	+ 13,4%
2004	2.258.174	+ 8%
2005	2.420.561	+ 7,2%

Figura 25 – Contributi CONAI anni 2000 – 2005 (CEM Ambiente S.p.A.)

Alcune frazioni recuperate dalla piattaforma vengono direttamente immesse sul mercato.

Di seguito si riportano, a titolo puramente indicativo, i prezzi a cui sono stati rivenduti alcune frazioni recuperate:

Materiale	Anno 2006 [€/ton]	Anno 2007 [€/ton]
Ferro	60,00	60,00
Vetro lastre	10,00	10,00
Alluminio	600,00	500,00
Piombo	250,00	300,00
Rame	2.000,00	2.400,00
Ottone	1.300,00	1.400,00
Cavo	600,00	800,00

Tabella 22 – Prezzi di vendita frazioni recuperate (CEM Ambiente S.p.A.)

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 125 di 142

Allegato 3 – Consorzio PRIULA

- **Tariffa**

Le informazioni riportate di seguito sono state tratte dal “Regolamento Consortile per la disciplina della Tariffa” approvato con deliberazione dell’Assemblea Consortile n. 3 del 03/03/2006 e da documentazione del Consorzio Priula.

La gestione dei rifiuti urbani e dei rifiuti assimilati avviati allo smaltimento viene svolta in regime di privativa da parte del Consorzio Intercomunale Priula e comprende la raccolta, il trasporto, il recupero e lo smaltimento dei rifiuti.

Il Regolamento sopra citato disciplina l’applicazione sperimentale della Tariffa per la gestione dei rifiuti urbani, dei rifiuti ad essi assimilati e dei rifiuti di qualunque natura o provenienza giacenti sulle strade ed aree pubbliche e soggette ad uso pubblico, per il raggiungimento della copertura integrale dei costi del servizio.

L’individuazione del costo complessivo del servizio e, conseguentemente, la determinazione della tariffa si concretizzano sulla base della redazione del Piano Finanziario, redatto ai sensi del D.P.R. 158/99.

Di seguito si riportano in dettaglio i metodi di calcolo con cui viene determinata la parte fissa e quella variabile della tariffa per utenze domestiche e non domestiche.

UtENZE DOMESTICHE

- Quota fissa

Metodo presuntivo

$$TFd(n) = Q_{uf} \cdot K_a(n)$$

dove:

n numero di componenti del nucleo familiare

Q_{uf} quota unitaria fissa [€/utenza]

$$Q_{uf} = \frac{C_{tuf}}{\sum N(n) \cdot K_a(n)}$$

C_{tuf} totale dei costi fissi attribuibili alle utenze domestiche

N(n) numero di utenze con n componenti il nucleo familiare

K_a(n) coefficiente per l'attribuzione della parte fissa alle singole utenze domestiche (vedere Tabella 23)

Metodo puntuale

$$Tf = \left[\frac{C_{tf}}{\sum K(v) \cdot N(v) \cdot V(v)} \cdot K(v) \right] \cdot V$$

con: $V_{max} \geq V \geq 0$

$V = V_{min}$ se $V = 0$

dove:

V(v) volume dei contenitori v-esimi assegnati all'utenza domestica [lt]. Per le utenze con servizio condominiale viene calcolato dividendo il volume del contenitore assegnato per il numero di utenze.

V_{max} volume standard massimo assegnato all'utenza domestica [lt]

V_{min} volume standard minimo assegnato all'utenza domestica [lt]

C_{tf} costi totali fissi attribuiti alle utenze domestiche [€]

N(v) numero di contenitori con volume v

K(v) coefficiente di adattamento del contenitore di volume v che tiene conto della crescente economia di gestione legata al volume dei

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 127 di 142

contenitori ed alla tipologia di raccolta

$$K(v) = K_1(v) \times K_2(v)$$

(Vedere Tabella 24 - Tabella 25)

• *Quota variabile*

Metodo presuntivo

$$TVd(n) = Q_{uv} \cdot K_b(n) \cdot Cu$$

dove:

n numero di componenti del nucleo familiare

Quv quota unitaria fissa [€/utenza]

$$Q_{uv} = \frac{Q_{tot}}{\sum N(n) \cdot K_b(n)}$$

Qtot quantità totale di rifiuti

N(n) numero di utenze con n componenti il nucleo familiare

Kb(n) coefficiente proporzionale di produttività di rifiuti per utenza domestica (vedere Tabella 23)

Cu costo unitario [€/kg] determinato dal rapporto tra costi variabili attribuibili alle utenze domestiche e quantità totale di rifiuti prodotti dalle utenze stesse.

Metodo puntuale

$$Tv = Q_{uv} \cdot q$$

dove:

q quantità di rifiuto secco non riciclabile prodotta nel periodo dall'utenza domestica [kg]

(n° di vuotamenti del contenitore x volume del contenitore x peso specifico del secco (0,088 kg/l))

Quv quota unitaria variabile per le utenze domestiche [€/kg]

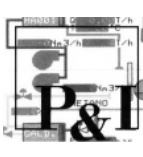
$$Q_{uv} = \frac{C_{tv}}{q_{tot}}$$

C_{tv} costi totali variabili attribuiti alle utenze domestiche [€]

q_{tot} quantità totale di frazione secca non riciclabile raccolta dalle utenze domestiche (kg)

Per raccolta con contenitore condominiale:

$$q(n) = \frac{Q_{tot}}{\sum N(n) \cdot K_b(n)} \cdot K_b(n)$$

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 128 di 142

q(n) quantità di rifiuto attribuibile ad un'utenza con n componenti il nucleo familiare nel periodo [kg/periodo]

Qtot quantità totale di rifiuto raccolto presso il contenitore condominiale nel periodo [kg/periodo]

Utenze non domestiche

- Quota fissa

Metodo presuntivo

$$TFnd(ap, Sap) = Q_{apf} \cdot S(ap) \cdot K_c(ap)$$

dove:

ap tipologia di attività

S(ap) superficie dei locali dove si svolge l'attività produttiva

Qapf quota unitaria fissa

$$Q_{apf} = \frac{C_{tapf}}{\sum S_{tot}(ap) \cdot K_c(ap)}$$

Ctapf totale dei costi fissi attribuibili alle utenze non domestiche

S_{tot}(ap) superficie totale delle utenze non domestiche con attività ap

Kc(ap)coefficiente potenziale di produzione che tiene conto della quantità potenziale di rifiuti connessi alla tipologia di attività

Metodo puntuale

$$T_f = \left[\frac{C_{tf}}{\sum K(v) \cdot N(v) \cdot V(v)} \cdot K(v) \right] \cdot V$$

con:

$V = V_{\min}$ se $V \leq V_{\min}$ rifiuto secco residuo

$T_f = 0$ se $V \leq V_{\min}$ rifiuti riciclabili

dove:

$V(v)$ volume dei contenitori v -esimi assegnati all'utenza non domestica [lt]. Per le utenze con servizio condominiale viene calcolato dividendo il volume del contenitore assegnato per il numero di utenze.

V_{\min} volume standard minimo assegnato all'utenza non domestica [lt]

C_{tf} costi totali fissi attribuiti alle utenze non domestiche [€]

$N(v)$ numero di contenitori con volume v

$K(v)$ coefficiente di adattamento del contenitore di volume v che tiene conto della crescente economia di gestione legata al volume dei contenitori ed alla tipologia di raccolta

$$K(v) = K_1(v) \times K_2(v)$$

(Vedere Tabella 24 - Tabella

25)

• Quota variabile

Metodo presuntivo

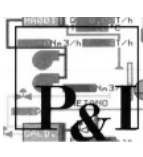
$$TV_{nd}(ap, Sap) = S_{ap}(ap) \cdot K_d(ap) \cdot Cu$$

dove:

$K_d(ap)$ coefficiente potenziale di produttività di rifiuti per utenza non

domestica in funzione del tipo di attività

Cu costo unitario [€/kg] determinato dal rapporto tra costi variabili attribuibili alle utenze non domestiche e quantità totale di rifiuti prodotti dalle utenze stesse.

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 130 di 142

Metodo puntuale

$$Tv = Q_{uv} \cdot q$$

dove:

q quantità di frazione di rifiuto prodotto nel periodo dall'utenza non domestica [kg/periodo]

Q_{uv} quota unitaria variabile per le utenze non domestiche [€/kg]

$$Q_{uv} = \frac{C_{tv}}{q_{tot}}$$

C_{tv} costi totali variabili attribuiti alle utenze non domestiche per la raccolta della singola frazione di rifiuto [€]

q_{tot} quantità totale di frazione di rifiuto raccolto dalle utenze non domestiche (kg)

Per raccolta con contenitore condominiale:

$$q(ap) = \frac{Q_{tot}}{\sum K_d(ap) \cdot S(ap)} \cdot K_d(ap) \cdot S(ap)$$

q(ap) quantità di rifiuto attribuibile ad un'utenza

con attività ap nel periodo di riferimento [kg]

Q_{tot} quantità totale di rifiuto raccolto presso il contenitore condominiale nel periodo [kg]

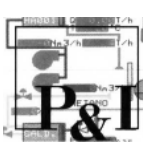
	REPORT FINALE	Commessa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 131 di 142

Utenze domestiche			
Numero componenti del nucleo familiare	Parte fissa	Parte variabile	
	K _a	K _b	
		minimo	massimo
1	0,80	0,52	1,00
2	0,94	1,18	1,45
3	1,05	1,41	1,72
4	1,14	1,49	1,80
5	1,23	1,54	2,08
6 o più	1,30	1,41	2,12

Tabella 23 – Categorie delle utenze domestiche coefficienti Ka e Kb (Allegato 1 - “Regolamento Consortile per la disciplina della Tariffa – Approvato con deliberazione dell’Assemblea Consortile n. 3 del 30/03/2006”) (PRIULA).

K ₁ (v)		
Tipo contenitore	min	max
25	1,15	1,35
50	1,05	1,25
120	0,95	1,15
240	0,85	0,95
360	0,75	0,85
660	0,65	0,85
1.000	0,55	0,65
1.700	0,40	0,55
5.000	0,15	0,35
25.000	0,05	0,25
< 2 mc mano	0,10	0,50
Cerd	0,10	0,50

Tabella 24 – Coefficiente di adattamento K₁(v) (Allegato 10 - “Regolamento Consortile per la disciplina della Tariffa – Approvato con deliberazione dell’Assemblea Consortile n. 3 del 30/03/2006”) (PRIULA).

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 132 di 142

K ₂ (v)		
Tipo raccolta domiciliare	min	max
Carta	0,3	0,7
Vetro – plastica – lattine	0,3	0,7
Umido	1,0	2,0
Secco	0,8	1,2
Vegetale	0,5	0,7
Altre raccolte domiciliari	0,5	0,7
Raccolta su chiamata	0,5	1,0

Tabella 25 – Coefficiente di adattamento K₂(v) (Allegato 10 - "Regolamento Consortile per la disciplina della Tariffa – Approvato con deliberazione dell'Assemblea Consortile n. 3 del 30/03/2006") (PRIULA).

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 133 di 142

Allegato 4 – Piana Fiorentina

- **Tariffa**

Ad oggi non esiste un Regolamento unico, cioè valido sul tutto il territorio, per la gestione dei tributi, ma ogni amministrazione è autonoma nel calcolare la tariffa sui rifiuti. È da notare però che i Regolamenti per l'applicazione della tariffa del servizio di gestione dei rifiuti urbani dei Comuni dell'area di studio sono abbastanza omogenei fra loro.

Come già indicato nel Capitolo 1 il gestore del servizio, a cui è affidata l'intera gestione del ciclo dei rifiuti urbani ed assimilati, nell'area della Piana Fiorentina è l'azienda Quadrifoglio S.p.A., che si occupa anche della fatturazione e riscossione della tariffa.

Di seguito si riporta uno schema riepilogativo delle indicazioni riportate nei Regolamenti stessi evidenziandone le analogie e le differenze

La tariffa è istituita per la copertura integrale dei costi relativi alla gestione dei rifiuti urbani e dei rifiuti speciali assimilati a quelli urbani, ed è determinata sulla base del Piano finanziario, redatto ai sensi del D.P.R. 158/99.

La tariffa, dovuta annualmente da ogni utenza, si compone di una **quota fissa** e di una **quota variabile**: la parte fissa è determinata sulla scorta delle componenti essenziali del costo del servizio, mentre la parte variabile è rapportata alla quantità dei rifiuti prodotti e conferiti al servizio fornito ed all'entità dei costi di gestione.

Il riparto, tra **utenze domestiche** e **utenze non domestiche**, dell'insieme dei costi da coprire con la tariffa è eseguito secondo criteri razionali, assicurando alle utenze domestiche delle agevolazioni.

Per il **calcolo della tariffa delle utenze domestiche** la superficie di riferimento è misurata sul filo interno dei muri perimetrali di ciascun locale, inoltre si considera il numero degli occupanti.

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 134 di 142

La **quota fissa** si calcola prendendo a riferimento l'importo dovuto da ogni singola utenza, ponderato sulla base del coefficiente di adattamento relativo al numero degli occupanti ed alla superficie dei locali occupati, secondo quanto previsto al punto 4.1 dell'Allegato 1 al D.P.R. n. 158/99.

La **quota variabile** è rapportata alla quantità di rifiuti differenziati e indifferenziati prodotta da ciascuna utenza. La quota relativa ad ogni singola utenza viene determinata applicando un coefficiente di adattamento in funzione del numero degli occupanti. Fino a quando non saranno messi a punto e resi operativi sistemi di misurazione delle quantità di rifiuti effettivamente prodotti dalle singole utenze domestiche, si applica un sistema presuntivo assumendo un coefficiente di adattamento di cui alla tabella 2 dell'Allegato 1 al D.P.R. n. 158/99, da stabilirsi contestualmente alla determinazione della tariffa.

Per il **calcolo della tariffa delle utenze non domestiche** la superficie di riferimento è misurata come segue:

1. per i locali: sul filo interno dei muri perimetrali;
2. per le aree scoperte operative, utilizzate ai fini dell'attività, sul perimetro interno delle aree stesse, al netto della superficie di eventuali locali che vi insistono.

La **quota fissa** è calcolata prendendo a riferimento l'importo dovuto da ogni singola utenza, ponderato sulla base di un coefficiente relativo alla potenziale produzione di rifiuti connessa alla tipologia di attività per unità di superficie assoggettabile a tariffa, stabilito contestualmente alla determinazione della tariffa, secondo quanto previsto al punto 4.3 dell'Allegato 1 al D.P.R. n. 158/99.

La **quota variabile** è calcolata sulla base delle quantità di rifiuti effettivamente conferiti da ogni singola utenza. Fino a quando non saranno messi a punto e resi operativi sistemi di misurazione delle quantità di rifiuti effettivamente conferiti dalle singole utenze non domestiche, si applica un

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 135 di 142

sistema presuntivo prendendo a riferimento per singola tipologia di attività la produzione annua per mq ritenuta congrua nell'ambito degli intervalli indicati nel punto 4.4 dell'Allegato 1 al D.P.R. n. 158/99, da stabilirsi contestualmente alla determinazione della tariffa.

Per le **utenze** sono previste **riduzioni** della **quota variabile** della tariffa, su specifica richiesta redatta e presentata da parte dei soggetti interessati, nel caso in cui si verifichino le condizioni indicate nella Tabella 26.

Percentuale di riduzione della quota variabile della Tariffa					
	Calenzano	Campi Bisenzio	Firenze	Sesto Fiorentino	Signa
Utenze il cui punto di accesso sia posto ad una distanza dal punto più vicino di raccolta dei rifiuti > 500 m Calenzano, Sesto Fiorentino > 600 m Campi Bisenzio > 1.000 m Signa	50%	60%		50%	30%
Locali relativi ad utenze domestiche a disposizione per uso stagionale o limitato o discontinuo da utente residente in Italia	25%	30%			35%
Locali relativi ad utenze domestiche a disposizione per uso stagionale o limitato o discontinuo da utente che risieda o dimori all'estero per più di sei mesi all'anno	40%	30%		30%	35%
Locali di abitazione occupati da imprenditori agricoli a titolo principale o da coltivatori diretti	40%	30%	30%	30%	30%
Utenze domestiche che dimostrino di effettuare il compostaggio domestico	20%	20%	25%	25%	20%
Locali ed aree scoperte, relativi ad utenze non domestiche, adibiti ad uso stagionale o non continuativo ma ricorrente, per un periodo che complessivamente sono < 183 giorni	33%	30%	30%	30%	30%
Le utenze non domestiche che con appositi impianti interni all'azienda provvedono al riutilizzo degli scarti di produzione nello stesso ciclo produttivo	33%	30%	30%		
Per le utenze domestiche con abitazioni diverse dalla principale ma tenute a disposizione dei residenti nel Comune	100%				
Per le utenze domestiche, intestate a soggetti residenti nel Comune, costituite da garages, cantine o locali accessori a quelli ad uso abitativo, ubicati ad indirizzo diverso da quello dell'abitazione	100%	100%			

Percentuale di riduzione della quota variabile della Tariffa					
	Calenzano	Campi Bisenzio	Firenze	Sesto Fiorentino	Signa
Per le utenze domestiche che conferiscono RD presso le stazioni ecologiche			Max 20%	25% 40% 60%	20%
Per le utenze non domestiche che avviano a recupero i rifiuti assimilati presso soggetti terzi			Max 30%	25%	Max 30%
Utenze non domestiche certificate ISO 14001 e/o EMAS			5%	5%	5%
Utenze non domestiche che aderiscono a iniziative sperimentali di RD assimilati attivati dal gestore, con modalità ed obiettivi concordati			Max 20%	Max 20%	Max 20%
Utenze non domestiche che aderiscono a protocolli d'intesa o convenzione per la raccolta dei RAEE provenienti da nuclei domestici			10%	10%	10%
Utenze non domestiche che assicurano nell'ambito delle aree di propria pertinenza spazi dedicati alla RD			Max 20%	Max 20%	Max 20%
Famiglie con portatori di handicap con un grado di invalidità pari al 100% non ricoverati in istituti				50%	
Utenze non domestiche che mettono in atto interventi per avere una minore produzione di rifiuti o pretrattamento selettivo o qualitativo che agevoli lo smaltimento o il recupero				25%	
Riduzione massima applicabile		70%	70%	70%	70%

Tabella 26 – Percentuale di riduzione della quota variabile della Tariffa

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 137 di 142

Allegato 5 – Certificazione operatività impianti plasma

010-1-724-722-7057

Hitachi Metals, Ltd.

5200 mikajiri, kumagaya-shi, Saitama-ken
360-8577, Japan

July 27.2007

Dr. S. V. Dighe
President
Westinghouse Plasma Corporation
Plasma Center, P. O. Box 410
Madison, Pennsylvania – 15663
U. S. A.

Subject: Operations Status of Waste Treatment Plants built by Hitachi Metals Ltd. using
Westinghouse Plasma Technology

Dear Dr. Dighe:

As per your request, we are providing you the operational status of the two commercial plants in Japan that our company has built utilizing Westinghouse plasma technology.

The Mihama-Mikata plant has been in operation since December 2002. It processes 17.2 tpd of municipal solid waste (MSW) and 4.8 tpd of waste water treatment plant sludge. The second plant, i.e. the Eco Valley Utashina plant in Hokkaido, has been in operation since April 2003 and process 2 lines of 82.5 tpd of MSW and auto shredder residue (ASR).

Sincerely,



Shinichi Osada, GM
Environmental System Division
Hitachi Metals, Ltd

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 138 di 142

Allegato 6 – Il processo di gassificazione

Nella gassificazione si realizza un insieme di reazioni tra materiali carboniosi ed uno o più reagenti contenenti ossigeno (aria, ossigeno puro, anidride carbonica o miscele di tali gas, spesso in combinazione con vapor d'acqua), a temperature generalmente superiori agli 800°C, per ottenere prodotti gassosi non completamente ossidati da utilizzare come fonte di energia o come sostanze di base per l'industria chimica.

Le fasi successive, endotermiche ed esotermiche, di un processo di gassificazione sono quella di riscaldamento ed essiccamento (che si completa a circa 160°C), quella di pirolisi (a temperature fino a circa 700°C, con rilascio di gas non condensabili, come metano ed anidride carbonica, e gas condensabili, come i vari composti catramosi, denominati tar) e infine quella delle numerose reazioni chimiche che avvengono in un ambiente riducente, cioè in presenza di una quantità di ossigeno inferiore a quella richiesta dalla stechiometria della reazione di ossidazione. Le reazioni di ossidazione parziale con l'ossigeno forniscono il calore necessario a mantenere la temperatura di esercizio del gassificatore al valore desiderato. Di conseguenza, per operazioni con il vapore d'acqua come unico agente gassificante bisogna disporre di una sorgente esterna che fornisca il calore necessario alle reazioni endotermiche di gassificazione.

Il gas prodotto è essenzialmente una miscela di CO , H_2 , CO_2 , H_2O , N_2 (se si usa aria come gassificante), CH_4 e C solido, e contiene anche prodotti indesiderati e inquinanti, tra i quali ceneri, tar e liquidi condensabili. Il suo potere calorifico varia tra un intervallo minimo di 4-7 MJ/m³N (per la gassificazione con aria, che produce un syngas con un tenore di azoto fino al 60%) ed un massimo di 10-18 MJ/m³ N (per la gassificazione con ossigeno, che richiede di disporre di ossigeno puro con elevati costi di investimento e di esercizio). I successivi trattamenti dipendono dall'utilizzo previsto.

Per la produzione energetica si richiede una pulizia (cioè un abbattimento di polveri e tar oltre che di alcali, cloro, zolfo e metalli pesanti

eventualmente presenti) di grado crescente passando da un livello minimo, richiesto per impiego in caldaie combinate con turbine a vapore, ad uno modesto, per impiego in bruciatori di gas a basso NO_x (con efficienze energetiche che arrivano al 28%), ad uno sempre maggiore, meno di 10 mg/Nm³ di carico complessivo di tar e polveri, per impiego diretto in motori e in turbine a gas (con efficienza potenziale intorno al 32%) e in futuro anche in celle a combustibile (con efficienza energetica oltre il 40%). Per le sintesi chimiche, quali la preparazione di idrogeno, ammoniaca, metanolo ed altri composti da essi derivati, si richiedono livelli di pulizia ancora maggiori e un ulteriore condizionamento, che consiste nell'eliminare chimicamente o rimuovere fisicamente composti indesiderati, come la CO₂ ed alcuni idrocarburi.

La Figura 26 visualizza qualitativamente, per un generico combustibile alimentato in un generico reattore, l'andamento della composizione dei prodotti passando dalla combustione (in cui i gas effluenti contengono essenzialmente CO₂, H₂O e O₂ in eccesso) alla gassificazione (con tenori crescenti di CO e H₂ e decrescenti di CO₂ e H₂O), cioè per valori via via minori del tenore di ossigeno nei gas reagenti (fino a condizioni vicine a quelle di pirolisi).

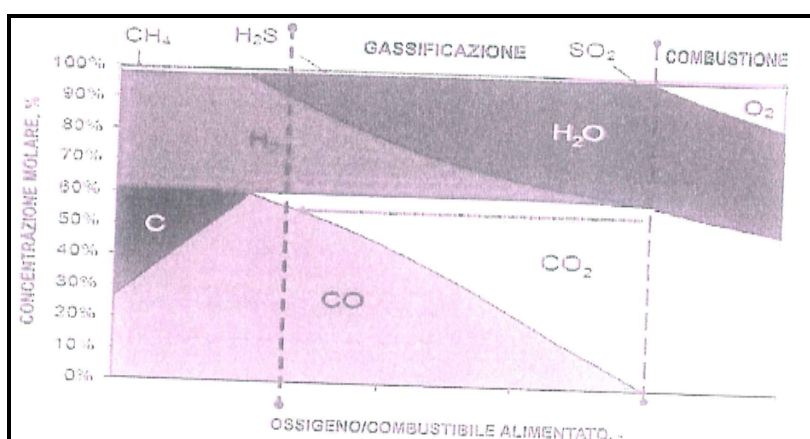


Figura 26 – andamento composizione prodotti al variare del processo

	REPORT FINALE	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 140 di 142

Anche per gli altri elementi che possono essere presenti nel rifiuto di partenza, le specie formate passano da quelle ossidate (SO₂, NO_x) a quelle ridotte (H₂S, NH₃ o HCN).

I principali parametri del processo di gassificazione sono:

- La *composizione chimica* e le proprietà fisiche del rifiuto da gassificare;
- La *composizione chimica* e la *temperatura* in ingresso al reattore dell'agente gassificante;
- Il *gradiente di temperatura* nel reattore;
- Il *rapporto di equivalenza*, definito come il rapporto tra la quantità di ossigeno alimentata a quella necessaria alla combustione stechiometrica del rifiuto effettivamente alimentato;
- Il *rapporto vapore/combustibile*, definito come rapporto tra la portata massica di vapore alimentato e la portata di combustibile;
- Il *rapporto di gassificazione*, definito come rapporto tra la somma delle portate massiche di vapore e di ossigeno alimentate a le portata di combustibile;
- Il *tempo di permanenza* nel reattore dei gas e del rifiuto.

	COMBUSTION	GASSIFICAZIONE	PIROLISI
Scopo del processo	Massimizzare la conversione del rifiuto a CO ₂ e H ₂ O (produrre gas effluenti ad alta temperatura)	Massimizzare la conversione del rifiuto a CO e H ₂ (produrre gas combustibile ad alto potere calorifico)	Massimizzare la conversione del rifiuto tramite degradazione termica a gas (idrocarburi) e oli
Condizioni di esercizio			
Ambiente di reazione	Ambiente fortemente ossidante (elevati eccessi d'aria)	Ambiente riducente (quantità di ossigeno inferiore a quella stechiometrica)	Assenza di ossigeno
Temperatura	Più bassa (minore del punto di fusione delle ceneri)	Generalmente superiore agli 800°C (maggiore del punto di fusione delle ceneri)	Comprese tra i 500°C e gli 800°C (minore del punto di fusione delle ceneri)
Pressione	Generalmente atmosferica	Generalmente atmosferica ma può	Leggera sovrappressione

	REPORT FINALE	Commessa: C 252
		Rev . 00
		Pag. 141 di 142

		essere anche elevata	
Gas reagente	Aria	Aria, ossigeno, anidride carbonica, vapor d'acqua	Nessuno (si usa azoto o parte del gas prodotto)
Output del processo			
Gas prodotti	CO ₂ , H ₂ O	CO, H ₂ , CO ₂ , H ₂ O, CH ₄	CO, H ₂ , CH ₄ e in genere C _n H _m con n>5
Inquinanti	SO ₂ , NO _x , HCl	H ₂ S, HCl, NH ₃ , HCN, tar	H ₂ S, HCl, NH ₃ , HCN, tar
Stato delle ceneri	Spesso secche (materiale minerale convertito a ceneri di fondo e ceneri volanti)	Spesso vetrose (materiale minerale convertito a scorie vetrose) e particolato fine devolatilizzato	Spesso con contenuto di carbonio non trascurabile
Trattamento dei gas			
	A pressione	Anche ad alta pressione	A pressione atmosferica
	Gas effluenti trattati e poi emessi in atmosfera	Gas di sintesi trattati e poi usati per produzione di chemicals o di energia (con successiva emissione in atmosfera)	Gas trattati e poi usati per produzione di chemicals o di energia (con successiva emissione in atmosfera)
	Zolfo convertito ad anidridi ed emesso in atmosfera	Recupero dello zolfo come sotto prodotto vendibile in varie forme	

Il numero elevato di tali parametri è indicativo della complessità del processo ma anche delle possibilità di trovare combinazioni adeguate per trattare efficacemente rifiuti di tipo diverso. Alla stessa maniera per misurare l'efficienza del processo non basta un solo parametro, come accade invece per la combustione. I parametri più usati sono:

- L'*efficienza di conversione* in carbonio, o CCE, definita come rapporto tra la portata di carbonio trasformata in prodotti gassosi e la portata di carbonio alimentata con il combustibile; questo indice fornisce una informazione sul grado di conversione ottenibile e, conseguentemente, sulla produttività dell'impianto e sulla quantità di prodotto non convertito da trattare in altro modo ovvero smaltire;

	<i>REPORT FINALE</i>	Commissa: C 252
		Rev .00
		Pag. 142 di 142

- L'*efficienza termica apparente*, o CGE, definita come rapporto tra l'energia chimica del gas prodotto e quella del rifiuto alimentato; viene anche definita "efficienza a freddo" in quanto include solo il contenuto energetico potenziale, cioè l'entalpia di combustione del gas e del rifiuto;

L'*efficienza termica*, o HGE, definita come rapporto tra la somma del calore sensibile e dell'energia chimica del gas prodotto e quella del rifiuto alimentato; questo indice riveste particolare importanza in processi di pirogassificazione condotti in alti campi di temperatura (tipicamente la gassificazione al plasma) nei quali risulta di primaria importanza recuperare non solo il calore di combustione del syngas, ma anche il calore sensibile associato al flusso di syngas in uscita del reattore di conversione.

fonte: *atti del 63° Corso di aggiornamento in Ingegneria Sanitaria-Ambientale, 2008 del Politecnico di Milano*