

# LA VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI RIFIUTI PER UNA GESTIONE DEI RIFIUTI AMBIENTALMENTE COMPATIBILE

**G. Ferrari:** Università Ferrara - Istituto di Igiene e GFambiente,

**P. Gregorio:** Università Ferrara - Istituto di Igiene,

**R. Sammito:** GFambiente.

## Sommario

La conoscenza delle caratteristiche merceologiche e chimico-fisiche dei rifiuti è un aspetto preliminare fondamentale nelle diverse fasi che caratterizzano la gestione dei rifiuti.

Senza questo tipo di indagine non è possibile eseguire preventivamente il bilancio di materia ed energia e conseguentemente qualsiasi ipotesi di carattere gestionale, ambientale e igienico-sanitario.

L'organizzazione di una campagna analitica sui rifiuti, tenendo conto che dal momento dell'indagine alla fase di avviamento dell'impianto passano diversi anni, deve essere sviluppata in modo da poter prevedere il reale scenario al momento in cui inizierà il trattamento dei rifiuti.

Il presente lavoro, utilizzando dati acquisiti mediante sperimentazioni condotte in contesti territoriali diversi, ha lo scopo di illustrare le caratteristiche chimico-fisiche delle principali frazioni che compongono il rifiuto urbano.

Attraverso specifiche analisi in un laboratorio attrezzato con idonee strumentazioni ed attraverso l'applicazione di metodi di comprovata affidabilità, in cui i campioni sono sottoposti ad una particolare preparazione, sono stati determinati i valori dei parametri chimico-fisici su tutte le frazioni che caratterizzano il rifiuto urbano.

Tramite queste, nell'ipotesi di distinti scenari di raccolta differenziata e delle variazioni sulla composizione merceologica dei rifiuti che da tali raccolte derivano, sono state determinate le caratteristiche chimico-fisiche dei rifiuti per fini ambientali ed igienico-sanitari.

## Premessa

I rifiuti urbani sono costituiti da una variegata tipologia di materiali la cui quantità dipende da diversi fattori.

Tra questi, la provenienza delle zone di raccolta e la tipologia del servizio di gestione svolto, hanno una notevole influenza sulla modificazione della qualità dei rifiuti raccolti da avviare al trattamento finale.

La quantità degli scarti di mensa, ad esempio, risulta più elevata nei rifiuti raccolti nelle zone popolari che non in quelle commerciali, mentre, in queste ultime, risulta maggiore il quantitativo della plastica.

Inoltre, in contesti territoriali in cui viene effettuata la raccolta differenziata, la composizione dei rifiuti subisce ancor più drastici cambiamenti in relazione soprattutto all'efficienza di intercettazione dei diversi materiali.

Tale situazione, in rapporto alla nuova normativa sui rifiuti che prevede entro il 2003 il raggiungimento di almeno il 35% di raccolta differenziata, deve essere attentamente

considerata nella pianificazione dei servizi gestionali, soprattutto in relazione agli aspetti relativi all'impiantistica di smaltimento/trattamento.

L'attuazione della raccolta differenziata ed il progressivo incremento nel tempo della relativa efficacia attraverso la razionalizzazione dei processi, sono dei fattori che creano modifiche temporali nella composizione merceologica dei rifiuti e, conseguentemente, nelle caratteristiche chimico-fisiche riguardo ai parametri che ne caratterizzano, ad esempio, la combustione.

L'intercettazione di alcune frazioni, quali quelle umide e le inerti, diminuiscono la quantità da inviare al trattamento finale determinando nel contempo una notevole variazione del potere calorifico.

Tale fenomeno è di estrema importanza laddove, in un sistema integrato di trattamento dei rifiuti, è prevista la realizzazione di un impianto di termocombustione o di produzione di CDR.

La costruzione di questi impianti, dalla fase iniziale di pianificazione a quella di avviamento vero e proprio, richiede lassi di tempo non certo brevi.

Uno studio effettuato dalla B.C. (Bain Cuneo Ass.) indica che dal momento dell'inserimento di un impianto di termocombustione nel piano di gestione dei rifiuti all'inizio del suo funzionamento, passano mediamente più di cinque anni.

Utilizzando i dati sui rifiuti acquisiti nella fase iniziale di progettazione senza tenere conto delle modificazioni che possono verificarsi nel tempo in relazione alle intervenute variazioni sulla composizione merceologica che dalla raccolta differenziata derivano, si verifica quasi sicuramente un'errata acquisizione dei parametri necessari ai calcoli progettuali, con ripercussioni sia di tipo economico che ambientale sulla gestione dell'impianto.

Ad esempio, la determinazione del potere calorifico dei rifiuti è un parametro indispensabile al fine di progettare correttamente la camera di combustione e post-combustione dell'impianto: una errata valutazione predittiva di tale parametro, potrebbe condurre a conclusioni progettuali che costituirebbero nel futuro fonte di problematicità per l'intero processo impiantistico.

Per tale ragione, allo scopo di verificare la variazione della composizione dei rifiuti, è necessario effettuarne, al momento della progettazione, la caratterizzazione merceologica e le analisi chimico-fisiche sulle frazioni caratteristiche.

Mediante l'ausilio di modelli matematici predittivi è poi possibile determinare la composizione dei rifiuti nel momento di avviamento dell'impianto.

In tale modo si potranno valutare le modificazioni chimico-fisiche che intervengono nei rifiuti dopo gli interventi effettuati a monte del trattamento, mirati a prevenire, recuperare e riciclare il rifiuto.

### **Fase organizzativa della ricerca ed indagine merceologica**

L'inizio dell'attività sperimentale avviene, dopo aver organizzato le varie fasi dell'indagine, con la determinazione delle caratteristiche merceologiche dei rifiuti.

I campionamenti devono essere eseguiti in un periodo dell'anno significativo, durante il quale la produzione dei rifiuti non è soggetta a forti variazioni, fenomeno tipico dei mesi estivi e dei periodi di festività. Per tale ragione, l'indagine andrebbe ripetuta due volte l'anno, di cui una nei mesi a cavallo tra la primavera e l'estate, prevedibilmente Maggio e Giugno e l'altra nei mesi invernali (Gennaio, Marzo).

La scelta degli automezzi che trasportano i rifiuti sui quali si eseguono le indagini, deve prevedere un'impostazione rigidamente statistica e tale da rappresentare al meglio l'universo dei rifiuti prodotti.

Dopo aver terminato la parte organizzativa, durante la quale vengono affidati i carichi di lavoro, si passa alla vera e propria parte sperimentale.

L'automezzo adibito alla raccolta, previa operazione di pesatura, scaricherà il contenuto nella zona adibita alle ricerche analitiche preventivamente preparata dagli operatori tecnici.

Il ribaltamento del materiale contenuto nel mezzo deve procedere in modo da evitare la compattazione dei rifiuti, onde facilitare le susseguenti operazioni di prelievo.

I rifiuti urbani sono composti da una larga gamma di materiali, alcuni in forma molto abbondante, altri invece in forma sparsa.

La grandezza degli scarti contenuti è anch'essa molto varia andando dai corpi grossolani come i materassi, alla tipica polvere come i fondi di caffè o quella contenuta nei sacchetti in dotazione agli aspirapolvere domestici ed industriali.

Poiché il volume dei rifiuti domestici prodotti in una città è molto grande e vario, allo scopo di avere un alto livello di confidenza sulla caratterizzazione, è necessario operare su grandi campioni che consentano la minimizzazione degli errori grossolani, causa principale dell'inattendibilità dei dati.

Nell'esecuzione delle indagini, su ogni monte di rifiuti (ciascuno proveniente da un automezzo), si procede alla determinazione merceologica mediante il metodo dell'inquartamento o eseguendo una serie di campionamenti di peso pari a circa 80 - 100 kg, selezionati in modo random dopo suddivisione del cumulo dei rifiuti in diverse sezioni.

In questo tipo di analisi la causa principale dell'inattendibilità dei dati è causata da problemi di campionamento: infatti, eseguendo un'analisi affrettata su un modesto quantitativo di materiale, potrebbero sfuggire al campionamento quelle categorie di rifiuti che sono presenti nella massa in modo sparso.

Su ogni campione così selezionato, si eseguirà l'analisi merceologica attraverso l'ausilio di apposite attrezzature e strumentazioni.

Le frazioni caratteristiche che verranno così determinate sono le seguenti:

- Sottovaglio mm 20. Costituito prevalentemente da materiale organico, polveri varie, residui sigarette, lettiere per animali domestici ecc. Tale frazione generalmente ha un basso potere calorifico, ma rientra negli scarti che partecipano al processo di combustione.
- Scarti di mensa. Prevalentemente è composta da rifiuti organici di origine biologica vegetale ed animale. Sono caratterizzati da un elevato tenore di umidità e da un potere calorifico generalmente basso.
- Carta e cartone. Tale tipologia di scarti è caratterizzata da una forte variabilità della composizione che dipende dal luogo di provenienza (case popolari, centri commerciali zone artigianali ecc.). L'umidità rientra in un range molto ampio: 20 - 80 %. Una grande quantità di questa frazione merceologica nei rifiuti urbani è dovuta ai materiali da imballo secondari e terziari che possono variare dal 40 al 60 % in base ai luoghi di produzione dei rifiuti. Ovviamente la carta ed il cartone sono dei buoni combustibili ed il potere calorifico varia in base all'umidità.
- Legno e verde città. La produzione è soggetta ad ampie variazioni quantitative e qualitative in base alle stagioni ed ai luoghi di provenienza. Ad esempio, in estate si verifica in generale abbondanza di sfalci di erba, mentre in inverno sono presenti foglie secche e potature di alberi. In questa frazione merceologica rientrano anche gli scarti legnosi provenienti da imballi od oggetti obsoleti. Tale frazione partecipa alla combustione con una forte variabilità che dipende dal contenuto in acqua di questi rifiuti. Considerando il decreto del 29 Maggio 1991 sulla raccolta separata del secco e dell'umido tale frazione si considera nobile al fine del compostaggio.

- Plastica leggera. Prevalentemente composta da polietilene e polipropilene e polistirene espanso, è relativa ai sacchi, sportine, fogli da imballo, contenitori per bevande, altri tipi di film plastici, imballi ecc. Ha un elevato potere calorifico ed un'umidità bassa che varia dal tipo di conferimento e dalle condizioni atmosferiche presenti. Le bottiglie d'acqua minerale rientrano in questa categoria di scarti essendo generalmente in PET ovvero polietilene teraftalato.
- Plastica pesante. Prevalentemente composta da P.V.C., polietilene ad alta densità, polistirene e copolimeri antiurto. Tali materiali sono usati per produrre oggetti come i giocattoli, parti di automobili, penne, scatole e per i contenitori di sostanze chimiche ad uso domestico (detergenti, saponi e liquidi vari, creme ecc.). Tale frazione è caratterizzata da un elevato potere calorifico e da un'elevata concentrazione di cloro.
- Vetro ed inerti pesanti. Il vetro quasi sempre proviene dai contenitori per bevande mentre gli inerti possono essere presenti per attività di muratura, spazzamento o giardinaggio (pietrisco, sassi, cocci ecc.). Tale frazione non partecipa al processo di combustione e si ritrova completamente nelle scorie che risultano dal processo di combustione.
- Metalli. Nei rifiuti solidi urbani molti contenitori per alimenti umani ed animali sono di metallo. Non mancano però oggetti come ferri da stiro, posateria ed elementi di arredo. I principali scarti in metallo sono in ferro e sue leghe (spesso rivestito superficialmente con altri metalli più "nobili" come cromo, nichel e zinco) cui seguono quelli composti da acciaio inox ed alluminio. Questa frazione merceologica, nello smaltimento dei rifiuti urbani per mezzo dell'incenerimento, si ritrova pressoché completamente nelle scorie in uscita dalla camera di combustione.
- Stracci e tessuti. Di diversa provenienza possono essere costituiti da fibre naturali o sintetiche. Tipici scarti che rientrano in questa categoria sono gli indumenti, i tendaggi la moquette, il pezzame da ritagli artigianali o industriali. Alcune volte si riscontrano stracci imbevuti di olio o solventi provenienti da officine meccaniche, carrozzerie ed altre attività simili. Pur essendo l'umidità degli stracci molto variabile, il relativo potere calorifico è generalmente elevato.
- Ingombranti. Vengono indicati in questa categoria, tutti i rifiuti che creano, per le loro dimensioni, problemi all'atto della raccolta. Generalmente essi non vengono considerati al fine della determinazione del potere calorifico eccetto specifiche indicazioni. Frigoriferi obsoleti, lavatrici, telai in metallo ecc. sono i più rappresentativi della categoria. I materassi, pur essendo ingombranti, per la determinazione del potere calorifico vengono considerati a parte.
- Cuoio e gomme. Scarpe, articoli per uso domestico, pezzi di diversa provenienza rappresentano questa categoria merceologica, generalmente non abbondante.
- Vari non classificabili. Sono scarti di difficile identificazione nelle categorie sopraccitate. Generalmente non sono combustibili.
- Pannolini. La continua presenza nei rifiuti urbani di questa tipologia di scarti in quantità significative, ha consigliato di inserire questa voce nella lista delle frazioni. I pannolini di contenzione sono combustibili con un potere calorifico che dipende, ovviamente, dal contenuto in acqua. Si rammenta che tali scarti quando provengono dalle case di riposo o per inabili e sono contaminati con liquidi o materiali biologici vanno considerati come rifiuti ospedalieri: per questi, la raccolta e lo smaltimento prevedono procedure diverse dai normali rifiuti solidi urbani.

#### **Fase di campionamento per analisi chimico-fisiche**

Durante la fase merceologica si provvede, utilizzando idonee attrezzature, al frazionamento dei rifiuti prelevati dal cumulo iniziale in modo da separare le frazioni caratteristiche.

La composizione merceologica viene quindi determinata su ogni campione prelevato in modo da poter valutare oltre al valore medio la varianza campionaria.

Durante questa fase operativa si eseguono poi, con cadenza temporale determinata, una serie di campioni sulle singole frazioni ottenute durante la classificazione merceologica dei rifiuti.

Sui prelievi così eseguiti è almeno consigliabile eseguire la determinazione qualitativa e quantitativa dei seguenti parametri:

- *Umidità, ceneri, solidi volatili.*
- *Potere calorifico superiore, Potere calorifico inferiore, Potere calorifico inferiore sul t.q.*
- *Carbonio, azoto, Idrogeno, Ossigeno, Solfo.*
- *Zinco, Rame, Piombo, Cromo totale, Cadmio, Arsenico, Mercurio, Nichel, Antimonio.*
- *Cloro, Bromo, Fluoro.*

Le indagini di laboratorio iniziano con la pesata dei campioni e la determinazione dell'umidità (in stufa a 105 C°).

Successivamente si passa alla fase di triturazione del campione utilizzando una particolare tecnologia che prevede l'impiego di azoto liquido ed un particolare omogenizzatore; sul materiale ottenuto si eseguono le altre determinazioni.

Le ceneri ed i solidi volatili sono determinati utilizzando una muffola alla temperatura di 600°C.

I metalli pesanti sono determinati utilizzando la spettrofotometria ad assorbimento atomico eseguendo le estrazioni secondo le procedure descritte nel quaderno n. 64 dell'IRSA.

Le quantità dei singoli campioni sottoposti alle determinazioni analitiche erano tali da garantire l'affidabilità dei risultati ottenuti.

I macroelementi e la determinazione del potere calorifico si ottengono utilizzando un analizzatore C,H,N,S,O.

Con la bomba di Mahler si verifica, per maggiore certezza dei risultati, il potere calorifico per via diretta sui singoli campioni.

L'analizzatore, di tipo innovativo, procede alla determinazione degli elementi C,H,N,S trasformando questi in CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub> mediante combustione ad altissima temperatura in presenza di una miscela costituita da ossigeno ed elio.

Le reazioni di combustione avvengono in un apposito tubo di ossidazione (combustore) alla temperatura di circa 1800 °C.

I prodotti gassosi della combustione raggiungono una colonna cromatografica, dove vengono separati e rilevati da un detector a termoconducibilità.

I risultati dell'analisi gascromatografica vengono acquisiti ed elaborati su un calcolatore asservito all'apparato.

Dal computer si ottengono in modo automatico, i valori delle concentrazioni dei vari elementi nel campione sottoposto ad analisi. Il computer fornisce inoltre i valori dei poteri calorifici superiore ed inferiore che vengono calcolati sulla base della composizione mediante uno specifico software.

La determinazione dell'ossigeno viene effettuata successivamente in un nuovo campione che viene sottoposto ad una reazione pirolitica dinamica durante la quale l'elemento è convertito quantitativamente in monossido di carbonio.

Per quanto riguarda il potere calorifico i valori ottenuti dall'analizzatore vengono, per ottenere un'ulteriore conferma, confrontati con quelli ottenuti per via diretta (con la bomba di Mahler) su un successivo campione.

I valori dei poteri calorifici inferiori (riferiti alla sostanza secca) sono successivamente riportati ai rifiuti tal quali tenendo conto del calore latente di evaporazione dell'acqua contenuta nei rifiuti. I valori del potere calorifico inferiore riferiti ai rifiuti tal quali, sono quelli che meglio si prestano ad effettuare considerazioni di tipo tecnico-economico sullo smaltimento dei rifiuti, essendo i valori effettivi del materiale che alimenta la camera di combustione dell'inceneritore.

## **Il modello previsionale e i risultati acquisiti**

Le tabelle illustrate in appendice mostrano i risultati ottenuti in una Città del Nord con circa 70.000 abitanti.

La tabella n. 1 indica la composizione merceologica media dei rifiuti indifferenziati raccolti nei diversi comparti urbani: popolari, residenziali, centro storico, commerciali, artigianali e industriali, mercati e comunità.

Per ottenere la quantità delle frazioni complessivamente contenute nei rifiuti prodotti nell'intero 1998, i risultati determinati sperimentalmente sono stati riferiti alla produzione totale dei rifiuti raccolti nei diversi contesti territoriali.

I risultati di tale elaborazione, indicati nella tabella n. 2, illustrano, nell'ultima colonna, la composizione merceologica in percentuale di tutti i rifiuti urbani indifferenziati raccolti nell'intero ambito locale.

Dall'analisi dei rifiuti così determinata, sono state eseguite due ipotesi: la prima a breve periodo, nella quale si è prevista la diminuzione, attraverso la raccolta differenziata, della quantità degli scarti indifferenziati di circa il 25%; la seconda, a più lungo periodo, dove l'intercettazione delle frazioni scelte sulle quali organizzare la raccolta differenziata, diminuivano la quantità dei rifiuti di circa il 36 % della quantità iniziale.

Per ottenere questi obiettivi si è ipotizzata l'intercettazione nella prima fase del 50 % degli scarti di mensa, del verde città, e del vetro nonché del 30 % della frazione cartacea. Nella seconda fase, per incrementare ulteriormente il rendimento sui rifiuti, si è operata una ulteriore diminuzione della frazione organica del 70 % e del 50 % per il vetro ed il verde.

Le tabelle n. 3 e 4 illustrano i risultati ottenuti in questa fase della ricerca; in esse nell'ultima colonna è indicata la composizione percentuale dei rifiuti dopo i previsti interventi di raccolta differenziata.

La tabella n. 5 indica i valori emersi con le analisi chimico-fisiche sui materiali ricavati dalle frazioni merceologiche.

In tali tabelle, per le necessarie approssimazioni di calcolo, il valore di un parametro sotto il limite di rilevabilità dello strumento, è indicato con il numero zero.

I dati dei parametri analitici sono stati riferiti al valore assoluto contenuto nei rifiuti prodotti nell'intero 1998, prima e dopo gli interventi di raccolta differenziata. Rapportando tali valori alla quantità totale, si è valutata la composizione chimico-fisica nei diversi momenti indicati nell'indagine.

Le tabelle n. 6, 7 e 8 mostrano i risultati emersi in questa fase della ricerca.

Nell'ultima colonna di queste sono presentati i valori dei parametri relativi ai rifiuti urbani indifferenziati relativamente alle diverse situazioni indicate nel presente lavoro.

## **Conclusioni**

Nella corretta pianificazione della gestione dei rifiuti negli ambiti territoriali ottimali in cui è prevista l'individuazione di precisi interventi impiantistici, la progettazione dei

sistemi di trattamento, la cui messa in opera può richiedere alcuni anni, presuppone l'individuazione di una serie di parametri la cui variabilità nel tempo potrebbe invalidare i dati di progetto. Ciò porterebbe ad un cattivo funzionamento dell'intero sistema di trattamento con sviluppo di problematiche ambientali ed igienico-sanitarie.

Tra tali parametri, si rivela di fondamentale importanza, anche in relazione alla normativa in vigore, la valutazione corretta dell'andamento nel tempo dei valori di raccolta differenziata e della conseguente variazione della composizione del rifiuto.

Ai fini dell'individuazione dei corretti parametri di progetto è opportuno pianificare la raccolta differenziata in modo integrato alle scelte impiantistiche.

Nel presente lavoro si è ipotizzata una pianificazione su breve e medio periodo della raccolta differenziata finalizzata alla concreta riduzione della frazione umida da inviare all'impianto di termocombustione, al fine di incrementare i rendimenti energetici dell'impianto, diminuire le emissioni inquinanti e garantire l'efficienza igienico-sanitaria del trattamento.

Nello spazio del medio periodo, la corretta impostazione della raccolta differenziata con i dati ipotizzati nella presente indagine, modifica notevolmente le caratteristiche chimico-fisiche dei rifiuti, con particolare riguardo i parametri che più di altri interessano il processo di combustione.

In particolare, il potere calorifico del rifiuto da 2.220 kcal/kg passa a superare le 3.000 kcal/kg, mentre l'umidità dal 37% passa a circa il 30%.

È evidente che se tali considerazioni non fossero effettuate al momento della progettazione, durante la messa in funzione dell'impianto si creerebbero anomalie che ne comprometterebbero la corretta gestione.

## **Bibliografia**

Corbitt R.A. (1990): Standard Handbook of Environmental Engineering. Ed. Mc. Graw-Hill New York.

Cerpelloni S. (1996) Produzione di rifiuti solidi urbani in Italia. Indagine 1995. Federambiente A.M.I.A. Verona.

Davis M.L., Cornwell D.A.: Introduction to Environmental Engineering. Ed. mc Graww-Hill, Inc New York 1991

Ernest & Young (1994) Imballaggi e distribuzione. Federambiente Roma

Bonomo L. and Igginson A.E (1988).: International Overview on Solid Waste Management. Academic Press London

Ferrari G. (1995): Merceologia e chimica dei rifiuti solidi urbani. Protecta Ed Sedifim ottobre Novembre 1995 p. 21

Ferrari G. (1994): Il sistema integrato analisi rifiuti (S.I.A.R.) un metodo operativo per la elaborazione del regolamento comunale di smaltimento dei r.s.u. e la revisione della tassa a norma del decreto Leg. 507/93. Rifiuti urbani e industriali. Ed. GSISR Marzo 1994

Ferrari G. (1993): The Italian production of quality compost; legislative, technical and economic aspects. O.R.C.A. Annual Congress December 1993 Brussels. Ed ORCA Avenue Mounier 83 Box 1 Brussels.

Ferrari G. (1996): I rifiuti città per città. Gea . IX 4 1996 p. 11. Ed. Maggioli Rimini

Morselli L. Valentini A. (1996): Characterization of m.s.w. for an accurate management. I.S.W.A. Internationa congress on Waste Management. Vienna 15-20 ottobre.

Valentini A., Morselli L. (1997): Analisi previsionale dei futuri flussi dei r.s.u. mediante la caratterizzazione merceologica. Atti del Simposio Internazionale di Ingegneria Sanitaria Ambientale. Ravello Giugno 1997 p. 432

Weitz K. Ranjithan R., Nishtala S., Barlaz M. (1997): Using life-cycle management to evaluated integrated municipal solid waste management strategies. Proc. Of the international Congress r 97. Recovery Recycling , Reintegration. Geneva, Switzerland February 1997 p.41

## **Appendice**

Tabella 1: Composizione merceologica media dei rifiuti indifferenziati raccolti nelle diverse zone.

Tabella 2: Composizione merceologica dei rifiuti indifferenziati raccolti nell'intero ambito territoriale - Media pesata.

Tabella 3: Composizione merceologica nell'ipotesi di riduzione del 25 per cento - breve periodo.

Tabella 4: Composizione merceologica nell'ipotesi di riduzione del 36 per cento - medio periodo.

Tabella 5: Certificazione campioni con valori espressi sulla sostanza secca.

Tabella 6: Caratteristiche chimico fisiche dei rifiuti attuale.

Tabella 7: Caratteristiche chimico fisiche dei rifiuti breve periodo - R.D. 25 per cento.

Tabella 8: Caratteristiche chimico fisiche dei rifiuti medio periodo - R.D. 36 per cento.

# **APPENDICE**

**Tab. 1**

Medie in % in peso								
Data esecuzione:								
Tipologia zona raccolta	Popolare	Residenziale	Centro storico	Commerciale	Artig/industr.	Miste	Mercati	Comunità
	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno
Frazione	14.712.000	7.369.400	2.897.000	1.112.330	1.181.809	1.772.048	1.751.470	1.361.000
mm. 20	10,74	9,85	9,86	13,14	11,48	11,49	7,25	11,03
Scarti di mensa	30,27	25,77	20,69	17,02	9,64	28,68	55,89	44,64
Carta/cartone	20,78	21,84	27,50	27,57	29,84	20,40	12,36	14,07
Legno	2,89	2,20	1,94	2,59	3,40	3,49	7,03	2,97
Verde città	3,82	6,13	0,74	1,67	1,74	3,95	2,37	1,44
Plastica leggera in film	5,68	6,04	9,63	11,47	11,85	5,79	3,55	4,18
Plastica leggera rigida	3,01	2,97	3,61	3,24	3,95	2,67	2,81	2,43
Plastica pesante	2,79	3,45	3,24	3,61	2,94	3,22	3,92	2,43
Stracci/tessuti	4,71	6,04	5,46	5,74	8,82	5,33	0,06	3,65
Cuoio/gomme	1,61	1,82	2,13	1,67	3,12	1,75	0,37	1,44
Pannolini	1,93	1,53	1,02	0,46	0,18	1,84	0,15	2,43
Metalli ferrosi	2,15	2,11	2,22	2,50	2,66	2,39	0,67	1,44
Metalli non ferrosi	0,86	0,86	1,11	0,83	1,01	0,37	0,37	0,46
Vetro	5,80	5,56	7,87	4,72	4,41	5,24	1,85	4,49
Inerti pesanti	1,61	2,40	1,85	1,76	2,02	2,02	0,37	1,37
Ingombranti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vari	1,36	1,44	1,11	2,04	2,94	1,38	0,96	1,52
TOTALE	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

**Tab. 2**

Frazione	Popolare	Residenziale	Centro storico	Commerciale	Artig/industr.	Miste	Mercati	Comunità	Tot kg/anno	% in peso
	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno		
mm. 20	1.579.530	725.785	285.676	146.116	135.653	203.590	127.063	150.072	3.353.484	<b>10,43</b>
Scarti di mensa	4.452.811	1.899.184	599.518	189.333	113.949	508.161	978.901	607.534	9.349.391	<b>29,07</b>
Carta/cartone	3.057.154	1.609.718	796.675	306.637	352.698	361.576	216.525	191.471	6.892.454	<b>21,43</b>
Legno	425.343	162.384	56.331	28.812	40.153	61.891	123.173	40.364	938.451	<b>2,92</b>
Verde città	562.694	451.851	21.459	18.522	20.619	70.035	41.490	19.665	1.206.334	<b>3,75</b>
Plastica leggera in film	835.179	444.790	278.970	127.594	139.994	102.609	62.235	56.924	2.048.296	<b>6,37</b>
Plastica leggera rigida	443.066	218.865	104.614	36.014	46.665	47.233	49.269	33.119	978.845	<b>3,04</b>
Plastica pesante	409.836	254.166	93.884	40.130	34.727	57.005	68.718	33.119	991.586	<b>3,08</b>
Stracci/tessuti	693.398	444.790	158.262	63.797	104.182	94.466	1.116	49.679	1.609.690	<b>5,01</b>
Cuoio/gomme	237.040	134.143	61.695	18.522	36.898	30.946	6.483	19.665	545.391	<b>1,70</b>
Pannolini	283.562	112.963	29.506	5.145	2.170	32.574	2.593	33.119	501.634	<b>1,56</b>
Metalli ferrosi	316.792	155.324	64.378	27.783	31.471	42.347	11.669	19.665	669.428	<b>2,08</b>
Metalli non ferrosi	126.274	63.541	32.189	9.261	11.937	6.515	6.483	6.210	262.410	<b>0,82</b>
Vetro	852.902	409.490	228.005	52.478	52.091	92.837	32.414	61.064	1.781.280	<b>5,54</b>
Inerti pesanti	237.040	176.504	53.648	19.551	23.875	35.832	6.483	18.630	571.562	<b>1,78</b>
Ingombranti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0,00</b>
Vari	199.380	105.902	32.189	22.638	34.727	24.431	16.855	20.700	456.821	<b>1,42</b>
TOTALE	14.712.000	7.369.400	2.897.000	1.112.330	1.181.809	1.772.048	1.751.470	1.361.000	32.157.057	<b>100,00</b>

**Tab. 3**

Ipotesi rid. 25 %										
Frazione	Popolare	Residenziale	Centro storico	Commerciale	Artig/industr.	Miste	Mercati	Comunità	Tot kg/anno	% in peso
	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno		
mm. 20	1.579.530	725.785	285.676	146.116	135.653	203.590	127.063	150.072	3.353.484	<b>14,02</b>
Scarti di mensa - 50 %	2.226.406	949.592	299.759	94.666	56.974	254.080	489.451	303.767	4.674.696	<b>19,54</b>
Carta/cartone - 30 %	2.140.008	1.126.802	557.673	214.646	246.888	253.103	151.568	134.030	4.824.718	<b>20,17</b>
Legno	425.343	162.384	56.331	28.812	40.153	61.891	123.173	40.364	938.451	<b>3,92</b>
Verde città - 50 %	281.347	225.925	10.730	9.261	10.310	35.017	20.745	9.832	603.167	<b>2,52</b>
Plastica leggera in film	835.179	444.790	278.970	127.594	139.994	102.609	62.235	56.924	2.048.296	<b>8,56</b>
Plastica leggera rigida	443.066	218.865	104.614	36.014	46.665	47.233	49.269	33.119	978.845	<b>4,09</b>
Plastica pesante	409.836	254.166	93.884	40.130	34.727	57.005	68.718	33.119	991.586	<b>4,15</b>
Stracci/tessuti	693.398	444.790	158.262	63.797	104.182	94.466	1.116	49.679	1.609.690	<b>6,73</b>
Cuoio/gomme	237.040	134.143	61.695	18.522	36.898	30.946	6.483	19.665	545.391	<b>2,28</b>
Pannolini	283.562	112.963	29.506	5.145	2.170	32.574	2.593	33.119	501.634	<b>2,10</b>
Metalli ferrosi	316.792	155.324	64.378	27.783	31.471	42.347	11.669	19.665	669.428	<b>2,80</b>
Metalli non ferrosi	126.274	63.541	32.189	9.261	11.937	6.515	6.483	6.210	262.410	<b>1,10</b>
Vetro - 50 %	426.451	204.745	114.002	26.239	26.045	46.419	16.207	30.532	890.640	<b>3,72</b>
Inerti pesanti	237.040	176.504	53.648	19.551	23.875	35.832	6.483	18.630	571.562	<b>2,39</b>
Ingombranti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0,00</b>
Vari	199.380	105.902	32.189	22.638	34.727	24.431	16.855	20.700	456.821	<b>1,91</b>
TOTALE	10.860.651	5.506.223	2.233.507	890.173	982.670	1.328.059	1.160.110	959.427	23.920.819	<b>100,00</b>

**Tab. 4**

Ipotesi rid. 36 %										
Frazione	Popolare	Residenziale	Centro storico	Commerciale	Artig/industr.	Miste	Mercati	Comunità	Tot kg/anno % in peso	
	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno		
mm. 20	1.579.530	725.785	285.676	146.116	135.653	203.590	127.063	150.072	3.353.484	<b>16,85</b>
Scarti di mensa - 70 %	667.922	284.878	89.928	28.400	17.092	76.224	146.835	91.130	1.402.409	<b>7,05</b>
Carta/cartone	2.140.008	1.126.802	557.673	214.646	246.888	253.103	151.568	134.030	4.824.718	<b>24,24</b>
Legno	425.343	162.384	56.331	28.812	40.153	61.891	123.173	40.364	938.451	<b>4,72</b>
Verde città - 50 %	140.673	112.963	5.365	4.630	5.155	17.509	10.372	4.916	301.583	<b>1,52</b>
Plastica leggera in film	835.179	444.790	278.970	127.594	139.994	102.609	62.235	56.924	2.048.296	<b>10,29</b>
Plastica leggera rigida	443.066	218.865	104.614	36.014	46.665	47.233	49.269	33.119	978.845	<b>4,92</b>
Plastica pesante	409.836	254.166	93.884	40.130	34.727	57.005	68.718	33.119	991.586	<b>4,98</b>
Stracci/tessuti	693.398	444.790	158.262	63.797	104.182	94.466	1.116	49.679	1.609.690	<b>8,09</b>
Cuoio/gomme	237.040	134.143	61.695	18.522	36.898	30.946	6.483	19.665	545.391	<b>2,74</b>
Pannolini	283.562	112.963	29.506	5.145	2.170	32.574	2.593	33.119	501.634	<b>2,52</b>
Metalli ferrosi	316.792	155.324	64.378	27.783	31.471	42.347	11.669	19.665	669.428	<b>3,36</b>
Metalli non ferrosi	126.274	63.541	32.189	9.261	11.937	6.515	6.483	6.210	262.410	<b>1,32</b>
Vetro - 50 %	213.225	102.372	57.001	13.120	13.023	23.209	8.103	15.266	445.320	<b>2,24</b>
Inerti pesanti	237.040	176.504	53.648	19.551	23.875	35.832	6.483	18.630	571.562	<b>2,87</b>
Ingombranti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0,00</b>
Vari	199.380	105.902	32.189	22.638	34.727	24.431	16.855	20.700	456.821	<b>2,30</b>
<b>TOTALE</b>	<b>8.948.268</b>	<b>4.626.173</b>	<b>1.961.309</b>	<b>806.156</b>	<b>924.611</b>	<b>1.109.484</b>	<b>799.018</b>	<b>726.608</b>	<b>19.901.628</b>	<b>100,00</b>

Tab. 5

Certificazione campioni con valori espressi sulla sostanza secca												
Parametri	Unità misura	mm20	scarti mensa	Carta/cartone	Legno	Verde città	Plastica leg.	Plastica pes.	Tessili	Cuoio/gomme	Pannolini	Altro/inerti
Umidità	%	55,2	68,5	32,5	20,5	48,9	7,3	4,5	12,3	5,7	22,8	0,0
Sostanza secca	%	44,8	31,5	67,5	79,5	51,1	92,7	95,5	87,7	94,3	77,2	100,0
Ceneri	%	38,5	28,5	12,2	16,4	24,5	6,5	8,0	15,4	15,5	16,5	100,0
Solidi Volatili	%	61,5	71,5	87,8	83,6	75,5	93,5	92,0	84,6	84,6	83,5	0,0
pH	[H3O+]	7,8	7,6	7,2	7,3	6,7	6,8	7,2	7,9	7,0	8,3	n.r.
Carbonio tot.	%	38,2	39,5	48,8	52,6	45,5	59,9	60,5	52,2	51,2	51,5	0,0
Idrogeno	%	11,3	14,7	8,9	16,7	15,5	18,5	15,7	16,9	16,8	16,9	0,0
Ossigeno	%	10,5	14,6	13,3	13,3	12,6	14,2	13,6	13,8	14,8	14,5	0,0
Azoto	%	0,8	1,5	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0
Solfo	%	0,6	0,3	0,6	0,2	0,4	0,7	0,9	0,6	0,7	0,6	0,0
Cloro	%	0,4	0,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,8	0,3	0,5	0,6	0,0
Calcio	mg/kg	1.228,6	1.455,8	126,4	465,6	557,2	54,4	21,5	45,7	48,4	55,3	0,0
Magnesio	mg/kg	345,3	256,6	43,3	44,8	238,7	18,6	33,5	12,6	18,7	23,6	0,0
Potassio	mg/kg	658,5	488,6	128,6	227,8	425,4	25,7	14,8	12,8	12,6	33,8	0,0
Sodio	mg/kg	568,9	876,5	278,6	38,6	167,8	35,5	78,5	44,7	55,4	125,6	0,0
Antimonio	mg/kg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Arsenico	mg/kg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bario	mg/kg	28,5	55,1	12,3	10,6	27,8	22,5	33,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Berillio	mg/kg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cadmio	mg/kg	12,4	3,4	2,2	0,0	1,8	3,8	2,7	0,0	5,5	0,0	0,0
Cromo	mg/kg	67,8	55,5	34,5	68,5	55,5	15,6	26,7	12,8	33,5	55,6	0,0
Cobalto	mg/kg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ferro	mg/kg	1.678,9	567,5	45,5	46,7	75,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Manganese	mg/kg	46,7	55,8	12,4	15,6	21,6	12,6	7,8	6,5	7,8	24,5	0,0
Mercurio	mg/kg	11,8	2,5	1,2	0,0	0,0	3,2	1,8	0,0	2,1	0,0	0,0
Nichel	mg/kg	55,6	28,5	21,5	18,7	33,5	67,6	43,3	42,5	28,6	19,8	0,0
Piombo	mg/kg	558,4	186,7	56,7	83,2	32,8	18,9	45,5	34,5	43,7	38,9	0,0
Rame	mg/kg	128,9	112,4	89,6	134,5	24,5	32,4	12,8	19,6	10,5	23,6	0,0
Stagno	mg/kg	34,5	32,5	23,5	18,9	32,2	6,7	32,4	16,7	9,8	13,6	0,0
Zinco	mg/kg	134,5	126,7	34,5	39,6	12,4	32,6	33,5	12,4	121,1	12,5	0,0
Pot. cal. sup.	kcal/kg	1.156,7	2.625,6	5.934,5	5.878,9	4.875,5	8.545,8	8.643,5	6.245,6	6.188,5	4.127,8	0,0
Pot. cal. inf.	kcal/kg	578,9	1.876,9	5.481,6	5.027,2	4.085,0	7.602,3	7.842,8	5.383,7	5.331,7	3.265,9	0,0
Pot. cal t.q.	kcal/kg	-70,5	181,9	3.505,9	3.874,1	1.795,3	7.003,7	7.463,0	4.648,0	4.993,7	2.385,0	0,0

Tab. 6

## COMPOSIZIONE DEI RIFIUTI ATTUALI

Frazioni significative		mm20	scarti mensa	Carta cartone	Legno	Verde città	Plastica leg.	Plastica pes.	Tessili	Cuoio gomme	Panno lini	Altro inerti	Totale	
		kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno
Peso complessivo frazioni		3.353.484	9.349.391	6.892.454	938.451	1.206.334	3.027.141	991.586	1.609.690	545.391	501.634	3.741.501	32.157.057	Media
Umidità	Kg H2O	1.851.123	6.404.333	2.240.048	192.382	589.897	220.981	44.621	197.992	31.087	114.372	0	11.886.838	<b>36,96</b>
Sostanza secca	kg	1.502.361	2.945.058	4.652.406	746.069	616.437	2.806.160	946.964	1.411.698	514.304	387.261	3.741.501	20.270.219	<b>63,04</b>
Ceneri	kg	1.291.092	2.664.576	840.879	153.906	295.552	196.764	79.327	247.892	84.263	82.770	3.741.501	9.678.522	<b>30,10</b>
Solidi Volatili	kg	2.062.393	6.684.815	6.051.574	784.545	910.782	2.830.377	912.259	1.361.798	461.128	418.864	0	22.478.535	<b>69,90</b>
pH	[H3O+]	7,80	7,60	7,20	7,30	6,70	6,80	7,20	7,90	7,00	8,30	n.r.		<b>7,38</b>
Carbonio tot.	kg	1.281.702	3.688.335	3.360.761	493.156	548.882	1.813.257	599.909	840.258	279.240	258.341	0	13.163.842	<b>40,94</b>
Idrogeno	kg	379.950	1.372.491	612.050	156.721	186.982	560.021	155.679	272.038	91.626	84.776	0	3.872.333	<b>12,04</b>
Ossigeno	kg	352.787	1.360.336	913.250	124.814	151.395	429.854	134.360	222.137	80.718	72.737	0	3.842.388	<b>11,95</b>
Azoto	kg	27.499	142.111	689	94	9.651	0	0	0	545	502	0	181.090	<b>0,56</b>
Solfo	kg	18.444	31.788	37.908	1.877	4.222	19.676	8.428	8.853	3.818	2.759	0	137.775	<b>0,43</b>
Cloro	kg	14.085	52.357	13.785	1.408	2.654	4.541	7.437	4.507	2.454	3.010	0	106.237	<b>0,33</b>
Calcio	mg	4.120.090.990	13.610.843.526	871.206.168	436.942.777	672.169.194	164.676.469	21.319.093	73.562.841	26.396.931	27.740.333	0	20.024.948.323	<b>622,72</b>
Magnesio	mg	1.157.958.179	2.399.053.750	298.443.252	42.042.604	287.951.878	56.304.822	33.218.122	20.282.096	10.198.814	11.838.551	0	4.317.292.069	<b>134,26</b>
Potassio	mg	2.208.269.508	4.568.112.479	886.369.567	213.779.134	513.174.399	77.797.523	14.635.806	20.604.034	6.844.659	16.955.213	0	8.526.542.320	<b>265,15</b>
Sodio	mg	1.907.797.301	8.194.741.277	1.920.237.646	36.224.208	202.422.812	107.463.505	77.839.480	71.953.151	30.214.669	63.005.169	0	12.611.899.217	<b>392,20</b>
Antimonio	mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0,00</b>
Arsenico	mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0,00</b>
Bario	mg	95.406.632	515.338.436	84.777.182	9.947.580	33.536.080	68.110.672	33.118.964	0	0	0	0	840.235.547	<b>26,13</b>
Berillio	mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0,00</b>
Cadmio	mg	41.583.207	31.787.930	15.163.398	0	2.171.401	11.503.136	2.677.281	0	2.999.651	0	0	107.886.005	<b>3,35</b>
Cromo	mg	227.366.245	518.891.205	237.789.658	64.283.892	66.951.526	47.223.399	26.475.339	20.604.034	18.270.603	27.890.823	0	1.255.746.725	<b>39,05</b>
Cobalto	mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0,00</b>
Ferro	mg	5.630.165.036	5.305.779.435	313.606.651	43.825.661	91.078.202	0	0	0	0	0	0	11.384.454.984	<b>354,03</b>
Manganese	mg	156.607.724	521.696.022	85.466.428	14.639.835	26.056.810	38.141.976	7.734.369	10.462.986	4.254.051	12.290.021	0	877.350.222	<b>27,28</b>
Mercurio	mg	39.571.116	23.373.478	8.270.945	0	0	9.686.851	1.784.854	0	1.145.321	0	0	83.832.566	<b>2,61</b>
Nichel	mg	186.453.735	266.457.646	148.187.758	17.549.033	40.412.182	204.634.730	42.935.662	68.411.833	15.598.186	9.932.344	0	1.000.573.110	<b>31,12</b>
Piombo	mg	1.872.585.715	1.745.531.314	390.802.134	78.079.122	39.567.749	57.212.964	45.117.151	55.534.311	23.833.592	19.513.544	0	4.327.777.595	<b>134,58</b>
Rame	mg	432.264.145	1.050.871.557	617.563.866	126.221.657	29.555.178	98.079.368	12.692.297	31.549.928	5.726.607	11.838.551	0	2.416.363.153	<b>75,14</b>
Stagno	mg	115.695.213	303.855.210	161.972.666	17.736.724	38.843.948	20.281.845	32.127.378	26.881.826	5.344.833	6.822.216	0	729.561.858	<b>22,69</b>
Zinco	mg	451.043.658	1.184.567.849	237.789.658	37.162.659	14.958.539	98.684.796	33.218.122	19.960.158	66.046.866	6.270.419	0	2.149.702.724	<b>66,85</b>
Pot. cal. sup.	kcal	3.878.975.458	24.547.761.205	40.903.267.441	5.517.059.473	5.881.480.450	25.869.341.362	8.570.771.333	10.053.481.005	3.375.152.998	2.070.642.811	0	130.667.933.536	<b>4.063,43</b>
Pot. cal. inf.	kcal	1.941.231.541	17.548.059.095	37.781.812.936	4.717.780.772	4.927.873.580	23.013.233.850	7.776.808.632	8.666.089.037	2.907.861.879	1.638.284.887	0	110.919.036.209	<b>3.449,29</b>
Pot. cal t.q.	kcal	-236.374.509	1.701.049.716	24.164.295.348	3.635.687.200	2.165.679.805	21.201.231.457	7.400.190.982	7.481.859.929	2.723.539.094	1.196.418.400	0	71.433.577.420	<b>2.221,40</b>

Tab. 7

**COMPOSIZIONE RIFIUTI BREVE PERIODO  
R.D. 25 %**

Frazioni significative		mm20	scarti mensa	Carta/cartone	Legno	Verde città	Plastica leg.	Plastica pes.	Tessili	Cuoio/gomme	Pannolini	Altro/inerti	Totale	
		kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	Composizione
Peso complessivo frazioni		3.353.484	4.674.696	4.824.718	938.451	603.167	3.027.141	991.586	1.609.690	545.391	501.634	2.850.861	23.920.819	<b>Media</b>
Umidità	Kg H2O	1.851.123	3.202.166	1.568.033	192.382	294.949	220.981	44.621	197.992	31.087	114.372	0	7.717.708	<b>32,26</b>
Sostanza secca	kg	1.502.361	1.472.529	3.256.684	746.069	308.218	2.806.160	946.964	1.411.698	514.304	387.261	2.850.861	16.203.110	<b>67,74</b>
Ceneri	kg	1.291.092	1.332.288	588.616	153.906	147.776	196.764	79.327	247.892	84.263	82.770	2.850.861	7.055.554	<b>29,50</b>
Solidi Volatili	kg	2.062.393	3.342.407	4.236.102	784.545	455.391	2.830.377	912.259	1.361.798	461.128	418.864	0	16.865.264	<b>70,50</b>
pH	[H3O+]	8	8	7	7	7	7	7	8	7	8	n.r.		<b>7,38</b>
Carbonio tot.	kg	1.281.702	1.844.167	2.352.532	493.156	274.441	1.813.257	599.909	840.258	279.240	258.341	0	10.037.005	<b>41,96</b>
Idrogeno	kg	379.950	686.245	428.435	156.721	93.491	560.021	155.679	272.038	91.626	84.776	0	2.908.982	<b>12,16</b>
Ossigeno	kg	352.787	680.168	639.275	124.814	75.697	429.854	134.360	222.137	80.718	72.737	0	2.812.547	<b>11,76</b>
Azoto	kg	27.499	71.055	482	94	4.825	0	0	0	545	502	0	105.003	<b>0,44</b>
Solfo	kg	18.444	15.894	26.536	1.877	2.111	19.676	8.428	8.853	3.818	2.759	0	108.397	<b>0,45</b>
Cloro	kg	14.085	26.178	9.649	1.408	1.327	4.541	7.437	4.507	2.454	3.010	0	74.596	<b>0,31</b>
Calcio	mg	4.120.090.990	6.805.421.763	609.844.318	436.942.777	336.084.597	164.676.469	21.319.093	73.562.841	26.396.931	27.740.333	0	12.622.080.112	<b>527,66</b>
Magnesio	mg	1.157.958.179	1.199.526.875	208.910.277	42.042.604	143.975.939	56.304.822	33.218.122	20.282.096	10.198.814	11.838.551	0	2.884.256.279	<b>120,58</b>
Potassio	mg	2.208.269.508	2.284.056.239	620.458.697	213.779.134	256.587.200	77.797.523	14.635.806	20.604.034	6.844.659	16.955.213	0	5.719.988.011	<b>239,12</b>
Sodio	mg	1.907.797.301	4.097.370.638	1.344.166.352	36.224.208	101.211.406	107.463.505	77.839.480	71.953.151	30.214.669	63.005.169	0	7.837.245.879	<b>327,63</b>
Antimonio	mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0,00</b>
Arsenico	mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0,00</b>
Bario	mg	95.406.632	257.669.218	59.344.028	9.947.580	16.768.040	68.110.672	33.118.964	0	0	0	0	540.365.134	<b>22,59</b>
Berillio	mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0,00</b>
Cadmio	mg	41.583.207	15.893.965	10.614.379	0	1.085.700	11.503.136	2.677.281	0	2.999.651	0	0	86.357.320	<b>3,61</b>
Cromo	mg	227.366.245	259.445.602	166.452.761	64.283.892	33.475.763	47.223.399	26.475.339	20.604.034	18.270.603	27.890.823	0	891.488.463	<b>37,27</b>
Cobalto	mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0,00</b>
Ferro	mg	5.630.165.036	2.652.889.717	219.524.655	43.825.661	45.539.101	0	0	0	0	0	0	8.591.944.171	<b>359,18</b>
Manganese	mg	156.607.724	260.848.011	59.826.500	14.639.835	13.028.405	38.141.976	7.734.369	10.462.986	4.254.051	12.290.021	0	577.833.878	<b>24,16</b>
Mercurio	mg	39.571.116	11.686.739	5.789.661	0	0	9.686.851	1.784.854	0	1.145.321	0	0	69.664.543	<b>2,91</b>
Nichel	mg	186.453.735	133.228.823	103.731.431	17.549.033	20.206.091	204.634.730	42.935.662	68.411.833	15.598.186	9.932.344	0	802.681.868	<b>33,56</b>
Piombo	mg	1.872.585.715	872.765.657	273.561.494	78.079.122	19.783.874	57.212.964	45.117.151	55.534.311	23.833.592	19.513.544	0	3.317.987.424	<b>138,71</b>
Rame	mg	432.264.145	525.435.778	432.294.706	126.221.657	14.777.589	98.079.368	12.692.297	31.549.928	5.726.607	11.838.551	0	1.690.880.626	<b>70,69</b>
Stagno	mg	115.695.213	151.927.605	113.380.866	17.736.724	19.421.974	20.281.845	32.127.378	26.881.826	5.344.833	6.822.216	0	509.620.479	<b>21,30</b>
Zinco	mg	451.043.658	592.283.925	166.452.761	37.162.659	7.479.270	98.684.796	33.218.122	19.960.158	66.046.866	6.270.419	0	1.478.602.633	<b>61,81</b>
Pot. cal. sup.	kcal	3.878.975.458	12.273.880.602	28.632.287.209	5.517.059.473	2.940.740.225	25.869.341.362	8.570.771.333	10.053.481.005	3.375.152.998	2.070.642.811	0	103.182.332.476	<b>4.313,50</b>
Pot. cal. inf.	kcal	1.941.231.541	8.774.029.548	26.447.269.055	4.717.780.772	2.463.936.790	23.013.233.850	7.776.808.632	8.666.089.037	2.907.861.879	1.638.284.887	0	88.346.525.991	<b>3.693,29</b>
Pot. cal t.q.	kcal	-236.374.509	850.524.858	16.915.006.743	3.635.687.200	1.082.839.902	21.201.231.457	7.400.190.982	7.481.859.929	2.723.539.094	1.196.418.400	0	62.250.924.055	<b>2.602,37</b>

Tab. 8

COMPOSIZIONE RIFIUTI MEDIO PERIODO R.D. 36 %													Totale	
Frazioni significative		mm20	scarti mensa	Carta/cartone	Legno	Verde città	Plastica leg.	Plastica pes.	Tessili	Cuoio/gomme	Pannolini	Altro/inerti	kg/anno	Composizione
		kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	kg/anno	Media
Peso complessivo frazioni		3.353.484	1.402.409	4.824.718	938.451	301.583	3.027.141	991.586	1.609.690	545.391	501.634	2.405.542	19.901.628	
Umidità	Kg H2O	1.851.123	960.650	1.568.033	192.382	147.474	220.981	44.621	197.992	31.087	114.372	0	5.328.718	<b>26,78</b>
Sostanza secca	kg	1.502.361	441.759	3.256.684	746.069	154.109	2.806.160	946.964	1.411.698	514.304	387.261	2.405.542	14.572.911	<b>73,22</b>
Ceneri	kg	1.291.092	399.686	588.616	153.906	73.888	196.764	79.327	247.892	84.263	82.770	2.405.542	5.603.745	<b>28,16</b>
Solidi Volatili	kg	2.062.393	1.002.722	4.236.102	784.545	227.696	2.830.377	912.259	1.361.798	461.128	418.864	0	14.297.884	<b>71,84</b>
pH	[H3O+]	8	8	7	7	7	7	7	8	7	8	n.r.		<b>7,38</b>
Carbonio tot.	kg	1.281.702	553.250	2.352.532	493.156	137.220	1.813.257	599.909	840.258	279.240	258.341	0	8.608.867	<b>43,26</b>
Idrogeno	kg	379.950	205.874	428.435	156.721	46.745	560.021	155.679	272.038	91.626	84.776	0	2.381.865	<b>11,97</b>
Ossigeno	kg	352.787	204.050	639.275	124.814	37.849	429.854	134.360	222.137	80.718	72.737	0	2.298.581	<b>11,55</b>
Azoto	kg	27.499	21.317	482	94	2.413	0	0	0	545	502	0	52.851	<b>0,27</b>
Solfo	kg	18.444	4.768	26.536	1.877	1.056	19.676	8.428	8.853	3.818	2.759	0	96.216	<b>0,48</b>
Cloro	kg	14.085	7.853	9.649	1.408	663	4.541	7.437	4.507	2.454	3.010	0	55.608	<b>0,28</b>
Calcio	mg	4.120.090.990	2.041.626.529	609.844.318	436.942.777	168.042.299	164.676.469	21.319.093	73.562.841	26.396.931	27.740.333	0	7.690.242.580	<b>386,41</b>
Magnesio	mg	1.157.958.179	359.858.062	208.910.277	42.042.604	71.987.970	56.304.822	33.218.122	20.282.096	10.198.814	11.838.551	0	1.972.599.497	<b>99,12</b>
Potassio	mg	2.208.269.508	685.216.872	620.458.697	213.779.134	128.293.600	77.797.523	14.635.806	20.604.034	6.844.659	16.955.213	0	3.992.855.044	<b>200,63</b>
Sodio	mg	1.907.797.301	1.229.211.191	1.344.166.352	36.224.208	50.605.703	107.463.505	77.839.480	71.953.151	30.214.669	63.005.169	0	4.918.480.730	<b>247,14</b>
Antimonio	mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0,00</b>
Arsenico	mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0,00</b>
Bario	mg	95.406.632	77.300.765	59.344.028	9.947.580	8.384.020	68.110.672	33.118.964	0	0	0	0	351.612.662	<b>17,67</b>
Berillio	mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0,00</b>
Cadmio	mg	41.583.207	4.768.189	10.614.379	0	542.850	11.503.136	2.677.281	0	2.999.651	0	0	74.688.694	<b>3,75</b>
Cromo	mg	227.366.245	77.833.681	166.452.761	64.283.892	16.737.881	47.223.399	26.475.339	20.604.034	18.270.603	27.890.823	0	693.138.659	<b>34,83</b>
Cobalto	mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0,00</b>
Ferro	mg	5.630.165.036	795.866.915	219.524.655	43.825.661	22.769.551	0	0	0	0	0	0	6.712.151.818	<b>337,27</b>
Manganese	mg	156.607.724	78.254.403	59.826.500	14.639.835	6.514.203	38.141.976	7.734.369	10.462.986	4.254.051	12.290.021	0	388.726.067	<b>19,53</b>
Mercurio	mg	39.571.116	3.506.022	5.789.661	0	0	9.686.851	1.784.854	0	1.145.321	0	0	61.483.826	<b>3,09</b>
Nichel	mg	186.453.735	39.968.647	103.731.431	17.549.033	10.103.046	204.634.730	42.935.662	68.411.833	15.598.186	9.932.344	0	699.318.647	<b>35,14</b>
Piombo	mg	1.872.585.715	261.829.697	273.561.494	78.079.122	9.891.937	57.212.964	45.117.151	55.534.311	23.833.592	19.513.544	0	2.697.159.527	<b>135,52</b>
Rame	mg	432.264.145	157.630.734	432.294.706	126.221.657	7.388.795	98.079.368	12.692.297	31.549.928	5.726.607	11.838.551	0	1.315.686.787	<b>66,11</b>
Stagno	mg	115.695.213	45.578.281	113.380.866	17.736.724	9.710.987	20.281.845	32.127.378	26.881.826	5.344.833	6.822.216	0	393.560.169	<b>19,78</b>
Zinco	mg	451.043.658	177.685.177	166.452.761	37.162.659	3.739.635	98.684.796	33.218.122	19.960.158	66.046.866	6.270.419	0	1.060.264.251	<b>53,28</b>
Pot. cal. sup.	kcal	3.878.975.458	3.682.164.181	28.632.287.209	5.517.059.473	1.470.370.112	25.869.341.362	8.570.771.333	10.053.481.005	3.375.152.998	2.070.642.811	0	93.120.245.942	<b>4.679,03</b>
Pot. cal. inf.	kcal	1.941.231.541	2.632.208.864	26.447.269.055	4.717.780.772	1.231.968.395	23.013.233.850	7.776.808.632	8.666.089.037	2.907.861.879	1.638.284.887	0	80.972.736.913	<b>4.068,65</b>
Pot. cal t.q.	kcal	-236.374.509	255.157.457	16.915.006.743	3.635.687.200	541.419.951	21.201.231.457	7.400.190.982	7.481.859.929	2.723.539.094	1.196.418.400	0	61.114.136.704	<b>3.070,81</b>

