

# Rifiuti

I rifiuti solidi costituiscono delle *matrici molto differenziate ed eterogenee*, come:

- ♦ **Composizioni;**
- ♦ **Granulometria;**
- ♦ **Dimensioni;**
- ♦ **Caratteristiche.**

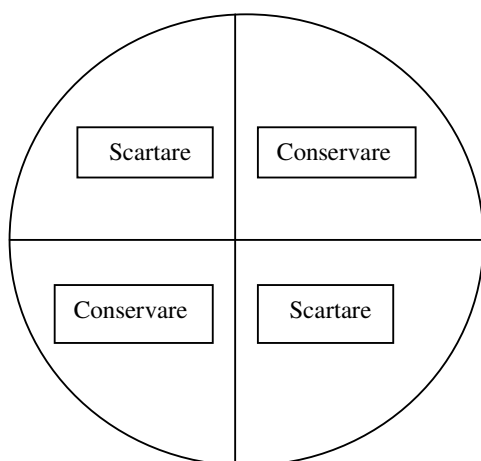
La loro classificazione avviene secondo quanto stabilito dalla norma (D.L.5 febbraio 1997, n.22 decreto Ronchi.) che non si rifà, sé non in parte a parametri analitici o chimico-fisici, ma bensì **all'origine o alla pericolosità**.

Tuttavia, la conoscenza della composizione e della caratteristiche chimico-fisiche dei rifiuti è necessaria per la scelta e la progettazione dei sistemi di gestione e trattamento.

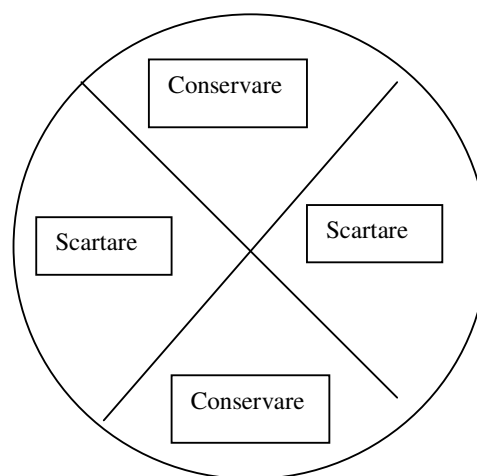
# Analisi merceologica dei rifiuti

1. individuazione del campione di rifiuti rappresentativo della composizione merceologica dei rifiuti raccolti in un certo bacino di utenza.
2. metodica di analisi del CNR  $\Rightarrow$  3 ÷ 4 tonnellate<sup>a</sup> .
3. pesatura ed inquartamento del campione, previa separazione degli oggetti ingombranti <sup>b</sup>

## Primo inquartamento



**Altezza 60 cm**  
**Peso 3000-4000 Kg**



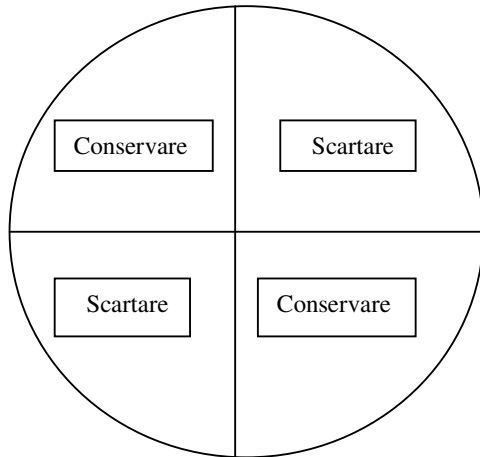
**Altezza 30 cm**  
**Peso 1500-2000 Kg**

---

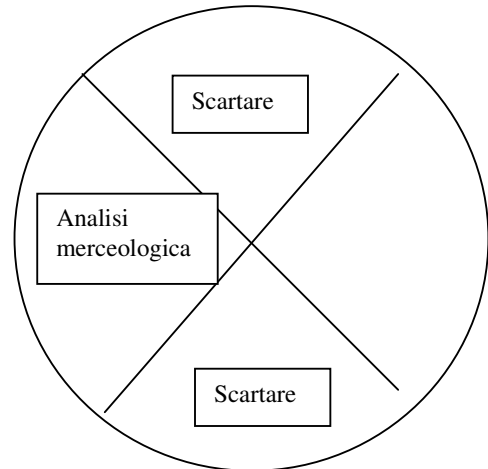
<sup>a</sup> carico di un automezzo il cui percorso di raccolta sia stato scelto come rappresentativo della composizione media dei rifiuti della zona presa in esame

<sup>b</sup> pneumatici, scatoloni, mobiletti vari, materassi, elettrodomestici ecc..

## Secondo inquartamento



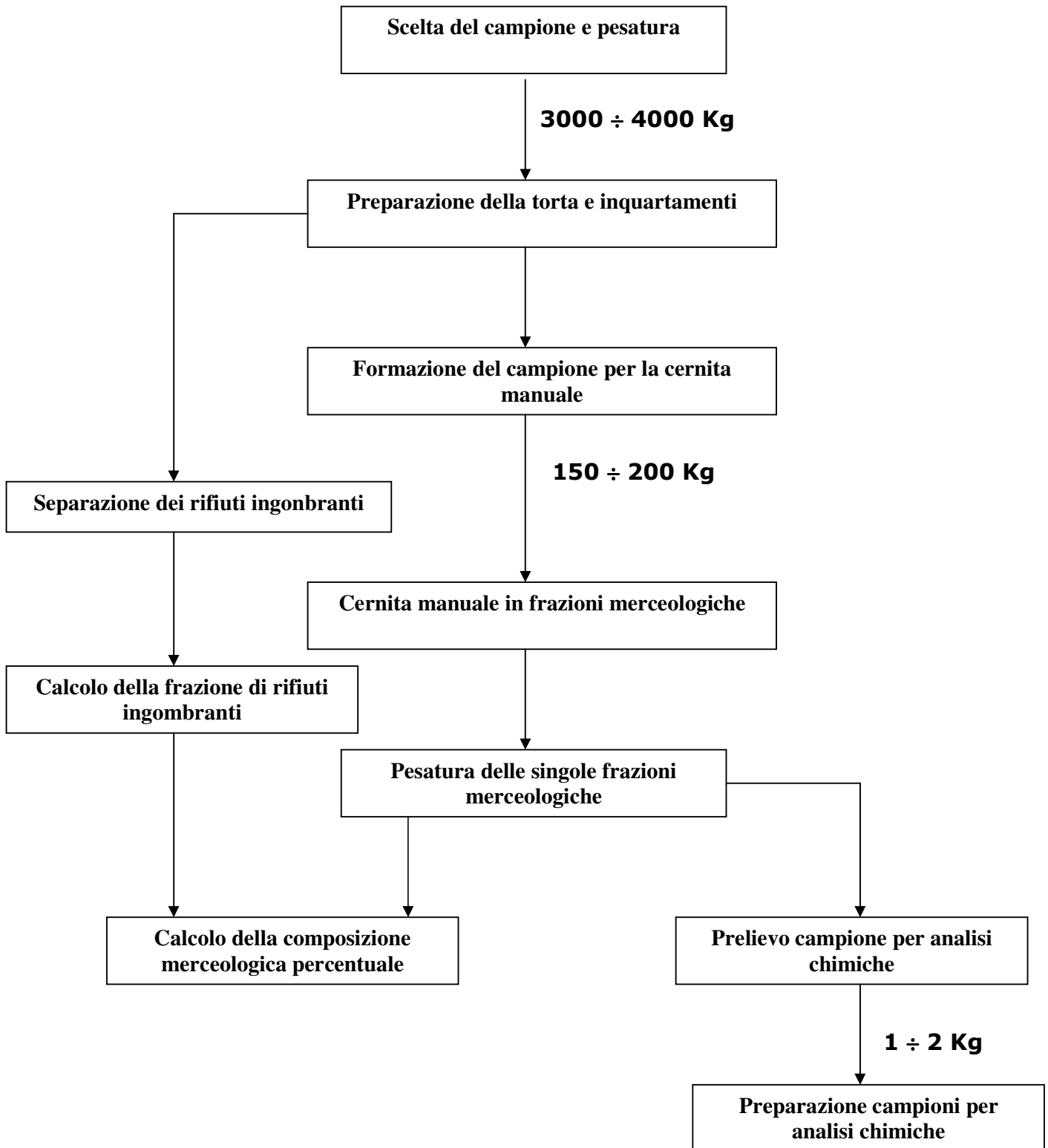
**Altezza 25 cm**  
**Peso 750-800 Kg**



**Altezza 25cm**  
**Peso 350-400 Kg**

Al termine degli inquartamenti si ottiene un residuo di circa 200 Kg che costituisce il materiale di riferimento per la **valutazione della composizione merceologica**:

- ♦ si passa ad un vaglio (20 mm di luce) tutta la massa, raccogliendo il sottovaglio su di un telo di plastica;
- ♦ si procede alla cernita manuale del sopravaglio delle categorie merceologiche adottate;
- ♦ a conclusione di questa operazione si pesano i rifiuti appartenenti alle differenti classi.



Le classi merceologiche possibili sono:

- ◆ **sottovaglio:** tutto ciò che passa al vaglio di 20mm, è costituito essenzialmente da sostanze organiche e inerti;
- ◆ **vetro;**
- ◆ **altri inerti:** porcellana, ceramica, pietre, gessi, mattoni, ecc..;
- ◆ **metalli:** questa categoria include materiali costituiti da ferro e da altri metalli escluso l'alluminio;
- ◆ **alluminio:** include lattine di alluminio ma anche fogli di alluminio in film come buste per le patatine, per il caffè, vaschette per alimenti, ecc..;
- ◆ **pile e batterie:** escluso le pile a bottone che solitamente passano nel sottovaglio;
- ◆ **farmaci:** confezioni con medicinali interi o parti di essi;
- ◆ **contenitori T e/o F:** contenitori anche vuoti, di sostanze tossiche ed infiammabili;
- ◆ **altri pericolosi:** termometri, lampade a fluorescenza e a vapori metallici, siringhe, ecc..;
- ◆ **tessili:** abiti, giacche, stoffe, ecc..;
- ◆ **pelli e cuoio:** scarpe, cinture, ecc..;
- ◆ **plastica in film:** buste e sacchetti di plastica, polietilene da imballo sottile ecc..;
- ◆ **contenitori in plastica:** solo contenitori per liquidi (latte, acqua, bibite, detersivi, ecc..);
- ◆ **altra plastica:** contenitori vari non per liquidi, plastica rigida per imballi, polistirene ed altri poliespansi, oggetti in plastica dura in genere;
- ◆ **organico putrescibile:** alimenti, materiale organico di origine vegetale o animale;
- ◆ **carta:** carta e materiali cellulosici che possono essere assimilati quali ad esempio cotone idrofilo, assorbenti igienici, pannolini per infanti;
- ◆ **cartone:** cartone da imballo;
- ◆ **legno.**

Su alcune frazioni è possibile effettuare un'ulteriore suddivisione.

Il **sottovaglio**, ad esempio, può essere suddiviso in varie frazioni granulometriche:

<b>&gt; 10 mm</b>	<b>5 ÷ 10 mm</b>
<b>3 ÷ 5 mm</b>	<b>&lt; 3 mm</b>

E' così possibile separare la frazione del sottovaglio a granulometria più fine, che spesso risulta essere quella maggiormente inquinata da metalli pesanti.

A secondo dell'obbiettivo dell'analisi merceologica, si possono accorpate variamente le classi prima elencate:

- ♦ definizione dei flussi di materiali in un sistema di gestione integrato dei rifiuti ⇒ tutte le classi;
- ♦ ai fini del trattamento - smaltimento ⇒ accorpate con criterio di omogeneità rispetto al trattamento (ad es.: frazione organica comportabile, frazione combustibile, inerti, ecc..)

Per le valutazioni statistiche più generali le classi merceologiche sono ridotte a otto categorie, raggruppando le classi secondo criteri di omogeneità ( ad es.: di composizione, quali carta e cartone, contenuto energetico, quali plastiche e gomma, pericolosità, ecc.):

- 1. cellullosici**, che include le classi (carta e cartoni);
- 2. tessili e legno**, che include le classi (tessili - cuoio e pellami - legno);
- 3. metalli**, che include le classi (metalli - alluminio);
- 4. materiali plastici**, che include le classi (plastica in film - contenitori - altra plastica );
- 5. vetro e inerti**, che include le classi (vetro - altri inerti);
- 6. materiale organico**, che comprende la classe organico putrescibile);
- 7. rifiuti urbani pericolosi (RUP)**, che include le classi 8pile e batterie - farmaci - contenitori di sostanze tossiche e/o infiammabili - altri pericolosi);
- 8. sottovaglio**, che comprende la classe (sottovaglio).

# **Analisi chimico – fisica dei rifiuti**

Oltre alle caratteristiche merceologiche, si effettuano anche le seguenti analisi, per caratterizzare l' idoneità rispetto ai trattamenti e per poter quantificare i bilanci di materia delle trasformazioni che avvengono nei trattamenti dei rifiuti ( incenerimento, trattamenti biologici ecc.):

- ♦ **umidità;**
- ♦ **sostanze volatili;**
- ♦ **ceneri;**
- ♦ **analisi elementare;**
- ♦ **potere calorifico;**
- ♦ **densità.**

## Umidità

L'umidità percentuale si definisce come:

$$U \% = (G-E) / G * 100$$

dove **G** è il peso in grammi del campione tal quale ed **E** è il peso del campione essiccato (a 105° C per un certo tempo, come per la determinazione dei solidi totali nelle acque).

Il **tenore percentuale secco** , complemento a 100% dell'umidità, è quindi definibile come:

$$SS \% = E / G * 100$$

L'umidità dipende molto dalla quantità di sostanza organica presente:

≈ **40 ÷ 45 %** per gli RSU tal quali.

### Valori medi di umidità per alcune frazioni merceologiche (%)

Carta – cartone	6
Materie plastiche	2
Metalli	2
Frazioni organiche	70
Sottovaglio	30

## Sostanze volatili – ceneri

La sostanza secca prima definita può essere classificata in componente volatile (sost. organica) e ceneri (sost. inorganica).

Le ceneri si ottengono per calcinazione in forno a muffola a 650°C per 4 – 6 ore.

Sia le sostanze volatili **SV** che le ceneri **C** vengono espresse in percentuale sul peso della sostanza secca:

$$SV = [ (P_s - P_c) / P_s ] * 100$$

e inversamente:

$$C = [ (P_s - P_{sv}) / P_s ] * 100$$

dove:

**P<sub>c</sub> = peso delle ceneri in grammi**

**P<sub>s</sub> = peso del secco in grammi**

**P<sub>sv</sub> = peso del secco volatile in grammi**

## Analisi elementare

Serve per:

- ♦ individuare la presenza e la concentrazione di elementi inquinanti;
- ♦ valutare la presenza di elementi nutritivi, necessari nei processi di trattamento biologico;
- ♦ calcolo teorico del potere calorifico.

## Esempio: rifiuti di Milano (1993)

<b>Analisi elementare</b>		
<b>Carbonio</b>	<b>% s.s</b>	<b>40,85</b>
<b>Azoto</b>	<b>% s.s</b>	<b>1,28</b>
<b>Idrogeno</b>	<b>% s.s</b>	<b>6,26</b>
<b>Ossigeno</b>	<b>% s.s</b>	<b>32,05</b>
<b>Zolfo</b>	<b>% s.s</b>	<b>0,08</b>
<b>Cadmio</b>	<b>mg/Kg s.s</b>	<b>1,82</b>
<b>Cromo totale</b>	<b>mg/Kg s.s</b>	<b>44,78</b>
<b>Piombo</b>	<b>mg/Kg s.s</b>	<b>185,68</b>
<b>Rame</b>	<b>mg/Kg s.s</b>	<b>112,24</b>
<b>Zinco</b>	<b>mg/Kg s.s</b>	<b>370,31</b>
<b>Arsenico</b>	<b>mg/Kg s.s</b>	<b>0,58</b>
<b>Antimonio</b>	<b>mg/Kg s.s</b>	<b>1,41</b>
<b>Mercurio</b>	<b>mg/Kg s.s</b>	<b>1,24</b>
<b>Fluoruri</b>	<b>mg/Kg s.s</b>	<b>75,43</b>
<b>Cloruri</b>	<b>mg/Kg s.s</b>	<b>5003,05</b>
<b>Bromuri</b>	<b>mg/Kg s.s</b>	<b>n.r</b>

## Potere calorifico

*Potere calorifico superiore* **PCS** : joule o calorie sviluppate dalla completa combustione del campione secco.

*Potere calorifico inferiore secco* **PCIS** o **PCI<sub>s</sub>** : ottenuto sottraendo dal PCS il calore latente di evaporazione dell'acqua che si forma per reazione/combinazione dell'idrogeno presente nel combustibile con l'ossigeno e che ovviamente alla temperatura di combustione si trova in forma di vapore:

$$\mathbf{PCI_s = PCS - 597,5 * n} \quad \mathbf{[ Kcal/Kg comb.secco ]}$$

$$\mathbf{PCI_s = PCS - 600 * n}$$

N = moli di acqua formata per reazione<sup>a</sup>

*Potere calorifico inferiore* **PCI** : ottenuto dal **PCIS** il calore latente di evaporazione dell'acqua contenuta nel combustibile<sup>b</sup>

$$\mathbf{PCI = \frac{PCI_s * (100 - U\%) - Z * U\%}{100}} \quad \mathbf{[Kcal/Kg comb.umido ]}$$

$$\mathbf{PCI = PCI_s - Z * U\%} \quad \mathbf{[Kcal/Kg secco nel comb. umido ]}$$

Z = calore latente di evaporazione dell'acqua.

---

<sup>a</sup> per ogni mole di H<sub>2</sub> presente nel combustibile si forma una mole di acqua

<sup>b</sup> umidità del combustibile

Il calcolo del PCI, nota la composizione elementare del combustibile, è possibile mediante la **Formula di Dulong**:

$$\text{PCI} = 81 * C + 287,0 * (H - 0,125 * O) + 22,1 * S - 6 * U$$

**[ Kcal/Kg secco contenuto nel combustibile ]**

**C, H, O** ed **S** sono le percentuali delle componenti elementari espresso sul secco.

Le percentuali sull'umido e non sul secco si esprimono come:

$$\% \text{ umido} = \% \text{ secco} * ( 1 - U\% )$$

Quindi esprimendo C, H, O, S come percentuali sul combustibile umido, si ottiene:

$$\text{PCI} = 81 * C + 287,0 * (H - 0,125 * O) + 22,1 * S - 6 * U$$

**[ Kcal/Kg combustibile umido ]**

Per passare da **Kcal** a **KJ<sup>a</sup>**, si deve moltiplicare per 4,187.

---

<sup>a</sup> KJoule

## Densità

La densità delle diverse frazioni merceologiche dipende molto dal *grado di compattazione*.

Sia nei sistemi di raccolta dei rifiuti (autocompattatori) che a seguito di prolungati stoccaggi ( come anche in discarica), la compattazione aumenta.

	Densità tipica	Rapporti di compattazione		
	Kg/m <sup>3</sup>	Scarso	Medio	Ottimo
Residuo di cibo	288	2	2,8	3
Carta	82	2,5	4,5	6
Cartone	50	-	-	-
Plastica	64	5	6,7	10
Tessili	64	2,5	5,8	6,5
Sfalci verdi	104	2	4	5
Gomma	128	2,5	3	3,3
Cuoio	160	-	-	-
Legno	240	-	-	-
Vetro	194	1	1,7	2,5
Lattine	88	-	-	-
Metalli non ferrosi	160	3,3	5,6	6,7
Metalli ferrosi	320	1,7	2,9	3,3

## **D.L. 5 febbraio 1997, n.22**

### **Decreto Ronchi**

Attuazione delle direttive

- 91/156/CEE sui rifiuti
- 91/689/ CEE sui rifiuti pericolosi
- 94/62/ CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio

pubblicato nelle *gazzetta ufficiale n.38 del 15/02/1997, suppl ordinario n.33*

### **Art. n.2**

La gestione dei rifiuti costituisce attività di pubblico interesse.

I rifiuti devono essere recuperati o smaltiti senza pericolo per la salute dell'uomo e senza usare procedimenti o metodi che potrebbero recare pregiudizio all'ambiente e, in particolare:

- ♦ senza determinare rischi per l'acqua, l'aria, il suolo e per la fauna e la flora;
- ♦ senza causare inconvenienti da rumore o odori;
- ♦ senza danneggiare il paesaggio e i siti di particolare interesse, tutelati in base alla normativa vigente.

## **Principi generali**

- ♦ prevenzione e riduzione della quantità e della pericolosità dei rifiuti (art.3)
- ♦ riduzione dello smaltimento finale dei rifiuti (art.4) attraverso:
  1. il reimpiego ed il riciclaggio,
  2. le altre forme di recupero per ottenere materia prima dai rifiuti,
  3. l'impiego dei materiali recuperati dai rifiuti al fine di favorire il mercato dei materiali medesimi,
  4. l'utilizzazione principale dei rifiuti come combustibile o come altro mezzo per produrre energia.

A partire dal 01/01/1999 la realizzazione e la gestione di nuovi impianti di incenerimento possono essere autorizzate solo se il relativo processo di combustione è accompagnato da recupero energetico.

Dal 01/01/2000 è consentito smaltire in discarica solo i rifiuti inerti, i rifiuti individuati da specifiche norme tecniche ed i rifiuti "residui" che derivano dalle operazioni di riciclaggio, di recupero e smaltimento (art. 5)

## **Definizione (art.6)**

**Rifiuto:** qualsiasi sostanza od oggetto che rientri nella categorie riportate nell'allegato A e di cui il detentore si disfi o abbia deciso l'obbligo di disfarsi.

## **Classificazione dei rifiuti (art. 7)**

*Secondo l'origine:*

- ♦ rifiuti urbani;
- ♦ rifiuti speciali.

*Secondo le caratteristiche di pericolosità:*

- ♦ rifiuti pericolosi;
- ♦ rifiuti non pericolosi.

## **Rifiuti urbani**

- a) rifiuti domestici, anche ingombranti, provenienti da locali e luoghi adibiti ad uso di civile abitazione;
- b) rifiuti non pericolosi provenienti da locali e luoghi adibiti ad usi diversi da quelli alla lettera a), assimilati ai rifiuti urbani per qualità e quantità, ai sensi degli art.18 e 21 ⇒ lo stato deve determinare i criteri qualitativi e quantitativi, i comuni sanciscono l'assimilabilità sulla base dei precedenti criteri;
- c) Rifiuti provenienti dallo spezzamento delle strade;
- d) Rifiuti di qualunque natura o provenienza, giacenti sulle strade ed aree pubbliche o sulle strade ed aree private comunque soggette ad uso pubblico o sulle spiagge marittime e lacunari e sulle rive dei corsi d'acqua;
- e) Rifiuti vegetali provenienti da aree verdi. Quali giardini, parchi e aree cimiteriali;
- f) Rifiuti provenienti da esumazioni ed estumulazioni, nonché gli altri rifiuti provenienti da attività cimiteriali.

## Rifiuti speciali

- a) Rifiuti da attività agricole e agro – industriali;
- b) Rifiuti derivati dalle attività di demolizione, costruzione, nonché i rifiuti pericolosi che derivano dalle attività di scavo;
- c) Rifiuti da lavorazioni industriali;
- d) Rifiuti da lavorazioni artigianali;
- e) Rifiuti da attività commerciali;
- f) Rifiuti da attività di servizio;
- g) Rifiuti derivati dall'attività di recupero e smaltimento di rifiuti, i fanghi prodotti dalla potabilizzazione e da altri trattamenti delle acque e dalla depurazione delle acque reflue e da abbattimento di fumi;
- h) Rifiuti derivati da attività sanitarie;
- i) Macchinari e apparecchiature deteriorati ed obsoleti;
- j) Veicoli a motore, rimorchi e simili fuori uso e loro parti.

**Note:** per il D.M. 26/06/2000 n.219, i rifiuti sanitari sono pienamente assimilati ai rifiuti solidi urbani laddove, nell'ambito territoriale, in cui essi siano prodotti, sia in esercizio almeno un impianto di incenerimento per rifiuti urbani.

Sono pericolosi i rifiuti non domestici di cui all'allegato D del Decr.Lgs. n.22/97, sulla base degli allegati G,H, e I (decr. Lgs. 22/97, art.7, comma 4)

Tuttavia, finche la nuova normativa non sarà completa di tutte le norme regolamentari e tecniche, si fa ancora temporaneo riferimento alla *deliberazione del comitato interministeriale* di cui all'art.4 del D.P.R. 915/82, emanato il 27/07/1984, che stabiliva una categoria di *rifiuti tossici nocivi*, non più esistente nel nuovo testo legislativo.

Secondo tale delibera, sono definiti tossici e nocivi i rifiuti che contengono almeno una delle 28 sostanze elencate nell'allegato al D.P.R. 915/82, al di sopra di una certa concentrazione limite.

## Catasto dei rifiuti speciali

Il D. Lgs. 22/97 e il relativo decreto attuativo<sup>1</sup> istituiscono la sezione nazionale del catasto dei rifiuti presso l'ANPA<sup>2</sup> e le sezioni regionali presso le ARPA/APPA.

La base informativa del catasto dei rifiuti è costituito principalmente dai dati provenienti dalle dichiarazioni MUD<sup>3</sup>, che devono essere presentate da (quasi) tutti i produttori di rifiuti speciali.

La base di catalogazione del catasto è fornita da codici che individuano (analogamente a quanto avviene per i codici ISTAT delle attività economiche) univocamente il tipo e la provenienza del rifiuto.

I codici dei rifiuti **CIR**<sup>4</sup> sono ora stati sostituiti dai codici **CER**<sup>5</sup>

---

<sup>1</sup> D.M. n.372 del 04/08/1998

<sup>2</sup> agenzia nazionale per l'ambiente

<sup>3</sup> modello unico di dichiarazione

<sup>4</sup> catalogo italiano rifiuti

<sup>5</sup> Catalogo europeo rifiuti

## **Alcuni esempi di classi di rifiuti (codice CER)**

- **020000** rifiuti provenienti da produzione, trattamento e preparazione di alimenti in agricoltura, orticoltura, caccia, pesca ed acquicoltura;
- **020100** rifiuti delle produzioni primarie;
- **020102** scarti animali;
- **020103** scarti vegetali;
- **020104** rifiuti di plastica (esclusi imballaggi);
- **020105** rifiuti agro – chimici;
- **020200** rifiuti della preparazione e del trattamento di carne, pesce ed altri alimenti di origine animale;
- **020201** fanghi da operazione di lavaggio e pulizia;
- **020202** scarti animali;
- **020300** rifiuti della preparazione del trattamento di frutta, vegetali, cereali, oli alimentari, caffè, tabacco; della produzione di conserve alimentari; della lavorazione del tabacco;
- **020301** fanghi derivati da operazioni di lavaggio, pulizia, sbucciatura, centrifugazione e separazione di componenti;
- **020302** rifiuti dall'impiego di conservanti;
- **020303** rifiuti da separazioni con solventi;
- **020304** scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione;
- **040000** rifiuti della produzione conciaria e tessile;
- **040100** rifiuti dell'industria della lavorazione della pelle;
- **040101** carniccio e frammenti di calce;
- **040102** rifiuti di calcinazione;
- **040103** bagni di sgrassatura esauriti contenenti solventi senza fase liquida;
- **040104** liquido di concia contenente cromo;
- **040200** rifiuti dell'industria tessile;
- **040201** rifiuti da fibre tessili grezze e da altre sostanze fibrose naturali. principalmente di origine vegetale;
- **040202** rifiuti da fibre tessili grezze principalmente di origine animale;
- **040210** materiale organico proveniente da prodotti naturali (grasso, cera);
- **040213** tinture e pigmenti;

## Produzione di rifiuti in Italia (1998)

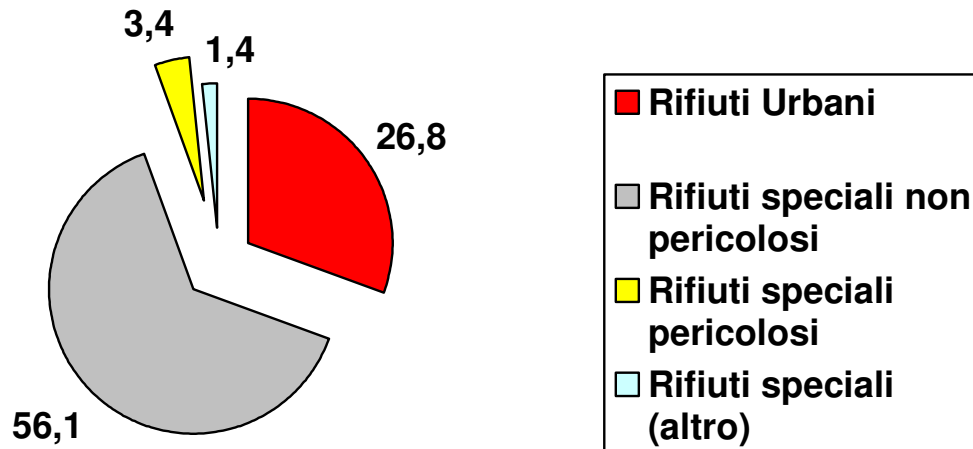
### Rifiuti urbani e speciali (RS) in (10<sup>3</sup> t/anno)

*tra parentesi i dati di produzione procapite [Kg/(ab\*anno)].*

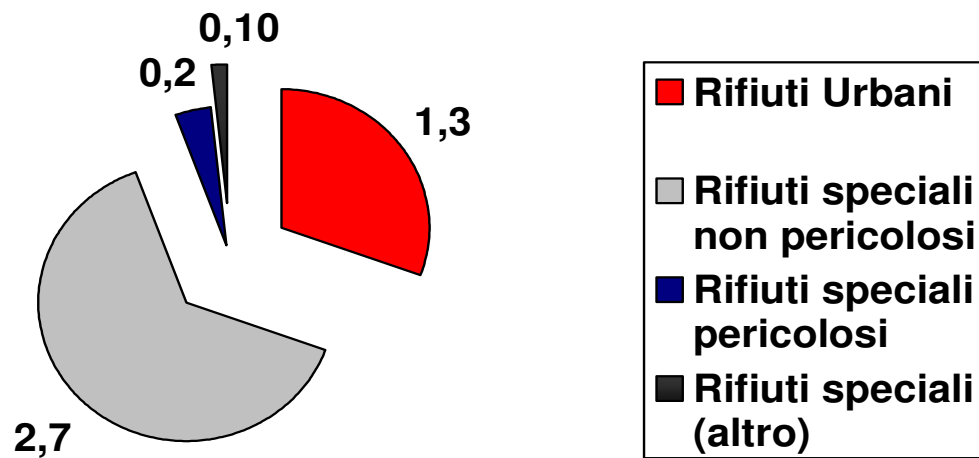
<b>Regione</b>	<b>Rif. Urb.</b>	<b>R.S. non peric.</b>	<b>R.S. peric.</b>	<b>R.S.-Altro</b>	<b>R.s. - totale</b>
Piemonte	1916 (447)	4646 (1083)	279,6 (65)	67,4	<b>4993 (1164)</b>
Valle d'Aosta	60 (503)	106 (889)	3,6 (30)	1,5	<b>111 (928)</b>
Lombardia	4057 (449)	10993 (1223)	831,9 (93)	164,8	<b>11990 (1334)</b>
Trent.A.Adige	510 (549)	1056 (1142)	28,3 (31)	7,2	<b>1091 (1180)</b>
Veneto	2025 (451)	7388 (1653)	386,4 (86)	176,5	<b>7951 (1779)</b>
Friv.Venez.Giu.	541 (457)	1589 (1341)	63,5 (54)	4,5	<b>1657 (1399)</b>
Liguria	869 (533)	1457 (887)	73,7 (45)	50,5	<b>1581 (963)</b>
Emilia Romagna	2267 (573)	6013 (1523)	298,9 (76)	74,4	<b>6387 (1618)</b>
Toscana	1965 (557)	5858 (1661)	90,8 (26)	48,0	<b>5997 (1700)</b>
Umbria	431 (518)	1054 (1268)	32,1 (39)	6,6	<b>1093 (1314)</b>
Marche	736 (506)	1837 (1266)	34,2 (24)	9,1	<b>1881 (1296)</b>
Lazio	2708 (515)	2631 (502)	100,1 (19)	111,7	<b>2843 (542)</b>
Abruzzo	545 (427)	1205 (944)	37,3 (29)	50,7	<b>1293 (1013)</b>
Molise	112 (339)	281 (852)	20,4 (62)	3,0	<b>304 (992)</b>
Campania	2456 (424)	2306 (398)	73,3 (13)	119,7	<b>2499 (431)</b>
Puglia	1449 (354)	2932 (717)	450,7 (110)	158,5	<b>3541 (866)</b>
Basilicata	233 (384)	530 (868)	145,6 (238)	45,3	<b>721(1181)</b>
Calabria	737 (357)	739 (357)	106,8 (52)	38,7	<b>885 (427)</b>
Sicilia	2481 (487)	1619 (317)	47,3 (9)	181,3	<b>1847 (362)</b>
Sardegna	748 (452)	1866 (1123)	296,7 (179)	50,6	<b>2213(1332)</b>
<b>ITALIA</b>	<b>26846 (466)</b>	<b>56106 (975)</b>	<b>3401,1 (59)</b>	<b>1370</b>	<b>60878 (1058)</b>

## Produzione di rifiuti in Italia (1998)

(dati espressi in milioni di tonnellate /anno)



## Produzione procapite di rifiuti in Italia (1998)



# Composizione merceologica media dei rifiuti urbani in Italia nel 1997

(dettagliata per sottoclasse)

<b>Frazione merceologica</b>	<b>% in peso sul totale</b>
<b>Materiali cellulosici</b>	<b>29,5</b>
• Carta	12,5
• Cartone	11,0
• Altro	6,0
<b>Tessili</b>	<b>3,0</b>
<b>Legno</b>	<b>3,0</b>
<b>Metalli</b>	<b>4,0</b>
<b>Materiali plastici</b>	<b>13,6</b>
• Plastica varia	13,1
• Gomma	0,5
<b>Vetro ed inerti</b>	<b>7,5</b>
<b>Materiale organico</b>	<b>28,3</b>
• Domestico	18,4
• Sfalci e potature	7,1
• Grandi utenze	2,8
<b>Pile, farmaci scaduti e varie</b>	<b>1,1</b>
<b>Sottovaglio</b>	<b>10,0</b>
<b>Totale</b>	<b>100,0</b>

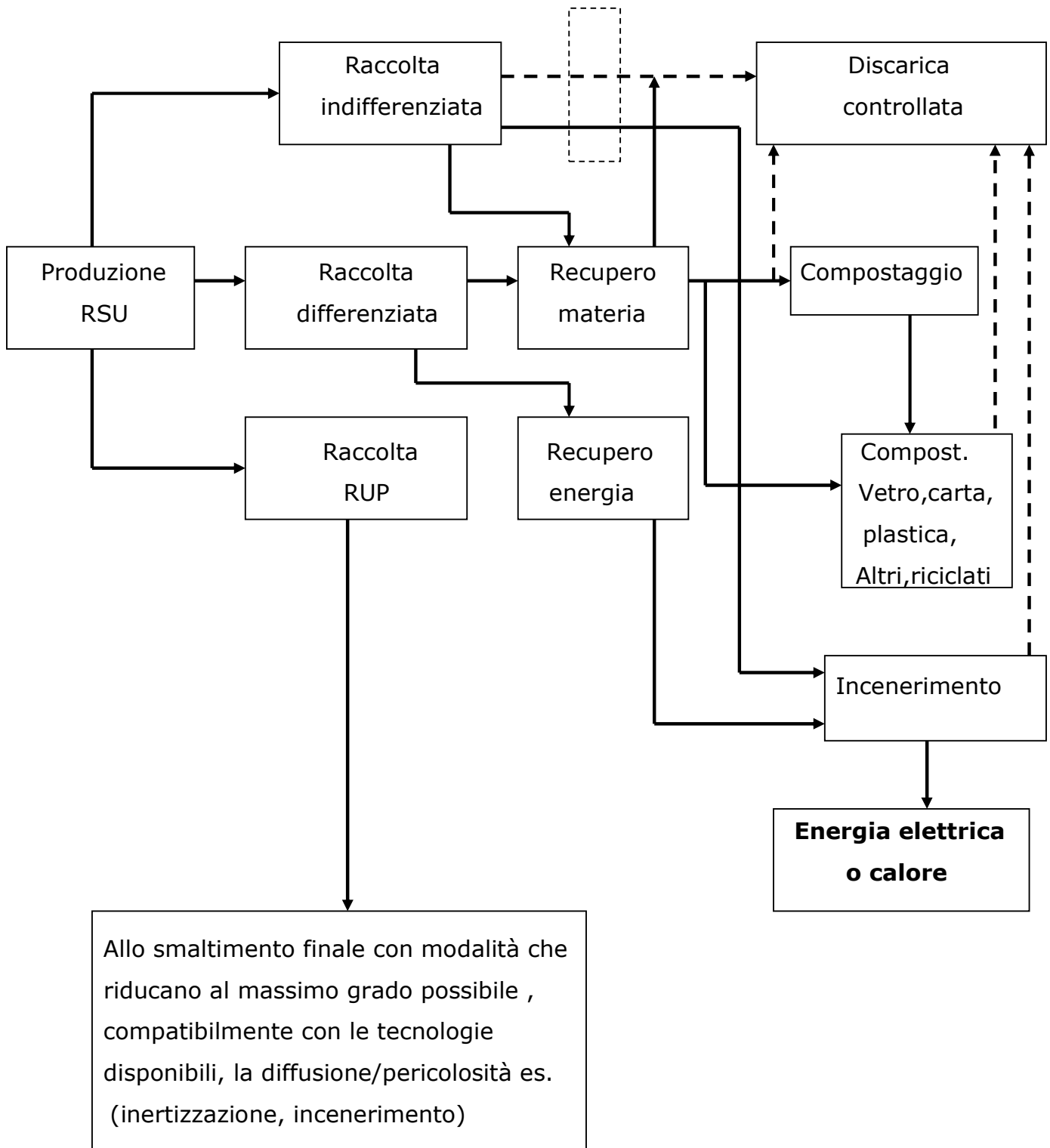
## Analisi elementare delle classi merceologiche

**% s.s.** = percentuale riferita al materiale solido secco.

**% t.q.** = percentuale sul tal quale (il tal quale corrisponde alla somma del materiale solido secco e del contenuto di acqua)

<b>Frazione Merceologica</b>	<b>C</b>	<b>H</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>S</b>	<b>ceneri</b>	<b>H<sub>2</sub>O</b>	<b>P.C.I.</b>
			<b>(% s.s.)</b>				<b>(%t.q.)</b>	<b>KJ/kg</b>
Carta	44,80	6,00	43,30	0,24	0,16	5,50	15,0	12100
Cartone	43,83	6,00	45,00	0,25	0,20	4,70	12,5	13100
Altri cellulosici	52,24	7,70	37,83	0,15	0,09	1,99	20,0	11500
Tessili	52,00	6,30	35,83	3,20	0,17	2,50	20,0	14200
Legno	50,00	6,00	42,32	0,20	0,08	1,40	22,0	13800
Plastica	61,60	8,50	17,40	2,30	0,20	10,00	6,0	28300
Gomma	81,20	9,00	0,00	0,90	0,90	8,00	2,0	20800
Vetro inerti	3,00	0,40	0,40	0,15	0,05	96,50	2,5	0
Metalli	4,50	0,60	4,28	0,07	0,05	90,50	4,0	0
Organico domest.	48,00	6,0	34,00	2,18	0,32	9,50	70,0	2100
Sfalci,potature	47,00	6,20	37,72	2,85	0,23	6,00	50,0	6040
Org. Grandi uten.	48,00	6,17	34,10	2,40	0,33	9,00	70,0	2100
Sottovaglio	26,35	5,50	30,50	2,50	0,15	35,00	30,0	5400

## Schema generale sistema integrato gestione RSU



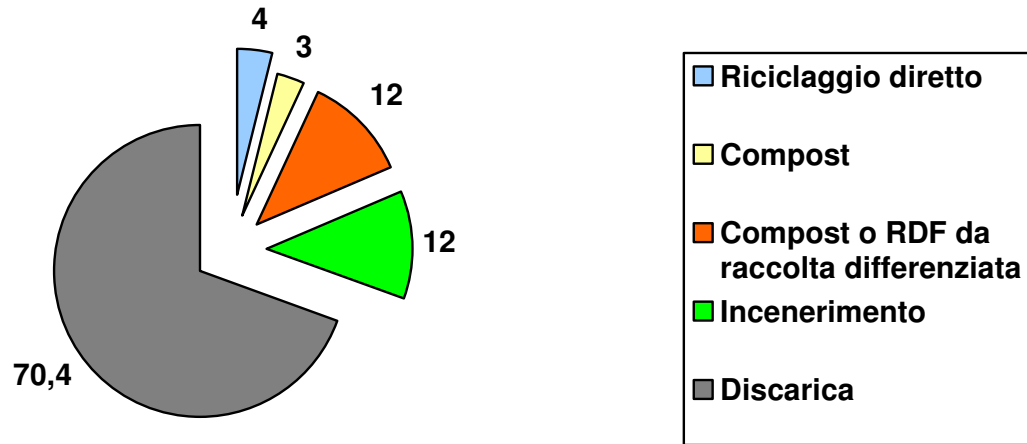
-----> Residui, scorie

----- Eventuale separazione a valle

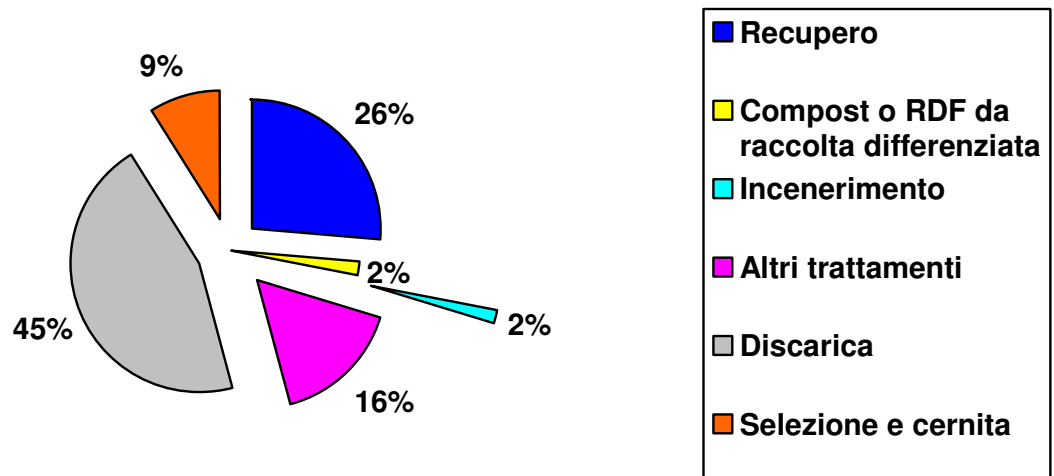
## CARATTERIZZAZIONE E DESTINO DELLE CLASSI MERCEOLOGICHE

Merceologie	Gruppo	Forma	Class. di rifiuti	Raccolta	Valutazione e recupero		Trattamento e smaltimento		
					Reimpiego	Riciclaggio	Inc. rec. energia	Compost	Discarica
<b>Frazione organica</b>	Fibre vegetali Fibre animali Fibre sintetiche	Scarti vegetal Scart della prod. alimen Resid. anim.	RSU RSA	Raccolta in appositi sacchi	L'associazione ad altri composti non ne permette il reimpiego	Possibilità di riutilizzo nei materiali compositi	P.C.I. 4 / 5 Kcal/g l'incenerimento di fibre org. libera gas HCl HCN	Le fibre org. naturali sono biodegr. usate per il compost	Discarica 1° cat.
<b>Carta e cartoni</b>	Cartone carta da ufficio Altra carta	Imballaggi Sacchi sacchetti Fogli di carta	RSU RSA	Cassoni da 2400 lt Centri multi raccolta	Prodotti che hanno conservato la qualità iniziale Non legati a sostanze non separ.	Subordinato alla natura dei rinforzi e alla separabilità	P.C.I. tra 5-7 Kcal/g Per carta e cartoni	Gruppi non sono degradabili facilmente non si prestano compost	Discarica di 1°cat.
<b>Materie plastiche</b>	Caucciù materie plastiche termoplastiche film gomme	Imballi fusti contenitori sacchi di plastica	RSU RSA se contengono solventi e altre sostanze tossiche	Racc. plastica con cassonetti da 3200 Lt Ecc..	Prod. Sintesi se mantengono qualità iniz.	Incompatibilità di alcuni polimeri miscelati Limitano trattamento	PCI tra 3-5 kcal/g plastici comp. 5-7 kcal/g Gas tossici	Polimeri degradabili non si prestano al compost	Discarica 1°cat a parte RS che si smaltiscono in disc.2B cat
<b>Metalli</b>	Ghisa, acciaio alluminio zinco piombo Ecc....	Imballaggi contenitori Pagliette metal. fili	RSU RSA RS	Multi materiali metallici Centri raccolta	Legame con altri materiali limita il reimpiego	Riciclaggio industria metalli	P.C.I.=0	Assenza mater. fermentescibili	Discarica 1° e 2° cat
<b>Vetro</b>	Vetro trasp. Traslucido, opaco vetro armato ecc..	Contenitori bottiglie frammenti	RSU inerti RSA se vetro trattato	Racc. contenitori per vetro centri multiraccolta	Vetri color. Separati da incolori	Se il vetro è legato ad altri mater. è necessaria Una vetrificazione	P.C.I.: =0	Assenza di materiali fermentescibili	Smaltimento legato alla presenza di altri materiali
<b>Inerti</b>	Materiali naturali pietre terre cotte porcellane e refrattari	Scarti di demoliz. Altri scarti e frammenti	Inerti	Flusso prioritario	Legato ad altri mater. ed alla separab. Ceramiche Non dann.	Granulati artif. Interramen. Dopo frantumaz.	P.C.I.: =0	Assenza di materiali fermentescibili	Discarica 2A cat
<b>Sottovaglio</b>	misto	Inferiore a 20 mm	RSU RSA RS		Non applicabile	Non applicabile	P.C.I: variabile a seconda delle sostanze	Contiene metalli fino al 40-50% del RSU	Discarica 1° o 2° cat.

## Destinazione RSU in Italia (1998)



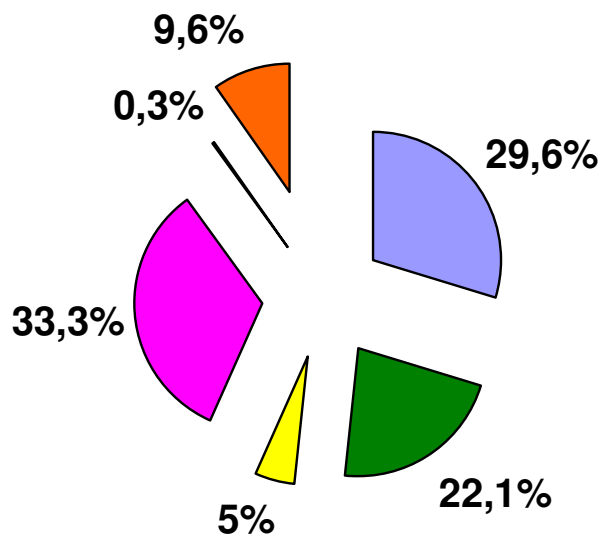
## Destinazione dei rifiuti speciali in Italia (1998)



## Raccolta differenziata (RD)

(dati in %)

	% RD sul totale	Organico	Vetro	Plastica	Carta	Alluminio	Altro
<b>ITALIA</b>	<b>11,2</b>	<b>29,6</b>	<b>22,1</b>	<b>5,0</b>	<b>33,3</b>	<b>0,3</b>	<b>9,6</b>
Nord	19,7	32,4	21,5	4,7	31,3	0,3	9,7
Centro	7,8	21,6	20,6	4,1	42,7	0,5	10,5
Sud	1,6	7,0	37,7	13,3	36,4	0,2	5,4



## **Raccolta differenziata e riciclaggio**

La raccolta differenziata a monte di frazione separate (organico, vetro, Al, ....) è il presupposto per ottenere dei materiali di recupero di buona qualità e quindi sul mercato.

Quanto più il materiale di partenza è eterogeneo e contaminato da altre frazioni, che pongono problemi durante la sua trasformazione es.(polimeri plastici aventi differenti temperature di fusione) o riducono la qualità del prodotto finito riciclato es.(vetro scuro perché composto di vetri aventi diversi colori), tanto minore sarà il beneficio in termini di bilancio economico ed ambientale.

### **Vantaggi – svantaggi raccolta differenziata – riciclaggio**

- Recupero materie seconde  $\Leftrightarrow$  risparmio risorse naturali;
- Recupero energia  $\Leftrightarrow$  risparmio risorse naturali;
- Maggiore facilità di gestione/smaltimento degli altri rifiuti (riduzione delle emissioni tossiche da discarica o incenerimento per i RUP; combustibili più omogenei e a maggiore PCI per incenerimento; minor presenza di contaminanti da riciclare);
- Minori necessità di smaltimento finale;
- Incerta convenienza economica;
- Organizzazione aggiunta alla raccolta ordinaria.

# Impianto di compostaggio

## Compost

Materiale organico (humus) ottenuto dalla trasformazione biologica aerobica della frazione organica dei rifiuti, ad opera di batteri e funghi.

Il processo si attua attraverso le seguenti fasi:

1. **fase termofila** (fermentazione), con degradazione delle componenti più facilmente biodegradabili ed incremento della temperatura ( $50 \div 70^{\circ}\text{C}$ ) per l'esotermia delle reazioni biologiche, con conseguente igienizzazione;
2. **fase di maturazione finale (umificazione)**, in cui i componenti più difficilmente biodegradabili vengono scomposti e la temperatura si riduce progressivamente.

### Parametri di processo che devono essere garantiti:

- nutrienti (**C, N, P**)  $\Rightarrow$  **C/N = 25  $\div$  50; C/P = 75  $\div$  150**; eventuale miscelazione con altri composti organici, ad es. : fanghi biologici, sfalci, ....;
- **U = 45  $\div$  55 %**;
- **O<sub>2</sub>**  $\Rightarrow$  aerazione naturale o forzata;
- Tempi adeguati a **T  $\geq$  60  $\div$  65°C** per garantire igienizzazione.

# Aspetti impiantistici del compostaggio

## Fermentazione

- **Naturale**, in aie pavimentate con aerazione per rivoltamento periodico;
- **Accelerata**, in aie o reattori, chiusi o coperti, con aerazione forzata e controllo nel tempo di umidità, temperatura e miscelazione.

## Materiale forzato

Aie pavimentate e coperte

## Tempi complessivi

<b>Naturale</b>	<b>3 ÷ 6 mesi</b>
<b>Accelerata in aie</b>	<b>2 mesi</b>
<b>Accelerata in reattori</b>	<b>3 ÷ 7 giorni per la fermentazione</b>
	<b>3 ÷ 4 settimane per la fermentazione</b>

## Raffinazione finale

Per ridurre eventuali impurezze e fornire una granulometria uniforme.

Dipende dalla qualità del materiale di partenza: deferrizzazione, separazione inerti, vagliatura, triturazione e separazione carta e plastica con classificazione ad aria.