



ANPA

Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

ANALISI MERCEOLOGICA DEI RIFIUTI URBANI

RTI CTN_RIF 1/2000

ANPA
Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente
Dipartimento Stato dell'Ambiente, Controlli e Sistemi Informativi

Analisi merceologica dei rifiuti urbani
Rassegna di metodologie e definizione di una metodica di riferimento

Pina Nappi, Francesca Valenzano, Michele Consiglio
ARPA Piemonte

Responsabile di progetto ANPA
dott.ssa M. G. Simeone



ResponsabileCTN_RIF
dott.ssa M.R. Picca

Informazioni legali

L'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente o le persone che agiscono per conto dell'Agenzia stessa non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo rapporto.

Informazioni addizionali sull'argomento sono disponibili nel sito Internet (<http://www.sinanet.anpa.it>)

Supervisione editoriale a cura di:
ARPA Piemonte

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Stampato in Italia

Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Dipartimento Stato dell'Ambiente, Controlli e Sistemi Informativi
Via Vitaliano Brancati, 48
00144 Roma

Centro Tematico Nazionale – Rifiuti

c/o ARPA Liguria
P.zza della Vittoria 15/C
16121 Genova

PRESENTAZIONE

In attuazione del DM dell'ambiente del 29 ottobre 1998, contenente le disposizioni e le modalità per il trasferimento del Sistema INformativo e di monitoraggio Ambientale (SINA) dal Ministero dell'ambiente all'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ANPA), così come previsto dalla legge n. 61/1994, l'ANPA, d'intesa con le Agenzie regionali (ARPA), ha ritenuto necessario dare avvio all'operatività del Sistema attraverso la costituzione di sei Centri Tematici Nazionali di interesse prioritario (CTN), affidati a una compagine di soggetti, scelti preferenzialmente nell'ambito del sistema agenziale. I CTN attivati sono:

- Atmosfera, Clima ed Emissioni in aria (ACE);
- Acque Interne e Marino costiere (AIM);
- Agenti Fisici (AGF);
- Conservazione della Natura (CON);
- Rifiuti (RIF);
- Suolo e Siti Contaminati (SSC).

Ogni CTN è costituito da più soggetti a livello regionale e nazionale tra cui:

- un'ARPA Leader;
- una o più ARPA Co-leader;
- ARPA partecipanti;
- Istituzioni Principali di Riferimento (IPR);
- referente ANPA.

I Centri Tematici Nazionali rappresentano il principale strumento di supporto operativo all'ANPA per l'espletamento delle attività di pertinenza nazionale e di coordinamento generale riguardanti l'alimentazione della base conoscitiva. Nell'ambito di un sistema informativo a rete, come si caratterizza il SINANet, assume grande importanza la definizione di regole condivise per la realizzazione e il funzionamento del sistema a tutti i livelli. Proprio per questo, è possibile indicare nel supporto all'ANPA per la definizione di regole (tale compito si esplicita nell'individuazione dei dati ritenuti indispensabili per la conoscenza delle matrici ambientali) e per la verifica del funzionamento del sistema di acquisizione e trasmissione dati dal livello locale a quello centrale, due dei compiti principali affidati a ogni CTN.

Gli *obiettivi comuni* a tutti i CTN sono:

- la rassegna della domanda di informazioni, derivante da leggi e normative nazionali ed europee (a questo scopo è stato creato un metadatabase chiamato *Osservatorio della Domanda di informazione proveniente dalla Normativa (ODN)* in cui sono state catalogate le domande, implicite ed esplicite, individuate dai CTN);
- l'identificazione di indicatori e indici utili a rappresentare tale domanda (le diverse centinaia di indicatori complessivamente individuati dai CTN sono state catalogate in apposite schede, contenenti le metainformazioni relative alla descrizione e costruzione di ciascun indicatore; tutte le schede sono raccolte in un database sugli indicatori);
- il censimento delle fonti di dati presenti sul territorio, utili per la costruzione degli indicatori significativi (come risultato di tale censimento, è stato creato il *Catalogo italiano delle fonti dei dati ambientali (FONTI)*, inteso anche come contributo nazionale al *Catalogue of Data Sources (CDS)* europeo);

- l'identificazione delle carenze informative, emerse attraverso il confronto fra la domanda di dati e la disponibilità effettiva delle fonti;
- in una fase transitoria e sussidiaria, il reperimento dei dati necessari alla costruzione degli indicatori, compito che, a regime, spetterà ai Punti Focali Regionali (PFR), mentre i CTN vigileranno sulla correttezza dei flussi informativi;
- il supporto all'ANPA nelle attività di reporting ambientale generale e tematico (queste attività si sono esplicitate sia in occasione della preparazione dei documenti relativi alla terza e alla quarta Conferenza Nazionale delle Agenzie ambientali, sia nella redazione di *report* tematici specifici).

Tutte le attività del CTN Rifiuti fanno riferimento a tre temi principali:

- *Produzione dei rifiuti*: riguarda l'analisi della produzione delle diverse tipologie di rifiuti, base di partenza fondamentale nella definizione delle relative pressioni sull'ambiente, e nella predisposizione e attuazione di una corretta gestione degli stessi;
- *Gestione dei rifiuti*: punto focale del problema *rifiuti*, la gestione richiede notevole attenzione nei suoi molteplici aspetti sia per la definizione delle pressioni sull'ambiente (discariche, inceneritori ecc.), strettamente collegate agli ambiti di studio di altri CTN (acqua, aria, suolo), sia in termini di risposta da parte della società;
- *Produzione di imballaggi*: tale tema che rappresenta un campo relativamente nuovo di studio, ha richiesto di fare il punto sulla situazione esistente, mediante l'analisi delle fonti di dati attualmente disponibili e la definizione di indicatori e indici di produzione di imballaggi e la relativa applicabilità.

Il CTN Rifiuti, oltre a quanto indicato precedentemente negli obiettivi comuni, è impegnato nello svolgimento di attività specifiche della tematica *rifiuti* tra cui l'elaborazione delle linee guida per l'organizzazione della sezione regionale tipo del Catasto (questo ha richiesto la predisposizione, in collaborazione con l'ANPA, delle procedure di bonifica e validazione dati MUD - Modello Unico di Dichiarazione ambientale - e di prodotti informatici atti a tale scopo, a cui si sono aggiunti applicativi per la raccolta delle informazioni derivanti da autorizzazioni, comunicazioni e PCB) e numerosi studi sulla quantificazione e sull'analisi qualitativa di particolari tipologie di rifiuti (rifiuti di origine industriale e sanitaria, rifiuti non soggetti a dichiarazione MUD, analisi merceologica dei rifiuti urbani ecc.).

I soggetti partecipanti al CTN_RIF sono:

- Leader ARPA Liguria;
- Co-leader ARPA Piemonte;
- Partecipanti ARPA Emilia Romagna, ARPA Toscana, ARPA Veneto;
- IPR UNIONCAMERE, ISS.

Nel 1999 hanno fatto parte della compagine CTN anche l'APPA Bolzano, l'Istituto Italiano Imballaggio e il Politecnico di Torino, questi ultimi nel ruolo di consulenti. Il rapporto di consulenza con il Politecnico di Torino sarà protratto per tutto l'anno 2000.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano in particolare la dott.ssa P. Naquin, INSAVOR, Divisione POLDEN, il dott. N. Noyon, ADEME, l'ing. A. Valentini, INTERTECNO, e la dott.ssa L. Franz, Arpa Veneto, per la disponibilità dimostrata.

PREMESSA

Ogni scelta nella programmazione di soluzioni di smaltimento e recupero dei rifiuti urbani necessita di un livello approfondito di conoscenza delle quantità prodotte e della loro composizione. Risulta, quindi, importante suddividere il rifiuto nelle diverse classi merceologiche, in quanto solo in questo modo è possibile intervenire nella maniera più opportuna. Questo parrebbe indicare una diffusa applicazione dell'analisi merceologica. In realtà, i dati esistenti possono risultare datati o essere riferiti a realtà puntuali o, ancora, presentare incertezze derivanti dai diversi criteri e metodologie adottati per la loro determinazione. Inoltre, le caratteristiche merceologiche del rifiuto sono soggette a variazioni temporali, dettate dai modelli di consumo e dallo sviluppo di materiali e beni, e presentano differenze territoriali legate al substrato sociale, alla tipologia del centro abitato, ecc. Di conseguenza, la valutazione della qualità dei rifiuti, spesso effettuata, in mancanza di dati diretti, con riferimento a realtà geografiche anche molto diverse da quella in esame, può spesso dare indicazioni poco significative.

Oltre a questo, i dati esistenti sono ricavati seguendo criteri differenti. Nasce quindi il problema dell'omogeneità del dato e la conseguente necessità di una metodica di riferimento che permetta, quanto meno, di ottenere una base dati omogenea per tipo di rilevamento.

Per dare il giusto peso a queste necessità e con il preciso intento di fornire uno strumento di riferimento potenzialmente univoco per la determinazione analitica dell'analisi merceologica dei rifiuti urbani, l'ANPA ha attivato, nell'ambito del Centro Tematico Nazionale Rifiuti, un gruppo di lavoro costituito da rappresentanti dell'Arpa Piemonte, che, per le pregresse esperienze maturate presso l'Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente (IPLA), potevano apportare un significativo contributo all'elaborazione di una nuova metodologia di analisi merceologica del rifiuto urbano indifferenziato.

Nel presente documento viene, quindi, descritta in modo sintetico la metodologia sviluppata dal CTN Rifiuti durante il primo anno di attivazione del progetto. Le linee guida così ottenute possono costituire, nell'intento dei partecipanti al CTN e secondo le finalità iniziali, un'utile base di riferimento a livello agenziale.

Per la stesura di tale metodologia, è stata effettuata un'estesa indagine bibliografica sia a livello nazionale che internazionale. In particolare, si è fatto riferimento alle metodiche perfezionate dal Consiglio Nazionale Ricerche (CNR) nell'ambito del Progetto Finalizzato Energetica, dall'Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente (IPLA), dall'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) e dall'European Recovery and Recycling Association (ERRA).

Lo studio delle metodologie esistenti ha fornito ottimi spunti per l'elaborazione del metodo proposto che, caratterizzato da un grado di dettaglio elevato, presenta un'articolazione ieratica dell'informazione che, partendo dalle principali categorie merceologiche scelte (carta, plastica, ecc.), specifica, nell'ambito di ognuna di queste, la tipologia del materiale o del prodotto di origine e la relativa funzione. Tale scelta permette di ottenere la base informativa di riferimento per la pianificazione del recupero e riutilizzo dei rifiuti, che, grazie all'articolazione a più livelli, risulta facilmente modulabile e gestibile.

SOMMARIO

Il documento fornisce un'ampia descrizione delle principali metodologie di analisi merceologica dei rifiuti urbani attualmente in uso e propone una possibile metodica di riferimento da utilizzare su base nazionale.

Tra le principali metodologie analizzate vi sono le metodiche sviluppate dal Consiglio Nazionale Ricerche (CNR), dall'Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente (IPLA), dall'European Recovery and Recycling Association (ERRA) e dall'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME).

La metodica proposta dal CTN Rifiuti per l'analisi merceologica dei rifiuti urbani nasce dalle valutazioni e dai confronti effettuati sui protocolli esaminati e permette di ottenere dati con un livello di dettaglio elevato, in base al quale vengono considerate non solo le principali categorie merceologiche (carta, plastica, ecc.), ma anche, nell'ambito di ognuna di queste, la tipologia del materiale o del prodotto di origine e la relativa funzione (es. bottiglie trasparenti in PET per acqua minerale, liquidi alimentari).

Tale scelta deriva dall'opportunità di ottenere un buon contenuto informativo per la pianificazione di operazioni di recupero e riutilizzo.

SUMMARY

The document provides a wide description of the most important methodologies for the characterisation of municipal solid waste, and introduces a new procedure which constitutes a possible reference at the national level.

Among the main procedures analysed in this work, the methodologies developed by the Consiglio Nazionale Ricerche (CNR), the Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente (IPLA), the European Recovery and Recycling Association (ERRA) and by the Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) are considered.

The procedure proposed by CTN Rifiuti takes into account the evaluations and the comparisons among the analysed methodologies and allows to achieve data with a remarkable level of detail that considers not only the various categories of materials (paper, plastic, etc.), but also specifies, for a particular category, the type of material or the original product and its function (for example: transparent PET bottles for mineral water and food liquids).

This methodology allows to achieve a good informative content in order to plan the recovery and the reuse of waste.

INDICE

PRESENTAZIONE	I
RINGRAZIAMENTI	III
PREMESSA	V
SOMMARIO	VI
SUMMARY	VI
INDICE	VII
1. INTRODUZIONE	1
2. L'ANALISI MERCEOLOGICA DEI RIFIUTI URBANI: METODOLOGIE ESISTENTI	2
2.1 Metodologia IRSA – CNR	4
2.1.1 Preparazione del campione rappresentativo	4
2.1.2 Analisi merceologica del rifiuto	6
2.1.3 Determinazione dei parametri chimico – fisici (secondo Eawag)	8
2.2 Metodologia IPLA	9
2.2.1 Preparazione del campione rappresentativo	9
2.2.2 Analisi merceologica del rifiuto	10
2.2.3 Determinazione del potere calorifico	14
2.3 Metodologia ERRA	15
2.3.1 Preparazione del campione rappresentativo	15
2.3.2 Analisi merceologica del rifiuto	17
2.3.3 Determinazione dell'umidità e della densità del rifiuto	22
2.4 Metodologia ADEME	23
2.4.1 Preparazione dei campioni significativi	23
2.4.2 Analisi merceologica del rifiuto	26
2.4.3 Analisi merceologica dei rifiuti raccolti in modo differenziato	30
3. LINEE GUIDA PER LE OPERAZIONI DI CAMPIONAMENTO E ANALISI MERCEOLOGICA	36
3.1 Preparazione del campione rappresentativo	36
3.2 Analisi merceologica del rifiuto	40
CONCLUSIONI	45
BIBLIOGRAFIA	46

1. INTRODUZIONE

Un corretto approccio ai problemi connessi alla gestione dei rifiuti urbani richiede una precisa conoscenza dei dati relativi alle quantità prodotte e alla loro composizione.

La conoscenza qualitativa di un rifiuto è condizione necessaria ed indispensabile per poter scegliere in modo corretto il sistema di trattamento e smaltimento più valido, dimensionare opportunamente tale sistema, programmare iniziative di raccolta differenziata e verificare l'efficacia di quelle esistenti.

I dati relativi alla composizione merceologica dovrebbero, pertanto, essere specifici del bacino di utenza considerato; tuttavia, pur essendo sempre più crescente l'interesse per la raccolta di tali informazioni, ancora oggi molte aziende municipalizzate e consorzi di comuni ne sono sprovvisti. Come conseguenza, la valutazione della quantità e della qualità dei rifiuti si basa spesso su medie numeriche di dati generici o relativi a territori con caratteristiche talvolta completamente differenti.

Risulta viceversa importante conoscere localmente il rifiuto, differenziandolo in molte classi merceologiche perché, solo in questo modo, è possibile identificarne le diverse componenti e poter successivamente intervenire nel modo più oculato.

Le diverse classi merceologiche possono, inoltre, essere successivamente accorpate in gruppi omogenei, applicando come criterio di omogeneità la tipologia di trattamento-smaltimento previsto.

A fronte di tali problematiche, il presente documento propone una metodica di riferimento per la determinazione analitica dell'analisi merceologica dei rifiuti urbani indifferenziati, sviluppata nell'ambito del Centro Tematico Nazionale Rifiuti.

Tale metodologia, la cui elaborazione pone le basi su un vasto lavoro bibliografico, è stata impostata e realizzata dedicando particolare attenzione alla complessità del rifiuto, ai fattori che ne influenzano la qualità (caratteristiche del territorio, evoluzione dei rifiuti nel tempo, ecc.) e alle principali necessità che determinano lo svolgimento dell'analisi merceologica stessa. Questo ha influenzato sia le modalità di raccolta del campione significativo e il reperimento dei dati in *input* sia la procedura di analisi stessa e la natura dei dati in *output*.

A seconda delle finalità, grazie ad una struttura a più livelli informativi, la metodica qui presentata permette, inoltre, di scegliere il grado di separazione del rifiuto nelle diverse frazioni merceologiche.

Le analisi effettuate secondo le linee guida indicate potranno, infine, costituire una base dati omogenea di riferimento a livello nazionale.

Il carattere tecnico del documento ha permesso di schematizzare le diverse fasi del lavoro di analisi, evidenziando gli aspetti di maggiore importanza e le peculiarità dei vari protocolli.

2. L'ANALISI MERCEOLOGICA DEI RIFIUTI URBANI: METODOLOGIE ESISTENTI

In Italia il rilevamento più esteso su base nazionale riguardante la quantità prodotta di rifiuti urbani e la loro composizione è stato effettuato nell'ambito del *Progetto Finalizzato Energetica* del Consiglio Nazionale Ricerche (CNR), sottoprogetto *Utilizzazione energetica dei rifiuti solidi*. In riferimento ai rifiuti urbani, sono stati condotti alcuni censimenti nel 1976 e 1979, i cui risultati sono riportati in un Libro Bianco pubblicato nel 1980. Tali censimenti hanno interessato 2.500 comuni italiani.

In seguito è stata condotta una seconda indagine (*Progetto Finalizzato Energetica 2*, sottoprogetto *Caratterizzazione qualitativa e quantitativa di residui e rifiuti*), pubblicata dal CNR nel 1988.

La metodica CNR (CNR, 1980, 1988) si basa sul metodo dell'inquartamento e sulla suddivisione del campione ottenuto (200 kg) in sei classi merceologiche (carta, tessili e legno, plastiche e gomma, metalli, vetri, ceramiche e pietre, sostanza organica, sottovaglio < 20 mm). A monte di tutto questo vi è l'accantonamento degli ingombranti, successivamente pesati e selezionati secondo le categorie di appartenenza.

Tale procedura, nella sua semplicità e nonostante il grado di dettaglio relativamente basso, è ancor oggi quella maggiormente utilizzata in Italia, in quanto riferimento ufficiale nazionale.

Uno degli adeguamenti più importanti della metodica CNR ai mutamenti quantitativi e qualitativi dei rifiuti negli anni è quella proposta dall'Istituto per le piante da legno e l'ambiente (IPLA, 1992, 1998), che suddivide il rifiuto in 18 classi merceologiche (sottovaglio < 20 mm, vetro, altri inerti, metalli, alluminio, pile e batterie, farmaci, contenitori T e/o F, altri pericolosi, tessili, pelli e cuoio, plastica in film, contenitori in plastica, altra plastica, organico putrescibile, carta e materiali cellulosici, cartone, legno) e prevede una possibile ulteriore suddivisione del sottovaglio in base alla granulometria (> 10 mm, 5-10 mm, 3-5 mm e < 3 mm). I rifiuti ingombranti, come nella metodologia CNR, vengono separati e pesati ripartendoli secondo le categorie di appartenenza.

Una terza metodica, molto utilizzata, è quella proposta da Ferrari (FERRARI, 1995). Essa si basa sulle procedure indicate dall'*American Standards and Testing Materials* (ASTM). La metodica considera 13 classi merceologiche (sottovaglio, scarti di mensa, carta e cartone, scarti verdi e legno, plastica leggera, plastica pesante, vetro e inerti, metalli, tessili, cuoio e gomme, vari, ingombranti, pannolini). Come si rileva dall'elenco, i materiali ingombranti non vengono ripartiti per peso nelle diverse classi merceologiche, ma costituiscono una classe merceologica a sé.

Tale metodologia ha trovato applicazione in numerose città italiane tra cui Milano, Roma, Palermo, Reggio Emilia, Bologna e Parma.

La metodologia proposta da Morselli (MORSELLI ET AL, 1995) considera invece 17 classi merceologiche, dettagliando la sostanza organica in quattro categorie e riducendo le classi relative alla plastica ed ai materiali cellulosici (ossa, residui vegetali, pane, sfarinati cotti e crudi, residui carni, grassi, prodotti caseari, carta e cartone, residui legnosi, stracci, cuoio e pelli, lattami, materiali ferrosi, metallici non ferrosi, vetro, altri inerti, materiali amorfi putrescibili, amorfi non putrescibili, gomme, plastiche).

Un notevole ampliamento delle categorie merceologiche (in tutto 33) è stato effettuato dal *Warren Spring Laboratory* (WARREN SPRING LABORATORY, 1993) che, in tal modo, ha caratterizzato i rifiuti urbani di numerose città del Regno Unito. A titolo di esempio la classificazione carta e cartone è stata suddivisa in giornali, riviste, altra carta, contenitori per liquidi, imballaggi di cartone, altri cartoni, mentre il vetro è stato ripartito in vetro giallo, vetro verde, vetro trasparente, altri vetri.

Una diversa impostazione nella classificazione è quella data dalla *European Recovery and Recycling Association* (ERRA, 1992, 1993) che ha proposto un sistema ad albero che considera, a partire dalle classi merceologiche principali (plastica, metalli, inerti, ecc.), non solo il tipo di oggetti raccolti (contenitori, lattine, lamine, ecc.) ma anche il materiale (PVC, acciaio, alluminio, ecc.) e la funzione d'uso del prodotto (contenitore per liquidi, ecc.).

Una classificazione merceologica che trae spunto dalle ultime due è stata proposta da Valentini (VALENTINI ET AL, 1998). In essa vengono individuate le tipologie di rifiuto (livello 1a: rifiuti prodotti nelle abitazioni, rifiuti ingombranti, RUP, rifiuti assimilabili; livello 1b: rifiuti domestici, imballaggi, pile, farmaci, contenitori T e/o F) su cui effettuare la suddivisione nelle principali classi merceologiche (livello 2: carta e cartoni, tessili e legno, plastica, metalli, inerti, frazione organica, sottovaglio) ed ulteriori suddivisioni successive (livello 3, 4, 5) che permettono di definire i materiali componenti le singole categorie.

Un'interessante metodica per l'analisi merceologica del rifiuto urbano è fornita dal metodo LE MODECOM dell'*Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie* (ADEME, 1993, 1997), che prevede, dopo la suddivisione del campione in tre frazioni granulometriche (frazione grossa, media e fine), la selezione in categorie (rifiuti putrescibili, carta, cartone, poliaccoppiati, tessili, tessili di origine sanitaria, plastica, combustibili non classificati, vetro, metallo, incombustibili non classificati, rifiuti speciali, frazione fine < 20 mm) e sottocategorie caratterizzate da un maggiore dettaglio.

ADEME propone inoltre una metodica analoga per l'analisi della raccolta differenziata.

Infine, per quanto riguarda le utenze specifiche, Centemero (CENTEMERO, 1998) focalizza l'attenzione sulla produzione dell'organico da utenze selezionate. In particolare, il metodo proposto, rispetto ad altre metodiche di indagine, intende sia modificare la modalità di campionamento, sostituendo all'inquartatura il *metodo della diagonale* in grado di velocizzare le operazioni di campionamento in impianto, sia eliminare la frazione < 20 mm, in quanto il materiale organico di qualità è integralmente trattato e non preselezionato.

Nel seguito viene fornita una descrizione approfondita di alcune delle metodologie indicate, ritenute per vari motivi (utilizzo, rigore scientifico, livello di dettaglio considerato ecc.) maggiormente rappresentative.

2.1 Metodologia IRSA-CNR

Il *Progetto Finalizzato Energetica* nell'ambito del sottoprogetto *Utilizzazione energetica dei rifiuti solidi urbani* è stato il primo rilevamento effettuato in Italia per la definizione delle caratteristiche quali-quantitative dei rifiuti urbani indifferenziati.

Tale progetto, effettuato per gli anni 1976-1979 e, successivamente, continuato con il *Progetto Finalizzato Energetica 2 (PFE 2, sottoprogetto Caratterizzazione qualitativa e quantitativa di residui e rifiuti)* fino al 1988, ha interessato tutto il territorio nazionale.

L'indagine, condotta con un laboratorio mobile, ha riguardato 33 comprensori, scelti in base a criteri di carattere socio-economico e geografico.

Nel seguito vengono schematizzate le modalità seguite per la preparazione del campione significativo e dell'analisi merceologica vera e propria.

2.1.1 Preparazione del campione rappresentativo

Il campione di 200 kg circa viene ricavato da un monte di 3-4 t, costituente, ove possibile, il carico completo di un automezzo, il cui percorso di raccolta sia rappresentativo della composizione media dei rifiuti della zona urbana interessata.

Ove non fosse possibile attenersi a tale indicazione, si terrà conto delle situazioni contingenti, cercando di ottenere un campione comunque rappresentativo.

Il monte di partenza viene raccolto su una superficie piana in battuto di calcestruzzo liscio (o equivalente), precedentemente pulita e riparata da vento, sole e pioggia.

Il materiale viene distribuito con una pala sulla superficie a disposizione, formando uno strato pressoché circolare di 0,5–0,6 m di spessore. Durante tale operazione, è necessario procedere al rimescolamento dei rifiuti stessi.

Qualora i rifiuti non siano stati interamente frantumati meccanicamente durante il trasporto, nella fase di spianamento del materiale, gli oggetti ingombranti (grosso scatolame, contenitori e relitti vari, stampe voluminose, pneumatici, indumenti, grosse macerie ecc.) vengono accantonati e pesati singolarmente secondo le categorie:

- carta, cartone;
- tessili, legno;
- plastica, gomma;
- metalli;
- inerti (vetri, ceramica, pietre).

La parzializzazione del materiale rimanente, necessaria a ottenere una quantità trattabile di composizione media uguale a quella di partenza, viene effettuata per inquartamento a partire dalla massa distribuita a forma di torta sul pavimento.

Sulla torta si tracciano due linee diametrali ad angolo retto e si allontana in modo completo, utilizzando pala e scopa, il materiale costituente due quadranti opposti.

Il materiale dei due quadranti rimasti viene rimescolato e ridistribuito sul pavimento in modo da formare una seconda torta di 0,25–0,30 m di spessore.

Successivamente vengono tracciati due diametri ortogonali, sfalsati di 45° rispetto ai tracciamenti precedenti. Il materiale costituente due quadranti opposti viene scartato con pulizia del pavimento in modo del tutto analogo alla fase precedente.

La massa rimasta al termine del *primo inquartamento* che corrisponde a circa un quarto di quella di partenza, viene rimescolata nuovamente e accumulata verso il centro,

conservando pressappoco lo stesso spessore di strato e riducendo il diametro a circa 7/10 del cerchio iniziale.

Sulla massa così ottenuta vengono ripetute le stesse operazioni precedentemente effettuate (*secondo inquartamento*) fino a ottenere un residuo di circa 200 kg, costituente il campione di riferimento per le operazioni successive (Figura n. 2.1). La pesatura della massa di riferimento deve essere effettuata con una bascula di tolleranza ± 50 g.

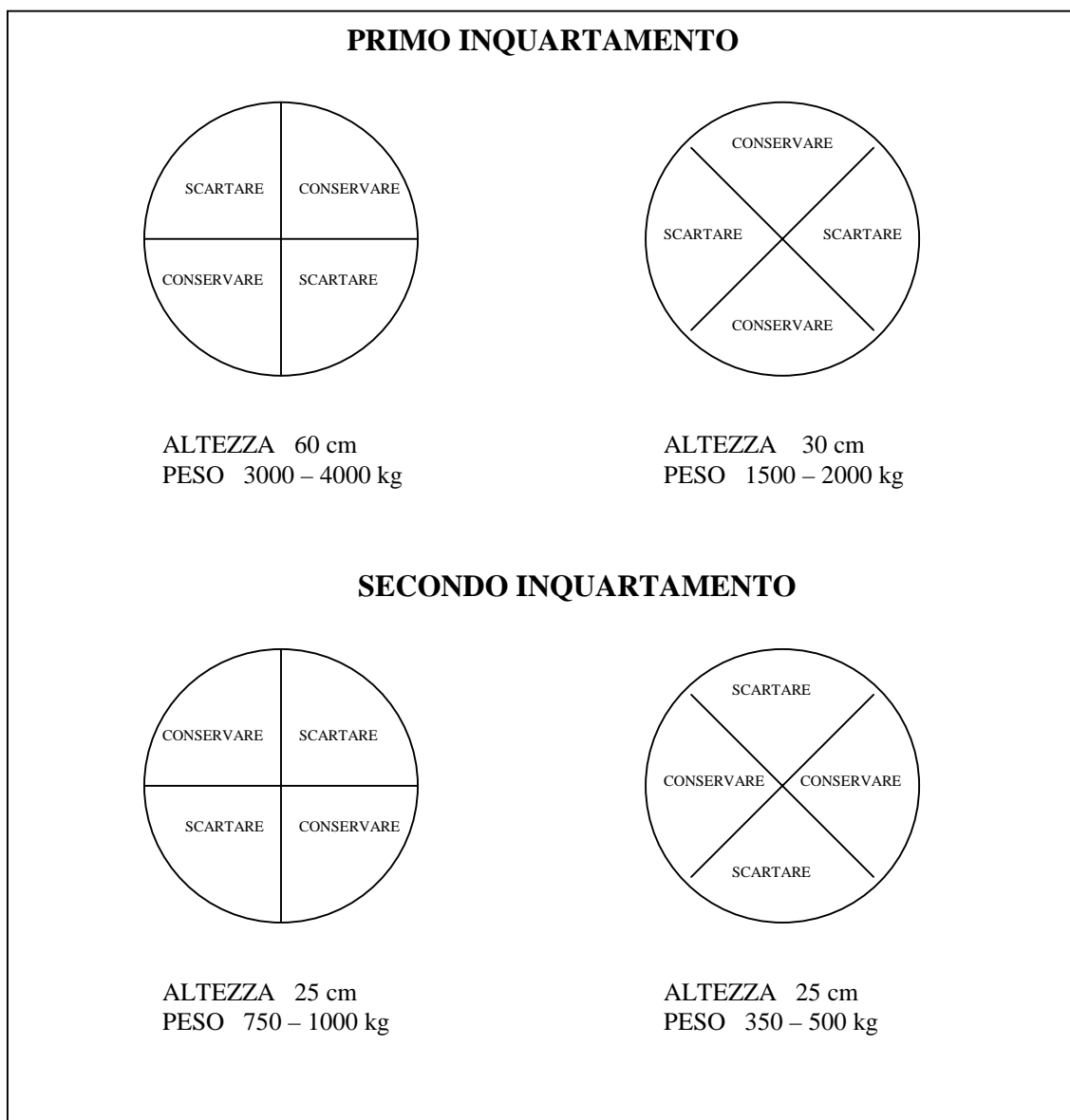


Figura 2.1: Metodica degli inquartamenti successivi

Allo scopo di tener conto di eventuali anomalie, è buona norma prendere nota delle condizioni meteorologiche (sole, vento, pioggia) sia durante il periodo di raccolta, che durante le fasi di preparazione del campione, cernita (separazione merceologica) o triturazione (preparazione del campione per il laboratorio).

2.1.2 Analisi merceologica del rifiuto

L'analisi merceologica del rifiuto comporta l'impiego di un vaglio (preferibilmente meccanico) a maglie quadrate di 20 mm di lato. Su detto vaglio viene trattata la massa campione (200 kg circa), raccogliendo il vagliato (*sottovaglio*) sopra un telo o foglio di plastica precedentemente predisposto.

La massa di pezzatura superiore a 20 mm viene cernita a mano secondo le categorie principali:

- tessili, legno;
- carta, cartone;
- plastica, gomma;
- metalli;
- inerti;
- sostanza organica.

Il materiale residuo dall'operazione rappresenta il *sottovaglio*, frazione più fine composta essenzialmente da sostanze organiche (vegetali ed animali) e da materiale minuto non facilmente cernibile.

Subito dopo la cernita, si procede alla pesatura delle sei frazioni ottenute.

Solitamente, soprattutto per effetto di una certa evaporazione del materiale durante la cernita, la somma dei pesi delle sei frazioni separate è inferiore al peso complessivo precedente determinato. Le aliquote delle singole classi vengono pertanto dedotte con riferimento alla loro somma e non al peso totale di partenza.

Nella Figura 2.2 è riportato uno schema riassuntivo delle diverse fasi comprendente anche la determinazione dei parametri chimico-fisici, descritta nel paragrafo seguente.

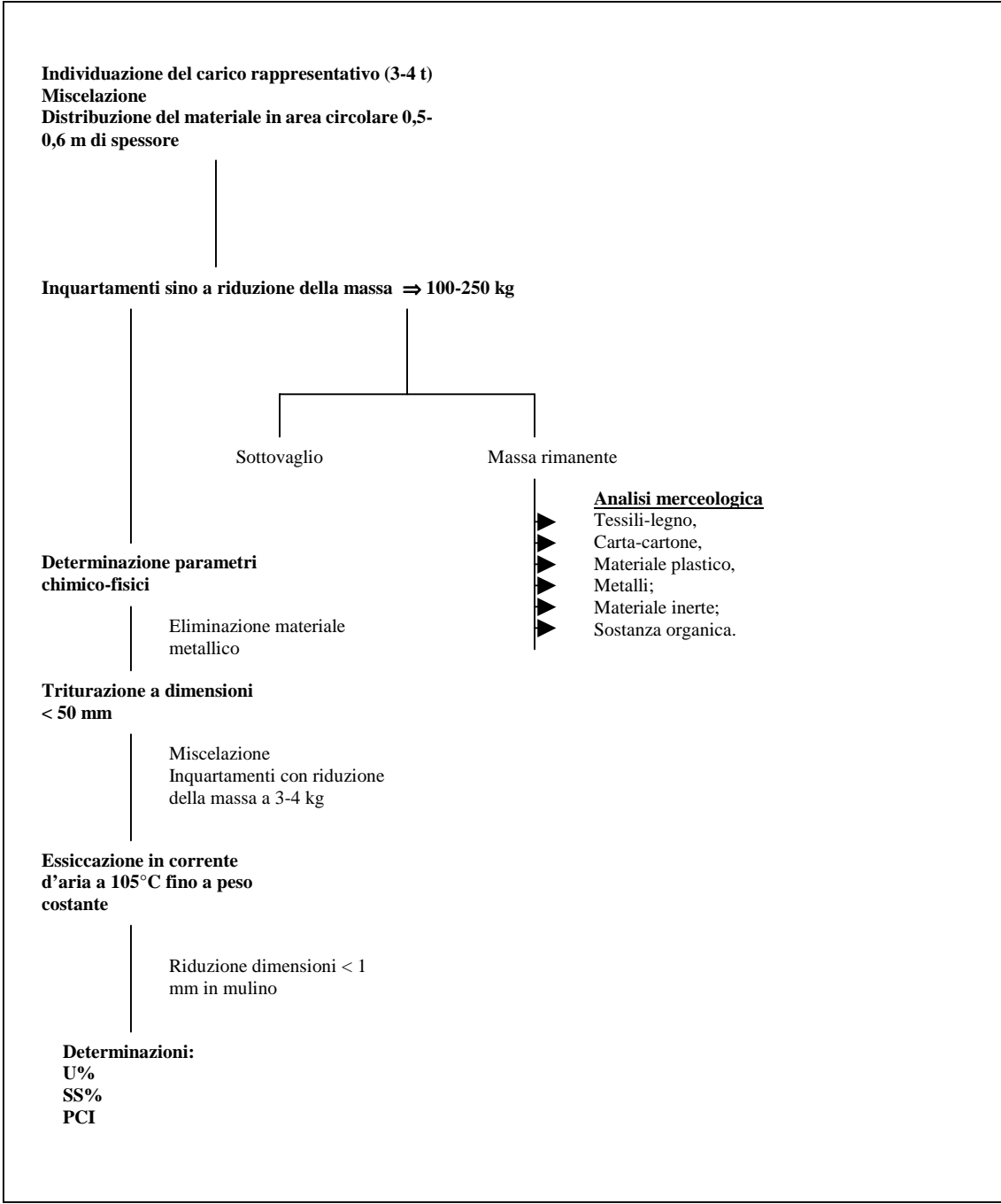


Figura n. 2.2: Analisi merceologica e caratterizzazione secondo il metodo CNR

2.1.3 Determinazione dei parametri chimico-fisici (secondo Eawag)

La preparazione del campione comporta l'impiego di un tritatore per la riduzione granulometrica del materiale.

Il campione di circa 200 kg, preparato come precedentemente descritto, viene accuratamente depurato di ogni metallo e pesato nuovamente. Viene, quindi, frantumato fino a ottenere dimensioni inferiori a 50 mm.

Sul minuto e sulla polvere così ottenuti vengono eseguiti successivi inquartamenti secondo la procedura descritta per la preparazione del campione rappresentativo.

In tal modo si perviene a un campione di 3-4 kg. Tale massa deve essere pesata con una bilancia di tolleranza ± 10 g.

Al termine dell'operazione di campionamento si essicca il rifiuto grezzo a 105 °C in una stufa, possibilmente a ventilazione forzata, fino a costanza di peso.

I campioni essiccati sono debolmente igroscopici per cui vengono lasciati raffreddare nella stufa disinserita e pesati subito dopo.

Si procede quindi a calcolare:

$$U\% = \frac{(G-E)}{G} * 100$$

$$SS\% = \frac{E}{G} * 100$$

dove:

U% = Contenuto percentuale in peso di umidità;

SS% = contenuto percentuale in peso di sostanza secca;

G = peso in grammi del campione umido;

E = peso in grammi del campione essiccato.

Sul materiale secco si procede a una ulteriore frantumazione in un mulino a pale (o equivalente), ottenendo una pezzatura di dimensioni inferiori a 1 mm.

Il materiale, accuratamente omogeneizzato, viene sottoposto all'estrazione, attraverso inquartamenti successivi (operando su lastra di marmo o di metallo o su foglio di plastica), di un campione di 400-600 g da utilizzare per la determinazione del potere calorifico.

La valutazione del potere calorifico dei rifiuti viene effettuata per via calorimetrica diretta con bomba di Mahler.

Dalla determinazione calorimetrica, tenuto conto del contenuto di idrogeno, si ottiene il potere calorifico inferiore secco del campione (P.C.I_S).

Da quest'ultimo si calcola il potere calorifico inferiore del rifiuto (P.C.I.) in base al contenuto di umidità.

$$P.C.I. = \frac{P.C.I_S \times (100 - U\%) - 597,5 \times U\%}{100}$$

dove:

P.C.I. = Potere calorifico inferiore del rifiuto;

P.C.I_S = Potere calorifico inferiore del campione secco.

2.2 Metodologia IPLA

Una delle metodiche più importanti che prendono vita, con opportune variazioni, dalla metodologia di analisi CNR è quella proposta e applicata dall'Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente (IPLA, 1992, 1998), descritta nei paragrafi seguenti.

2.2.1 Preparazione del campione rappresentativo

La prima fase dell'indagine consiste nell'individuazione di un campione rappresentativo dell'universo di rifiuti che si vuole rappresentare.

La scelta del campione, perché questo risulti rappresentativo, deve tener conto della composizione merceologica, delle modalità di prelievo e delle variazioni qualitative e quantitative, legate a cicli settimanali e stagionali.

Come campione di partenza, si considera una massa di 3-4 t, costituente il carico di un automezzo il cui percorso di raccolta sia rappresentativo della composizione media dei rifiuti della zona presa in esame.

Per la preparazione del campione rappresentativo, i rifiuti vengono pesati e scaricati sull'area adibita alle operazioni di inquarteramento. Tale area deve essere asfaltata o cementata e accuratamente pulita.

Come prima operazione, si separano dal cumulo gli oggetti ingombranti (pneumatici, scatoloni, mobiletti vari, materassi, elettrodomestici, ecc.) che possono intralciare la campionatura.

Gli ingombranti vengono ripartiti secondo le categorie di appartenenza, specificate in seguito, e accuratamente pesati.

Dopo questa prima selezione, si procede all'apertura dei sacchetti di plastica contenenti i rifiuti.

Quando tutti i sacchetti sono stati aperti e svuotati, si mescolano i rifiuti con una pala meccanica per ripartire su tutta la massa eventuali concentrazioni di rifiuti di particolare natura.

Al termine del mescolamento, si distribuisce il rifiuto in modo da formare una torta omogenea di altezza non superiore ai 50-60 cm.

Si procede quindi all'*inquarteramento* individuando quattro quarti mediante due fettucce colorate disposte a 90° e allontanando completamente, con pala e scopa, il materiale costituente due quarti opposti.

Il materiale rimasto viene rimescolato e ridistribuito per formare una nuova torta.

Successivamente si sfalsano di 45° le due fettucce colorate rispetto ai tracciati precedenti e i rifiuti di due quarti opposti vengono allontanati completamente come in precedenza.

La massa rimasta (circa un quarto di quella di partenza) viene rimescolata nuovamente e accumulata verso il centro; viene rifatta la torta e operato un ulteriore *inquarteramento*.

Partendo da una massa di rifiuti di 3-4 t, vengono effettuati normalmente due inquarteramenti, ognuno dei quali dà origine a due torte e riduce il rifiuto ad un quarto.

Al termine delle operazioni di inquarteramento, si ottiene un residuo di circa 200 kg che costituisce il materiale di riferimento per la valutazione della composizione merceologica.

2.2.2 *Analisi merceologica del rifiuto*

Dopo aver pesato il campione prelevato, si procede all'analisi merceologica del materiale. L'analisi comporta l'impiego di un vaglio vibrante a maglie quadre di 20 mm di luce. Tutta la massa viene progressivamente disposta sul vaglio raccogliendo il sottovaglio su di un telo di plastica. Si procede, quindi, alla cernita manuale delle categorie merceologiche adottate. A conclusione di questa operazione, si pesano i rifiuti appartenenti alle differenti classi.

Le classi merceologiche nelle quali viene ripartito il rifiuto sono 18:

- sottovaglio: tutto ciò che passa al vaglio di 20 mm ed è costituito essenzialmente da sostanze organiche e da inerti;
- vetro;
- altri inerti: fanno parte di questa categoria 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: sono escluse le pile a bottone che solitamente passano nel sottovaglio;
- farmaci: confezioni con medicinali interi o parti di essi; di questa categoria non fanno parte le boccette oppure i *blister* di compresse vuoti;
- contenitori T e/o F: tutti i contenitori, anche vuoti, di sostanze tossiche ed infiammabili;
- altri pericolosi: tubi fluorescenti, termometri, lampade a vapori metallici, siringhe, ecc.;
- tessili: abiti, giacche, stoffe, ecc.;
- pelli e cuoio: scarpe, cinture, giacche di pelle, ecc.;
- plastica in film: buste e sacchetti di plastica, nylon (polietilene) da imballo sottile, ecc.;
- contenitori in plastica: solo contenitori per liquidi, ad es. per latte, acqua, bibite e detersivi;
- altra plastica: contenitori vari non per liquidi, plastica rigida per imballi, polistirolo e 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 bambini;
- cartone: cartone da imballo;
- legno.

Tutti gli oggetti misti e accoppiati (carta e plastica, vetri con inserti metallici, plastica e alluminio, ecc.) vengono inclusi nella categoria a cui, in base a valutazione visiva, il materiale di appartenenza supera il 50% del peso dell'oggetto in questione.

Alla conclusione delle operazioni di cernita manuale, si pesano i materiali appartenenti alle differenti categorie merceologiche e si riportano i pesi in un'apposita tabella.

Alle varie frazioni vanno aggiunte le aliquote, proporzionali al peso del campione iniziale, di rifiuti ingombranti, accantonati prima delle operazioni di inquarteramento.

In genere, per ovviare al delta di peso intercorrente tra somma delle singole frazioni e il peso complessivo precedentemente determinato, delta dovuto all'evaporazione del

materiale durante la cernita o alla perdita di materiali di piccole dimensioni, le percentuali relative alle singole categorie vengono riferite alla loro somma e non al peso iniziale. Pertanto, il peso totale (P_{tot}) del campione sarà dato da:

$$P_{tot} = C + B$$

dove

C = sommatoria delle frazioni merceologiche;

B = aliquota rifiuti ingombranti.

Per quanto riguarda il contenuto in vetro, poiché durante le operazioni di miscelazione e inquantamento con pala meccanica, una buona parte di esso si frantuma e passa nel sottovaglio, occorre apportare la seguente correzione:

$$V_T = V_A + V_S$$

dove:

V_T = vetro totale;

V_A = vetro selezionato dall'analisi merceologica manuale;

V_S = vetro presente nel sottovaglio (in % sul rifiuto tal quale).

Per ricavare V_S si moltiplica il contenuto in vetro nel sottovaglio (V_{TS} , espresso in % sul tal quale) per la percentuale di sottovaglio, determinata nell'analisi merceologica (S_A):

$$V_S = V_{TS} * S_A$$

In conseguenza di ciò occorre correggere anche il valore del sottovaglio, per determinare il sottovaglio totale (S_T):

$$S_T = S_A - V_S$$

Su alcune frazioni, inoltre, è possibile effettuare un'ulteriore suddivisione. Ad esempio, sul sottovaglio si può procedere suddividendo il materiale nelle frazioni granulometriche: > 10 mm, 10-5 mm, 5-3 mm, < 3 mm. Questa suddivisione permette di separare la frazione a granulometria più fine, maggiormente inquinata da metalli pesanti. In linea generale, risulta importante differenziare il rifiuto in molte classi merceologiche poiché, solo in questo modo, è possibile conoscerne le diverse componenti e poter successivamente intervenire su di esso. Le diverse classi merceologiche, in ogni caso, possono essere successivamente accorpate in funzione della tipologia di trattamento-smaltimento previsto. Ad esempio, qualora l'analisi merceologica sia finalizzata alla verifica dei rifiuti da indirizzare ad un impianto di riciclaggio (produzione di compost o RDF), le classi merceologiche possono essere facilmente raggruppate in frazione compostabile, frazione combustibile, inerti e inquinanti. Ne è un esempio lo schema di flusso illustrato nella Figura n. 2.4, dove vengono riportate anche le modalità di preparazione di 5 diversi campioni di laboratorio per i quali sono indicati i più significativi parametri analitici. Per particolari esigenze, il numero di classi merceologiche può, viceversa, essere ulteriormente ampliato; è possibile, ad esempio, distinguere i contenitori in plastica in base al tipo di polimero costituente (PET, PE, PVC, PP) oppure la carta riciclabile da quella non riciclabile.

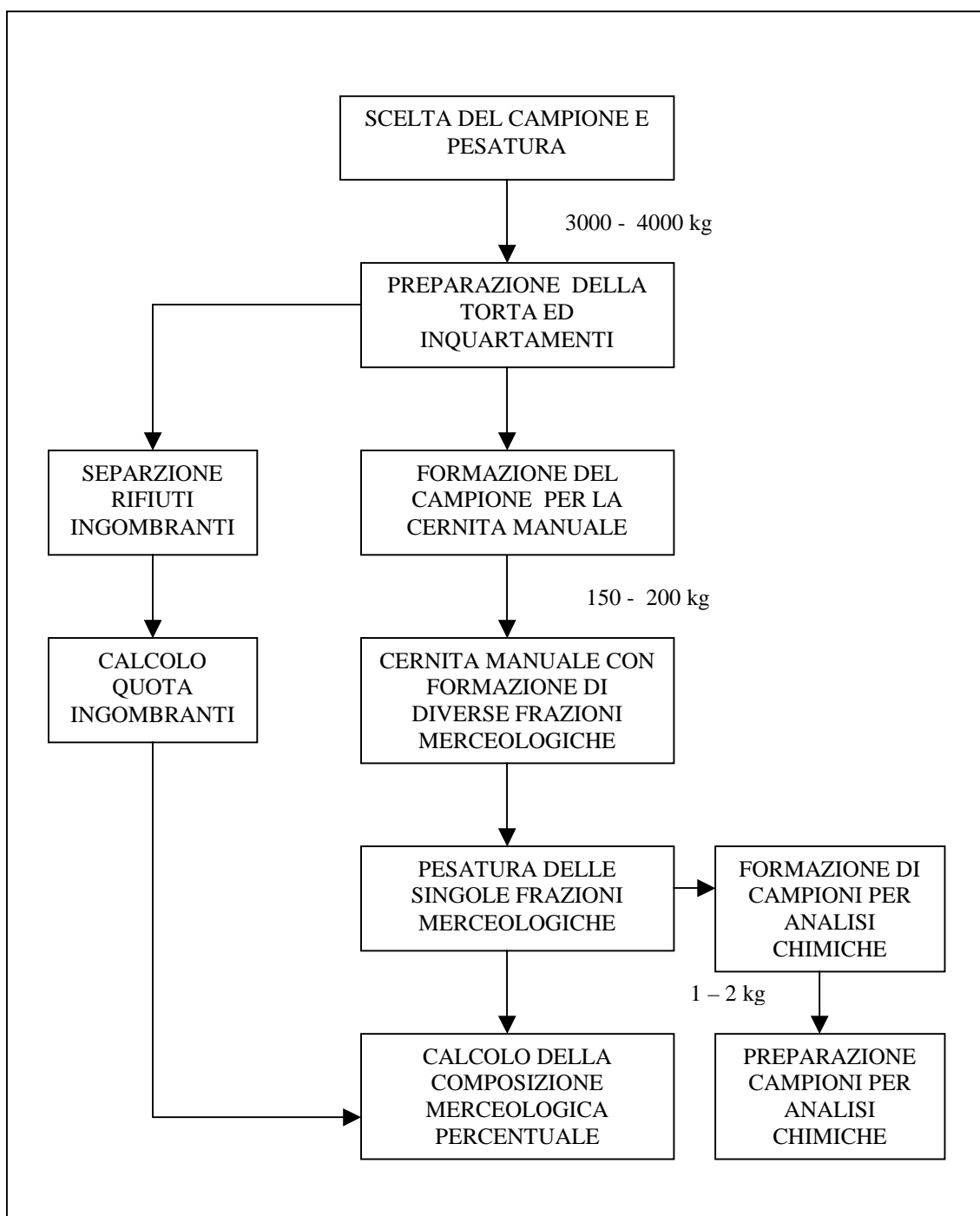


Figura n. 2.3: Schema di flusso dell'analisi merceologica

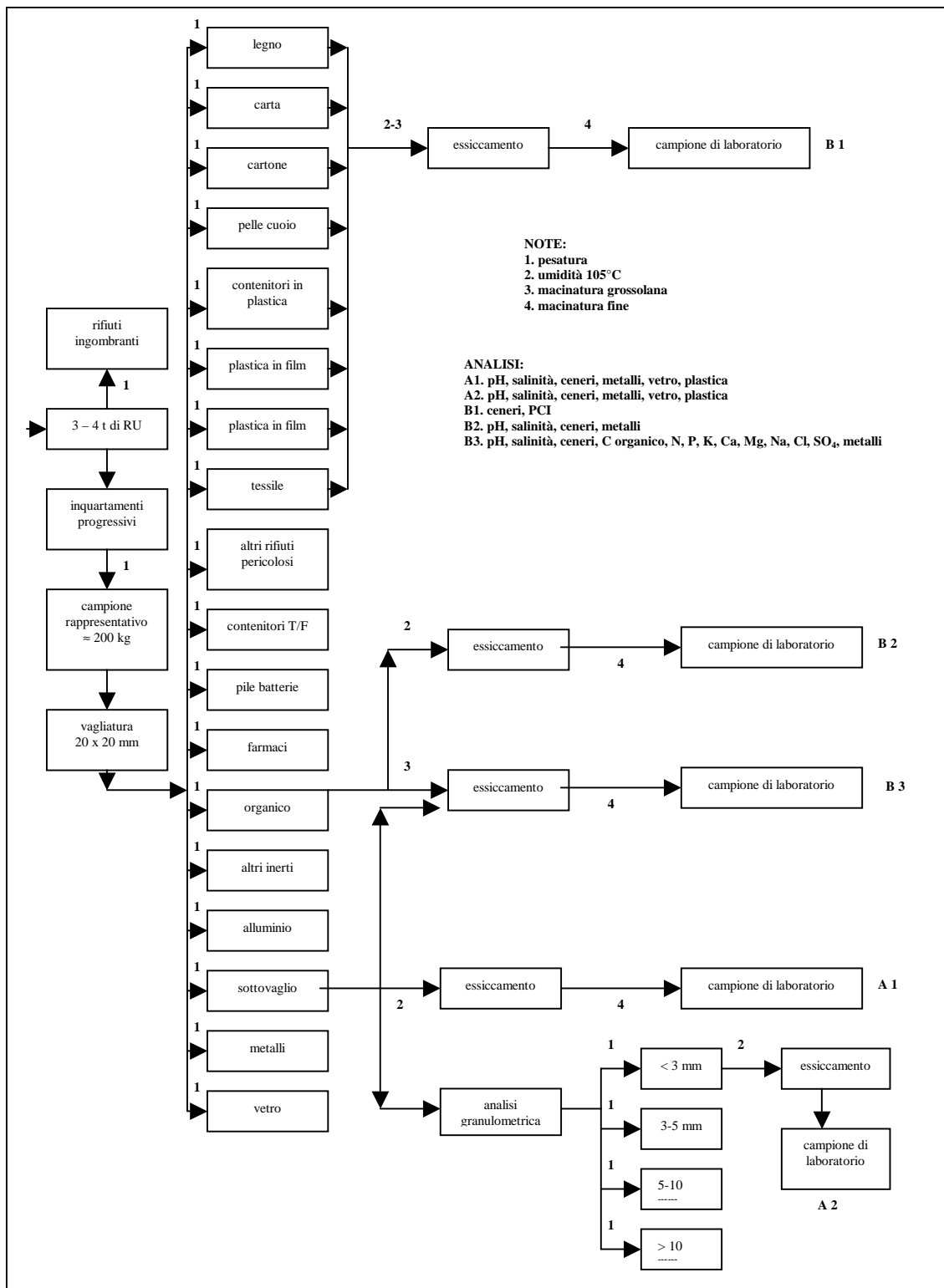


Figura n. 2.4: Schema particolareggiato dei flussi coinvolti

2.2.3 *Determinazione del potere calorifico*

La valutazione del potere calorifico di un rifiuto o di una frazione merceologica derivata da un rifiuto viene effettuata per determinazione calorimetrica diretta con bomba di Mahler.

Data la esiguità del campione da sottoporre ad analisi, è necessario che lo stesso abbia una granulometria inferiore ad 1 mm e che sia stato omogeneizzato con molta cura.

Al fine di ridurre ulteriormente gli errori dovuti alla disomogeneità del campione, è bene fare almeno 5 ripetizioni per ogni campione.

Dalla determinazione calorimetrica si ottiene il potere calorifico inferiore secco (PCI_S) del campione.

Le formule per passare dal PCI_S al potere calorifico inferiore (PCI) di un rifiuto a un determinato contenuto di umidità, e viceversa, sono le seguenti:

$$PCI = \frac{PCI_S \cdot (100 - U) - 597,5 U}{100}$$

$$PCI_S = \frac{100 PCI - 597,5 U}{100 - U}$$

dove:

PCI = potere calorifico inferiore del rifiuto ad una determinata umidità (kcal/kg);

PCI_S = potere calorifico inferiore del rifiuto sul secco a 105 °C (kcal/kg);

U = contenuto in umidità determinato a 105 °C (% sul tal quale).

2.3 Metodologia ERRA

Lo scopo della metodologia proposta dall'*European Recovery & Recycling Association* (ERRA, 1993, 1997) è caratterizzare quantitativamente e qualitativamente i rifiuti di origine domestica.

La messa a punto della presente procedura ha comportato la conoscenza di analoghe metodologie utilizzate dagli esperti del settore in numerosi Paesi europei.

2.3.1 Preparazione del campione rappresentativo

Al fine di ottenere dall'analisi risultati applicabili a tutta la comunità considerata, è essenziale che il campione raccolto e l'analisi effettuata siano effettivamente rappresentativi della realtà in esame.

La scelta del campione ideale è tuttavia un problema locale e deve tener conto di:

- numero di abitazioni;
- tipologia di abitazioni;
- ambiente sociale;
- tipologia del sistema di raccolta dei rifiuti.

Questi dati sono utili all'inquadramento generale della comunità oggetto della raccolta e, di conseguenza, alla scelta dei gruppi di case, delle strade o dei distretti maggiormente rappresentativi dell'intera area. Ad esempio, ipotizzando una zona comprendente il 25% di abitazioni di tipo A, il 30% di tipo B ed il rimanente 45% di tipo C, la raccolta dei rifiuti dovrà rispettare le suddette percentuali per poter essere considerata rappresentativa del territorio in esame.

Al fine di ottenere risultati significativi, è inoltre auspicabile condurre un vasto programma di analisi, sviluppato nell'arco di un anno.

A causa delle variazioni stagionali a cui è soggetta la composizione dei rifiuti sono teoricamente consigliate analisi a intervalli di tre mesi (marzo, giugno, settembre, dicembre) in modo da ottenere un quadro significativo degli andamenti.

Dove problemi di budget o altri fattori non permettano di procedere in tale modo, devono essere effettuate almeno due analisi a distanza di sei mesi (ad es. marzo – settembre), avendo l'accortezza di evitare particolari periodi dell'anno (es. Natale ecc.), in modo che il campionamento risulti quanto più possibile standard.

Risulta inoltre opportuno considerare i seguenti fattori:

- *tempo*: la raccolta del campione deve essere effettuata nello stesso giorno e con le stesse modalità con cui vengono prelevati i rifiuti che il campione vuole rappresentare; bisogna inoltre scegliere un giorno all'interno della settimana se la raccolta viene effettuata più volte alla settimana;
- *non segnalare*: non avvertire gli abitanti dell'intenzione di effettuare un'analisi merceologica dei rifiuti: molte persone non desiderano infatti che si analizzino i loro rifiuti e potrebbero cambiare il loro comportamento nel periodo del prelievo;
- *usare i contenitori locali*: questo assicura una raccolta significativa e costi minori;
- *pianificare e coordinare la raccolta*: risulta importante coordinare la raccolta dalla area prescelta secondo il programma prestabilito;
- *prelevare il campione puro*: non mescolare il campione con materiali o flussi di altra natura; se necessario, è opportuno etichettare i campioni;

- *compattamento*: evitare di compattare il campione; ciò rende la separazione e la classificazione più difficoltose e può determinare valori di umidità non veritieri.

La dimensione del campione da raccogliere dipende dal numero di abitazioni coinvolte e dal grado di attendibilità richiesto ai risultati dell'analisi.

Un aiuto nella definizione della dimensione del campione può derivare dall'analisi statistica dei dati, ma, nella maggior parte dei casi, si può far ricorso, minimizzando i costi, ad un campione raccolto in base alle indicazioni della tabella seguente.

Abitazioni coinvolte [n.]	Dimensione minima del campione [abitazioni]
< 1.000	10% o 50
1.000– 9.999	5,0% o 100
10.000 – 49.999	2,5% o 500
≥ 50.000	1,0% o 1.250

Tabella n. 2.1: Dimensione del campione

Assumendo che la media delle abitazioni produca almeno 10 kg di rifiuti alla settimana e che la raccolta venga effettuata su base settimanale, la seguente tabella fornisce indicativamente il quantitativo di materiale raccolto.

Numero di abitazioni coinvolte	Peso minimo del campione [kg]
< 1.000	500
1.000– 9.999	1.000
10.000 – 49.999	5.000
≥ 50.000	12.500

Tabella n. 2.2: Peso del campione

Poiché la classificazione dei materiali viene effettuata manualmente, anche il più piccolo di questi campioni può essere considerato rappresentativo.

In ogni caso, sarà necessario ridurre il campione in modo da ottenere un quantitativo più maneggiabile, tra i 100 e 200 kg. La riduzione deve essere effettuata con la necessaria accuratezza al fine di conservare la rappresentatività del campione di provenienza. Esistono diversi metodi per ottenere la riduzione del campione, alcuni molto semplici, altri caratterizzati da un grado di meccanizzazione potenzialmente costoso.

Il metodo indicato da ERRA, basato sulla tecnica dell'*inquartamento*, se da un lato richiede un equipaggiamento minimo, dall'altro risulta impegnativo specialmente per campioni quantitativamente consistenti, in quanto risulta necessario ripetere la procedura diverse volte come esplicitato nella tabella seguente.

Abitazioni coinvolte [n.]	Peso campione [kg]	Riduzione [kg]	Operazioni Numero
< 1.000	500	500 a 250 250 a 125	2
10.000 – 49.999	5.000	5.000 a 2.500 2.500 a 1.250 1.250 a 675 675 a 338 338 a 169	5

Tabella n. 2.3: Inquartamenti necessari in funzione del numero di abitazioni coinvolte

La tecnica dell'inquartamento prevede le seguenti fasi:

- distribuire il campione su di una superficie piana e mescolarlo con pala meccanica;
- collocare il campione in modo da formare una torta omogenea di circa 80 cm di altezza;
- dividere la torta con una linea che passi per il centro in due parti uguali;
- dividere successivamente la torta mediante una linea perpendicolare alla prima;
- rimuovere due quarti opposti in modo da lasciare la metà del campione originale.

Il procedimento viene ripetuto fino a raggiungere la dimensione del campione richiesta.

L'inquartamento descritto da ERRA dà origine, a differenza dei protocolli CNR e IPLA, a una sola torta e dimezza il materiale di partenza.

2.3.2 Analisi merceologica del rifiuto

L'analisi viene effettuata su un campione di 100–200 kg. La prima operazione consiste nel vagliare il materiale attraverso un vaglio con apertura di 20 mm, in modo da rimuovere le frazioni inferiori e pesarle separatamente (*frazione fine*). Successivamente, i materiali vengono separati manualmente, classificati e pesati. Il peso di ogni categoria di materiale, insieme a ogni altra informazione, viene riportato nella scheda di Figura n. 2.5, in cui con MC e MNC vengono indicati rispettivamente i *Misti combustibili* e *Misti non combustibili*. Sotto queste voci vengono raggruppati tutti i materiali non collocabili nelle categorie individuate. In Tabella n. 2.4 viene riportato il risultato della standardizzazione ad albero dei termini inerenti i materiali da inviare ai processi di recupero (ERRA, 1992), a cui l'analisi merceologica fa riferimento.

Per effettuare una corretta analisi merceologica del campione prelevato, occorre considerare i seguenti punti:

- *una sola possibilità*: occorre ricordare che il campione prelevato è unico; non è quindi possibile ripetere la misura, per cui è necessario dedicare la massima attenzione alle operazioni da effettuare;
- *velocità*: l'analisi deve essere effettuata nel più breve tempo possibile per evitare variazioni d'umidità, perdite di materiale o qualunque altra fonte di alterazione dei risultati;

- *isolamento*: il campione non deve essere contaminato da altri rifiuti; occorre quindi effettuare l'analisi su di una superficie ampia, piana, impermeabile e preferibilmente in ambiente chiuso;
- *equipaggiamento*: preparare i macchinari necessari, gli abiti adatti per il personale e contenitori capienti per i diversi materiali, ottenuti dalla selezione manuale;
- *appartenenza dei materiali*: decidere in precedenza l'appartenenza dei materiali alle diverse categorie (ad esempio la plastica film include i sacchetti di plastica dei supermercati oppure solo il nylon che avvolge gli alimenti?);
- *verifica*: i risultati dell'analisi devono essere utilizzati in modo consapevole, valutando se essi riflettano realisticamente il quadro dei rifiuti. Pertanto devono essere comparati a risultati ottenuti in altre analisi. Risultati anomali non devono essere alterati finché non sia chiara la ragione che ne ha determinato il valore. In tal caso l'analisi dovrebbe essere utilizzata fino a che non ne sia stata effettuata un'altra più rappresentativa.

Codice				Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4
PL				plastiche			
	PL1				plastica rigida		
		PL11				bottiglie	
			PL111				PET
			PL112				PVC
			PL113				PE
			PL1199				altre
		PL12				tazze e tinozze	
			PL121				PET
			PL122				PVC
			PL123				PP
			PL124				PE
			PL1299				altre
		PL13				miste	
	PL2				plastica film		
		PL21				PET	
		PL22				PVC	
		PL23				PP	
		PL24				PE	
		PL25				PS	
		PL26				altre	
	PL3				plastica mista		
	PL99				altra plastica		
PA				carta/cartone			
	PA1				imballaggi		
		PA11				imballaggi per non liquidi	
			PA111				cartone

			PA112				cartone ondulato
		PA12				imballaggi per liquidi	
			PA121				in alluminio
			PA122				non in alluminio
	PA2				carta da scrivere		
		PA21				carta da giornale, opuscoli, periodici	
			PA211				carta da giornale
			PA212				opuscoli, periodici
		PA22				mista	
	PA99				altra carta		
GL				vetro			
	GL1				rottami		
		GL11				verde	
		GL12				ambra	
		GL13				bianco	
		GL14				misto	
	GL2				intero		
		GL21				verde	
		GL22				ambra	
		GL23				bianco	
		GL24				misto	
	GL99				non specificato		
ME				metalli			
	ME1				bidoni metallici		
		ME11				bidoni in acciaio	
			ME111				per alimenti
			ME112				per bevande
			ME1199				altro
		ME12				bidoni in alluminio	
			ME121				per alimenti

			ME122				per bevande
			ME1299				altro
	ME2				lamine metalliche		
	ME99				altri metalli		
OR				organico			
	OR1				organico da cucina		
	OR2				rifiuti da giardino		
	OR3				carta/cartone compostabile		
	OR99				altro		
TE				tessili			
	TE1				riciclabili		
	TE2				riutilizzabili		
RES				residuo			
	RES1				residuo dal trattamento		
		RES11				secco	
		RES12				umido	
	RES2				residuo dal mercato finale		
		RES21				secco	
		RES22				umido	
	RES99				altro		
OT				altro			
	OT1				pericolosi		
	OT2				di origine domestica		
		OT21				bianco	
		OT22				marrone	
		OT23				legno laminato	
		OT24				pietre/sabbia	
	OT3				olio		
		OT31				motore	
		OT32				domestico	
	OT4				non specificato		

Tabella n. 2.4: Standardizzazione dei termini secondo l'ERRA

Sample date:	d/m/yyyy	Collection Details: e.g. Time between collection and Classification Compacted/Not Compacted. Notes: e.g. Deposit system for plastic bottles. All beverages in returnable bottles. Total ban on Glass.
Sample size:	kg	
Reduced sample size:	kg	
Number of reductions:		
Sample origin:	Household	
Waste stream definition:		
Population/Household:	Average	

Paper & Board												
	PA1	PA11	PA12	PA13	PA2	PA3	PA31	PA32	PA4	PA41	PA42	PA5
Weight												
%												

Glass											
	GL1	GL11	GL12	GL13	GL14	GL2	GL21	GL22	GL23	GL24	GL3
Weight											
%											

Metals											
	ME1	ME11	ME111	ME112	ME113	ME12	ME121	ME122	ME123	ME2	ME3
Weight											
%											

Plastics												
	PL1	PL11	PL111	PL112	PL113	PL114	PL12	PL121	PL122	PL123	PL124	PL125
Weight												
%												
	PL13	PL2	PL21	PL22	PL23	PL24	PL25	PL26	PL3			
Weight												
%												

	Organics	Textiles	Misc. combustible	Misc. non-combustible	Fine
	OR	TE	MC	MNC	FINES
Weight					
%					

Moisture content		Bulk density	
Wet weight		Weight	
Dry weight		Volume	
% Moisture		Density	

Please photocopy this form for use.

Figura n. 2.5: Scheda ERRA di raccolta dati

2.3.3 *Determinazione dell'umidità e della densità del rifiuto*

Tali valutazioni (opzionali) possono essere effettuate sui due quarti di torta in surplus, derivanti dall'operazione di riduzione del campione finale.

Il materiale costituente i due quarti viene unito e successivamente sottoposto ad un'ulteriore inquartamento. I quarti opposti possono poi essere uniti a formare due campioni separati.

Per la misura dell'umidità si procede pesando il campione con un'accuratezza non inferiore a 0,1 kg e registrando il peso con la sigla W1.

Si distende il materiale su una serie di vassoi in modo che lo spessore del campione non sia superiore a 25 mm.

Il materiale viene quindi inserito in stufa con ventilazione forzata a $90 \pm 2^\circ\text{C}$ per 24 ore. Successivamente si lascia a raffreddare il materiale fino al raggiungimento della temperatura ambiente e si procede alla pesatura (W2).

Il contenuto di umidità può essere calcolato come segue:

$$\%H_2O = \frac{(W1 - W2) * 100}{W1}$$

Per il calcolo della densità, è necessario pesare un contenitore di volume noto, non inferiore a 200 l e non superiore a 300 l, registrando la misura con la sigla W1.

Si procede a versare il campione nel contenitore fino a farlo traboccare, assestando poi il contenuto facendolo cadere tre volte da un'altezza di 10 cm.

Si procede quindi a colmare il volume del contenitore con il materiale rimanente. Se non è disponibile un quantitativo sufficiente, il volume vuoto (V2) deve essere accuratamente misurato. Si pesa, quindi, il contenitore e se ne registra il peso (W2).

Nel caso di contenitore pieno, la densità viene calcolata nel seguente modo:

$$\text{densità [kg/l]} = \frac{(W2 - W1)}{V1}$$

nel caso di contenitore parzialmente pieno, la densità viene calcolata come:

$$\text{densità [kg/l]} = \frac{(W2 - W1)}{(V1 - V2)}$$

2.4 Metodologia ADEME

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie ha elaborato un metodo per la caratterizzazione dei rifiuti urbani denominato LE MODECOM utilizzato in numerosissime collettività locali per la caratterizzazione dei loro rifiuti e fatto oggetto di una norma sperimentale AFNOR XPX 30408 "Caractérisation d'un échantillon de déchets ménagers et assimilés" nell'ottobre 1996.

2.4.1 Preparazione dei campioni significativi

ADEME raccomanda una fase preliminare di raccolta di informazioni sulla zona oggetto della campagna di analisi. Tale fase deve avere come risultato una descrizione quanto più possibile completa relativamente a:

- lista dei comuni relativi alla zona di studio;
- valutazione della popolazione sedentaria;
- identificazione del tipo di comunità secondo la classificazione INSEE che suddivide le comunità in rurali o urbane ed in successive categorie;
- determinazione dell'attività economica della zona in studio, utilizzando la nomenclatura NAF 17 (Sezione A = agricoltura, B = pesca, acquicoltura, C = industria estrattiva, D = industria manifatturiera, agricola, tessile, ecc.);
- identificazione degli avvenimenti particolari che possono influenzare la natura dei rifiuti: mercati giornalieri o settimanali, manifestazioni locali, attività stagionali, turistiche, ecc.

Successivamente, tramite il centro di trattamento a cui convergono i rifiuti, occorre rilevare la produzione mensile ed annuale (con riferimento all'anno precedente), nonché il numero di camion utilizzati per la raccolta e la relativa capacità.

Dal momento che la raccolta dei rifiuti è solitamente organizzata secondo itinerari con giorni e frequenze di raccolta differenti, risulta importante reperire le seguenti informazioni aggiuntive:

- giorni di ricezione dei camion al centro di trattamento;
- quantità raccolta considerando il valore di una settimana normale (esclusi periodi di ferie ecc.).

Sono poi da individuare i tipi di raccolta differenziata (carta, vetro, ecc.) effettuati e i quantitativi corrispondenti.

Poiché per le collettività situate sul mare o in montagna possono verificarsi rilevanti variazioni stagionali della produzione di rifiuti sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo, appare importante conoscere la media e l'alta stagione in contrapposizione alla bassa stagione.

Il *criterio di stagionalità* è molto importante e permette di identificare il periodo di attività media. Occorre pertanto:

- escludere il mese con la minore produzione;
- calcolare la media dei rimanenti 6 mesi con le minori produzioni;
- calcolare per ciascun mese il rapporto tra il valore X del mese considerato e la media dei 6 mesi;

se il rapporto è superiore a 1,5; la zona in esame ha una attività stagionale; se, viceversa, il rapporto è inferiore a 1,5 la zona non viene considerata con attività stagionale.

Questo criterio matematico permette di definire i limiti stagionali.

Il modello LE MODECOM consente di suddividere la zona in studio in diversi settori in modo da ottenere una grande omogeneità all'interno dei singoli settori. Pertanto è possibile suddividere la zona in agglomerati di popolazione simili, caratterizzati con il metodo INSEE e, quindi, suddivisi in settore urbano, rurale ecc.

Per la scelta del periodo di campionamento risulta importante evitare i periodi atipici o eccezionali (vacanze, ferie ecc.).

Come dimostrato dal calcolo statistico, la precisione dei risultati di una campagna di misure dipende dal numero di campioni analizzati e dall'eterogeneità dei rifiuti.

Pertanto è preferibile utilizzare un minimo di 5 campionamenti per ogni campagna anche nel caso di zone di modeste dimensioni. Inoltre, poiché le cause di eterogeneità si riscontrano per zone con popolazione superiore a 200.000 abitanti, è opportuno, in questi casi, ricorrere ad un numero di campionamenti ancora maggiore (minimo 10).

Se la zona è stata suddivisa in settori, ove possibile, è necessario effettuare un numero di campionamenti proporzionale per ciascun settore. In tal caso, il totale dei campionamenti sarà superiore o uguale a cinque. Se la collettività conta più di 200.000 abitanti ed è stata suddivisa in settori, è necessario utilizzare per ciascun settore 5 campionamenti.

La scelta dei camion per il campionamento deve essere effettuata selezionando a caso cinque o più camion per la raccolta dei rifiuti.

Bisogna prendere in considerazione la raccolta di una intera settimana senza escludere a priori alcun rifiuto. Al contrario saranno esclusi i camion non contenenti rifiuti urbani come ad es. i rifiuti industriali o prettamente commerciali.

Occorre effettuare il campionamento utilizzando il *metodo del prelievo casuale*.

In assenza di una suddivisione della zona in settori, è opportuno procedere scegliendo i camion a caso. Viceversa, si scelgono i camion per ogni singolo settore.

È necessario rilevare il peso giornaliero dei veicoli in base ai dati della settimana che precede la campagna di analisi.

Le informazioni richieste sono:

- itinerario della raccolta;
- data;
- codice veicolo;
- ora di ingresso al centro di trattamento.

L'insieme dei camion viene numerato da 1 a N in base all'orario di arrivo al centro di trattamento. La scelta del campione necessita di un giorno di lavoro. Se non è possibile conservare i campioni in buone condizioni, non bisogna effettuare più di 2 selezioni di camion al giorno.

Quindi si esegue un numero di campionamenti a caso superiore al numero di selezioni da realizzare e si trattengono i camion che hanno raccolto i rifiuti di giorni diversi in base all'ordine di selezione. Il numero dei camion selezionati non deve essere in nessun caso comunicato prima agli autisti al fine di evitare qualsiasi variazione rispetto alla procedura ordinaria.

A questo punto è possibile effettuare il campionamento.

Il camion da campionare non deve contenere meno di 2 t di rifiuti. Se il camion scelto contiene un quantitativo inferiore, il campionamento può essere completato con il carico

del camion successivo al centro di trattamento. In caso di suddivisione in settori i due camion devono provenire dallo stesso settore.

Viceversa, se il contenuto del camion è elevato (> di 8 t), si può campionare solo la metà del materiale.

L'operazione di campionamento consiste nel considerare il contenuto totale del camion di rifiuti selezionato e prelevare a caso 10 contenitori di peso unitario di circa 50 kg con una piccola pala meccanica, in modo da costituire un campione da 500 kg (densità 0,2).

Lo svolgimento dell'operazione di selezione prevede di:

- selezionare il camion all'arrivo al centro;
- pesare il camion pieno;
- rovesciare il contenuto su di una superficie idonea (cemento, asfalto ecc.);
- pesare il camion vuoto;
- calcolare la massa dei rifiuti (M) in kg ed il numero di frazioni da 50 kg (N_f) che costituiscono l'intera massa di rifiuti. Per cui:
$$N_f = M/50$$
- scegliere a caso 10 numeri tra 1 e N_f (questa scelta può essere effettuata in diversi modi, utilizzando la funzione prevista nel modello statistico contenuto nel sistema MODECOM¹ oppure domandando ad una persona estranea di indicare 10 numeri tra 1 e N_f);
- controllare il peso unitario di ogni contenitore;
- rovesciare il contenuto dei contenitori prescelti su di uno spazio riservato oppure in casse di cartone per lo stoccaggio;
- recuperare la frazione fine sul terreno al termine del campionamento;
- mescolare tutta la frazione fine ed aggiungere al campione una quantità Y di frazione fine in proporzione uguale a quella del campionamento:

$$Y = \frac{Z * 10 \text{ frazioni prelevate}}{N_f}$$

dove Z è il peso della frazione fine;

- stoccare il campione così ottenuto in sacchi oppure in casse di cartone;
- chiudere ermeticamente i contenitori;
- identificare definitivamente il campione ottenuto sulla base della codificazione data dal metodo MODECOM.

¹ Per maggiori informazioni in merito è opportuno fare riferimento al materiale bibliografico segnalato in bibliografia

2.4.2 Analisi merceologica del rifiuto

E' necessario effettuare la selezione del campione nelle 24 ore seguenti la sua costituzione in base agli obiettivi prefissati (vedere Figura n. 2.7):

- la conoscenza di 15 categorie di base;
- la conoscenza di 15 categorie di base e sottocategorie particolari;
- la conoscenza della parte costituita da imballaggi.

Il campione può essere selezionato sul posto a condizione di disporre di un locale coperto ed adatto. Per la selezione del materiale è necessario utilizzare un vaglio di dimensione 2,5 m x 1 m circa con due setacci a maglia rotonda da 100 mm e da 20 mm rispettivamente, ed un contenitore per il recupero delle parti fini. Alternativamente, i campioni possono essere conferiti a un laboratorio che posseda tale equipaggiamento o strumenti equivalenti come un nastro trasportatore per la selezione manuale, accoppiato ad un vaglio vibrante con maglie da 100 e da 20 mm.

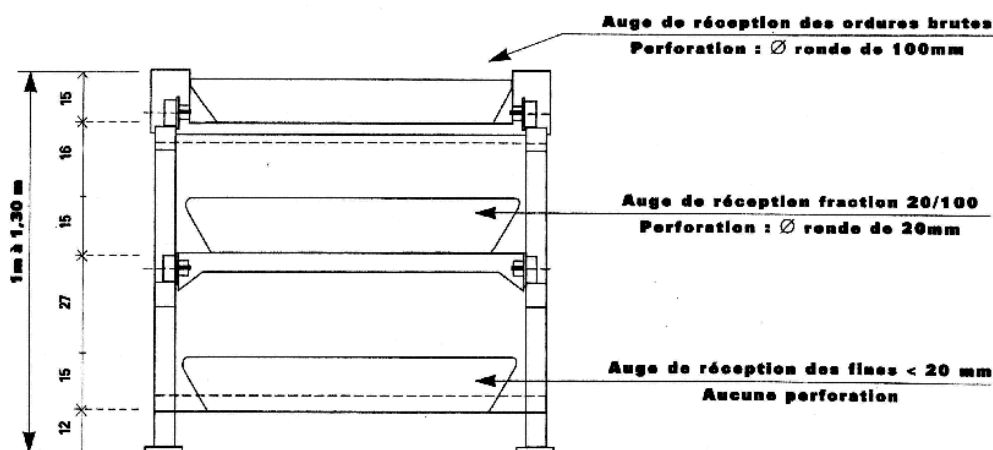


Figura n.2.6: Vaglio utilizzato per la suddivisione granulometrica del campione

Dapprima i selezionatori non preleveranno altro materiale che gli elementi di taglia superiore alla maglia da 100 mm, costituenti la *frazione grossa (selezione primaria)*. In seguito selezioneranno la frazione 20-100 mm (*frazione media*). Tale operazione prende il nome di *selezione secondaria*. Gli elementi fini o di granulometria inferiore ai 20 mm (*frazione fine*) possono poi essere ripartiti in due categorie:

- frazione fine: da 8 – 20 mm, denominata FG;
- frazione inferiore ad 8 mm, denominata FP.

Queste vengono rispettivamente recuperate dopo la prima e la seconda setacciatura.

Nei due casi, la setacciatura a maglia da 8 mm rotonda sarà effettuata in modo facoltativo dopo l'inquartamento dell'insieme delle parti fini < 20 mm, ottenute dopo la selezione della frazione grossa e media.

Di seguito vengono riportate in dettaglio le operazioni da effettuare.

Per semplificare le operazioni, è opportuno effettuare, in un primo tempo, la selezione delle 15 categorie e, successivamente, selezionare le categorie carta, cartone ecc. che

necessitano una selezione più dettagliata in sotto categorie, seguendo le operazioni riportate di seguito (vedere anche lo schema sinottico di Figura n.2.7):

1. selezione del campione:

Con vaglio a doppio setaccio

- identificare il contenitore che contiene il rifiuto per ciascuna categoria;
- pesare l'intero campione da selezionare;
- effettuare la selezione per categoria della frazione grossa (*selezione primaria*):
 - porre il vaglio da 100 mm rotondo sulla parte superiore della struttura, il vaglio da 20 mm nella parte intermedia e il recipiente per il recupero delle parti fini al di sotto di questi;
 - rovesciare una piccola quantità di rifiuti (40 l circa) sul vaglio superiore;
 - raccogliere regolarmente il materiale dal vaglio di 20 mm in contenitori da circa 80 l per evitare di intasare il vaglio;
 - raccogliere regolarmente le parti fini inferiori a 20 mm in recipienti da circa 80 l;
 - ripetere queste operazioni fino ad esaurimento del campione;
- pesare ogni frazione raccolta dopo la setacciatura primaria: le parti grosse selezionate per categorie (> 100 mm), le medie (frazione 20-100mm) e le parti fini (<20 mm);
- passare le parti fini < 20 mm al vaglio da 8 mm rotondo dopo l'inquartamento nel caso in cui si decida di effettuare tale operazione;
- pesare le frazioni < 8 mm e comprese tra 8 e 20 mm;
- conservare separatamente le parti fini e le categorie selezionate (per la determinazione dell'umidità);
- effettuare l'inquartamento della frazione media:
 - versare tutte le parti medie sul piano e mescolarle con l'aiuto di pale;
 - disporle in modo da formare una torta dal diametro di 1,5 m circa;
 - dividerla secondo due diametri perpendicolari;
 - conservare due quarti opposti sui quattro ottenuti;
 - scartare gli altri due;
 - rifare questa operazione due volte;
 - mescolare i due quarti;
 - ripetere l'operazione due volte ottenendo alla fine un quantitativo corrispondente ad un ottavo della frazione media;
- pesare la frazione media da selezionare;
- selezionare interamente questa frazione nelle categorie (*selezione secondaria*):
 - levare dal vaglio la maglia da 100 mm rotonda;
 - inserire la maglia da 20 mm rotonda sulla parte superiore;
 - inserire il recipiente di raccolta delle parti fini al di sotto;
 - rovesciare una piccola quantità di frazione media sul setaccio;
 - distribuire il materiale per categorie nei contenitori;
 - ripetere questa operazione fino ad esaurimento della frazione media da selezionare;
- collocare le parti fini inferiori a 20 mm sulla maglia da 8 mm rotonda se si decide di effettuare questo passaggio;
- pesare le frazioni < 8 mm e comprese tra 8 e 20 mm;
- conservare separatamente le parti fini e le categorie selezionate per la determinazione dell'umidità;

- calcolare il peso delle parti perse dalla selezione della frazione grossa e della frazione media. La composizione sull'umidità può essere ricostituita per calcolo.

Con nastro trasportatore e doppio setaccio vibrante

- realizzare le operazioni illustrate precedentemente; la selezione della frazione grossa e di quella media saranno effettuate su un nastro trasportatore in caucciù che alimenterà il vaglio vibrante con maglie da 100, 20 e da 8 mm.

2. la selezione in sottocategorie:

seguendo gli obiettivi della campagna di analisi, alcune categorie (carta, cartone, plastica, metalli e rifiuti speciali), suddivise precedentemente per dimensione granulometrica, possono essere separate in sottocategorie:

- pesare ciascuna sottocategoria scelta;
- recuperare le parti fini ottenute come residuo alla fine della selezione delle sottocategorie e pesarle. Esse saranno integrate da un calcolo (sia per le fini < 20 mm, sia per quelle < 8 mm), nel caso si faccia questo passaggio;
- calcolare il peso delle perdite ottenute e aggiungerlo rispettivamente a quello delle frazioni grosse e di quelle medie.

3. verifica della coerenza dei valori ottenuti:

dopo ogni selezione sarà fatta una verifica per la coerenza dei valori ottenuti partendo dai risultati delle categorie e delle sottocategorie.

Per effettuare i calcoli necessari è opportuno organizzare i dati annotando su di una scheda tutte le pesate effettuate ed indicando espressamente:

- il peso totale del campione;
- il peso delle frazioni grosse selezionate durante il primo passaggio al vaglio;
- il peso totale delle frazioni medie;
- il peso della frazione media inquartata prima della suddivisione in categorie;
- il peso delle frazioni medie selezionate durante la vagliatura secondaria;
- le perdite ottenute rispettivamente durante la vagliatura primaria e secondaria.

Tutte queste informazioni permetteranno il calcolo della composizione del campione.

Il calcolo della composizione viene effettuato a partire dai pesi relativi alle frazioni selezionate.

Per quanto riguarda le perdite di acqua queste sono considerate nel metodo MODECOM come una categoria a parte.

Per quanto concerne la frazione fine ci possono essere due casi:

- è stata scelta l'opzione vagliatura a 8 mm: in questo caso devono essere considerate 2 categorie di parti fini FP fini < 8 mm e FG fini > 8 mm.
- non è stata scelta questa possibilità: in tal caso, la sola categoria considerata è FP < 20 mm;

I risultati ottenuti vengono espressi in due modi:

- in percento del peso umido del campione selezionato sul campione totale;
- in percento del peso secco del campione totale.

MODECOM è fornito di una funzione che effettua l'assemblaggio dei calcoli singoli dei paragrafi precedenti.

La composizione dei rifiuti raccolti nella zona in studio viene infine determinata, sia con una media semplice, sia con una media ponderale delle produzioni. Nei due casi questa composizione potrà essere espressa in % del peso umido o in % del peso secco.

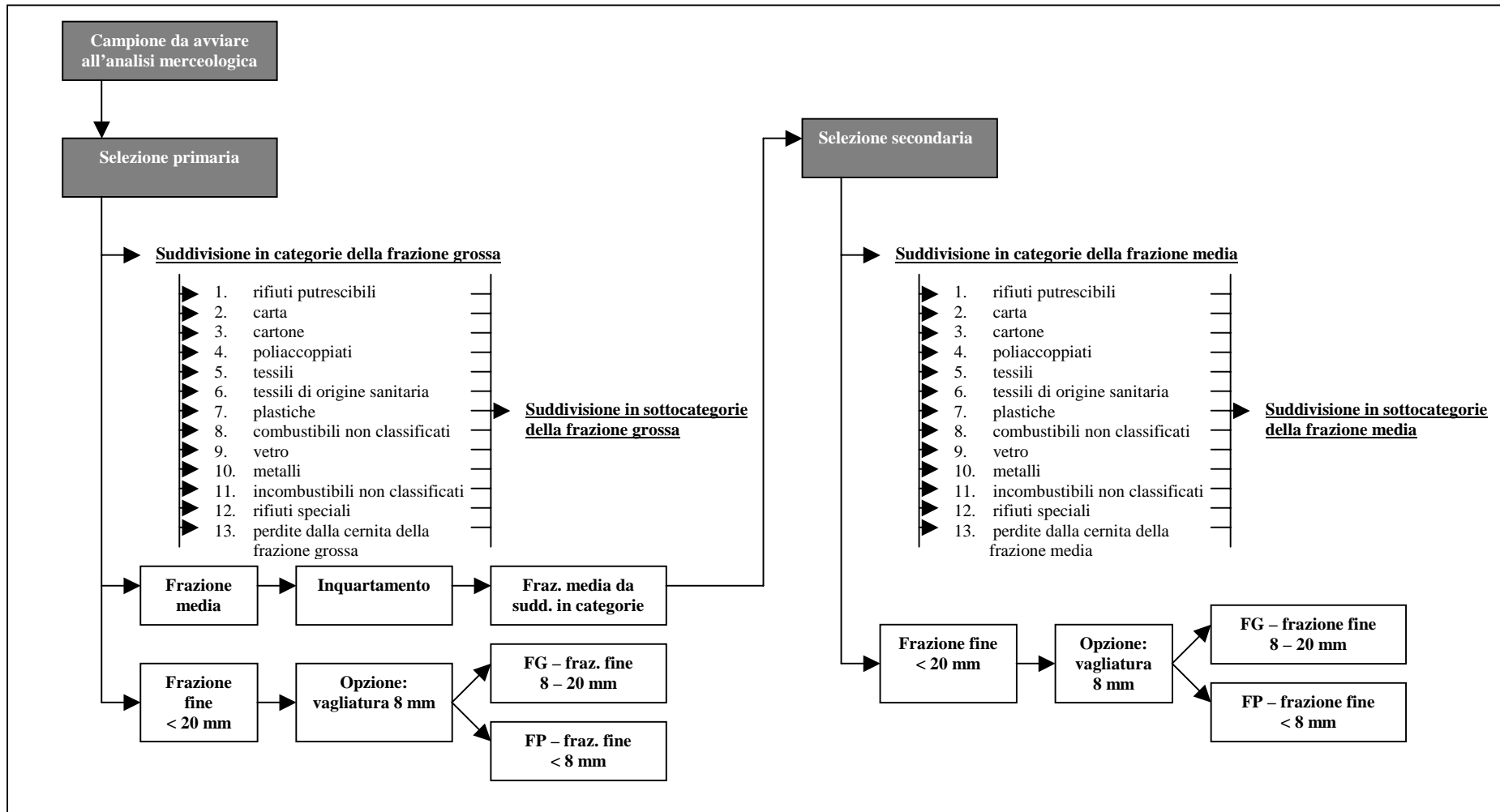


Figura n. 2.7 : Schema di flusso dell'analisi merceologica

2.4.3 Analisi merceologica dei rifiuti raccolti in modo differenziato

Il metodo MODECOM dell'ADEME prevede una metodologia di analisi merceologica anche per i rifiuti raccolti in modo differenziato.

Le informazioni di carattere generale per questo tipo di analisi sono le stesse di quelle ricercate per l'analisi merceologica dei rifiuti urbani. Ci si riferisce in particolare alle informazioni sulle attività economiche della zona oggetto di studio (zona rurale, semirurale o urbana), sulla popolazione, sul carattere stagionale della zona, ecc.

Inoltre viene richiesta una caratterizzazione completa dei diversi flussi di rifiuti raccolti in modo differenziato, secondo quanto riportato di seguito:

- produzione mensile ed annuale raccolta nell'anno di riferimento per la campagna o nei 12 mesi precedenti;
- frequenza della raccolta;
- tipo di contenitori utilizzati;
- tipo di raccolta.

Per ognuna di queste indicazioni viene utilizzato un codice specifico. Ad esempio per il tipo di contenitore utilizzato il codice va da 01 per i cassonetti con le ruote, a 04 per i sacchi, a 09 per sacchi associati a contenitori; per il tipo di raccolta il codice utilizzato è PAP per la raccolta porta a porta e AV per la raccolta tramite volontariato; per la frequenza della raccolta si utilizza il codice C 0,25 per una raccolta effettuata una volta al mese, C1 per 1 volta alla settimana, C7 per la raccolta giornaliera.

Per quanto riguarda la massa di campione da prelevare, uno studio effettuato dalla società ANTEA per conto dell'ADEME ha permesso di definire un quantitativo minimo per ogni categoria o sotto categoria che sia dello stesso ordine di grandezza del campione di 500 kg utilizzato per l'analisi merceologica dei rifiuti urbani. Nella Tabella n. 2.5 viene riportato un elenco delle categorie con i quantitativi minimi da raccogliere per una idonea campagna di raccolta differenziata.

Le categorie dei materiali per la classificazione dei rifiuti sono 13: rifiuti putrescibili, carta, cartone, poliaccoppiati, tessili, tessili di origine sanitaria, plastica, combustibili non classificati, vetro, metallo, incombustibili non classificati, rifiuti speciali, frazione fine (< 20 mm). Per ognuna di queste categorie viene effettuata un'ulteriore suddivisione in sottocategorie ed ognuna di queste presenta un codice specifico (Tabella 2.6).

Il calcolo della composizione del campione viene effettuato a partire dalla somma della massa delle categorie e delle sottocategorie selezionate.

Codice	Identificazione dei flussi	Peso [kg]
10	rifiuti domestici prima e dopo la raccolta differenziata	500
11	carta; bottiglie di plastica; imballaggi in cartone, cartone poliaccoppiato, vetro, metallo	360
12	bottiglie di plastica; imballaggi poliaccoppiati in cartone, vetro, metallo	520
13	bottiglie di plastica; imballaggi in vetro, metallo	520
14	carta; imballaggi in cartone, cartone poliaccoppiato	250
30	rifiuti putrescibili	80
31	carta	250
32	cartone	50

33	imballaggi poliaccoppiati in cartone	10
34	tessili	240
35	carta; bottiglie di plastica; imballaggi in cartone, metallo	250
36	bottiglie di plastica	70
37	rifiuti domestici speciali	90
40	carta, cartone	250
41	rifiuti alimentari	30
42	rifiuti di giardino	70
43	imballaggi in cartone ondulato	30
44	imballaggi in cartone piatto	20
45	imballaggi in cartone	40
46	giornali e opuscoli	20
47	rifiuti putrescibili; carta; imballaggi in cartone	250
48	rifiuti putrescibili; imballaggi in cartone piatto	80
51	bottiglie trasparenti PVC e PET	40
52	bottiglie trasparenti PVC e PET; imballaggi in vetro	280
53	imballaggi in vetro scuro	180
54	imballaggi in vetro verde	250
55	imballaggi in vetro trasparente detto di colore bianco	120
56	imballaggi in vetro	220
57	imballaggi in alluminio	70
58	imballaggi in metalli ferrosi	90
59	imballaggi in metallo	90
63	pile e accumulatori	1
64	bottiglie di plastica; imballaggi in metallo	250
65	giornali e opuscoli; periodici	50
67	carta; bottiglie di plastica; imballaggi in cartone, cartone poliaccoppiati, metallo	250
68	bottiglie di plastica; imballaggi in cartone, cartone poliaccoppiati, vetro, metallo	230
69	imballaggi in cartone poliaccoppiati, plastica, metallo	250
70	bottiglie di plastica; imballaggi in cartone, vetro, metallo	220
71	bottiglie di plastica; imballaggi in cartone, cartone poliaccoppiati, metallo	100
72	bottiglie di plastica; imballaggi in cartone poliaccoppiati, metallo	250
73	imballaggi in cartone, cartone poliaccoppiati	50
74	carta; bottiglie di plastica; imballaggi in metallo	250
75	carta; bottiglie di plastica; imballaggi in cartone, cartone poliaccoppiato	250

Tabella n. 2.5: Quantità minime dei campioni da prelevare

Categorie	ID	Codifica	Lista delle categorie e sotto-categorie
rifiuti putrescibili	01.01	rifiuti alimentari	materiali putrescibili diversi dai rifiuti di giardino (esclusi gli ossi): pane raffermo e ammuffito, rifiuti alimentari, vermi, escrementi, sacchetti di tè pieni
	01.02	rifiuti di giardino	erba tagliata, erba, fiori, ramoscelli, rami, tagli di siepi, foglie residui di giardino, ortaggi
carta	02.01	imballaggi in carta	sacchi in carta, carta da imballaggio
	02.02	giornali ed opuscoli	giornali locali e nazionali (quotidiani); pubblicità su carta, opuscoli non su carta lucida, annuari telefonici
	02.03	periodici e pubblicità su carta lucida	periodici e pubblicità su carta lucida, opuscoli su carta lucida, cataloghi turistici
	02.04	altra carta	involucri, carta da lettere, carta per calcolatori, carta per uso domestico e sanitario non sporca, posta pubblicitaria, agende, lettere, affissi, libri, biglietti per l'autobus, volantini, fotocopie, carte colorate, foto, carta carbone, fatture
cartone	03.01	imballaggi in cartone piatto	pacchi di cereali, polvere per lavare, contenitori per uova/pasta, pacchetti di fazzoletti di carta, contenitori di latte in polvere, scatole di giocattoli, scatole di biscotti, scatole di biscotti per cani, scatole di gelati, scatole di yogurt, pacchi di birra
	03.02	imballaggi in cartone ondulato	cartoni marroni ondulati
	03.03	altri cartoni	biglietti di anniversari/Natale ecc., fascicoli, cartoline postali, calendari, rotoli di carta igienica, rotoli
poliaccoppiati	04.01	imballaggi poliaccoppiati in cartone	contenitori per alimenti: latte UHT, succhi di frutta
	04.02	altri imballaggi poliaccoppiati	Imballaggi composti da più materiali differenti non separabili (carta, plastica, alluminio): imballaggi per caffè ecc.
	04.03	altri poliaccoppiati non imballaggi	altri poliaccoppiati non imballaggi
tessili	05.01	imballaggi in stoffa	reticelle per frutta, legumi (patate, cipolle ecc.)

	05.02	altri tessili	tessili di fibre naturali e sintetiche: abiti e stracci in fibre naturali (cotone, lana, lino ecc.) e sintetiche (calze, collant, tele, sacche per lo sport e da viaggio in tessuto), strofinacci, fazzoletti, tovaglioli, gomitoli di lana, fili di lana
tessili sanitari	06.01	tessili sanitari sporchi	mutandine, assorbenti igienici, cotone, fazzoletti di carta, carta per uso conservativo
plastica	07.01	film poliolefinici (PE e PP)	sacchi per la spesa, sacchi per la spazzatura, sacchi per spazzatura in plastica (neri, grigi, verdi), sacchi in plastica, film in plastica per imballaggio di alimentari, sacchi di concime, sacchi di compost/torba, sacchi per tramezzini, sacchi per la congelazione dei legumi, pacchi di cereali (sacchi interni), scatole di biscotti, imballaggi di sale per lavastoviglie
	07.02	bottiglie trasparenti in PVC	acqua naturale e frizzante, olio, aceto, smacchiante ecc.
	07.03	bottiglie trasparenti in PET	acqua frizzante, bevande zuccherate gassate e non, ecc.
	07.04	bottiglie e flaconi poliolefinici	latte, prodotti per il bucato, tappi ecc.
	07.05	bottiglie e flaconi opachi in PVC	olio, articoli farmaceutici ecc.
	07.06	bottiglie e flaconi opachi in PET	
	07.07	imballaggi in schiuma di polistirene (PS)	contenitori per uova, contenitori per alimenti, calettature per elettrodomestici ecc.
	07.08	altri imballaggi in plastica	alveoli, blisters, vasi di prodotti lattieri e di margarina, vasetti di yogurt, contenitori per uova, gelati, coperchi (unicamente per imballaggi alimentari)
	07.09	altri rifiuti in plastica	tubi, doppi decimetri, stilografiche, assi del gabinetto, bollitori, spazzolini da denti, tubetti di dentifricio (o sistema a pompa), tubi, picchetti, bicchieri, bottiglie di plastica ermetiche, bottoni, utensili domestici, vasi di fiori, occhiali da sole, guaina di pompa, stick deodoranti, pezzi di automobile, dischetti, prese elettriche, cassette audiovisive, prolunghe

combustibili non classificati	08.01	imballaggi in legno	gabbie, gabbiette, scatole di formaggio, pale, cassette per la frutta
	08.02	altri imballaggi combustibili	
	08.03	altri combustibili non classificati	legno (assi), cuoio (calzature, sacchi), gomma, ossi, preservativi, sigarette, tappeti, pellicce, fasce elastiche, peluches, sacchi per l'aspirapolvere (con il contenuto), matite, gomme, pneumatici, tettarelle, lampade, palle da tennis, circuiti stampati
vetro	09.01	imballaggi in vetro verde	bottiglie (sidro, vino, acqua minerale), barattoli in vetro (conserve, marmellate ecc.), flaconi
	09.02	imballaggi in vetro trasparente detto di colore bianco	bottiglie, barattoli in vetro (conserve, marmellate ecc.), flaconi, contenitori per alcolici, ketchup, aceto, gazzosa, maionese, cipolline, pat�, caff�, cetriolini, t� in polvere, omogeneizzati per bambini
	09.03	imballaggi in vetro scuro	bottiglie, barattoli in vetro, flaconi, contenitori di birra, sidro, olio di fegato di merluzzo, liquidi detergenti per lendini e pidocchi
	09.04	imballaggi in vetro di altri colori	vetro colorato (diverso da bottiglie verdi, ambra o bianche)
	09.05	altri rifiuti in vetro	vetri piatti, ampolle, specchi, vasellame in pyrex o opaline
metalli	10.01	imballaggi in metalli ferrosi	contenitori di bevande (birra, coca-cola ecc.), scatole di alimentari per animali, scatole di conserve (legumi, frutta, carne, pesce), coperchi
	10.02	altri rifiuti in metalli ferrosi	chiavi, dadi, bulloni, chiodi, posate, anti-furti, serrature, fermagli, spille di sicurezza, attrezzi, pezzi di automobile, utensili domestici, tubetti di dentifricio, contenitori di biscotti, ombrelli
	10.03	imballaggi in alluminio	contenitori di bevande (birra, coca-cola ecc.), scatole di conserve, alluminio domestico: fogli di alluminio, contenitori, capsule per bottiglie di latte e di yogurt, buste per alimenti
	10.04	altri rifiuti in alluminio	profilati, coperchi, vasellame, utensili da cucina, borracce
	10.05	imballaggi in altri metalli	

	10.06	altri rifiuti in altri metalli	pezzi di bicicletta, serrature, oggetti fusi (rubinetterie, casseruole, fili di rame ecc.), tubature, pezzi di automobile, ferri da stiro
incombustibili non classificati	11.01	imballaggi incombustibili non classificati	
	11.02	altri incombustibili non classificati	materiali inerti non classificati nelle altre categorie (macerie, pietre, ceramiche, conchiglie ecc.) ceramiche, mattonelle, maiolica o porcellana, mattoni, dentiere, vasi di fiori, gessi
rifiuti domestici speciali	12.01	pitture, inchiostri, colle e resine, vernici a carattere speciale	imballaggi sporchi, bottiglie di inchiostro, smalti per unghie
	12.02	solventi	imballaggi sporchi e relativi contenuti: solventi, alcol da bruciare, white spirit, toluene, tricloroetilene
	12.03	prodotti chimici della fotografia	imballaggi sporchi di bagni fotografici, clichès, radiografie e fotografie
	12.04	pesticidi	imballaggi sporchi di fungicidi, erbicidi, insetticidi ecc.
	12.05	tubi fluorescenti e altri rifiuti contenenti mercurio	tubi al neon, lampade a bassa tensione
	12.06	pile ed accumulatori	batterie di vetture, pile a bottone, pile alcaline, pile saline ecc.
	12.07	aerosol	deodoranti in spray, lacche per capelli, gel in spray
	12.08	altri rifiuti domestici speciali	siringhe, farmaci (liquidi e flaconi), filtri ad olio, rifiuti da attività medica ecc.
elementi fini (< 20 mm)	13.01	elementi fini di granulometria < 8 mm	ceneri, sabbia, rottami di vetro, rifiuti vegetali ecc.
	13.02	elementi fini di granulometria 8-20 mm	ceneri, sabbia, rottami di vetro, rifiuti vegetali ecc.

Tabella n. 2.6: Nomenclatura e guida alla cernita dei materiali presenti nei rifiuti domestici in categorie e sotto-categorie.

3. LINEE GUIDA PER LE OPERAZIONI DI CAMPIONAMENTO E ANALISI MERCEOLOGICA

Nel seguito viene descritta nelle sue linee essenziali la proposta di metodica per l'analisi merceologia dei rifiuti urbani. Nelle varie fasi descritte, essa prende spunto dalle valutazioni e dai confronti effettuati sui protocolli precedentemente esposti ed è finalizzata all'ottenimento di dati con un livello di dettaglio che non solo considera la presenza nel rifiuto delle categorie merceologiche scelte (carta, plastica, ecc.), ma specifica, nell'ambito di ognuna di queste, la tipologia del materiale o del prodotto di origine e la relativa funzione. Tale scelta è stata dettata dall'opportunità di ottenere il massimo contenuto informativo per pianificare le operazioni di recupero e riutilizzo. Tale metodologia è stata realizzata ponendo attenzione ai fattori che influenzano la qualità del rifiuto (caratteristiche del territorio, variazione stagionale dei rifiuti, tipologia del centro abitato ecc.), alla complessità dello stesso e alle principali tipologie di informazioni richieste dall'analisi merceologica stessa. Questo ha influenzato sia il reperimento dei dati in *input* sia la procedura di analisi.

Grazie ad una struttura a più livelli informativi, la metodica qui presentata permette, inoltre, di scegliere il grado di separazione del rifiuto nelle frazioni previste a seconda delle finalità.

3.1 Preparazione del campione rappresentativo

Al fine di ottenere risultati estendibili a tutta la comunità considerata, è essenziale che il campione raccolto e l'analisi effettuata siano effettivamente rappresentativi del territorio in esame.

A tal proposito, è opportuno far precedere al momento di raccolta del materiale e di analisi di questo una fase preliminare di indagine sulla comunità in esame, sui rifiuti prodotti e sull'organizzazione della raccolta.

La scelta del campione ideale deve infatti tener conto di:

- tipo di comunità (comunità rurale, urbana, mista);
- attività economica prevalente (agricoltura, pesca, acquicoltura, industria estrattiva, industria manifatturiera, agricola, tessile, ecc.);
- numero di abitazioni nella zona;
- tipologia di abitazioni;
- popolazione sedentaria;
- avvenimenti particolari che possono influenzare la natura ed il quantitativo dei rifiuti prodotti (mercati giornalieri o settimanali, manifestazioni locali, attività stagionali, turistiche, ecc.).

E' inoltre essenziale la conoscenza di dati quantitativi quali la produzione mensile e annuale (riferita all'anno precedente) della zona considerata.

Poiché la raccolta dei rifiuti è solitamente organizzata in itinerari con giorni e frequenze di raccolta differenti, è importante:

- conoscere il valore di produzione in una settimana normale (esclusi periodi di ferie ecc.);
- rilevare quali siano le raccolte differenziate effettuate (carta, vetro ecc.) e i relativi quantitativi;

- identificare il sistema di raccolta dei rifiuti;
- rilevare il numero di camion utilizzati per la raccolta, la relativa capacità, l'itinerario di raccolta, i codici dei veicoli, i giorni di ricezione e l'ora di ingresso al centro di trattamento.

I dati e le informazioni elencate concorrono all'inquadramento del territorio oggetto dell'analisi merceologica e forniscono indicazioni utili per la selezione di gruppi di strade o distretti ritenuti rappresentativi dell'area in esame.

Sulla base delle informazioni ottenute, si può organizzare la raccolta del campione scegliendo percorsi rappresentativi dei mezzi di raccolta o, ancora, suddividendo il territorio mediante diversi sistemi quali, ad esempio, il *metodo a griglia* (applicabile quando il territorio è caratterizzato da una distribuzione omogenea di insediamenti e consiste nella sovrapposizione di una griglia, con maglie di dimensioni opportune, ad una carta in scala 1:10.000; di tutti i riquadri ottenuti, se ne sceglie in modo casuale un numero ritenuto sufficiente in base alla dimensione del campione; nei riquadri prescelti si preleva in maniera randomizzata un cassonetto o, nel caso di un sistema di raccolta porta a porta, un numero di sacchetti equivalenti alla volumetria dello stesso) o il *metodo a transetti* (sulla stessa carta si suddivide il territorio utilizzando le 2 vie principali del centro abitato e si preleva in modo casuale un numero di contenitori fino a raggiungere il quantitativo voluto).

Le collettività marine e montane, caratterizzate da attività stagionali di una certa rilevanza, possono subire notevoli variazioni quali-quantitative nella produzione dei rifiuti. Pertanto, appare importante, al fine dell'organizzazione della raccolta e dello svolgimento dell'analisi merceologica, conoscere la media e l'alta stagione in contrapposizione alla bassa.

Poiché, inoltre, la composizione del rifiuto può essere soggetta a variazioni stagionali, è idealmente opportuno effettuare l'analisi ad intervalli di tre mesi (marzo, giugno, settembre, dicembre) per ottenere un quadro completo della realtà in esame. In alternativa, possono essere effettuate almeno due analisi a distanza di sei mesi l'una dall'altra, avendo l'accortezza di evitare periodi anomali come Natale o le ferie estive, in modo che il campionamento risulti quanto più possibile rappresentativo.

È infine necessario considerare, durante l'organizzazione e il successivo avviamento della raccolta, i seguenti fattori e indicazioni:

- effettuare la raccolta del campione nello stesso giorno e con le stesse modalità con cui vengono prelevati i rifiuti che il campione vuole rappresentare; occorre inoltre scegliere un giorno all'interno della settimana;
- non avvertire le abitazioni dell'intenzione di effettuare un'analisi merceologica dei rifiuti: molte persone, infatti, non gradiscono che venga effettuata l'analisi dei propri rifiuti e possono modificare il proprio comportamento nel periodo del prelievo;
- usare i contenitori locali: questo assicura una raccolta significativa e costi minori rispetto all'utilizzo di contenitori extra;
- pianificare e coordinare la raccolta dall'area prescelta secondo il programma prestabilito;
- non mescolare il campione con materiali diversi oppure con altri flussi; se necessario, etichettare i campioni;
- evitare di compattare il campione: ciò rende la separazione e la classificazione più difficoltosa e può fornire valori di umidità non veritieri.

La dimensione del campione in termini di abitazioni coinvolte è funzione del numero di utenze e del grado di attendibilità richiesto.

Un aiuto nella definizione della dimensione del campione può sicuramente derivare dall'analisi statistica dei dati, di cui un'utile semplificazione è fornita dalla Tabella n. 3.1.

Abitazioni coinvolte [n.]	Dimensione minima del campione [% utenze servite - abitazioni]
< 1.000	10% o 50
1.000– 9.999	5,0% o 100
10.000 – 49.999	2,5% o 500
≥ 50.000	1,0% o 1.250

Tabella n. 3.1: Dimensione del campione

Sulla base di tali indicazioni, assumendo una produzione media settimanale per famiglia di almeno 20 kg e ipotizzando la raccolta effettuata due volte a settimana, il quantitativo minimo di materiale raccolto è riportato in Tabella n. 3.2.

Numero di abitazioni coinvolte	Peso minimo del campione [kg]
< 1.000	500
1.000 – 9.999	1.000
10.000 – 49.999	5.000
≥ 50.000	12.500

Tabella n. 3.2: Peso del campione

Il campione raccolto deve essere successivamente ridotto di dimensione in modo da ottenere un quantitativo più maneggiabile, compreso tra i 100 e 200 kg. Questa riduzione deve essere effettuata con la necessaria accuratezza, al fine di conservare la rappresentatività del campione di provenienza.

Esistono diversi metodi per ottenere la riduzione del campione, il metodo proposto si basa sulla tecnica dell'*inquartamento*.

I rifiuti vengono pesati e scaricati sull'area adibita alle operazioni. Tale area deve essere asfaltata o cementata ed accuratamente pulita.

Come prima operazione, si separano dal cumulo gli oggetti ingombranti (pneumatici, mobiletti vari, materassi, elettrodomestici, ecc.) che vengono successivamente ripartiti secondo le principali categorie di appartenenza (gomma, plastica, vetro, legno, tessuti, metalli, inerti) e pesati accuratamente.

Si procede quindi all'apertura dei sacchetti di plastica contenenti i rifiuti. Quando tutti i sacchetti sono stati aperti e svuotati, si mescolano i rifiuti con una pala meccanica per ripartire su tutta la massa eventuali concentrazioni di rifiuti particolari.

Al termine dell'operazione, si distribuisce il materiale in modo da formare una torta di altezza non superiore ai 50-60 cm, il più possibile omogenea.

Si procede poi all'inquartamento suddividendo la torta in quattro parti uguali mediante due nastri colorati tenuti a 90°, ed allontanando completamente, con pala e scopa, il

materiale costituente due quarti opposti. Il materiale rimasto viene rimescolato e ridistribuito per la formazione di una nuova torta. Successivamente, si sfalsano di 45° i due nastri colorati rispetto ai tracciati precedenti e i rifiuti di due quarti opposti vengono allontanati come in precedenza. In questo modo si ottiene una massa pari ad un quarto di quella di partenza. Il materiale viene poi nuovamente rimescolato ed accumulato verso il centro. Viene fatta una nuova torta su cui si procede ad un ulteriore inquartamento. Partendo da una massa di rifiuti di circa 5 t, vengono effettuati normalmente due inquartamenti, ottenendo un residuo di circa 200 kg che costituisce il materiale di riferimento per la valutazione della composizione merceologica (Figura n. 3.1). Considerando, invece, un quantitativo minimo di 500 kg, individuato per una collettività di 1000 utenze, è sufficiente un'unica operazione di inquartamento (*primo inquartamento*) con un campione finale di 125 kg circa, pari ad un quarto del quantitativo di partenza.

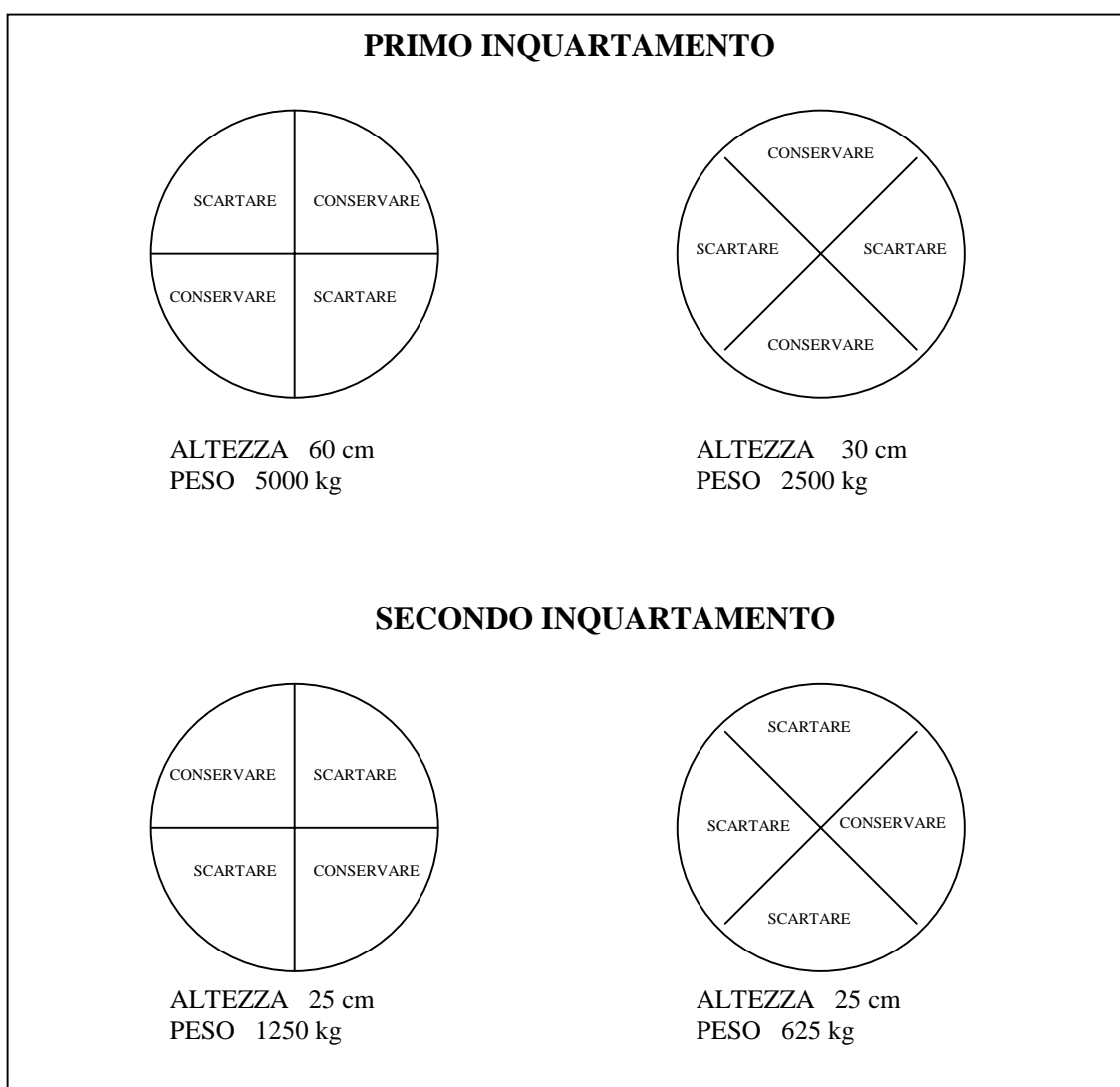


Figura n. 3.1: Inquartamenti successivi su un campione di partenza di 5 t

3.2 Analisi merceologica del rifiuto

Dopo aver pesato il campione, si procede all'analisi merceologica. L'analisi deve essere effettuata in tempi brevi dalla costituzione del campione per evitare variazioni di umidità o alterazioni nei risultati.

Il campione non deve essere contaminato da rifiuti di diversa natura per cui è consigliabile condurre l'analisi su una superficie ampia, piana, impermeabile e preferibilmente in ambiente chiuso, effettuando tutte le operazioni con la massima accortezza. Una certa attenzione è fondamentale anche nelle precedenti fasi di inquartamento in cui non bisogna dimenticare di pesare il campione prima e dopo tale operazione.

È infine fondamentale curare la preparazione delle attrezzature necessarie, dei macchinari, degli abiti per il personale e dei contenitori per i materiali ottenuti dalla selezione manuale.

L'analisi comporta l'impiego di un vaglio vibrante a maglie quadre di 20 mm di luce. Si raccoglie il sottovaglio su di un telo di plastica e si esegue la cernita manuale del materiale nelle categorie merceologiche adottate, pesando i rifiuti appartenenti alle differenti classi al termine dell'operazione. In alternativa al vaglio si può utilizzare un tavolo a maglie quadrate di 20 mm di luce, dotato di una vasca di raccolta del sottovaglio, sopra il quale operare la cernita.

Si procede quindi alla suddivisione del sottovaglio nelle frazioni granulometriche > 10 mm, 5-10 mm, 3-5 mm e < 3 mm.

Nella seguente tabella (Tabella n. 3.3) vengono riportate le principali classi e sottoclassi nelle quali suddividere il campione. Occorre decidere, prima dell'inizio delle operazioni di selezione, se utilizzare tutte le sottoclassi proposte oppure effettuare degli accorpamenti delle stesse in funzione del tipo di rifiuto e degli obiettivi che si pone l'analisi merceologica. In tal caso il codice sarà dato dalla somma dei codici (ad esempio il sottovaglio non suddiviso in sottocategorie avrà come codice SV 123).

Codice	Categorie	Codice	Sottocategorie	Specificazioni
SV	sottovaglio	SV 1	> 10 mm	pezzi di vetro, pietre, frammenti di verde, frammenti di sostanze organiche
		SV 2	10-5 mm, 5-3 mm	pezzi di vetro, pietre, frammenti di verde, frammenti di sostanze organiche
		SV 3	< 3 mm	pezzi di vetro, pietre, frammenti di verde, frammenti di sostanze organiche
OR	organico	OR 1	putrescibile da cucina	alimenti cotti e crudi
		OR 2	putrescibile da giardino	foglie, erba
		OR 3	giardino	residui di potatura legnosi

		OR 4	altro	organico di origine diversa (carta cucina, fazzoletti da naso e simili, ecc.)
CT	carta	CT 1	imballaggi	sacchetti di carta, carta da imballo
		CT 2	giornali, riviste	quotidiani, riviste, pubblicità
		CT 3	altro	carta da lettera, agende, libri
CN	cartone	CN 1	cartone da imballo ondulato	cartone ondulato
		CN 2	cartone da imballo liscio	scatole di cartone per prodotti alimentari e non alimentari
		CN 3	altro	dossier, calendari, cartone misto
PT	poliaccoppiati	PT 1	imballaggi poliaccoppiati in cartone	contenitori alimentari per latte, succhi di frutta
		PT 2	altri imballaggi poliaccoppiati	imballi composti da materie miste differenti (carta, plastica, metalli) non separabili
		PT 3	altri poliaccoppiati non da imballaggio	altri poliaccoppiati non da imballaggio
TE	tessili	TE 1	tessili naturali e sintetici	abiti in cotone, lana, lino o materiali sintetici, collant, borse in stoffa
		TE 2	imballi tessili	reti per alimenti (legumi, frutta)
TS	tessili sanitari	TS	tessili sanitari	cotone idrofilo, assorbenti igienici, pannolini per bambini
PL	plastica	PL 1	plastica film sacchetti	sacchetti supermercato, sacchi spazzatura, sacchi compost, fertilizzanti
		PL 2	altra plastica film	film per imballaggio alimentare e non alimentare
		PL 3	bottiglie trasparenti PVC	acqua minerale, liquidi alimentari
		PL 4	bottiglie trasparenti PET	acqua minerale, liquidi alimentari
		PL 5	bottiglie e contenitori opachi PVC	detersivi, contenitori alimentari
		PL 6	bottiglie e contenitori opachi PET	detersivi, contenitori alimentari
		PL 7	altra plastica rigida	contenitori alimentari e non alimentari, alveoli, blister

		PL 8	altra plastica	polistirolo ed altri poliespansi
GO	gomma	GO1	di origine domestica	guarnizioni e altra gomma
		GO2	pneumatici	parti di pneumatici
VE	vetro	VE 1	vetro trasparente	bottiglie e contenitori per liquidi alimentari e non alimentari
		VE 2	vetro colorato	bottiglie e contenitori per liquidi alimentari e non alimentari
		VE 3	altro vetro	vetro piatto, pirex, opaline
ME	metalli	ME 1	metalli ferrosi	lattine per bevande (banda stagnata), barattoli per cibo per animali, barattoli per conserve, alimentari
		ME 2	altri metalli ferrosi	utensili vari domestici, dadi, bulloni, piccole riparazioni
		ME 3	alluminio	lattine per bevande, barattoli per cibo per animali, barattoli per conserve alimentari
		ME 4	alluminio lamine	fogli di alluminio, sacchetti per patatine, caffè, vaschette per alimenti
		ME 5	altri metalli non ferrosi	piccoli pezzi di bicicletta, di automobili, rubinetterie, casseruole
IN	inerti	IN	inerti	pietre, porcellana
PE	pericolosi	PE 1	pitture, vernici, colle, resine	contenitori di pitture, vernici, colle, resine
		PE 2	solventi	contenitori di solventi
		PE 3	prodotti chimici	contenitori di prodotti chimici per fotografia, radiografia, fitofarmaci
		PE 4	tubi fluorescenti	tubi al neon, lampade
		PE 5	pile e batterie	batterie per auto, pile stilo e a bottone
		PE 6	altri pericolosi	termometri, siringhe, deodoranti, lacche, filtro dell'olio
LE	legno	LE	legno	legno di sedie o di arredamento vario, cassette, bastoni, vassoi
PC	pelle e cuoio	PC	pelle e cuoio	scarpe, cinture, giacche in pelle
ANC	altro non classificabile	ANC	altro non classificabile	sacchi dell'aspirapolvere pieni, palle da tennis, bande elastiche, circuiti stampati

Tabella n. 3.3: Suddivisione merceologica del rifiuto

Gli oggetti misti e accoppiati (carta e plastica, vetri con inserti metallici, plastica e alluminio, ecc.) vengono inclusi nella categoria a cui, in base a valutazione visiva, il materiale di appartenenza superi il 50% in peso dell'oggetto stesso.

Concluse le operazioni di cernita manuale, si pesano, con una bilancia tecnica, i materiali appartenenti alle differenti categorie merceologiche, riportando i risultati in una apposita tabella.

Unitamente alle varie quantità appena descritte, devono essere considerate le aliquote di rifiuti ingombranti, proporzionali al peso del campione iniziale, separate prima dell'inquartamento.

Solitamente, a causa di una certa evaporazione del materiale durante la cernita o per la perdita di materiali di piccole dimensioni, la somma dei pesi delle singole frazioni è inferiore al peso totale determinato precedentemente. Le percentuali delle singole categorie vengono, pertanto, calcolate rispetto alla loro somma e non al peso iniziale.

Il peso totale (P_{tot}) del campione sarà quindi dato da:

$$P_{tot} = \sum C_i$$

dove

C_i = peso della frazione merceologica i -esima.

Relativamente al contenuto in vetro, poiché le operazioni di miscelazione e inquartamento determinano la frantumazione di parte di esso che passa pertanto nel sottovaglio, occorre apportare la seguente correzione:

$$V_T = V_A + V_S$$

dove:

V_T = vetro totale;

V_A = vetro selezionato dall'analisi merceologica manuale;

V_S = vetro presente nel sottovaglio (in % sul rifiuto tal quale).

Per ricavare V_S si moltiplica il contenuto in vetro nel sottovaglio (V_{TS} , espresso in % sul tal quale), per la percentuale di sottovaglio determinate nella analisi merceologica (S_A):

$$V_S = V_{TS} * S_A$$

Si procede, quindi, a correggere il valore del sottovaglio, per determinare il sottovaglio totale (S_T):

$$S_T = S_A - V_S$$

È opportuno sottolineare che i risultati dell'analisi così ottenuti devono essere valutati attentamente per valutare se essi riflettano realisticamente il quadro della produzione dei rifiuti nell'area in esame. Pertanto, l'ottenimento dei valori deve essere seguito da una fase di comparazione con risultati di altre analisi. A questo proposito è essenziale tenere nel dovuto conto le caratteristiche e le particolarità del territorio in esame sia nel confronto che nella scelta dei termini di paragone.

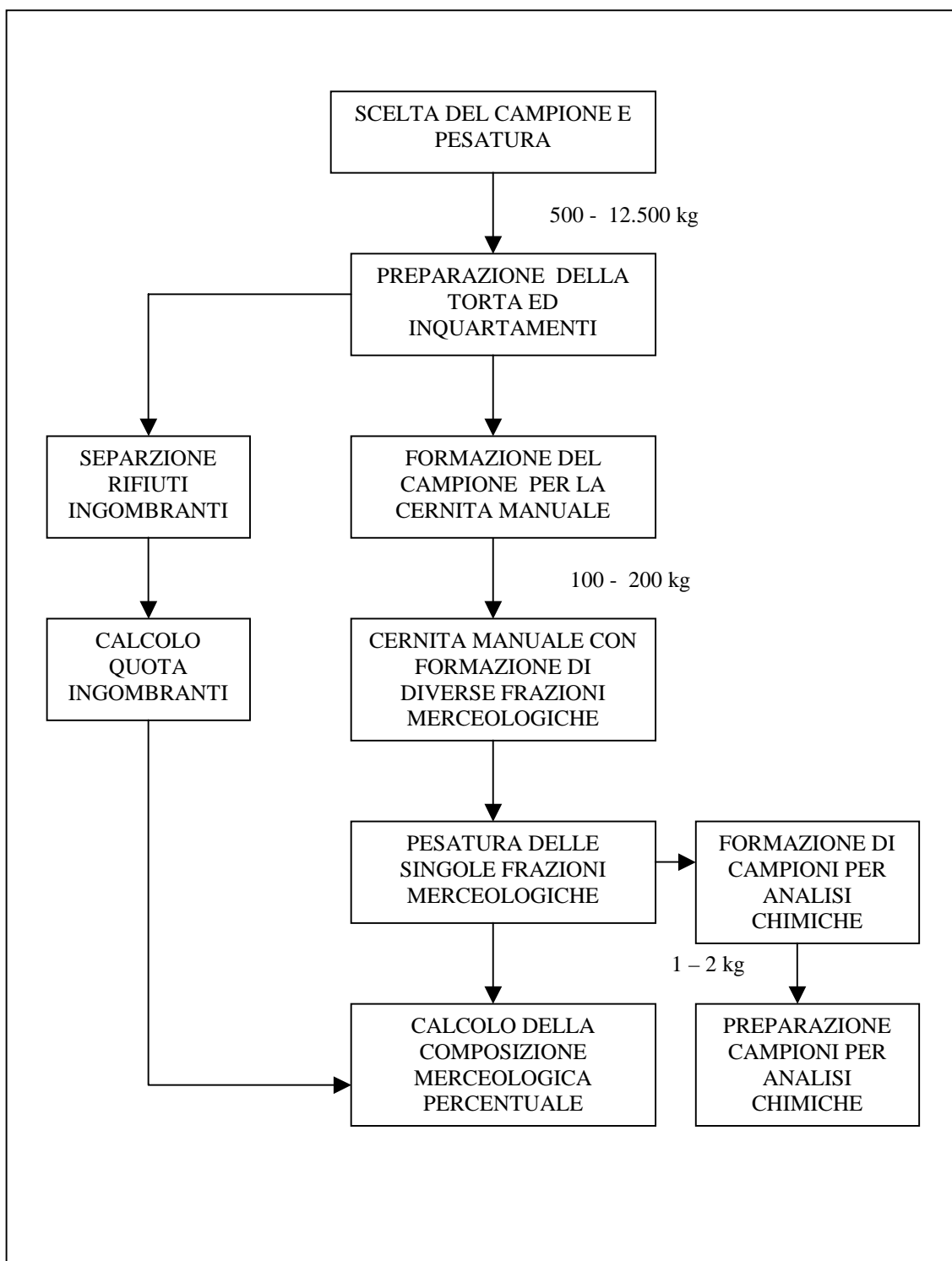


Figura n. 3.2: Schema di flusso dell'analisi merceologica proposta dal CTN_RIF

CONCLUSIONI

La gestione dei rifiuti urbani sul territorio richiede la conoscenza delle quantità prodotte e della loro composizione merceologica. Tali conoscenze sono essenziali per poter intervenire in modo opportuno ed oculato.

L'analisi merceologica, per fornire dati rappresentativi della realtà in esame, deve essere impostata e realizzata tenendo conto della complessità del rifiuto e dei fattori che ne influenzano la qualità (caratteristiche del territorio, evoluzione dei rifiuti nel tempo ecc.).

Nel presente documento viene presentata una metodologia di riferimento per l'analisi merceologica dei rifiuti urbani, le cui linee guida hanno lo scopo di essere un utile riferimento a livello agenziale.

Per la stesura di tale metodologia, è stata effettuata un'indagine bibliografica di documenti sia a livello nazionale che internazionale, da cui recuperare gli spunti più significativi. Il metodo proposto, che nasce dall'analisi di detti metodi e dall'esperienza maturata da alcuni degli autori del presente documento, ha certamente il pregio di essere semplice da applicare ed estremamente duttile alle diverse esigenze informative, grazie alla sua struttura ieratica secondo livelli di dettaglio più o meno approfonditi. A seconda delle finalità dell'analisi, è, quindi, possibile scegliere il grado di separazione del rifiuto nelle frazioni previste.

Il metodo, che rappresenta un buon compromesso di semplicità, scientificità e contenuto informativo, applicato sul campo nel tempo e nello spazio, potrà costituire uno strumento maneggevole per l'ottenimento di una base dati omogenea su cui effettuare lo studio degli andamenti e delle differenze territoriali, ed un riferimento per le amministrazioni pubbliche addette alla programmazione.

BIBLIOGRAFIA

- ADEME, 1993, *MODECOM Méthode de caractérisation des ordures ménagères. Connaitre pour agir. Guides et cahiers techniques*, France, ADEME.
- ADEME, 1997, *MODECOM et les collectes séparatives. Connaitre pour agir*, France, ADEME.
- Centemero M., 1998, *Metodologia di indagine per le analisi merceologiche. Il Quaderno. Gestione Rifiuti Solidi Urbani 1998*, Provincia di Milano
- CNR, 1980, *Indagine sui rifiuti solidi urbani in Italia. Libro Bianco del Progetto Finalizzato Energetica, sottoprogetto "Utilizzazione energetica dei rifiuti solidi urbani"*, PFE. LB3.
- CNR, 1988, *Progetto Finalizzato Energetica 2, sottoprogetto "Caratterizzazione qualitativa e quantitativa di residui e rifiuti"*.
- DI.VA.P.R.A., IPLA, 1992, *Metodi di analisi dei compost*, Collana Ambiente n. 6, Ed. Regione Piemonte - Assessorato all'Ambiente.
- DI.VA.P.R.A., IPLA, ARPA Piemonte, 1998, *Metodi di analisi dei compost*, Collana Ambiente 6 (ristampa), Ed Regione Piemonte - Assessorato all'Ambiente.
- Erra, 1992, *Nomenclature: secondary materials. Reference report of the Erra Codification Programme*.
- Erra, 1993, *Waste analysis procedure. Reference report of Erra Codification Programme*.
- Morselli L. et al, 1995, *Characterization of msw for an accurate management*, Iswa International Congress on Waste Management, Vienna, 15-20 ottobre.
- Valentini A., Mastrogiacomì S., 1998, *"La caratterizzazione merceologica nel ciclo di vita dei RSU"*, Gea, novembre-dicembre 1998.