



**ANPA**

**Agenzia Nazionale per la  
Protezione dell'Ambiente**

# **Rifiuti industriali. Metodologie di calcolo dei coefficienti di produzione**

---

### **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.

### **Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente**

Via Vitaliano Brancati, 48 - 00144 Roma  
Dipartimento Stato dell'Ambiente, Controlli e Sistemi Informativi  
[www.anpa.it](http://www.anpa.it)

© ANPA, Rapporti 18/2002

ISBN 88-448-0059-4

Riproduzione autorizzata citando la fonte

### **Coordinamento ed elaborazione grafica:**

ANPA, Immagine  
Grafica di copertina: Franco Iozzoli  
Foto di copertina: Paolo Orlandi

### **Coordinamento tipografico**

ANPA, Dipartimento Strategie Integrate Promozione e Comunicazione

### **Impaginazione e stampa**

I.G.E.R. srl - Viale C. T. Odiscalchi, 67/A - 00147 Roma

Stampato su carta TCF

Finito di stampare nel mese di settembre 2002

Il contenuto del presente rapporto è di responsabilità dell'autore e non rappresenta necessariamente la posizione dell'Agenzia in materia

***La Redazione è stata a cura del Gruppo di lavoro composto da:***

Pina NAPPI, Milena SACCO, Maria CUVIELLO (ARPA-Piemonte)  
Daniela FANUTZA, Valentina CIVANO (ARPA-Liguria)  
Stefania BALZAMO (ANPA)

*Responsabile del Progetto ANPA:*  
Maria Gabriella Simeone

*Responsabile CTN\_Rif:*  
Marina Picca

*Si ringrazia per la collaborazione:*

Maria Gabriella Simeone, Roberto Scalambretti (ANPA); Marina Picca (ARPA Liguria); Aldo Panzia Oglietti, Michele Consiglio, Emanuela Barbero, Roberto Filliol (ARPA Piemonte, Area Ricerca e Studi); Sara Benfanti (ARPA Piemonte, Dipartimento di Novara); Rossella Francalanci (ARPA Toscana) Pietro Lacqua (Cosorzio Acque Cusio); Paolo Zambon (Assogalvanica); Andrea Canetti (Assopiastrelle); Maria D'Amore, Graziano Busani (ARPA Emilia Romagna); Diego Avesani, Paolo Borioli, Chiara Bailati, Alessandro Napoli, Marco Ruffilli (Fiat Auto); i dirigenti di alcune aziende del settore cartario.





*Dal 6 ottobre 2002 l'Agencia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ANPA) e i Servizi Tecnici della Presidenza del Consiglio – Servizi Geologico, Idrografico e Mareografico nazionali – sono confluiti nell'Agencia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici (APAT).*

*APAT proseguirà nello svolgimento, sotto l'indirizzo e la vigilanza del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, di tutte le funzioni tecnico-scientifiche affidatele concernenti il monitoraggio e il controllo nei settori di protezione dell'ambiente la difesa del suolo e delle acque, la prevenzione del rischio tecnologico e la conservazione della natura.*

*Nei settori di propria competenza, APAT continuerà a rappresentare quindi un punto di riferimento per attività di collaborazione, consulenza, assistenza, servizio e supporto alle altre pubbliche Amministrazioni, definite con apposite convenzioni.*

*Nel quadro di un ormai consolidato network ambientale, sarà sempre cura dell'Agencia porre in essere tutti gli adempimenti necessari all'integrazione del Sistema informativo nell'ottica della rete SINAnet, nel quale possano confluire sia il Sistema Cartografico Nazionale, che i Sistemi Informativi Regionali Ambientali (SIRA).*

*Gli obiettivi, le priorità e le risorse di APAT saranno definite da un programma triennale di attività, aggiornato annualmente, in attuazione delle direttive impartite dal Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.*

*Gli organi dell'Agencia sono costituiti dal Direttore Generale (coadiuvato da un Comitato con funzioni consultive) e dal Collegio dei Revisori, e la sua struttura è articolata in Dipartimenti e Servizi interdipartimentali. Una novità è rappresentata dall'istituzione presso APAT di un Consiglio Federale, presieduto dal Direttore Generale e formato dai legali rappresentanti delle Agenzie Regionali e Provinciali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA e APPA), con la partecipazione di un rappresentante della Conferenza Stato Regioni.*

*La correttezza dei dati e dei rilevamenti tecnici forniti dagli esperti dell'Agencia, caratteristiche che distinguevano le pubblicazioni istituzionali realizzate in precedenza dall'ANPA, pur cambiando veste e denominazione, si perfezionano e si aggiornano con APAT, in un percorso contrassegnato dall'autorevolezza e dalla trasparenza dell'informazione in campo ambientale.*

Il Direttore Generale

Giorgio Cesari



## Presentazione

Il lavoro è stato realizzato nell'ambito dell'attività degli anni 1999-2000 del Centro Tematico Nazionale Rifiuti (CTN-Rif) per la tematica "produzione dei rifiuti" (T25) e all'interno dell'obiettivo del progetto CTN sulla "raccolta, adeguamento e integrazione delle informazioni" per la rete SINAnet. Le Sezioni Regionali del Catasto dei rifiuti costituiscono i poli SINAnet, o partner interni, ed hanno una parte in comune con lo spazio SINAnet. Questi sono responsabili delle informazioni immesse, secondo le regole di conformità, nella rete.

Per quanto concerne il tema dei Rifiuti, la base dati MUD costituisce la fonte principale delle informazioni, ma nel momento stesso in cui essa deve produrre gli elementi utili all'informazione e alla conoscenza ambientale, i dati devono essere validati e integrati con altre sorgenti informative. Il presente rapporto vuole essere una base metodologica per produrre quei dati integrativi da utilizzare nel Sistema di Informazione e Osservazione sui Rifiuti (SOIR) che risponde al modello DPSIR (Determinanti, Pressione, Stato, Impatto, Risposte) mutuato dall'Agenzia Europea.



## Sommario

Nel presente volume viene stimata la produzione dei rifiuti industriali per i settori galvanico, ceramico, carrozzeria, cartario e tessile.

Nell'affrontare lo studio, è stata eseguita una dettagliata ricerca bibliografica, cercando di reperire tutte le pubblicazioni disponibili che trattassero la problematica produzione dei rifiuti industriali, prendendo in considerazione articoli su riviste del settore, libri e pubblicazioni varie, studi intrapresi dall'ANPA e dall'ISTAT, piani regionali e provinciali, bilanci ambientali di aziende, certificazioni ambientali.

Il criterio che è stato maggiormente censito nell'esame della letteratura, data la semplicità di applicazione, è il criterio di produzione per addetto; esso tuttavia appare insufficiente e non esente da problemi.

Sono stati quindi esaminate specifiche realtà aziendali per i settori sopraindicati con acquisizione diretta dei valori di flusso di energia, di materia prima utilizzata, di rifiuto prodotto e, in base ai parametri direttamente osservati, sono stati calcolati i differenti coefficienti di produzione. Questa modalità appare più affidabile ai fini della costruzione di un indice che abbia pertinenza con la realtà, pur riconoscendo l'estrema difficoltà della sua realizzazione.

Inoltre sono stati elaborati i dati derivanti dalle dichiarazioni dei singoli produttori di rifiuti (MUD) per gli specifici settori sia nell'ambito della regione considerata dall'indagine sia a livello nazionale e i dati ottenuti sono stati confrontati con i precedenti coefficienti di produzione.

Nell'ambito delle attività industriali considerate le risposte sono risultate abbastanza differenziate e in particolare per il settore galvanico i coefficienti più interessanti sono risultati i rifiuti prodotti per i materiali in ingresso e per gli addetti alle linee galvaniche. Per il settore ceramico particolarmente interessante sono risultati i coefficienti relativi all'energia termica consumata, al fatturato e al numero di addetti. Per il settore carrozzeria significativo è risultato il coefficiente di produzione di rifiuto per autovettura e per melme di verniciatura. Per il settore cartario i parametri più rappresentativi sono la quantità di rifiuto prodotta per addetto e per unità di prodotto.



## Summary

In this work the production of industrial waste for galvanic, ceramic, carriage factory, of the paper and textile sectors was valued.

Before all a wide and deep bibliographic research was made and then a specific investigation was made for the sector analysed.

For every business was considered the data for flux of energy, raw matter, waste, turn over, employees for obtaining correct coefficients to estimate the waste production. Moreover for the same sector the data MUD was analysed and compared with data of specific investigation.

The results are very different: for the galvanic sector the best coefficient is waste for raw material and waste for employee; for ceramic sector some thing very interesting is the coefficient waste for thermic energy, waste for turn over and waste for employee; for carriage factory the best coefficient are waste for car and waste for mire of varnishing; for paper sector the most interesting coefficients are waste for employee and waste for unity of product.



# Indice

<b>INTRODUZIONE</b>	<b>1</b>
<b>1. INDAGINE BIBLIOGRAFICA</b>	<b>3</b>
1.1 Metodologia dell'indagine	3
1.1.1 Analisi degli articoli e delle pubblicazioni	3
1.1.2 Criteri di stima utilizzati nella stesura dei piani regionali di gestione dei rifiuti	8
1.1.3 Bilanci ambientali	8
1.1.4 Certificazioni ambientali	9
1.2 Considerazioni conclusive	9
<b>2. ESAME DI SPECIFICHE REALTÀ AZIENDALI</b>	<b>11</b>
2.1 Procedura di aggregazione dei dati MUD	11
2.2 Produzione di rifiuti speciali per alcuni settori industriali	13
2.2.1 Il settore galvanico	13
2.2.1.1 Indagine su specifiche realtà aziendali	20
2.2.1.2 Elaborazione dati MUD	29
2.2.2 Il settore ceramico	34
2.2.2.1 Indagine su specifiche realtà aziendali	39
2.2.2.2 Elaborazione dati MUD	46
2.2.3 Settore carrozzeria	50
2.2.3.1 Indagine su specifiche realtà aziendali	52
2.2.3.2 Elaborazione dati MUD	62
2.2.4 Il settore cartario	69
2.2.4.1 Indagine su specifiche realtà aziendali	76
2.2.4.2 Elaborazione dati MUD	80
2.2.5 Il settore tessile	86
2.2.5.1 Indagine su specifiche realtà aziendali	90
2.2.5.2 Elaborazioni dati MUD	95
<b>3. CONFRONTO TRA COEFFICIENTI E STIMA DELLA PRODUZIONE DI RIFIUTI</b>	<b>99</b>
<b>4. CONCLUSIONI</b>	<b>105</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>109</b>
Allegato N° 1 - Scheda di analisi delle pubblicazioni	111
Allegato N° 2 - Procedura di aggregazione dei dati MUD	113
Allegato N° 3 - Modello di intervista e risultati per il settore galvanico	117
Allegato N° 4 - Fattori di produzione di rifiuti per il settore carrozzeria	121



## Introduzione

La contabilità dei rifiuti industriali necessita ancora di approfondimenti e analisi soprattutto per la mancanza di dati certi e omogenei sul territorio nazionale.

La disponibilità di informazioni riguardanti i *rifiuti industriali* risulta, infatti, molto bassa anche per la difficoltà di affrontare un argomento molto spinoso. In effetti la valutazione della quantità dei rifiuti industriali prodotti comporta un impegnativo sforzo di indagine a causa dell'enorme variabilità e gamma di settori, prodotti, sottoprodotti e processi di lavorazione coinvolti. A questo si aggiunga che la complessità della problematica impone una conoscenza specializzata di un gran numero di tecnologie per poter realizzare una seria e corretta indagine. Anche le rilevazioni di dati, prodotti da vari enti, e le conseguenti elaborazioni statistiche sono state indagate in diversi periodi temporali, per cui risulta difficile compararli e valutarne la completezza e la precisione.

L'ottica d'intervento sul tema della produzione dei rifiuti speciali è oggi quella di considerare l'intero ciclo di vita del prodotto, inteso "dalla culla" (le materie prime) alla "tomba" (lo smaltimento finale). La valutazione del ciclo di vita (Life Cycle Assessment - LCA<sup>1</sup>) è lo strumento che fornisce le necessarie conoscenze sugli aspetti ambientali dei prodotti.

Tale metodologia è alla base dei sistemi di etichettatura ecologica che assegnano il marchio a quei prodotti che rispettano i criteri individuati tramite uno studio di settore di LCA. Una fase cruciale della metodologia è l'ecobilancio (inventario di input ed output) che consiste nel contabilizzare le emissioni e le immissioni di materia ed energia associabili alle diverse fasi del ciclo di vita. Questa metodologia non rende comunque conto della pressione esercitata sull'ambiente dai rifiuti in Paesi che hanno intrapreso politiche diverse sullo smaltimento dei rifiuti.

Anche in ambito legislativo, con la pubblicazione del Decreto Legislativo 4 agosto 1999, n.372 che recepisce la Direttiva 96/61/CE sul controllo integrato della prevenzione dell'inquinamento (IPPC), il Governo adotta il principio europeo della strategia sui rifiuti. Questo sancisce la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento come obiettivo prioritario e lo strumento per la sua realizzazione deve essere l'utilizzo delle migliori tecniche disponibili (BAT nella versione inglese) tenendo in considerazione l'obiettivo di armonizzare lo sviluppo socio-economico con le attività umane e considerare l'uso delle risorse in relazione alla capacità rigenerativa dell'ambiente.

Con questo studio si vuole affrontare il problema della contabilità dei rifiuti industriali attraverso studi di settore e nell'ottica di un'analisi dell'intero ciclo produttivo considerato. Sono stati ottenuti in tal modo alcuni fattori di produzione dei rifiuti, per l'elaborazione di stime a livello nazionale, che sono stati messi a confronto con i dati derivanti dal Modello Unico di Dichiarazione (MUD).

Il lavoro è strutturato in due parti. La prima riguarda una estesa analisi bibliografica sulle metodologie utilizzate per lo studio dei fattori di produzione di rifiuti in diversi settori economici. Questa bibliografia è stata sintetizzata in schede, inserite in un CD allegato al volume, con le metodologie utilizzate in lavori nazionali e internazionali.

La seconda parte del lavoro riporta i risultati di indagini specifiche e approfondite, con un approccio integrato, svolte in settori economici di particolare interesse quali *galvanico*, *ceramico*, *carrozzeria*, *cartario* e *tessile*. Questo ha permesso di pervenire alla definizione di criteri validi per stimare, da dati specifici di particolari realtà aziendali, la produzione di differenti flussi di rifiuti. La loro rappresentatività, rispetto alla realtà industriale del settore considerato, è stata validata da un successivo confronto con dati MUD sia al livello regionale che nazionale.

<sup>1</sup> Per LCA si intende "un metodo che consente di valutare l'impatto ambientale di un prodotto, processo o attività identificando e quantificando energie e materiali impiegati e i rifiuti immessi nell'ambiente per valutare le opportunità di realizzare i miglioramenti in questo senso. La valutazione include l'intero ciclo di vita del prodotto, processo o attività; estrazione delle materie prime, fabbricazione, distribuzione, uso e smaltimento comprese le fasi di trasporto e stoccaggio intermedie, nonché eventuali riusi e ricicli" (SETAC - Guidelines for Life-Cycle Assessment: a code of practice 1993).



# 1. Indagine bibliografica

## 1.1 Metodologia dell'indagine

Nell'affrontare lo studio, è stata eseguita una dettagliata ricerca bibliografica, cercando di reperire tutte le pubblicazioni disponibili che trattino la problematica dei rifiuti industriali, prendendo in considerazione sia fonti italiane che estere, in particolare americane. La ricerca ha analizzato in particolare le seguenti fonti di documentazione:

- articoli su riviste del settore, libri e pubblicazioni varie, studi intrapresi dall'ISTAT;
- piani regionali e provinciali di gestione rifiuti;
- bilanci ambientali di aziende;
- certificazioni ambientali;
- "Profili di rischio ambientale per comparto produttivo" del Gruppo di Lavoro nazionale ANPA – ARPA.

Nella fase successiva all'individuazione e raccolta dei documenti, è stato affrontato il problema di come analizzare le diverse metodologie ed organizzare le informazioni trovate. Tale problema ha portato all'elaborazione di schede compilate per ogni pubblicazione significativa, in cui, oltre a fornire i dati necessari al reperimento del documento, viene descritta sinteticamente la metodologia (o il confronto tra più metodologie), mettendo in evidenza i parametri considerati, le ipotesi effettuate, i coefficienti di produzione proposti, i problemi e le limitazioni riscontrate. Tali schede, riportate nel **CD allegato**, permettono sia di catalogare le informazioni e le metodologie esistenti, sia di organizzare un solido "bagaglio" informativo, ordinato e strutturato, su cui basare l'ultima fase di analisi, più consistente e critica, delle metodologie viste nel loro insieme. Nell'**allegato 1** è riportata la scheda tipo con i campi analizzati.

### 1.1.1 Analisi degli articoli e delle pubblicazioni

L'analisi prende in considerazione prima le pubblicazioni italiane, quindi quelle internazionali, per poi esaminare la possibilità di un confronto tra fonti di Paesi differenti.

#### Letteratura italiana

La disponibilità di riviste che trattano l'argomento dei rifiuti è ampia, tuttavia è stato difficile reperire articoli che affrontano nello specifico la problematica della quantificazione dei rifiuti industriali, che propongono efficaci metodologie di stima e che analizzano criticamente i vari coefficienti di produzione di rifiuti.

In generale si può affermare che le maggiori problematiche rilevate nell'analisi della bibliografia reperita derivano dal fatto che le rilevazioni dei dati sono state effettuate in diversi periodi temporali, pertanto risulta difficile valutarne la completezza e la precisione. La prima indagine a livello nazionale sulla produzione dei rifiuti industriali è stata effettuata dalla Confindustria (1977) i cui dati si riferiscono al 1974. Successivamente sono state condotte altre indagini, tra cui le più complete, secondo una pubblicazione di Ascari [28]<sup>2</sup>, sono state realizzate dal CNR - Progetto finalizzato Energetica II (1983-87), la Provincia di Milano in collaborazione con l'Ecodeco (1987), la Regione Emilia Romagna (1988), il Ministero dell'Ambiente (1988-1989), l'Unione delle imprese per la Difesa Ambientale (UIDA, 1988-1989), Lombardia Risorse (1990).

<sup>2</sup> La numerazione tra parentesi [--] si riferisce alle schede riportate nel CD allegato.

L'indagine della Confindustria utilizza nell'elaborazione dei dati un coefficiente unitario per addetto per categoria produttiva, partendo da un campione di 1145 imprese, aventi un numero di addetti superiore a 10. La scelta di trascurare le unità locali più piccole comporta una sottostima nella quantificazione dei rifiuti, visto che all'epoca le imprese con meno di dieci addetti costituivano circa l'8,5% della struttura produttiva italiana.

Dall'analisi della letteratura reperita, si evidenzia la difficoltà nel valutare i rifiuti di aziende con numero di addetti inferiore a venti e per quelle non manifatturiere. Spesso si ricorre a stime che partono da dati desunti dalla grossa industria e il coefficiente produttivo viene calcolato senza tenere conto dell'incidenza di realtà più piccole. Nell'indagine del 1991, l'Unione Industriale di Torino [23] non considera l'incidenza dei rifiuti prodotti da aziende con meno di dieci addetti e da aziende non manifatturiere, considerando che l'apporto proveniente da queste due componenti sia circa del 15%.

Un'altra problematica che si presenta nella valutazione delle stime è l'errore che si commette nel calcolare la produzione dei rifiuti utilizzando un coefficiente ricavato in un anno diverso da quello in cui si vuole stimare la produzione, in quanto possono essere cambiate le modalità di produzione di un determinato bene per miglioramenti tecnologici o di processo o per ristrutturazioni delle società.

A questo proposito è stato condotto uno studio critico sul catasto dei rifiuti speciali in provincia di Trento [47], che ha applicato un coefficiente calcolato nel 1994 agli anni precedenti e ha confrontato la produzione calcolata con quella dichiarata. Dallo studio è emerso che, sebbene l'errore sulla produzione totale ricalcolata sia abbastanza contenuto, mediamente inferiore al 6%, per alcune attività economiche, soprattutto quelle marginali, l'errore è molto rilevante, anche superiore al 100%.

Il metodo di stima più impiegato, sia per l'indagine della Confindustria che per le indagini successive, è quello per addetto per attività economica. La diffusione di questo parametro è dovuta all'ampia disponibilità dei dati occupazionali e quindi, se non intervengono negli anni modifiche al ciclo produttivo o agli impianti di produzione, il coefficiente specifico così definito può rappresentare un utile strumento di quantificazione. Le statistiche occupazionali però non sono sempre aggiornate, poiché i censimenti nazionali sono decennali e pubblicati con anni di ritardo, mentre negli anni intermedi la variazione dell'occupazione viene valutata solo per grossi raggruppamenti di comparti produttivi; ne consegue che il coefficiente produttivo viene calcolato riferendosi ad una situazione occupazionale che in realtà potrebbe essere cambiata.

Un altro limite del coefficiente per addetto consiste nel fatto che il numero del personale destinato ai servizi influenza la produttività del rifiuto per una certa azienda, quindi sarebbe più opportuno riferirsi solo al personale adibito alla produzione.

Per ovviare ad alcuni inconvenienti nell'uso di questo coefficiente, è stato proposto di stimare il rifiuto rispetto alla quantità di prodotto finito derivante da un determinato ciclo produttivo, in quanto tale parametro risulta essere meno legato al diverso livello di automazione delle imprese e quindi ad un differente numero di addetti impiegati. L'utilizzo di questo coefficiente sarebbe ottimale ma mancano statistiche dettagliate sulla produzione di tutti i prodotti finiti e le imprese sono molto riluttanti nel rivelare informazioni riguardo la produzione; inoltre è necessario avere una conoscenza approfondita della struttura produttiva che si vuole studiare per avere dati accurati che riflettono correttamente le dimensioni delle industrie considerate. Nel lavoro svolto da Andreottola e Brunetti [26] quest'ultimo aspetto emerge chiaramente: essi hanno condotto un'analisi sulle metodologie di stima pubblicate negli ultimi anni scegliendo la provincia di Cremona come campione di riferimento, ma il loro metodo tiene conto del particolare tessuto industriale dell'area presa in esame, che non può essere assolutamente trascurato per effettuare una stima credibile.

Dall'esame della situazione produttiva e occupazionale della Provincia di Cremona è stata riscontrata un'elevata presenza di aziende medio-piccole (47% con meno di 20 dipendenti ri-

spetto al 34% nazionale), una percentuale relativamente alta di aziende del settore agro-alimentare e una rilevanza limitata dell'industria chimica, presente soprattutto con imprese di dimensioni contenute.

Le informazioni riguardo alla produzione dei rifiuti sono state reperite dalle schede descrittive relative ai rifiuti speciali, inviate alla Provincia dalle aziende ai sensi della Legge Regionale 94/80; dalle comunicazioni alla Regione da parte delle aziende ai sensi della Legge 475/88, riguardanti la produzione di rifiuti nel 1989; dall'indagine ASPO<sup>3</sup> e dall'archivio della Provincia di Cremona (numero di unità locali e di addetti).

Nella quantificazione di rifiuti si propone anche la problematica di partire da un database quanto più possibile completo. Le dichiarazioni ambientali MUD potrebbero costituire un'importante fonte informativa sulla produzione delle diverse tipologie di rifiuti, in quanto consentono di disporre di dati su tutto il territorio nazionale; da sole comunque non sono sufficientemente significative per le esclusioni definite dalla legge, per l'inadempienza agli obblighi imposti da parte di un cospicuo numero di aziende e in parte per l'inaffidabilità dei dati dichiarati dai diversi soggetti adempienti. Si dovrebbero quindi integrare con un paniere sufficientemente oculato di dati composto da visite presso aziende, invio di questionari, consultazioni di archivi pubblici o privati (di solito aziende di raccolta e smaltimento rifiuti).

Molto accurato a questo proposito il lavoro svolto in Piemonte dall'IPLA per conto della Regione, per l'elaborazione di un manuale per la validazione dei dati del Catasto Nazionale dei rifiuti speciali [19], dove è stata descritta la struttura produttiva piemontese e sono stati analizzati i principali cicli produttivi per ogni classe ISTAT, con schemi di flusso e individuazione dei principali inquinanti generati, codificati secondo il Catasto Nazionale.

#### Letteratura internazionale

Le problematiche esposte per le pubblicazioni italiane molto spesso si ripropongono per la letteratura straniera: l'utilizzo del coefficiente per addetto per attività economica è il metodo di stima più usato per la maggiore disponibilità dei dati da parte di statistiche ufficiali, ma anche per la maggiore collaborazione delle aziende nel fornire i dati occupazionali (si vedano ad esempio le stime effettuate dalla MEL Research per la contabilizzazione dei rifiuti da incenerire nel Regno Unito [40], le stime del Wisconsin negli USA [10] o i modelli di calcolo di Barnard e Olivetti [21]).

A Victoria, in Australia [16], si è cercato di verificare la precisione delle stime effettuate con tre metodologie, una di tipo empirico che utilizza i fattori di carico unitari espressi come quantità annuale di rifiuti prodotti per numero di addetti alla produzione, una che utilizza indagini presso le industrie attraverso questionari e un sistema di gestione dei rifiuti ("waste manifest system") che controlla tutto il ciclo di vita del rifiuto dalla fase iniziale a quella finale, e infine attraverso l'utilizzo di certificati di trasporto ai maggiori luoghi di smaltimento. Il confronto fra i tre metodi ha indicato un buon accordo tra loro, anche se il ritorno dei questionari è stato solo del 60%.

Un confronto analogo è stato condotto dal Dipartimento di Geografia dell'Università di Toronto, in Canada [38], dove sono state paragonate le stime derivanti dall'analisi diretta dei rifiuti prodotti, realizzata dove questi sono generati, con stime derivate da indagini attraverso questionari. In questo studio è emerso come la raccolta di informazioni mediante questionari sia ostacolata dalla carenza di dati a disposizione sui rifiuti e in particolare sulla loro composizione.

<sup>3</sup> Progetto sperimentale gestito dall'Unioncamere che prevede l'aggiornamento periodico dei dati del censimento ISTAT sulla base degli archivi esistenti presso gli enti pubblici.

Il direct waste analysis (DWA) fornisce invece un'analisi più precisa, limitatamente però al periodo di campionamento utilizzato. Delinea infatti una rappresentazione istantanea e accurata del flusso di rifiuti in quell'intervallo, soggetta però nel corso dell'anno a fluttuazioni stagionali significative.

Lo svantaggio principale del DWA è dato dal costo elevato legato principalmente alle procedure richieste per l'analisi della composizione dei rifiuti, il che obbliga a restringere il campione di imprese visitate e a privilegiare quelle che producono grossi quantitativi di rifiuti, trascurando alcune tipologie di aziende.

L'applicazione dei due metodi al caso della zona di Toronto ha fornito risultati piuttosto simili che consentono di affermare come l'indagine tramite questionario possa diventare un buon sostituto dell'analisi DWA, soprattutto in relazione alla stima dei quantitativi di rifiuti prodotti.

Per alcuni settori vengono utilizzate metodologie più specifiche. Negli Stati Uniti per il settore delle costruzioni è stata pubblicata una ricerca [39] che, per la quantificazione dei rifiuti, mette in relazione le autorizzazioni relative ai progetti di costruzione e demolizione con i dati relativi al valore finanziario dei progetti di costruzione, disponibili presso la Construction Statistics Division U.S. Census Bureau.

Nell'ambito del lavoro commissionato nel 1996 dal Department of Trade and Industry britannico [40] per la valutazione della quantità di energia potenziale derivante dall'incenerimento dei rifiuti, particolarmente interessante risulta la valutazione degli scarti di pneumatici. La stima viene fatta considerando che questi provengono dalla sostituzione delle gomme degli autoveicoli in uso e il periodo di vita dell'autoveicolo.

Un altro studio di settore molto specifico valuta i rifiuti prodotti dal trattamento dei siti contaminati [41], prendendo in considerazione il lavaggio dei suoli contaminati da uranio e PCB. Per la quantificazione dei rifiuti prodotti si applicano i bilanci di massa delle sostanze utilizzate, si fa una stima del rifiuto derivante dall'equipaggiamento del personale coinvolto nell'operazione e dalle acque di lavaggio delle apparecchiature utilizzate.

Il bilancio di massa viene proposto anche nello studio dell'Environmental Protection Agency dell'Ohio [35], che lo applica agli inquinanti, definendo un indice individuato dalla massa di inquinante prodotta per unità di massa di inquinanti totali in ingresso all'unità di processo, per fornire una misura quantitativa della produzione di sostanze inquinanti. Viene considerato il fatto che tra i rifiuti in ingresso ci sono anche quelli derivati dalla produzione delle materie prime. Il metodo consiste nel calcolo degli indici per ogni flusso di inquinante in uscita da ogni singola unità di processo. L'analisi degli indici ottenuti permette di individuare la migliore strategia da adottare per ridurre le quantità di rifiuti a seconda del tipo di reazioni o dei processi fisici coinvolti. Questo metodo è a tutti gli effetti un ecobilancio molto simile a quello che viene utilizzato nella prima parte della metodologia "Life Cycle Assessment", vale a dire quella dedicata all'analisi energetica e ambientale applicata ad un singolo anello della filiera produttiva.

Le schede compilate sono riportate in dettaglio nel floppy disk allegato. Nella tabella seguente viene riportato un elenco dei coefficienti produttivi reperiti in letteratura e i principali vantaggi e svantaggi derivanti dal loro utilizzo.

ID	Coefficiente produttivo	Unità di misura	Vantaggi	Svantaggi
1	Produzione di rifiuti per addetto	t/(addetto x anno)	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) generalità di applicazione</li> <li>2) disponibilità dei dati di partenza</li> <li>3) possibilità di estrapolazione</li> <li>4) esperienza a livello internazionale (possibilità di numerosi confronti)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) non viene considerata la dimensione aziendale</li> <li>2) non vengono considerati gli aspetti processistici</li> <li>3) difficoltà nella definizione del criterio di aggregazione</li> </ul>
2	Produzione di rifiuti per unità di dimensione aziendale		<ul style="list-style-type: none"> <li>1) capacità di tener in conto gli effetti di scala</li> <li>2) maggior specificità</li> <li>3) criterio legato all'evoluzione tecnologica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) difficoltà nel reperimento dati</li> <li>2) problemi nella definizione del taglio dimensionale delle classi aziendali</li> <li>3) necessità di valutazione dei criteri per l'aggregazione di classi diverse</li> </ul>
3	Produzione di rifiuti per unità di prodotto	kg/unità di prodotto	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) sicura specificità del criterio, con riferimento alle condizioni processistiche</li> <li>2) aggregazione di classi omogenee</li> <li>3) possibilità di disarticolare la produzione in differenti linee produttive</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) difficoltà nel reperimento dati</li> <li>2) frammentazione dei risultati</li> <li>3) difficoltà nel formare classi abbastanza numerose</li> <li>4) mancanza di dati di raffronto a livello internazionale</li> </ul>
4	Produzione di rifiuti per unità di servizio utilizzato	t/mc di acqua, t/kWh di energia elettrica, t/Mcal	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) sicura significatività per determinate tipologie di rifiuti</li> <li>2) autoadeguamento con l'evoluzione tecnologica</li> <li>3) confrontabilità tra situazioni "lontane" economicamente e geograficamente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) mancanza di generalità nell'applicazione</li> <li>2) difficoltà nel reperimento dati</li> <li>3) difficoltà di allocazione dei carichi, correlando produzione ad indice</li> </ul>
5	Produzione di rifiuti per unità economica	t/\$	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) criterio di facile applicazione attraverso bilanci economici</li> <li>2) omnicomprensività</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) necessità e difficoltà nel reperire classi omogenee</li> <li>2) forte influenza di fattori locali</li> <li>3) non considerazione delle caratteristiche processistiche</li> </ul>

### 1.1.2 Criteri di stima utilizzati nella stesura dei piani regionali di gestione dei rifiuti

Ogni regione, nella predisposizione del proprio piano di gestione rifiuti, strumento fondamentale di pianificazione e sviluppo, ha la necessità di determinare la produzione di rifiuti urbani e speciali allo scopo di pianificarne lo smaltimento ed il recupero.

I criteri che si possono evidenziare non sono solamente frutto di ragionamenti teorici applicati alla realtà, ma sono utilizzati dai soggetti pianificatori per verificare che, nella regione di competenza, gli impianti di recupero e smaltimento esistenti siano sufficienti o che l'adeguamento a direttive nazionali e comunitarie proceda correttamente.

Relativamente ai rifiuti speciali, non è semplice pervenire ad un risultato attendibile tramite rilevazione diretta, per cui è quasi sempre necessario fare ricorso a metodi di stima che consentano di ottenere valori il più possibile aderenti alla realtà.

Di conseguenza, gli strumenti di pianificazione regionali sono un'utile fonte bibliografica per la ricerca delle metodologie attualmente in uso per la valutazione della produzione di rifiuti nelle diverse attività produttive.

Nell'analisi fatta sono stati presi in considerazione quasi esclusivamente i piani approvati dopo l'entrata in vigore del D. Lgs. 22/97.

Le metodologie utilizzate per la determinazione della produzione dei rifiuti speciali individuano in tutti i casi un procedimento per fasi:

- identificazione delle fonti esistenti (studi e piani effettuati precedentemente, dati derivanti dal catasto regionale/dichiarazioni annuali MUD) o eventuali indagini organizzate "ad hoc", e qualificazione dei dati così ottenuti;
- definizione del metodo di stima mediante elaborazione di coefficienti di produzione unitari (partendo dai dati di cui sopra);
- proiezione dei dati all'intero universo delle attività. Bisogna infatti ricordare che i dati MUD non coprono l'intero universo produttivo dei rifiuti, non solo per le possibili evasioni, ma anche per le esclusioni definite dalla legge.

### 1.1.3 Bilanci ambientali

Nel bilancio ambientale, l'impresa identifica i principali problemi di impatto sull'ambiente, l'approccio strategico e l'organizzazione per la gestione ambientale, le azioni messe in atto per garantire la protezione ambientale e documenta, con dati statistici e indicatori, le spese correnti e gli investimenti connessi con l'ambiente.

A differenza della dichiarazione che conclude la messa in atto di un sistema di gestione ambientale conforme al Regolamento europeo di ecogestione ed audit (EMAS), il bilancio ambientale non viene validato da un verificatore indipendente accreditato (audit di terza parte), ma, ciò nonostante, rappresenta un primo importante approccio in direzione di una maggiore trasparenza nella gestione aziendale delle problematiche ecologiche.

La diffusione del bilancio ambientale è iniziata circa quattro-cinque anni fa e le imprese hanno potuto realizzarli evidenziando l'andamento nel tempo delle emissioni in atmosfera, dei prelievi e degli scarichi idrici, della quantità dei rifiuti prodotti, della produzione di rumore e del consumo di risorse energetiche.

Al fine di semplificare una problematica così complessa e articolata si è ritenuto utile effettuare una suddivisione in settori prioritari quali: l'energia, la meccanica e la chimica, raccogliendo per ciascuno di essi documentazioni e affrontando il problema di come analizzare le diverse metodologie e organizzare le informazioni trovate.

La ricerca ha preso in considerazione anche vari bilanci ambientali realizzati da aziende leader di settore, di solito appartenenti a grandi gruppi industriali, oppure redatti da associa-

zioni di categoria come Federchimica (programma "Responsabile Care" a cui aderiscono circa 120 aziende del settore chimico). Questi rapporti sono sicuramente importanti in quanto costituiscono una risposta volontaria alla domanda di informazione proveniente dalle istituzioni e dall'opinione pubblica. D'altra parte contribuiscono al miglioramento dell'indagine presso le aziende e possono aiutarle ad analizzare i punti critici dei processi produttivi in modo da poter intervenire per un impiego efficiente delle materie prime, per una riduzione degli sprechi e per un complessivo risparmio energetico.

Purtroppo si è evidenziato che i criteri di redazione non sono uniformi e non viene indicata una metodologia di stima precisa, spesso si basa su misurazioni dirette effettuate a campione o, dove possibile, in continuo sui processi più significativi; può comunque essere interessante confrontare esperienze condotte da gruppi industriali operanti in diversi settori.

#### 1.1.4 *Certificazioni ambientali*

La diffusione della certificazione ambientale sembra avvenire soprattutto per l'interessamento delle associazioni di categoria che spingono le imprese associate all'adozione di un sistema di gestione ambientale di qualità, svolgendo un preventivo lavoro di indirizzo e coordinamento, in grado di aiutare le aziende sia dal punto di vista metodologico sia da quello economico (in particolar modo per le realtà di modesta entità).

Assopiastrelle è all'avanguardia nel guidare i suoi associati verso uno sviluppo sostenibile, grazie anche ad una collaborazione fattiva con l'ARPA Emilia Romagna: molteplici sono state le iniziative di studio del settore per approfondire i risvolti ambientali e poter agire ove necessario. Per quanto riguarda l'industria cartaria, nel 1998 Assocarta ha avviato il progetto "Ecogestione", coinvolgendo inizialmente dodici cartiere, il cui sforzo comune ha portato alla redazione di linee guida e manualistica sull'introduzione dei sistemi di gestione ambientale nell'industria cartaria (ISO14000 ed EMAS). Nel 2000 si sono aggiunte al progetto altre 6 cartiere, che hanno contribuito ad ampliare ed aggiornare la documentazione precedentemente prodotta. Attualmente sono tre le aziende partecipanti al progetto che hanno ottenuto la certificazione UNI EN ISO 14001. Inoltre c'è un progressivo interesse al marchio ecologico di prodotto: circa il 4% delle cartiere lo ha ottenuto.

In relazione al settore galvanico, nell'ambito di un accordo siglato tra Provincia di Novara, Associazione degli Industriali di Novara e ARPA Piemonte per la diffusione di EMAS, è stata realizzata una linea guida sull'ecogestione nelle aziende galvaniche del distretto rubinetterie-valvolame. Il progetto pilota coinvolge una decina di aziende e comporterà un'analisi ambientale dell'area industriale, la valutazione degli impatti e dei rischi ambientali di ciascuna fase del processo e lo studio degli accorgimenti tecnologici e organizzativi per prevenire e minimizzare gli impatti ambientali.

Per il settore tessile a Prato è in corso un progetto per l'adesione ad EMAS del macrolotto industriale n.1 del distretto tessile. Il Conser (consorzio servizi del macrolotto), in collaborazione con enti pubblici, si propone di completare l'analisi ambientale dell'area comprendente circa 300 Piccole Medie Imprese del settore tessile e servizi connessi al fine di predisporre un programma di miglioramento ambientale.

## 1.2 **Considerazioni conclusive**

Dall'indagine bibliografica è stato possibile trarre alcune indicazioni:

- esistono vari indici potenzialmente utilizzabili, fondati su differenti parametri, collegati all'attività produttiva, che sembrano applicabili alle diverse realtà in-

dustriali e in grado in linea teorica di fornire valutazioni sulla produzione di rifiuti industriali;

- il criterio che ha avuto maggiore applicazione dal punto di vista numerico, data la sua semplicità di applicazione, è il criterio di produzione per addetto; esso tuttavia appare insufficiente e i tentativi di applicazione in differenti contesti spesso ne hanno indicato la scarsa significatività;
- mancano sostanzialmente applicazioni pratiche di sistemi di stima basati su effettivi bilanci di materia e di energia, che meglio potrebbero rappresentare la realtà della produzione di rifiuto;
- l'obiettivo di pervenire alla definizione di criteri validi per stimare, da dati specifici di una particolare realtà aziendale, la produzione di differenti flussi di rifiuti appare in ogni caso uno strumento importante sia ai fini di una corretta pianificazione degli sbocchi, sia nell'ambito di una attività di controllo mirata;
- gli strumenti tipici dell'ingegneria di processo, quali il bilancio di materia e la definizione dei flussi, paiono mezzi idonei nella costruzione dei parametri di stima.

## 2. Esame di specifiche realtà aziendali

Sulla base delle indicazioni emerse dall'indagine bibliografica, si è impostato il *lavoro della seconda parte della ricerca* prendendo in esame specifiche realtà produttive quali l'attività *galvanica, ceramica, carrozzeria, cartaria e tessile* e analizzando i seguenti aspetti:

- esame di specifiche realtà aziendali e acquisizione diretta dei valori di flusso di energia, di materia prima utilizzata, di rifiuto prodotto e di fatturato per calcolare, in base ai parametri direttamente osservati, i differenti indici. Questa è la modalità che appare più affidabile ai fini della costruzione di un coefficiente produttivo che abbia pertinenza con la realtà, pur riconoscendo l'estrema difficoltà della sua realizzazione;
- utilizzo di dati derivanti dal Modello Unico di Dichiarazione (MUD) dei produttori di rifiuti: in questo caso la disponibilità di dati è certamente cospicua e facilmente utilizzabile anche se i dati devono subire un'approfondita verifica e validazione; inoltre in tali dichiarazioni, non sono presenti tutti i dati relativi agli specifici parametri aziendali cui raffrontare la produzione di rifiuto per pervenire alla elaborazione del coefficiente produttivo (fatta eccezione per il numero degli addetti);
- confronto tra i coefficienti di produzione identificati mediante le due modalità suddette.

Lo scopo finale dell'elaborazione di coefficienti di produzione del rifiuto, fondata su dati concreti, è quello di pervenire a valori che possano essere direttamente utilizzati sia per una quantificazione dei rifiuti industriali prodotti in ambito nazionale sia come raffronto tra casi analoghi in fase di programmazione di progetti territoriali.

### 2.1 Procedura di aggregazione dei dati mud

Per ogni settore industriale analizzato sono stati individuati alcuni codici ISTAT relativi all'attività economica corrispondente e sono state effettuate delle aggregazioni di classi. Il codice ISTAT utilizzato è il codice NACE ovvero la classificazione statistica delle attività economiche nella Comunità Europea. Tale classificazione è articolata su cinque livelli di dettaglio, sezione, sottosezione, divisione, gruppo e classe.

In generale nelle dichiarazioni MUD è richiesto il codice ISTAT di attività economica prevalente. Codice che dovrebbe essere pertanto fornito fino al quinto livello di dettaglio.

I settori presi in considerazione in questo studio hanno un codice di attività ISTAT completo. Per ognuno di questi settori industriali sono stati identificati i rifiuti prodotti, con l'indicazione del relativo codice del Catalogo Europeo dei Rifiuti (CER - D. Lgs. 22/97, Allegato A).

La selezione delle attività economiche e dei codici CER corrispondenti è stata estrapolata dal database MUD 99 (dati 1998) per le regioni nelle quali è stata effettuata l'indagine specifica; in particolare, per il settore galvanico, carrozzeria, cartario e tessile, si è utilizzato il database della Regione Piemonte mentre per il settore ceramico sono stati utilizzati i dati relativi alla Regione Emilia Romagna.

Le aziende sono state raggruppate, in base al numero di addetti dichiarato, in 4 gruppi (0, tra 1 e 10, tra 11 e 50, oltre 50).

I dati ottenuti sono presentati nelle tabelle relative ai singoli settori produttivi riportando per ogni settore rispettivamente le produzioni complessive (raggruppate per codice rifiuto CER), il numero delle schede rifiuto corrispondenti, il coefficiente produttivo annuo per addetto e il numero di aziende dichiaranti.

Come si potrà constatare dalle tabelle, il numero di schede rifiuto derivate dall'analisi delle

dichiarazioni MUD sono nella maggior parte dei casi inferiori alla decina. Quindi i dati riportati hanno il solo scopo di effettuare un primo confronto tra i due metodi qui presentati per il calcolo dei coefficienti di produzione.

Inoltre, per aumentare l'attendibilità dei fattori di produzione derivati dall'analisi di dati regionali, sono stati aggiunti gli omologhi risultati ottenuti dai dati nazionali e il confronto tra gli indici calcolati ha portato a considerazioni sulla validità dell'utilizzo a livello nazionale delle stime sulla produzione dei rifiuti nei vari settori economici considerati.

Per i dati sulle produzioni dei rifiuti è stata utilizzata la banca dati DBMUD bonificata da ANPA per undici regioni e descritta nel Rapporto Rifiuti 2001 (cap.4 –Appendice 4.1). I codici dell'attività economica prevalente e il numero di addetti sono stati corretti con le informazioni fornite da Ecocerved (Società di servizio informatica dell'Unione delle Camere di Commercio). Per i dati forniti dalle rimanenti regioni la validazione è stata a carico delle Regioni stesse.

Il numero di addetti per i settori produttivi considerati sono presentati nella tabella seguente, dove sono stati confrontati con quelli censiti dall'ISTAT nel 1996.

Tabella 1.2: Numero addetti

Codice attività	Attività Economica	N° addetti (ISTAT 1996)	N° addetti (MUD 1997)	N° addetti (MUD 1998)
28	Galvanico	621.642	381.523	292.399
26	Ceramico	250.824	156.043	181.473
34	Carrozzeria	185.748	182.627	141.876
21	Cartario	85.424	66.115	53.004
17	Tessile	345.338	197.847	117.585

La difficoltà nell'utilizzo dei dati MUD può essere dovuta alla scarsa rappresentatività del campione (ad esempio medie con realtà industriali molto particolari) ma anche ad errori che caratterizzano la base MUD.

Si possono citare, a riguardo, almeno tre tipi di errore:

1. Sottostima delle quantità dichiarate per errori di attribuzione derivati da codici ISTAT di attività poco dettagliati.
2. Sottostima del coefficiente produttivo per errato numero di addetti. Infatti, quando non dichiarato, il numero di addetti è stato posto presumibilmente uguale a zero pertanto sono state riscontrate quantità considerevoli prodotte da attività senza addetti. Tali quantità non sono state considerate nel calcolo del coefficiente.
3. Errori nelle unità di misura.

Bisogna infine ricordare che i dati MUD non coprono l'intero universo produttivo dei rifiuti, non solo per le possibili evasioni, ma anche per le esclusioni definite dalla legge. Secondo l'articolo 11 comma 3 del D.Lgs 22/97 e s.m.i. sono infatti esclusi dalla dichiarazione MUD tutti i produttori di rifiuti non pericolosi ad eccezione di coloro che producono rifiuti derivanti da lavorazione industriale, artigianale e dall'attività di gestione. Sono esclusi inoltre i piccoli imprenditori artigiani di cui all'articolo 2083 del Codice Civile con meno di tre dipendenti.

Il dettaglio delle elaborazioni effettuate è riportato nell'**allegato 2**.

## 2.2 Produzione di rifiuti speciali per alcuni settori industriali

### 2.2.1 Il settore galvanico

Nell'ambito del settore galvanico è stata analizzata la classe ISTAT 28.51 che riguarda l'attività economica "trattamenti superficiali di componenti metallici". In Italia le aziende operanti in questo settore, secondo i dati del censimento intermedio ISTAT 1996, sono 6.064, di cui 1.600 di tipo artigianale.

Il numero degli addetti è di circa 50.000 con un aumento di 3.400 unità rispetto al 1991. La realtà si presenta alquanto differenziata sul territorio italiano: nel nord-ovest il numero delle aziende, dal 1991 al 1996, è diminuito di 141 unità ma il numero totale degli addetti è salito di 602, portando la media da 7 a 7,5 addetti per azienda. Il nord-est conferma il suo trend positivo, 1.654 unità nell'anno 1996, con un incremento di 94 aziende rispetto al 1991 per un totale di 14.825 addetti, che sono aumentati di circa il 10% (+ 1323). La media per azienda è di 9 addetti contro gli 8,6 del 1991.

Le aziende galvaniche del centro, sud e isole non raggiungono nel complesso le dimensioni di quelle del nord ma presentano anch'esse un trend positivo negli ultimi anni; infatti sono circa 1.010 le imprese totali con un aumento di 49 unità e un incremento occupazionale di 1.484 addetti. Le circa 700 imprese del centro hanno una dimensione media di 8 addetti/azienda, le 250 aziende del sud detengono mediamente 13,5 addetti/azienda, mentre nelle isole la media degli addetti per le 66 imprese è di 7,7.

I dati indicano che il settore galvanico è composto prevalentemente da piccole imprese con una grande vitalità che hanno portato ad una crescita occupazionale media del 7,32% negli ultimi 5 anni, a fronte di un calo del 7% di occupazione nel settore manifatturiero.

Si contano in totale 103 società per azioni, che occupano 5.567 addetti e 1.179 società a responsabilità limitata. Il totale delle imprese in forma di società di capitali, indice di una evoluzione imprenditoriale, presenta nelle aree del nord una percentuale sul totale dal 18% al 23%. Le lavorazioni galvaniche rientrano nella sezione "Trattamento e rivestimento dei metalli".

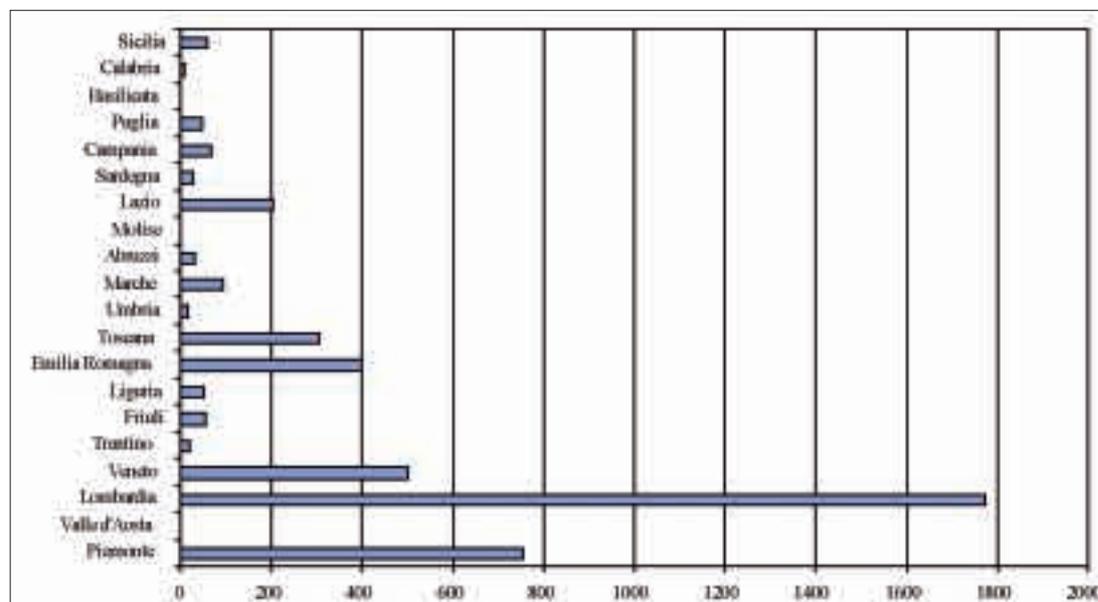


Figura 2.1. 1: Numero di aziende galvanotecniche (Fonte: SEAT, 1996).

### I cicli produttivi

Il ciclo produttivo dei processi di rivestimento metallico si articola in tre fasi principali:

- a) preparazione delle superfici da trattare
- b) deposizione elettrochimica
- c) finitura

a) **Preparazione delle superfici da trattare:** sgrassaggio, pulitura meccanica, decapaggio, fosfatazione

Lo sgrassaggio è la fase di pulitura del pezzo metallico, preliminare alla successiva deposizione del rivestimento metallico. Un tempo veniva eseguita prevalentemente con solventi clorurati in vasche aperte, anche in presenza di ultrasuoni, dotate di rudimentali sistemi di condensazione del solvente, ad esempio serpentine refrigerate con acqua poste a bordo vasca. Attualmente questi sistemi sono stati abbandonati a causa del rilevante impatto ambientale, soprattutto per le emissioni in atmosfera. Se ancora utilizzati, i solventi clorurati sono immessi in macchine di sgrassaggio ermetiche a circuito chiuso, utilizzate soprattutto per pezzi di piccola dimensione.

Un'altra soluzione tecnologica alternativa è la sgrassatura con detergenti in base acquosa, mediante sistemi a spruzzo o a immersione. La più utilizzata è la sgrassatura alcalina (soda in soluzione acquosa). Il potere detergente della soluzione può essere aumentato riscaldandola, oppure facendovi passare corrente elettrica, in questo caso viene detta sgrassatura elettrolitica (catodica o anodica), altrimenti sono usati gli ultrasuoni.

La pulitura meccanica, mediante barilatura, rotobarile, borlonatura, è un'operazione che rimuove gli ossidi prima della deposizione e si effettua in un tamburo rotante contenente sabbie o polveri abrasive. Può essere effettuata a secco, specialmente su parti non facilmente deformabili, e a umido; in quest'ultimo caso vengono impiegati abrasivi fini sospesi in acqua con aggiunta di bagnanti, disperdenti o inibitori di corrosione.

Il trattamento di decapaggio può essere chimico, con impiego di acidi, variabili a seconda del metallo da trattare (acido cloridrico, solforico, nitrico, fluoridrico, ecc.), oppure elettrolitico, facendo passare corrente elettrica nel bagno, per il quale si utilizza acido solforico o cloridrico come elettrolita. La neutralizzazione viene effettuata mediante bagni con soluzioni diluite di acido cloridrico, solforico, ecc.

La fosfatazione consiste nel ricoprire una superficie metallica opportunamente pretrattata (sgrassata) con un film di fosfati (fosfati acidi di manganese, zinco, ferro, ecc.) per conferire alla superficie una migliore resistenza all'ossidazione e un miglior ancoraggio della verniciatura. La fosfatazione pertanto non è funzionale o propedeutica alla deposizione elettrolitica, ma soddisfa la necessità di proteggere il metallo dall'ossidazione quando i pezzi da trattare devono essere stoccati per periodi più o meno lunghi prima di essere sottoposti al trattamento galvanico. La soluzione fosfatante, opportunamente riscaldata, può essere applicata per immersione o per spruzzatura in appositi tunnel.

b) **Deposizione elettrochimica**

Consiste nella deposizione di una pellicola metallica (di rame, nichel, cromo, ecc.) sulla superficie da rivestire, mediante il passaggio di corrente elettrica continua attraverso una soluzione acquosa contenente ioni del metallo di rivestimento che, per effetto elettrochimico, passano allo stato di ossidazione zero e si deposita allo stato metallico sulla superficie da rivestire, che funge da catodo. I bagni utilizzati sono specifici per ogni trattamento. Il rendimento del cromo è stato valutato pari al 20%, mentre quello del nichel pari o superiore al 90%, tale percentuale corrisponde al metallo che rimane adeso al pezzo durante l'immersione nella vasca di cromatura e nichelatura (Linea guida EMAS nelle rubinetterie 2001).

### c) Finitura

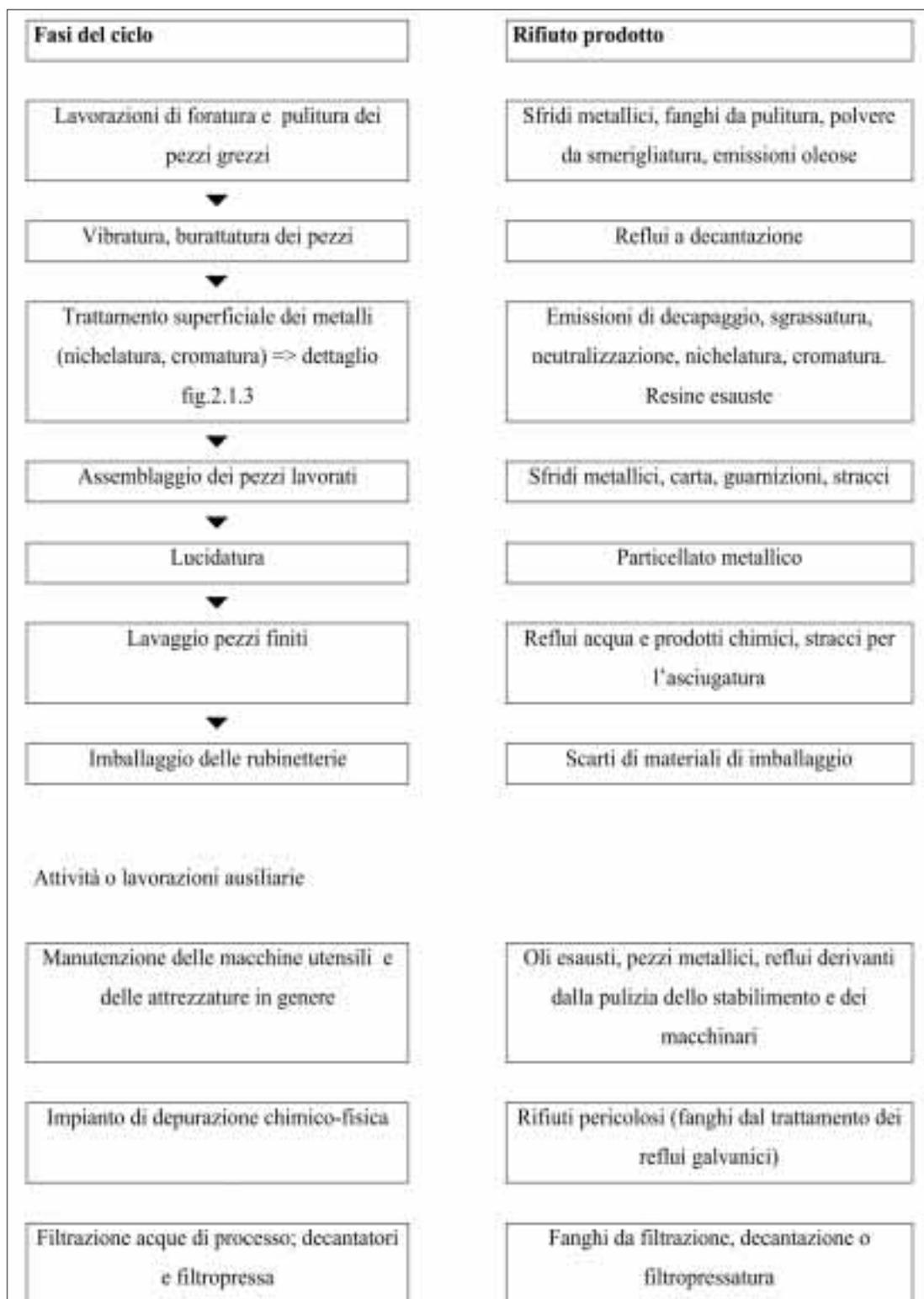
Le operazioni di finitura sono eseguite per rendere liscia e levigata la superficie trattata, regolarizzando eventuali asperità nel deposito. Per i pezzi più grandi la pulitura può essere realizzata con spazzole rotanti, con mole di panno, con nastri di tessuto opportuno. Per pezzi di ridotte dimensioni la pulizia può essere effettuata mediante recipienti rotanti con opportune sostanze abrasive (barilatura), mentre per ottenere superfici particolarmente lucide può essere utilizzata l'elettropulitura, che è di fatto il processo inverso alla deposizione elettrolitica, e si realizza nelle apparecchiature per bagni galvanici.

Dopo le operazioni galvaniche i pezzi devono essere rapidamente essiccati per evitare la formazione di macchie di umidità; inoltre talvolta può essere necessario essiccare i pezzi in alcune operazioni preliminari o intermedie al deposito galvanico per evitare processi di ossidazione. L'essiccazione può essere svolta in essiccatoi ad aria calda, a piastre riscaldate irradianti raggi infrarossi. Inoltre possono essere utilizzati essiccatoi con segatura di legno, a tamburo rotante oppure a tavola oscillante, con o senza la presenza di aria calda.

In figura 2.1.2 è schematizzato il ciclo produttivo "tipo"; il dettaglio per il trattamento superficiale dei metalli è visualizzato nella figura 2.1.3.

Per il settore galvanico in generale, i codici CER dei rifiuti prodotti sono riportati in figura 2.1.4.

Dal confronto tra le figure si evidenzia come la nomenclatura CER abbia delle definizioni di carattere più generale e che queste siano dettagliate nell'ambito degli specifici cicli produttivi.



Fasi del ciclo	Rifiuto prodotto
Sgrassatura con NaOH	Soluzioni alcaline arricchite in metalli (Cu, Zn, Cd...)
▼	
Sgrassatura elettrochimica	Soluzioni alcaline arricchite in metalli (Cu, Zn, Cd...)
▼	
Sgrassatura con ultrasuoni	Soluzioni alcaline arricchite in metalli (Cu, Zn, Cd...)
▼	
Lavaggi con acqua	Acque di lavaggio
▼	
Neutralizzazione con HCl	Soluzioni acide (possono contenere Cu, Zn, Ni, Fe...)
▼	
Lavaggio con acqua	Acque di lavaggio
▼	
Nichelatura galvanica	Bagni concentrati
▼	
Recupero nichel	Bagni concentrati recuperati mediante carboni attivi
▼	
Lavaggio con acqua	Acque di lavaggio
▼	
Neutralizzazione con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Soluzioni acide
▼	
Lavaggio con acqua	Acque di lavaggio
▼	
Cromatura galvanica	Sagni concentrati
▼	
Lavaggi recupero cromo	Soluzioni cromatiche
▼	
Lavaggio con acqua	Acque di lavaggio
▼	
Forno asciugatura	

Figura 2.1.3: Esempio di fase di deposizione del rivestimento metallico - Processo di nichelatura-cromatura.

<b>Fase di lavorazione</b>	<b>Tipologia di rifiuto</b>	<b>Codice CER</b>
Deterzione preliminare	Altre emulsioni	130505
Decapaggio	Soluzioni acide di decapaggio	110105
Sgrassaggio con solventi organici/clorurati	Altri solventi alogenati e miscele di solventi	140102
Sgrassaggio con detergenti base acqua	Alcali non specificati altrimenti	110107
	Altre emulsioni	130505
Neutralizzazione Risciacquatura Essiccazione	Alcali non specificati altrimenti	110107
Fosfatazione	Fanghi di fosfatazione	110108
Ramatura (bagni)	Rifiuti non contenenti cromo e cianuri	110104
	Soluzioni alcaline da cianuri contenenti metalli pesanti tranne cromo	110101
Nichelatura (bagni)	Rifiuti non contenenti cromo e cianuri	110104
Cromatura (bagni)	Rifiuti contenenti cromo non cianuri	110103
Zincatura (bagni)	Rifiuti non contenenti cromo e cianuri	110104
Cadmatura (bagni)	Soluzioni alcaline da cianuri contenenti metalli pesanti tranne cromo	110101
Stagnatura (bagni)	Rifiuti non contenenti cromo e cianuri	110104
Piombatura (bagni)	Rifiuti non contenenti cromo e cianuri	110104
Argentatura (bagni)	Soluzioni alcaline da cianuri contenenti metalli pesanti tranne cromo	110101
Doratura (bagni)	Soluzioni alcaline da cianuri contenenti metalli pesanti tranne cromo	110101
Ossidazione anodica alluminio (bagni)	Rifiuti contenenti cromo non cianuri	110103
Pulizia spazzole Barilatura Elettropulitura	Rifiuti non contenenti cromo e cianuri	110104
Essiccazione <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ad aria calda</li> <li>• A piastre</li> <li>• Con segatura</li> </ul>	Rifiuti non contenenti cromo e cianuri	110104
Decromatazione, neutralizzazione	Rifiuti da trattamenti chimico fisici specifici di rifiuti industriali	190200
Trattamento delle acque reflue	Fanghi dai trattamenti delle acque reflue industriali	190804
Trattamento delle acque reflue	Resine di scambio ionico, sature o esauste	190806
Trattamento delle acque reflue	Soluzioni e fanghi di rigenerazione delle resine a scambio ionico	190807

Figura 2.1.4: Classificazione CER dei rifiuti prodotti dal settore galvanico.

### I rifiuti prodotti

care le tipologie e le quantità dei rifiuti prodotti per l'estrema differenza che si riscontra nel settore, sia a livello dimensionale sia per le molteplici finiture e lavorazioni comprese in quest'ambito produttivo.

Se infatti mediamente l'impresa galvanica si colloca al di sotto dei 15 dipendenti, esistono realtà anche significativamente maggiori (superiori a 80 dipendenti), così come, del resto, moltissime aziende artigiane a livello familiare.

Nondimeno le lavorazioni di elettrodeposizione (e quindi escluse le varie ossidazioni anodiche, zincature a caldo ecc..) sono estremamente varie e di diverso impatto ambientale. A solo titolo esemplificativo basti pensare ad una galvanica che esegue finiture su montature per occhiali ed una grossa zincatura di bulloneria: i volumi delle vasche e i fanghi prodotti saranno significativamente diversi.

Il rifiuto che sicuramente viene prodotto in maggiore quantità da qualsiasi attività galvanica è il fango palabile o pompabile prodotto dall'impianto di depurazione acque.

In effetti il trattamento dei reflui mediante impianto chimico-fisico, produce fango in quantità notevole. Si stima infatti che per allontanare 1 g di metallo dall'acqua si producano 50 g di fango, quindi la produzione di fanghi da impianto di depurazione risulta il primo rifiuto prodotto dall'impresa galvanica.

Generalmente questo è classificato come rifiuto non pericoloso con il codice CER 190804 "Fango dal trattamento delle acque reflue industriali" oppure 110401 "Altri rifiuti inorganici contenenti metalli non specificati altrimenti" (secondo il catalogo CIR: F 1030 S "Fanghi contenenti più metalli pesanti").

Per questo rifiuto si è cercato di dare anche una quantificazione media che è risultata pari a 5.000 kg/mese per azienda.

Naturalmente si tratta di un valore medio matematico in quanto esistono aziende che ne producono poche centinaia di kg/mese ed altre qualche decina di tonnellate/mese.

Altri rifiuti significativamente prodotti dalle imprese del settore possono essere:

- bagni di nichel esausti: questo rifiuto è solitamente formato dal bagno di nichel o dai residui del trattamento dello stesso. Risulta un rifiuto non pericoloso e può essere classificato come 110401 "Altri rifiuti inorganici contenenti metalli non specificati altrimenti".  
Quantificare un valore medio per questa tipologia di rifiuto è estremamente difficile. Alcune galvaniche che effettuano nichelatura a telaio hanno il problema di smaltirne parecchie tonnellate a causa della necessità di mantenere il bagno di nichel a concentrazioni idonee alla lavorazione, altre galvaniche che eseguono nichelatura a rotobarile producono questo rifiuto solo occasionalmente in fase di filtrazione del bagno o di un suo trattamento (solitamente con carbone o acqua ossigenata).
- Bagni al cianuro esausti: questo rifiuto è prodotto dalle galvaniche che possono operare con bagni al cianuro, tendenzialmente in diminuzione dato che alcune finiture possono essere prodotte con bagni galvanici privi di cianuri. Sono soluzioni basiche con o senza corpo di fondo e possono essere bagni galvanici al cianuro esausti o residui di trattamento degli stessi (per filtrazione ad esempio) o bagni di trattamento di recupero (es. snichelanti al cianuro). Solitamente una galvanica riesce a lavorare per molti anni con lo stesso bagno per cui la produzione di questi rifiuti risulta abbastanza occasionale e in quantità non certamente elevata. Sono rifiuti pericolosi soggetti a normativa ADR e possono venire catalogati come 110101 "Soluzioni alcaline da cianuri contenenti metalli pesanti tranne cromo".
- Decapaggi esausti e sgrassature esauste: provengono dalle vasche di decapaggio

o di sgrassatura o da soluzioni concentrate di evaporazione dei reflui.

Sono rifiuti classificati come non pericolosi e con codice CER 110107 "Alcali non specificati altrimenti" (per le sgrassature) e 110105 "soluzioni acide da decapaggio", per i decapaggi. Anche in questo caso risulta problematico quantificarne la produzione media. Solitamente sono rifiuti prodotti a batch saltuariamente.

- Bagni di cromo esausti: sono rifiuti prodotti dal bagno stesso di cromatura o da trattamenti di recupero sui lavaggi (concentrati da evaporazione). Sono classificati come rifiuti pericolosi codice CER 110103 "rifiuti contenenti cromo da non cianuri".

Non è stato possibile quantificarne la produzione media. La produzione riguarda solamente le cromature o le passivazioni al cromo.

### Il recupero dei rifiuti dell'industria galvanica

Assogalvanica, tramite la costituzione di un apposito consorzio denominato Ecometal creato con l'appoggio della Regione Veneto, ha cercato di fornire una soluzione al problema dei bagni esausti concentrati, tramite procedimenti di recupero interno al settore. Alcuni anni fa venne presentato un organico e strutturato progetto Life che prevedeva tra l'altro:

- lo stoccaggio di bagni di nichel concentrati tagliati nelle galvaniche a telaio, per fornire e commercializzare bagni pronti di nichelatura o aggiunte pronte per bagni presso aziende nelle quali, per ragioni tecniche, il bagno non si arricchiva ma si impoveriva.
- procedimenti di recupero di metalli solidi da bagni al fine di essere riutilizzati sia nello stesso settore galvanico che in quello dell'acciaio o metallurgico.

Ecometal partecipa attualmente, insieme ad aziende associate, ad un progetto Brite Euram per il trattamento delle acque reflue in piccole o piccolissime unità produttive con l'utilizzo di minerali filtranti a bassissimo costo largamente disponibili nella Comunità Europea, i materiali filtranti esausti debbono consentire l'agevole riestrazione dei metalli per il loro riutilizzo.

Il progetto, denominato Sorpmet, è finanziato dalla Comunità Europea con il 50% dei fondi ed è condotto in collaborazione con il CNR francese, il Consejo Nacional de las Investigaciones Cientificas spagnolo e l'Igme greco. Le aree di maggior interesse sono il recupero del nichel metallo, del cromo e dello zinco.

#### 2.2.1.1 Indagine su specifiche realtà aziendali

##### Il campione considerato

Le imprese di cui sono stati reperiti i dati hanno sede nei Comuni di Omegna, Pella e San Maurizio d'Opaglio e appartengono a due distretti piemontesi riconosciuti, in applicazione dell'art. 36 della L. 317/91, operanti entrambi nel settore della rubinetteria e del valvolame (codici ISTAT 2851 e 2913): il distretto S. Maurizio d'Opaglio – Armeno, sito in provincia di Novara nell'area del Cusio, e il distretto di Omegna (VCO)- Varallo Sesia (VC) – Stresa (VCO), nell'area della Valsesia. Di fatto l'area della Valsesia e quella contigua del Cusio si presentano omogenee e vi sono relazioni tra le imprese. La stessa specializzazione settoriale, che vede una prevalenza di rubinetteria gialla e di valvolame nella parte vercellese-VCO e di rubinetteria cromata nella parte novarese, è largamente indicativa poiché nel tempo le attività si sono fortemente integrate.

L'indagine ha coinvolto 26 imprese. Il numero complessivo di dipendenti è 1.118, di cui addetti alle linee galvaniche 255.

#### Il distretto galvanico del S. Maurizio D'Opaglio – Armeno (Novara)

Il territorio del distretto comprende la zona delimitata a nord dalla provincia di Verbania, ad est, oltre l'area di Arona ed il Ticino, dalla provincia di Varese, ad ovest, oltre il fiume Sesia, dalla provincia di Vercelli, e a sud dalla restante area novarese.

Dai dati del censimento del 1991 risulta che, nei sei comuni individuati nell'ambito territoriale a maggiore specializzazione produttiva nel campo rubinetteria e valvolame, risiedono 15.050 abitanti (che rappresentano il 4,5% dell'intera popolazione della provincia di Novara) distribuiti su un territorio di 47 km<sup>2</sup>.

Percentualmente l'occupazione registra lo 0,7% di addetti nell'agricoltura, il 25,5% nei servizi e ben il 73,8% nell'industria, per un totale di circa 7.585 persone attive. Il tasso di disoccupazione è pari al 2,9%, il che conferma sia il dinamismo imprenditoriale esistente sia il ruolo strategico rivestito dal settore industriale.

I valori relativi al tasso di attività per i Comuni dell'area in esame (maggiormente indirizzati al comparto rubinetteria-valvolame) si attestano tra il 50 ed il 60%; circa il triplo rispetto alla media provinciale e a quella regionale, entrambe pari al 16%.

Particolarmente rilevante risulta la componente femminile: il 30% degli addetti.

Il comparto "rubinetteria", specifico del settore metalmeccanico, caratterizza l'industrializzazione dell'area del basso Cusio. Tale comparto può essere suddiviso in due grandi gruppi: la rubinetteria di erogazione, commercialmente detta cromata, e la rubinetteria di intercettazione o regolazione, denominata anche gialla.

La prima viene posta al capo estremo della tubazione, mentre la seconda tra le condutture per regolare o interrompere il corso del fluido. Entrambi i tipi di rubinetteria interessano la produzione del novarese, che costituisce un terzo della produzione nazionale.

Altra caratteristica di questa area produttiva è la presenza di una rilevante parcellizzazione; infatti, accanto a poche imprese di dimensioni medio-grandi, si è creato un indotto capillare di piccole imprese, molte a conduzione familiare, che svolgono per conto di terzi una o più fasi del ciclo produttivo.

Elevata risulta la tendenza ad esportare: circa il 65% del fatturato. Tra le principali aree di destinazioni figurano l'Europa per il 58% circa (di cui Germania 25%, Francia 20%, e Paesi dell'Est 30%) e gli Stati Uniti per il 35%. Specialmente il comparto valvolame ha come rilevanti sbocchi commerciali i Paesi del Medio Oriente.

#### Il distretto Omegna, Varallo Sesia, Stresa (Vercelli-VCO)

Il distretto "Omegna - Varallo Sesia - Stresa" è compreso fra il lago Maggiore, il lago d'Orta e la val d'Ossola. Complessivamente sono 41 comuni per un totale di circa 60.000 abitanti distribuiti su 975 km<sup>2</sup> di territorio. L'area presenta un profilo morfologico non lineare, diviso tra pianura (20%), collina (50%) e alta montagna (30%). Ciò spiega in parte la minore densità abitativa (61 residenti per km<sup>2</sup>) rispetto alla maggior parte dei distretti. A Omegna è localizzata la maggior parte delle attività produttive del distretto.

Il tasso di attività si aggira intorno al 60% a fronte del 42% della media nazionale, mentre il tasso di disoccupazione risulta intorno al 7,7% (media nazionale 12%). L'analisi settoriale della produzione evidenzia che circa il 4% delle aziende svolge attività connesse all'agricoltura e al settore estrattivo, il 35% appartiene all'industria ed il rimanente è dedicata ad altre attività (l'edilizia, il commercio, i servizi ed il turismo). Le imprese sono 5.554 (1 ogni 11 abitanti) e di queste 2.487 (45%) sono artigiane. Le aziende del settore manifatturiero sono circa 1.260

(il 23% del totale) e fra queste la metà (per un totale di 4.850 addetti) si dedica alla produzione caratteristica del distretto: la fabbricazione di prodotti metallici.

L'aspetto organizzativo-gestionale è quello tipico di queste realtà: metà delle imprese sono società di persone (di cui la maggior parte artigiane) e solo il 15% sono società di capitali. Il baricentro produttivo del distretto è localizzato nell'Alto Cusio, a nord del lago d'Orta, con i comuni di Omegna, Gravellona Toce e Casale Corte Cerro, tutti situati lungo le rive del fiume Toce.

Le principali lavorazioni del distretto sono rappresentate da manufatti per la casa, valvole di vario tipo e rubinetterie; nell'ambito di queste produzioni si è sviluppata in seguito la fabbricazione di macchine utensili per la loro lavorazione (meccanica strumentale). Il distretto è noto industrialmente soprattutto per la produzione di utensili in metallo per la cucina e la tavola. L'incidenza sull'economia locale è provata dal fatto che tali articoli per la casa rappresentano il 60% delle esportazioni del settore metalmeccanico della provincia. La produzione di questi oggetti vanta una lunga tradizione.

Il fatturato complessivo delle imprese del settore casalinghi in metallo supera i 600 miliardi (circa il 30% del totale nazionale); il 40% è venduto all'estero e il 60% sul mercato nazionale. Gli occupati sono oltre 2.000 su un totale nazionale di circa 7.000 unità. Il tratto caratteristico del distretto industriale emerge anche dalla struttura produttiva: la principale fonte d'occupazione del settore sono le imprese artigianali a conduzione familiare che svolgono attività di subfornitura. Anche se parcellizzata in piccolissime unità produttive, infatti, la loro capacità "occupazionale" si stima in circa 1.000 addetti. Si tratta per lo più di microaziende che operano nell'indotto della produzione principale.

Nella tabella 2.1.1 si riportano i profili dei distretti galvanici considerati.

Tabella 2.1.1: Profili dei distretti galvanici considerati

Distretto	S. Maurizio D'Opaglio - Armeno	Omegna - Varallo Sesia - Stresa
abitanti	15.050	60.000
popolazione attiva	7.585	36.000
<b>composizione per settore (%)</b>		
- agricoltura	1%	4%
- industria	74%	35%
- servizi	25%	61%
tasso di attività	50%	60%
tasso di disoccupazione	2,9%	7,7%
settore di specializzazione	Rubinetteria	Casalinghi

### Fattori di produzione dei rifiuti

I dati considerati sono stati acquisiti nel corso di un'indagine effettuata dal Consorzio Acque Cusio, finalizzata alla quantificazione degli effettivi flussi di scarico delle acque in pubblica fognatura. La durata della ricerca è stata di un anno (1996), durante il quale sono state condotte interviste e rilevazioni dirette nelle aziende. In **allegato 3a** è riportato il questionario utilizzato nell'indagine. In media le aziende sono state visitate tre volte: nel primo sopralluogo veniva illustrata la finalità della ricerca, nel secondo si procedeva al rilevamento delle caratteristiche dell'impianto galvanico, del numero di vasche e si effettuavano campionamenti dei fanghi per le analisi. Inoltre si acquisivano le fatture relative agli acquisti di materie prime e agli smaltimenti di bagni esausti. Se quanto dichiarato dall'azienda non coincideva con i cal-

coli effettuati sulla base dei prelievi e dei rilievi diretti, si procedeva ad una terza visita per verificare i dati.

I dati si riferiscono a 26 imprese presenti sul territorio dei Comuni di Omegna, Pella e San Maurizio d'Opaglio. Il numero complessivo di dipendenti è 1.118, di cui addetti alle linee galvaniche 255. Le loro acque di scarico sono conferite, attraverso la pubblica fognatura, negli impianti di depurazione di Lagna (ditte di Pella e S. Maurizio) e Omegna, gestiti entrambi dal Consorzio Acque Cusio. Nell'**allegato 3b** è riportata una tabella riassuntiva con i dati derivanti dall'elaborazione dei questionari.

Le lavorazioni effettuate dalle imprese oggetto dell'indagine consistono nel trattamento superficiale dei semilavorati di ottone per la produzione di rubinetteria. Il processo di produzione è quello della cromatura decorativa.

Dopo un'analisi delle tipologie di prodotto uscenti dal trattamento galvanico sono stati presi in considerazione diversi parametri da correlare con la quantità di rifiuto prodotto.

La "produzione espressa in numero di pezzi" è un parametro difficilmente utilizzabile per la grande variabilità nell'ambito della tipologia e delle dimensioni dei pezzi trattati durante l'anno da ogni impresa (bulloni, costituenti di rubinetti, valvole, ecc.), soprattutto nel caso in cui vengano considerate aziende operanti per conto terzi, che rappresentano la maggioranza del campione (circa l'88%). Sarebbe forse più corretto scegliere la superficie dei componenti trattati come parametro di riferimento, ma anche in questo caso la grande variabilità nelle forme e nelle dimensioni dei pezzi rende difficile una valutazione quantitativa della superficie totale. Altro coefficiente che si era preso in considerazione era "rifiuto per consumo di energia elettrica" ma non tutte le aziende hanno inserito questo dato, pertanto si è scelto di calcolare i coefficienti produttivi rispetto a:

- materie prime in ingresso (nichel, cromo, sgrassature, prodotti per la depurazione delle acque). I cicli di cromatura consistono nella fase di sgrassatura chimica e/o con ultrasuoni, sgrassatura elettrochimica, neutralizzazione, nichelatura, cromatura. Ogni fase è intervallata da bagni di lavaggio e di recupero. Il processo standard è già stato schematizzato in figura 2.1.3.
- consumi idrici
- addetti alle linee galvaniche: parametro più rappresentativo del numero totale di addetti, in quanto in alcune ditte la linea galvanica è solo una fase del ciclo di produzione dei rubinetti.

Nell'**allegato 3c** sono elencati i coefficienti produttivi calcolati. Tra i rifiuti prodotti non sono presenti i bagni esausti di nichel in quanto, dato il costo del materiale, vengono rigenerati mediante carbone attivo.

Come si può notare, i coefficienti calcolati sono molto variabili. Ad esempio, a parità di numero di addetti e livello di automazione, i coefficienti produttivi dei rifiuti variano in funzione di:

- caratteristiche del pezzo: in particolare la rugosità, le due situazioni estreme possono essere rappresentate dal rubinetto arrotondato senza spigoli, in cui il trascinarsi del bagno è ridotto, e i flessibili per la doccia, per i quali il trascinarsi è molto più elevato e quindi aumenta il rifiuto prodotto. Esiste inoltre una consistente variazione a seconda del metallo utilizzato, ad esempio mediamente rimane sul pezzo circa il 20% per il cromo e 90% per il nichel;
- spessore del rivestimento metallico: per il nichel lo spessore varia da 8 a 15  $\mu\text{m}$ , per il cromo 0.1-0.4  $\mu\text{m}$ ;
- frequenza di svuotamento dei bagni esausti e delle sgrassature;

- completezza nei trattamenti di depurazione effettuati;
- efficienza di processo: esistenza del ricircolo delle acque di lavaggio mediante passaggi su resine a scambio ionico; lavaggi multipli in controcorrente; bagni di recupero; allungamento della vita dei bagni di processo mediante operazioni di pulizia e manutenzione dei telai.

Per quanto riguarda la differenza nella produzione di rifiuti tra aziende con tecnologie automatiche e manuali, si può evidenziare che, mediamente, il rifiuto prodotto è inferiore nei processi manuali, per una maggiore accuratezza nel recupero dei materiali dal pezzo trattato.

Nelle tabelle 2.1.2 e 2.1.3 vengono riportati i coefficienti produttivi medi suddivisi, in base al numero di addetti, in tre fasce: da 1 a 5; da 6 a 10; oltre 10. Sono stati considerati inoltre per la tabella 2.1.2 i soli addetti alle linee galvaniche e per la tabella 2.1.3 gli addetti totali.

Tabella 2.1.2: Coefficienti produttivi medi per classe di azienda (riferita agli addetti alle linee galvaniche)

Numero di addetti alle linee galvaniche	m <sup>3</sup> Cr esausto/ kg Cr	m <sup>3</sup> rif sgrassature /kg sgrassature	kg di Fanghi/ addetto	kg di Fanghi/ prodotti per la depurazione	m <sup>3</sup> rif Cr/ addetto	m <sup>3</sup> rif sgrass/ addetto	kg di fanghi/ m <sup>3</sup> acqua	m <sup>3</sup> Cr esausto/ m <sup>3</sup> acqua	m <sup>3</sup> rif sgrass/ m <sup>3</sup> acqua
Da 1 a 5	0,672*10 <sup>-2</sup>	3,055*10 <sup>-2</sup>	1498,750	0,844	3,025	14,090	149,987*10 <sup>-2</sup>	0,020*10 <sup>-2</sup>	0,902
Da 6 a 10	4,452*10 <sup>-2</sup>	1,635*10 <sup>-2</sup>	1322,500	0,265	5,278	4,854	122,561*10 <sup>-2</sup>	0,561*10 <sup>-2</sup>	0,644
Oltre 10	1,252*10 <sup>-2</sup>	1,286*10 <sup>-2</sup>	3265,612	2,818	2,467	3,517	558,732*10 <sup>-2</sup>	1,162*10 <sup>-2</sup>	2,760
Medie totali	2,067*10 <sup>-2</sup>	1,799*10 <sup>-2</sup>	2170,245	1,686	3,254	6,223	308,00*10 <sup>-2</sup>	0,926*10 <sup>-2</sup>	1,664

Tabella 2.1.3: Coefficienti produttivi medi per classe di azienda (riferita agli addetti totali)

Numero di addetti totali	m <sup>3</sup> Cr esausto/ kg Cr	m <sup>3</sup> rif sgrassature /kg sgrassature	kg di Fanghi/ addetto	kg di Fanghi/ prodotti per la depurazione	m <sup>3</sup> rif Cr/ addetto	m <sup>3</sup> rif sgrass/ addetto	kg di fanghi/ m <sup>3</sup> acqua	m <sup>3</sup> Cr esausto/ m <sup>3</sup> acqua	m <sup>3</sup> rif sgrass/ m <sup>3</sup> acqua
Da 1 a 10	3,696*10 <sup>-2</sup>	1,594*10 <sup>-2</sup>	1570,000	0,555	4,828	3,800	162,017*10 <sup>-2</sup>	0,453*10 <sup>-2</sup>	0,604
Da 11 a 50	1,232*10 <sup>-2</sup>	1,499*10 <sup>-2</sup>	1327,311	1,470	2,328	2,467	603,541*10 <sup>-2</sup>	1,220*10 <sup>-2</sup>	1,998
Oltre 50	1,300*10 <sup>-2</sup>	2,913*10 <sup>-2</sup>	246,951	4,167	0,136	1,444	229,646*10 <sup>-2</sup>	1,028*10 <sup>-2</sup>	3,646
Medie totali	2,067*10 <sup>-2</sup>	1,799*10 <sup>-2</sup>	1232,584	1,686	2,723	2,869	308,00*10 <sup>-2</sup>	0,926*10 <sup>-2</sup>	1,664

Analizzando in dettaglio i coefficienti, il primo considerato è la “produzione di rifiuti in funzione degli acquisti di materie prime da parte delle aziende”.

Se si analizza l’andamento dei fanghi prodotti rispetto al cromo in ingresso (in kg), si può evidenziare una correlazione lineare tra kg di fanghi e kg di cromo in ingresso, con coefficiente di correlazione pari a 0.97 (figura 2.1.5). Nel caso dei rifiuti da sgrassature rispetto al cromo acquistato, l’andamento è anch’esso crescente ma non in modo lineare, come si rileva dalla figura 2.1.6. Interessante è, inoltre, l’andamento dei m<sup>3</sup> di cromo esausto rispetto al cromo acquistato: per un gruppo di aziende gli scarichi sono molto elevati, superiori agli 80 m<sup>3</sup>/anno, ma il cromo in ingresso è inferiore ai 3000 kg, probabilmente ad indicare una scarsa at-

tenzione al riciclo delle acque reflue e al recupero del cromo dai bagni esausti. Tra rifiuti di sgrassatura e cromo in ingresso non si evidenzia alcuna correlazione.

Per ciò che riguarda la produzione di fanghi rispetto ai prodotti per depurazione (figura 2.1.7), l'andamento è crescente in maniera potenziale.

L'andamento delle sgrassature esauste e dei rifiuti di cromo è abbastanza costante all'aumentare del nichel acquistato (figura 2.1.8); l'acquisto di nichel, come quello di cromo, è un indice della produttività aziendale.

Il coefficiente "produzione di rifiuti in funzione del consumo idrico" risulta poco significativo in quanto vengono inseriti in questa voce anche i consumi idrici dovuti ad altre attività nell'ambito dell'azienda e i consumi per i fabbisogni dei dipendenti.

Il "numero degli addetti alle lavorazioni galvaniche" (quindi escludendo i lavoratori non direttamente coinvolti nel processo produttivo) sembra essere un buon parametro da correlare ai rifiuti prodotti.

Nei grafici delle figure 2.1.9, 2.1.10 e 2.1.11 sono stati messi in relazione rispettivamente il cromo esausto, le sgrassature esauste e la produzione di fanghi con il numero di addetti alle lavorazioni galvaniche e si evidenzia come i rifiuti crescano esponenzialmente all'aumentare del numero degli addetti.

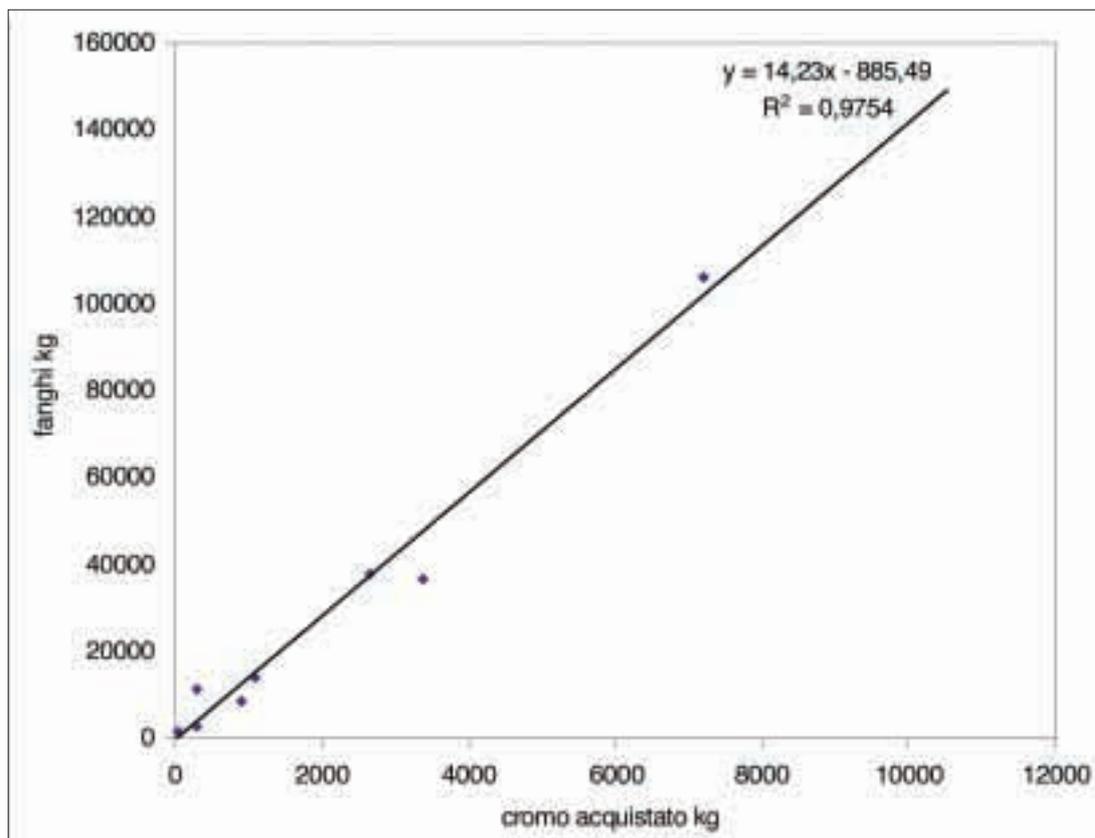


Figura 2.1.5: Andamento dei fanghi in funzione del cromo acquistato.

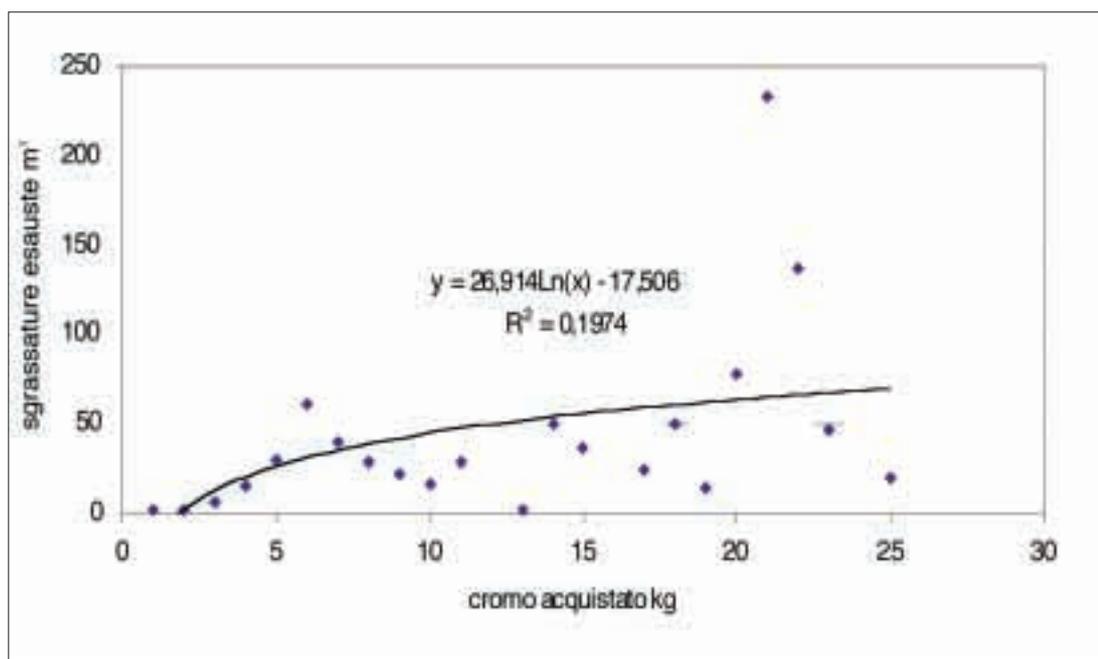


Figura 2.1.6: Andamento delle sgrassature esauste in funzione del cromo acquistato.

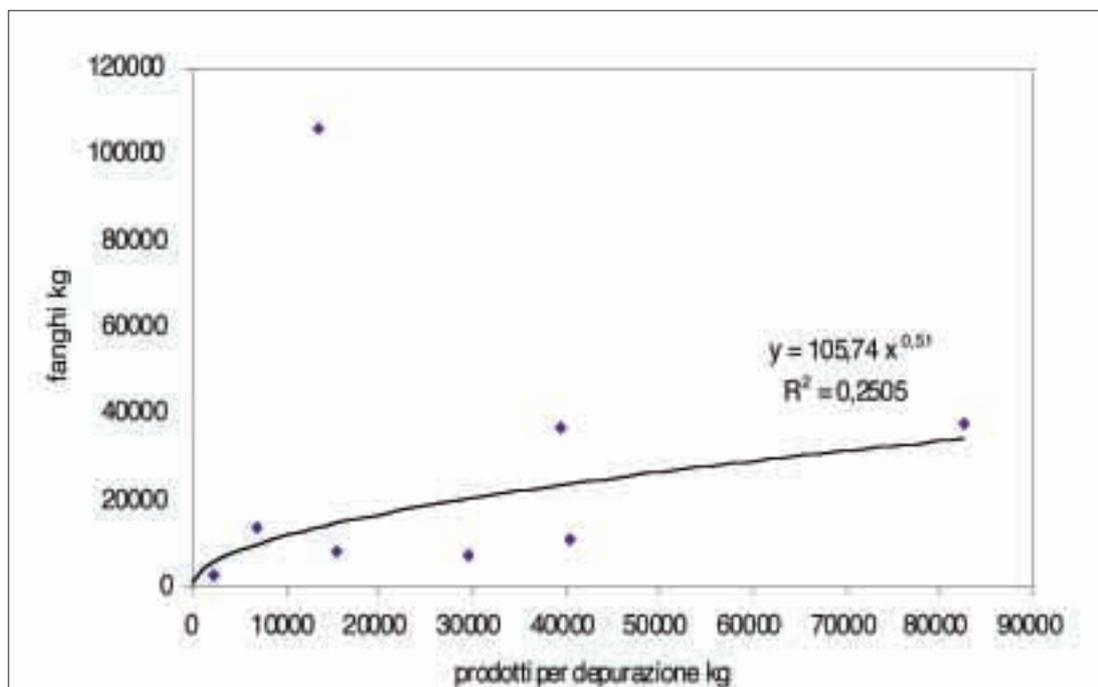


Figura 2.1.7: Andamento dei fanghi in funzione dei prodotti per la depurazione acque.

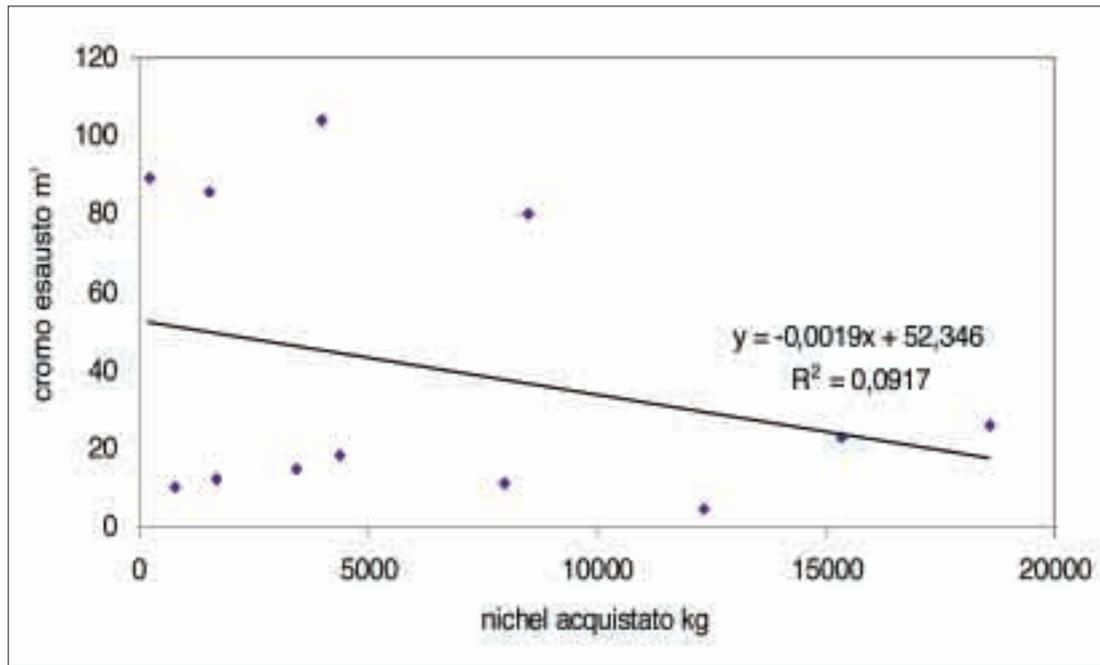


Figura 2.1.8: Andamento del cromo esausto in funzione del nichel acquistato.

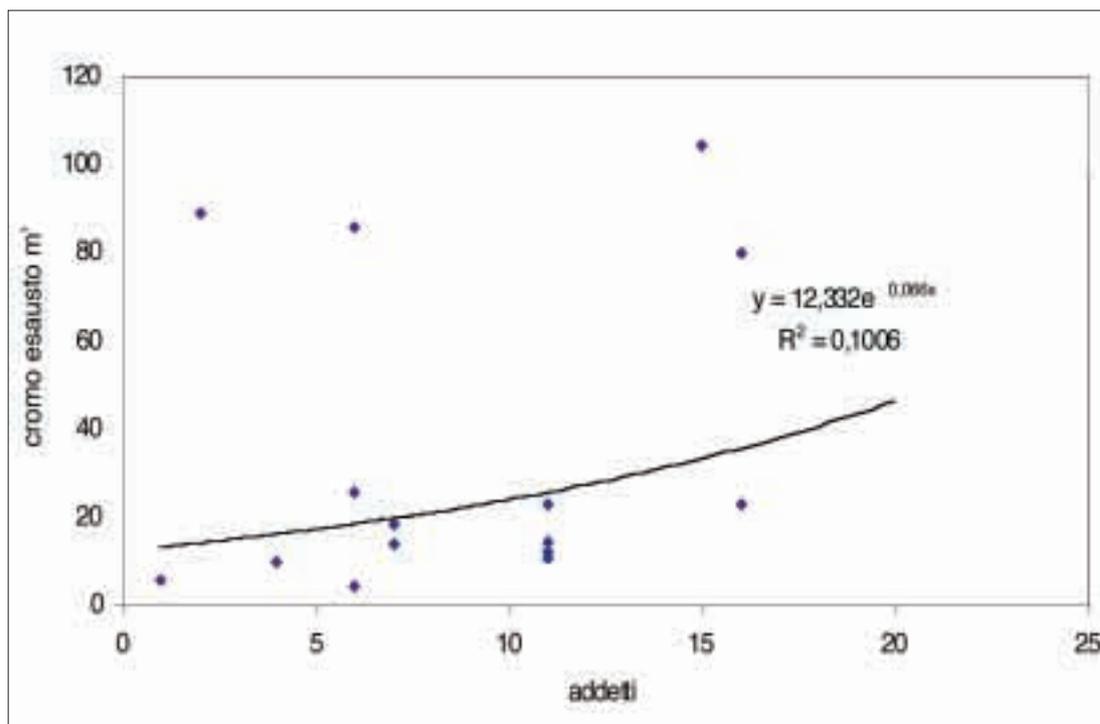


Figura 2.1.9: Andamento del cromo esausto in funzione degli addetti per le aziende automatizzate.

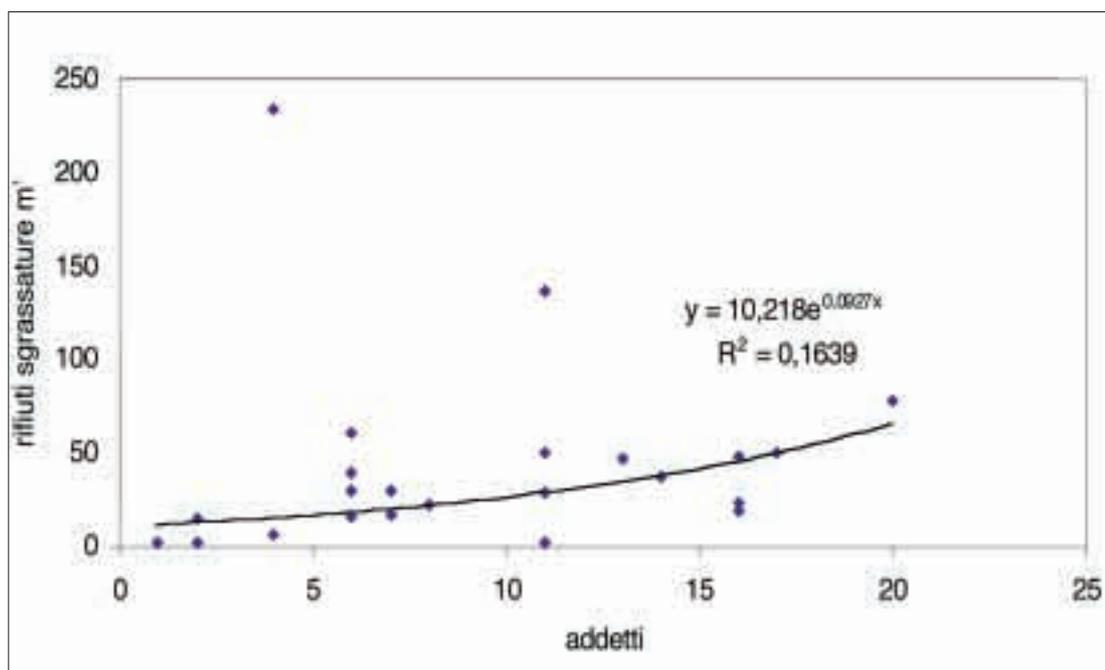


Figura 2.1.10: Andamento delle sgrassature esauste in funzione degli addetti per le aziende automatizzate.

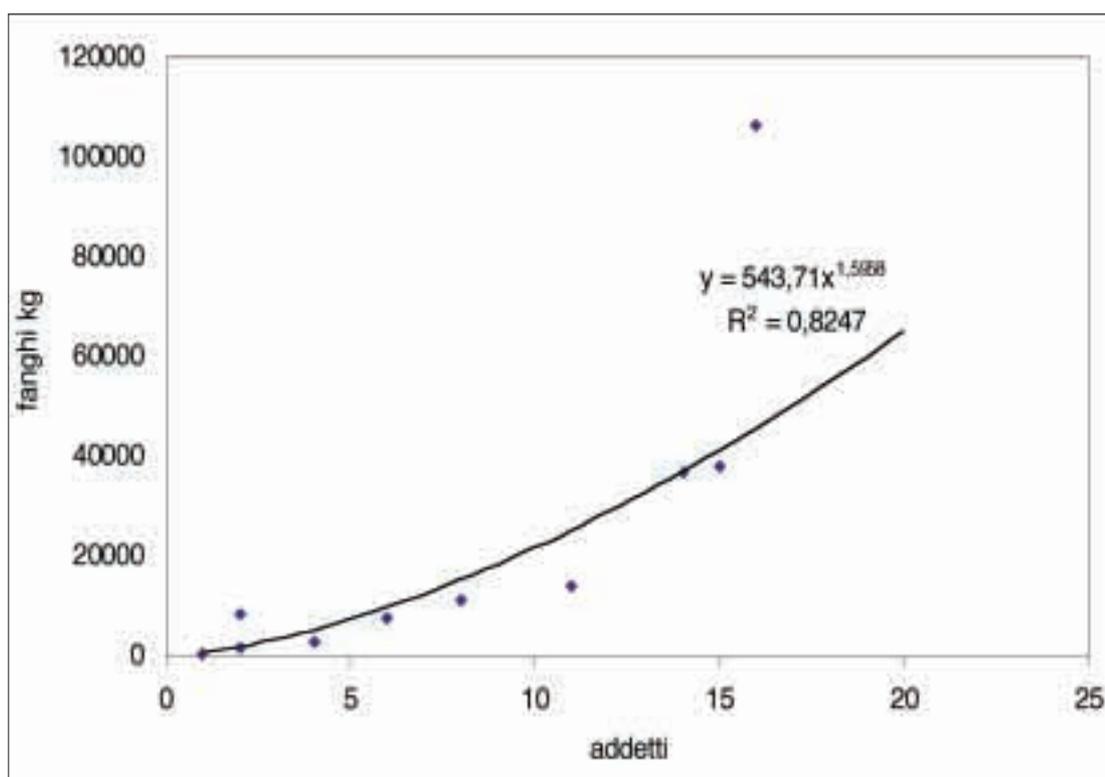


Figura 2.1.11: Andamento dei fanghi in funzione degli addetti per le aziende automatizzate.

In conclusione i grafici illustrati portano a considerare che, per il settore galvanico, i coefficienti più interessanti siano i materiali in ingresso (in particolare "cromo acquistato in relazione ai fanghi prodotti" ed in seconda analisi "cromo acquistato per le sgrassature esauste" e "prodotti di depurazione per i fanghi prodotti) e gli addetti alle linee galvaniche (in particolare "addetti per fanghi prodotti" ed in seconda "addetti per cromo esausto" e "addetti per sgrassature esauste").

### 2.2.1.2 Elaborazione dati MUD

Secondo la metodologia illustrata nel capitolo 2.1 è stata effettuata una analisi dei MUD 1999 (dati 1998) del Piemonte, relativamente alle classi ISTAT 28, 29, 285, 291, 2851 e 2913. È stato scelto di allargare l'indagine MUD alle prime due cifre del codice ISTAT per aver un numero sufficientemente ampio di dichiarazioni sulla base delle quali effettuare il confronto.

Dal MUD sono stati estratti i quantitativi di rifiuti prodotti per codice CER e classe di azienda, scegliendo, come classi, le aziende con numero di addetti uguale a 0, tra 1 e 10, tra 11 e 50 e oltre i 50.

Nella tabella 2.1.4 sono riportati i dati dei rifiuti prodotti, suddivisi per codice CER, in funzione del numero degli addetti, nella tabella 2.1.5 è visibile il numero di dichiarazioni per le rispettive classi di addetti, nella tabella 2.1.6 sono elencati i fattori di produzione calcolati in kg/addetto\*anno ed infine nella tabella 2.1.7 è riportato il numero delle aziende dichiaranti.

I maggiori quantitativi di rifiuti prodotti risultano a carico dei codici CER 110103, 110105 e 110107 con, rispettivamente, 3.216, 2.416, 4.833 tonnellate di rifiuto.

Tabella 2.1.4: MUD 1999 (dati 1998), rifiuti prodotti (kg)

CER	Rifiuti prodotti da aziende con 0 addetti	Rifiuti prodotti da aziende con addetti da 1 a 10	Rifiuti prodotti da aziende con addetti da 11 a 50	Rifiuti prodotti da aziende con oltre 50 addetti	Totale rifiuti prodotti
110101		71.420	13.000		84.420
110102		22.070			22.070
110103		216.467	1.571.282	1.428.036	3.215.785
110104		290.204	379.275	303.092	972.571
110105		38.437	2.265.651	111.600	2.415.688
110106		44.503	187.320	85.340	317.163
110107		534.290	2.580.270	1.718.034	4.832.594
110108		140.348	58.764	350.000	549.112
130505		5.670	2.185	7.300	15.155
140102	127	14.473	4.938	9.296	28.834
190201		178.166	6.000	239.020	423.186
190202		80			80
190804		268.456	293.247	209.370	771.073
190806		129.684	23.878	4.781	158.343
190807		42.960			42.960

**Tabella 2.1.5: MUD 1999 (dati 1998), numero di schede rifiuto**

<b>CER</b>	<b>Schede RIF per aziende con 0 addetti</b>	<b>Schede RIF per aziende con addetti tra 1 e 10</b>	<b>Schede RIF per aziende con addetti tra 11 e 50</b>	<b>Schede RIF per aziende con oltre 50 addetti</b>	<b>Totale schede RIF</b>
110101		1	1		2
110102		1			1
110103		26	28	16	70
110104		11	13	3	27
110105		9	13	1	23
110106		9	8	2	19
110107		27	36	13	76
110108		5	5	3	13
130505		1	2	1	4
140102	1	13	9	5	28
190201		6	1	1	8
190202		1			1
190804		22	14	6	42
190806		11	12	8	31
190807		2			2

**Tabella 2.1.6: MUD 1999 (dati 1998), fattori di produzione di rifiuto per addetto (kg/addetto\*anno)**

<b>CER</b>	<b>Fattore di produzione annuo per addetto (per aziende con addetti tra 1 e 10)</b>	<b>Fattore di produzione annuo per addetto (per aziende con addetti tra 11 e 50)</b>	<b>Fattore di produzione annuo per addetto (per aziende con oltre 50 addetti)</b>	<b>Fattore di produzione annuo per addetto Totale media ponderata</b>
110101	14.284	406		7.345
110102	2.452			2.452
110103	1.189	2.026	1.004	1.482
110104	7.578	758	1.251	3.591
110105	1.217	8.171	1.345	5.153
110106	973	726	282	796
110107	3.137	2.878	1.059	2.659
110108	3.561	564	1.905	2.026
130505	1.134	48	47	319
140102	223	30	12	120
190201	6.047	500	446	4.654
190202	8			8
190804	2.317	1.325	399	1.712
190806	3.316	90	7	1.213
190807	2.289			2.289

Tabella 2.1.7: MUD 1999 (dati 1998), numero di aziende dichiaranti

Aziende con 0 addetti	Aziende con addetti tra 1 e 10	Aziende con addetti tra 11 e 50	Aziende con oltre 50 addetti	Totale aziende
1	110	78	28	217

### Confronto dati indagine con dati MUD

Per alcune tipologie di rifiuto più significative è stato effettuato un confronto tra i coefficienti rilevati dall'indagine, i dati MUD della Regione nella quale è stata svolta l'indagine e i dati MUD nazionali. I codici messi a confronto sono stati:

- CER 190804 "fanghi da trattamenti delle acque reflue industriali" con quanto dichiarato dalle aziende campione come "fanghi";
- CER 110103 "Rifiuti contenenti cromo da non cianuri" con quanto dichiarato dalle aziende come "Cromo"; è stato ipotizzato che la densità del bagno non variesse molto da quella dell'acqua (1l = 1 kg), in quanto le aziende hanno espresso la produzione di rifiuti in metri cubi;
- somma dei CER 130505, 140102 e 110107 con quanto dichiarato dalle aziende come "sgrassature". Stessa ipotesi sulla densità del bagno.

Al fine di poter effettuare un confronto con i dati ottenuti dall'indagine specifica, nella tabella 2.1.8 sono elencati i fattori di produzione per le aziende del campione, calcolati per classe di addetti (considerando il numero di addetti totale e non solo quelli dedicati alla produzione come fatto in precedenza).

Tabella 2.1.8: fattori di produzione di rifiuti per addetto (aziende campione)

Classe di addetti	Fanghi kg/addetto	Cromo m <sup>3</sup> /addetto	Sgrassature m <sup>3</sup> /addetto
1-10	1.570	4,828	3,800
11-50	1.327	2,328	2,467
oltre 50	247	0,136	1,444

Il risultato del confronto per quanto riguarda i fanghi è estremamente interessante, in quanto i dati MUD regionali e quelli derivanti dalle aziende del campione analizzato sono molto simili mentre i dati MUD Italia si situano su livelli costantemente più elevati (figura 2.1.12).

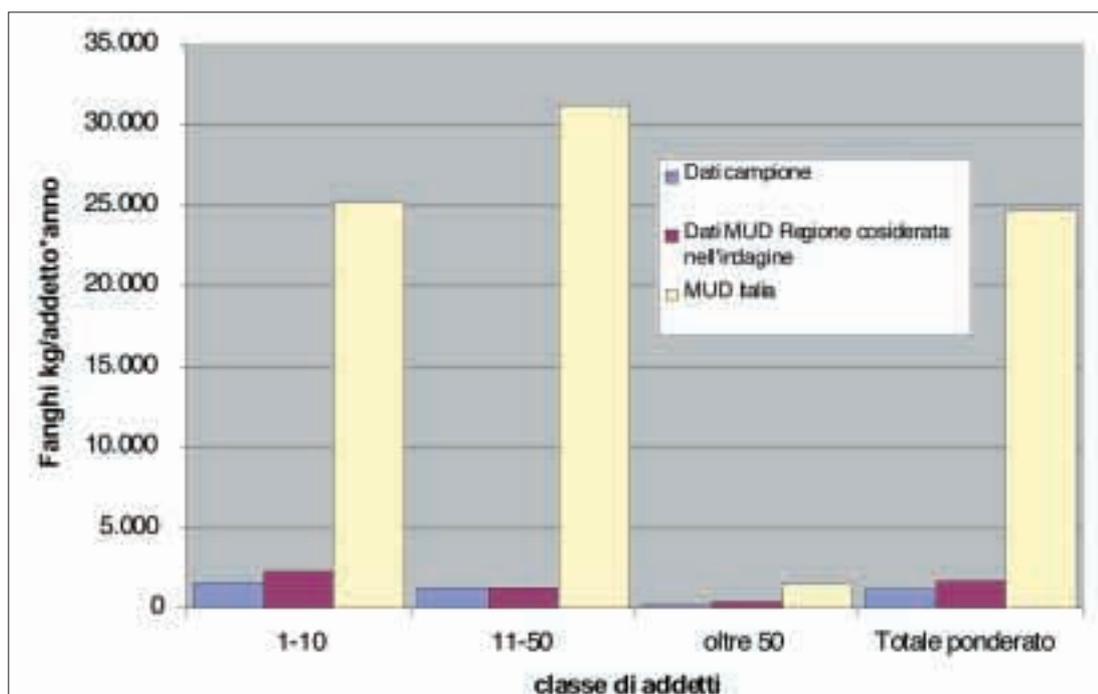


Figura 2.1.12: Confronto dati campione e dati MUD per il codice CER 190804 "Fanghi".

CER 190804 "Fanghi" (kg/addetto\*anno)

Classe di addetti	Dati campione	Dati MUD Regione considerata dall'indagine	MUD Italia
Media 1-10	1.570	2.317	25.232
Media 11-50	1.327	1.325	31.254
Media oltre 50	247	399	1.495
Totale ponderato <sup>4</sup>	1.213	1.712	24.643

Il risultato del confronto, per quanto riguarda i rifiuti contenenti cromo da non cianuri, evidenzia invece una certa discordanza tra i valori, in quanto i dati derivanti dalle aziende del campione analizzato risultano per le classi di addetti 1-10 superiori a quelli rilevati dai dati MUD; per quanto riguarda le classi di addetti 11-50 i dati campione e MUD sono abbastanza simili, mentre per la classe di addetti > 50 i valori del campione sono più bassi dei dati MUD, come si può riscontrare nel grafico di figura 2.1.13.

Per quanto riguarda le sgrassature, il risultato del confronto evidenzia valori simili per quanto riguarda l'indagine e il MUD Regione mentre i dati relativi al MUD Italia si situano su valori decisamente più elevati ad eccezione della classe con numero di addetti maggiore di 50 (figura 2.1.14).

<sup>4</sup> Il totale ponderato per i dati campione è stato calcolato come media pesata rispetto al numero di aziende dichiaranti per ogni categoria. Il totale ponderato per i dati MUD è stato calcolato come media pesata dei diversi valori rispetto al numero di schede rifiuto relative ad ogni categoria (vedi allegato 2).

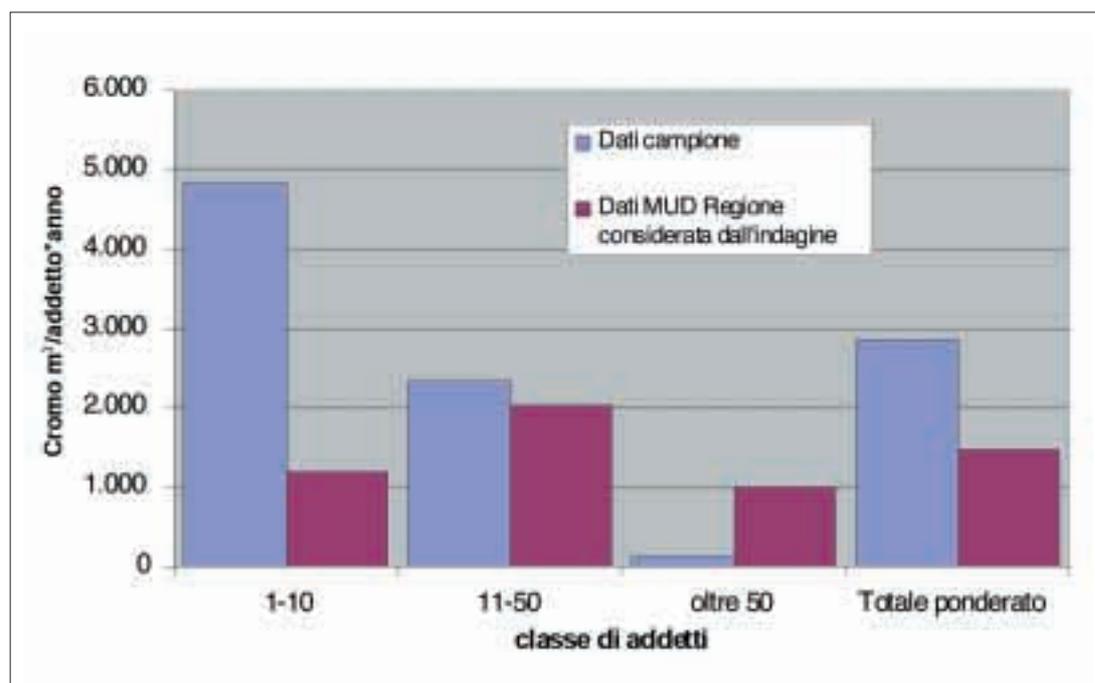


Figura 2.1.13: Confronto dati campione e dati MUD per codice CER 110103 "rifiuti contenenti cromo da non cianuri".

#### CER 110103 "rifiuti contenenti cromo da non cianuri" (kg/addetto\*anno)

Classe di addetti	Dati campione	Dati MUD Regione considerata dall'indagine
Media 1-10	4.828	1.189
Media 11-50	2.328	2.026
Media oltre 50	136	1.004
Totale ponderato <sup>5</sup>	2.868	1.482

Le differenze riscontrate tra i dati MUD regione e quelli rilevati a livello nazionale possono essere attribuite a numerosi fattori. Innanzitutto i dati provenienti dalle dichiarazioni MUD vengono "bonificati" (correzioni puntuali su dichiarazioni inverosimili) con criteri non omogenei sul territorio nazionale, inoltre la distribuzione delle aziende produttive nei diversi settori può dare origine a campioni regionali statisticamente non significativi.

Analisi più approfondite sul tessuto produttivo porterebbero probabilmente ad individuare delle diversità territoriali legate al livello tecnologico e commerciale della produzione, influenzate dalle normative regionali, dalle differenti forme di trattamento dei reflui o, ancora, da un difetto di dichiarazione del numero di addetti da parte delle piccole aziende.

<sup>5</sup> Vedi nota 4.

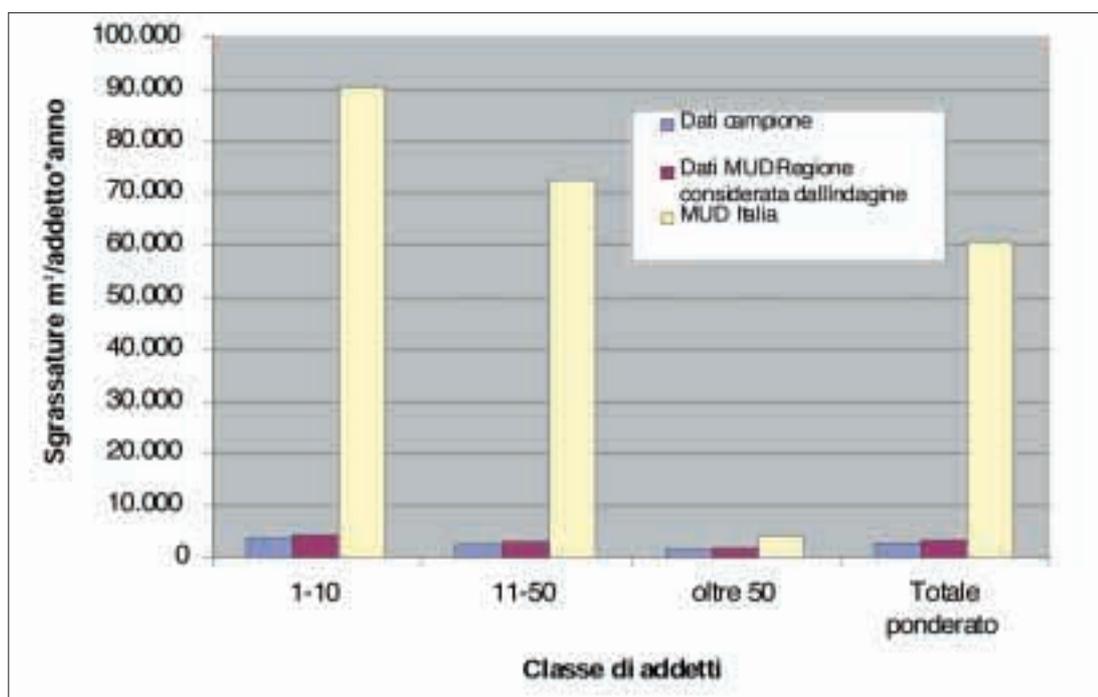


Figura 2.1.14: Confronto dati campione e dati MUD per i codici CER 130505, 140102, 110107 "sgrassature".

CER 130505, 140102, 110107 "Sgrassature" (kg/addetto\*anno)

Classe di addetti	Dati campione	Dati MUD Regione considerata dall'indagine	MUD Italia
Media 1-10	3.800	4.494	90.397
Media 11-50	2.467	3.156	72.594
Media oltre 50	1.444	1.751	3.955
Totale ponderato <sup>6</sup>	2.783	3.387	60.768

2.2.2 Il settore ceramico

In Italia sono presenti 261 imprese produttrici di piastrelle di ceramica per pavimenti e rivestimenti, operanti in 345 stabilimenti, per un totale di 31.300 addetti (Assopiastrelle 1999). Queste aziende, localizzate in quasi tutte le regioni italiane, presentano un'accentuata concentrazione nel cosiddetto "Comprensorio della ceramica", nelle province di Modena e Reggio Emilia, la cui quota produttiva sul totale è dell'80%. Altre importanti concentrazioni, anche se minori, esistono nelle zone di Imola e Faenza, nel Veneto, in Umbria, in Toscana e nel Salernitano.

In termini produttivi e tecnologici il settore si è dimostrato fino ad ora estremamente attivo e in rilevante espansione, duplicando il quantitativo prodotto in trent'anni, con una progressione ra-

<sup>6</sup> vedi nota 4.

pida e costante. La produzione è di 606 milioni di metri quadrati di piastrelle all'anno (1999). Altrettanto dinamico si è dimostrato l'andamento dei mercati esteri, dove il settore ha portato l'export dal 13% sul totale delle vendite nel 1965 ad oltre il 70% nel 1999. A questa percentuale ha corrisposto un valore di 6.556 miliardi di lire (circa 1,6% del totale delle esportazioni italiane), su un fatturato complessivo di 9.424 miliardi di lire.

I paesi maggiormente interessati sono la Germania, con circa 100 milioni di m<sup>2</sup> di piastrelle italiane, la Francia con 47 milioni, gli Stati Uniti con 32 milioni; importanti sono anche i paesi dell'Europa dell'Est (complessivamente oltre 40 milioni di m<sup>2</sup>).

L'industria italiana delle piastrelle di ceramica è la prima al mondo per produzione ed esportazione e rappresenta il 20% del prodotto mondiale, quasi il 50% del prodotto nella Unione Europea e il 50% del commercio internazionale di piastrelle di ceramica (Assopiastrelle, 1999). I principali tipi di prodotto, identificati secondo la classificazione tecnico-commerciale, sono rappresentati dalla monocottura (46,6%), il gres porcellanato (36%) e la bicottura (12,5%) (dati 1999).

La classificazione ISTAT dell'attività economica è 263, "fabbricazione di piastrelle e lastre in ceramica per pavimenti e rivestimenti".

### I cicli produttivi

Le fasi del ciclo produttivo variano a seconda del tipo di prodotto, ma per semplificare si possono individuare tre cicli principali: per le piastrelle non smaltate, per le piastrelle smaltate in bicottura e per le piastrelle smaltate in monocottura.

Il processo in bicottura si differenzia perché prevede due trattamenti termici, uno per consolidare il supporto e l'altro per stabilizzare gli smalti e i decori, applicati sul supporto cotto. Per la tecnologia che utilizza la monocottura invece gli smalti e i decori vengono applicati sul supporto solo essiccato, perciò l'unico trattamento termico serve sia al consolidamento del supporto sia alla stabilizzazione degli smalti. Dopo la fase di cottura, le piastrelle vengono scelte per eliminare i pezzi difettosi e per selezionarle in base alla tonalità cromatica e alle dimensioni. Infine si possono prevedere ulteriori operazioni di taglio e smussatura o di levigatura; particolarmente importante quest'ultima nel caso del gres porcellanato.

I tre cicli principali sono rappresentati in figura 2.2.1; ovviamente all'interno di ciascuna fase possono esser diverse le tecnologie utilizzate e, per ogni tecnologia, diverse le soluzioni impiantistiche e le condizioni operative che hanno notevole influenza sugli impatti ambientali e in particolare sulla produzione di rifiuti.

La fase schematizzata come "preparazione degli smalti" comporta varie operazioni al fine di ottenere lo smalto pronto per l'applicazione.

Il ciclo di fabbricazione delle fritte (composti vetrosi che, opportunamente macinati con l'aggiunta di materia prima, danno luogo allo smalto) e degli smalti è diagrammato in figura 2.2.2.

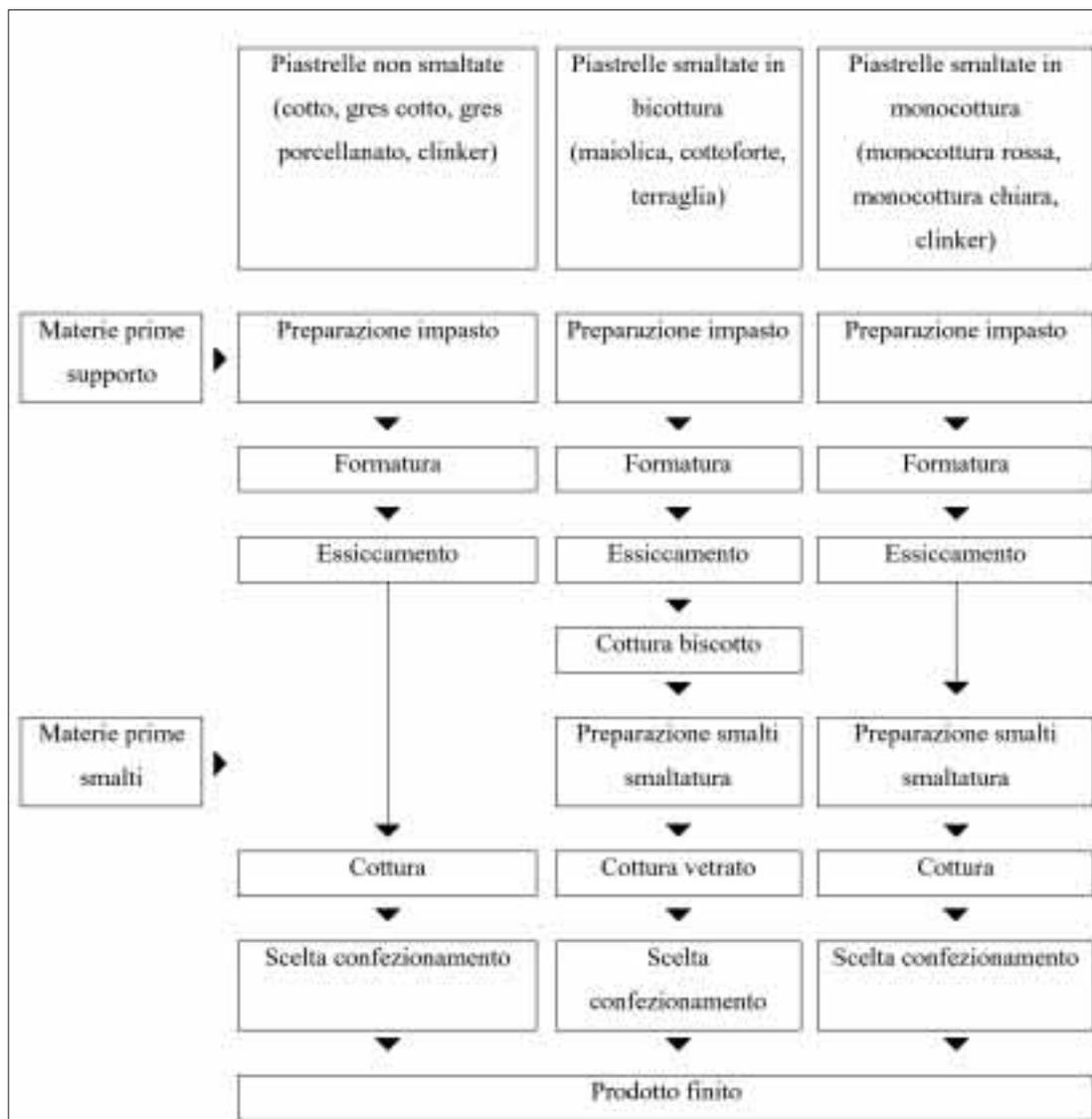


Figura 2.2.1: Principali cicli tecnologici - Fonte: Assopiastrelle.

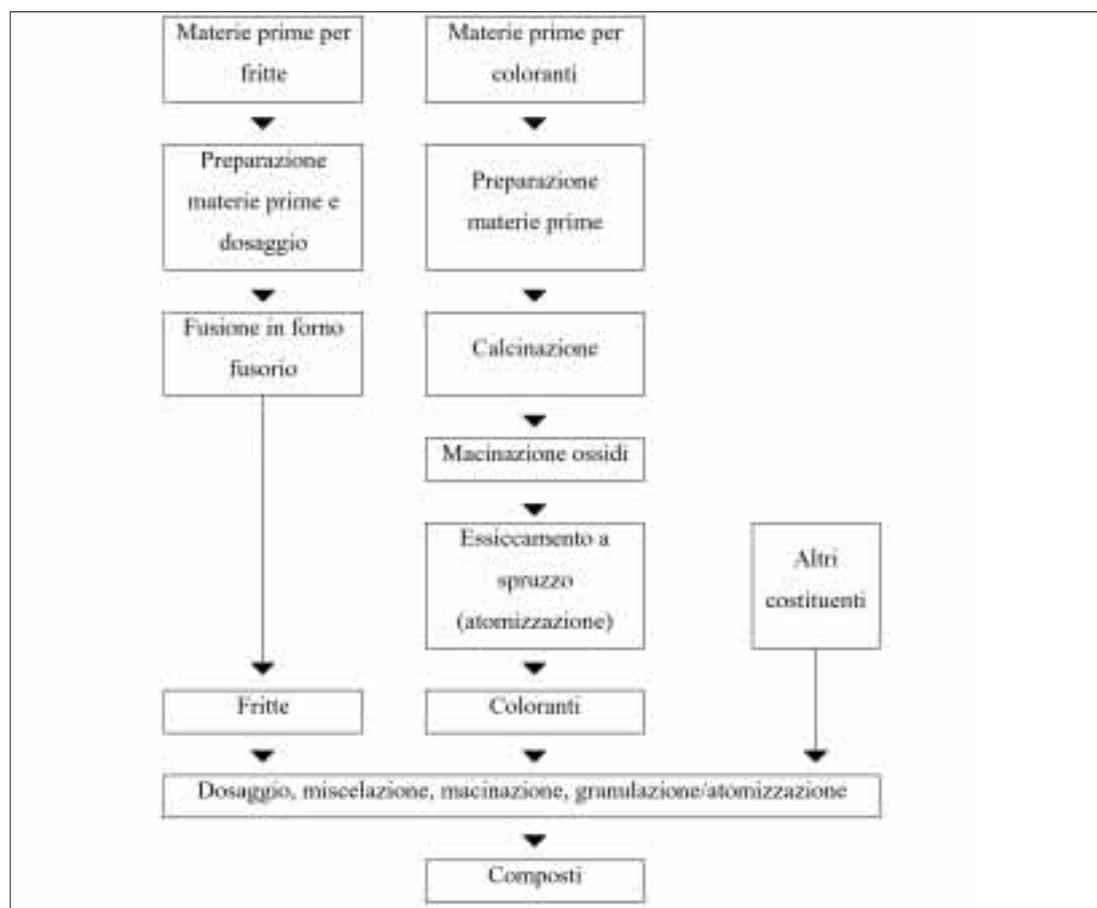


Figura 2.2.2: Cicli tecnologici per la produzione di fritte e prodotti per smalti - Fonte: Assopiastrelle.

### Tipologie di rifiuti prodotti

Essenzialmente i rifiuti e i residui che provengono dalle operazioni produttive e dalle operazioni di depurazione delle emissioni gassose ed idriche sono di cinque tipi:

Rifiuto	Classificazione CER
Scarto cotto: scarti di piastrelle cotte, smaltate e non smaltate; scarti di piastrelle cotte con smalto crudo	10 12 99, 17 01 03 <sup>7</sup>
Fanghi da depurazione acque da preparazioni smalti e smaltatura	10 12 99, 06 05 01
Fanghi da depurazione acque da levigatura	10 12 99, 06 05 01
Calce esausta da depurazione fumi	10 12 04
Soluzioni concentrate di boro da depurazione acque	10 12 99, 06 05 01

<sup>7</sup> Il codice 170103 "mattonelle e ceramica" riguarda in specifico i rifiuti di costruzione e demolizione e in questo caso è utilizzato impropriamente. Tale codice, infatti, viene impiegato, in mancanza di uno più specifico, in sostituzione del 101299 "rifiuti non specificati altrimenti". La classificazione non è corretta, ma essendo stato utilizzato questo codice sia nell'indagine presso le aziende sia nelle dichiarazioni MUD è stato ugualmente preso in considerazione.

In figura 2.2.3 sono schematizzate le fasi produttive con i corrispondenti rifiuti



Dalla produzione degli smalti provengono altri rifiuti che sono schematizzati in figura 2.2.4.



### 2.2.2.1 Indagine su specifiche realtà aziendali

#### Il campione considerato

L'ARPA Emilia Romagna, in collaborazione con Assopiastrelle, ha condotto varie indagini nel corso degli anni al fine di verificare gli impatti ambientali provenienti dal distretto ceramico di Sassuolo Scandiano, in cui è concentrata la maggior parte delle aziende e che costituiscono l'80,3% della produzione nazionale (1999).

Le indagini svolte nel 1998 hanno coinvolto 100 aziende su 160 contattate, e hanno previsto l'invio di questionari e la visita diretta presso l'azienda. La zona indagata comprende i comuni di Sassuolo, Fiorano Modenese, Maranello, Formigine, Castelvetro (situati in provincia di Modena) e di Casalgrande, Castellarano, Robiera, Scandiano (in provincia di Reggio Emilia).

#### Fattori di produzione dei rifiuti

Il confronto dei dati rilevati nel corso degli anni, anche ai fini del controllo da parte dell'ARPA, ha permesso l'elaborazione di indici di produzione dei rifiuti per unità di prodotto (1000 m<sup>2</sup> di piastrelle), che si possono ritenere costanti dagli anni '90, in quanto l'evoluzione tecnologica preponderante si è riscontrata dal 1982 al 1986-87, in seguito alla crisi energetica iniziata nel 1974.

Fu infatti soprattutto l'incremento dei costi energetici che spinse le aziende produttrici a trovare nuove soluzioni tecnologiche; basti pensare che il costo dell'energia nel periodo compreso tra il 1981 e il 1985 rappresentava circa un quarto del costo totale di produzione. Negli ultimi anni le tecnologie sono cambiate soprattutto nella fase di cernita finale delle piastrelle e nella fase di imballaggio, attualmente quasi del tutto automatizzate.

Quanto detto è chiaramente visibile nel grafico (figura 2.2.5) in cui sono riportati gli andamenti della produzione e del numero degli addetti: come si può vedere, a fronte di una sostanziale costanza del numero degli addetti, la produzione delle piastrelle ceramica dal 1986 è aumentata di circa il 40%. Anche effettuando il confronto tra la produzione e il numero di addetti solamente al processo di fabbricazione (numero più rappresentativo del numero totale di addetti) si rileva che il loro numero non è cresciuto con la produzione.

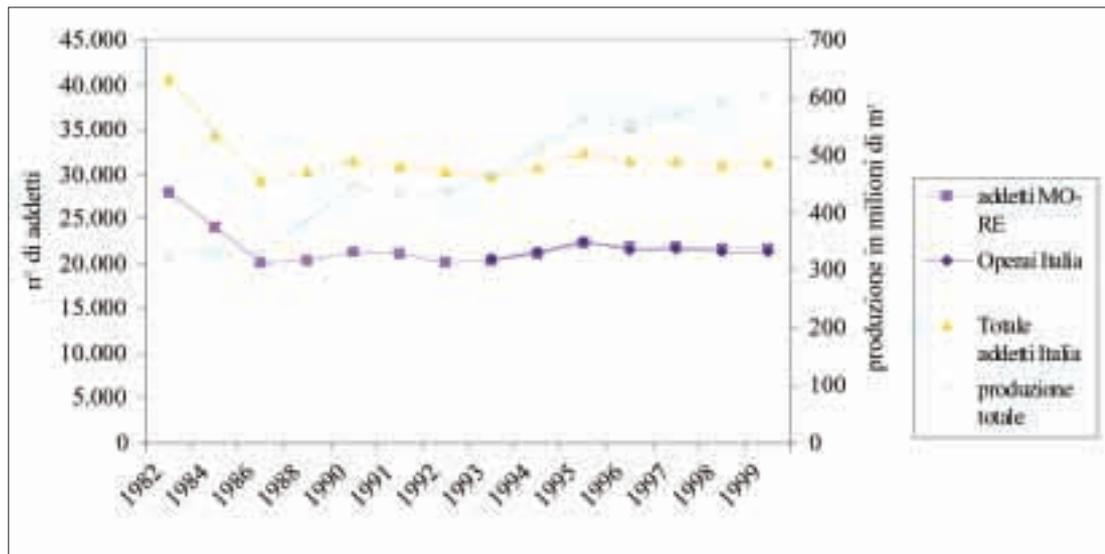


Figura 2.2.5: Andamenti della produzione e del numero degli addetti.

La stima del quantitativo di scarto cotto è stata desunta analizzando il bilancio consuntivo della produzione e della resa produttiva su base annuale, per ogni azienda.

Dalla media dei dati è risultato che lo scarto cotto rappresenta il 2,5% del prodotto utile in mq. Considerando il peso medio delle piastrelle pari a 18 kg/m<sup>2</sup>, la produzione media dello scarto è di 450 kg/1000 mq di prodotto.

Per la valutazione della quantità di fanghi di depurazione delle acque di lavaggio, provenienti dalle linee e dai reparti di smaltatura, si è stimato che la quantità di fango secco prodotto sia pari al 12% dello smalto applicato al prodotto utile. Se lo smalto applicato è mediamente 1 kg/m<sup>2</sup>, la produzione di fango è uguale a 0,12 kg/m<sup>2</sup>. Essendo ormai diffusa la pratica di riciclare le acque reflue non depurate, soprattutto nei cicli di monocottura con preparazione ad umido dell'impasto, la quantità di fanghi effettivamente prodotta dovrebbe essere minore rispetto a quella teorica. Pertanto il coefficiente stimato si può applicare alla quantità di monocottura, con macinazione a secco, e di bicottura.

I fanghi che provengono dal trattamento delle acque utilizzate nella levigatura del gres porcellanato sono stati stimati dopo opportuni rilievi del materiale e dell'abrasivo consumato nelle linee di levigatura in esercizio. Il materiale asportato dalla superficie delle piastrelle corrisponde a 1,5 t/1000 m<sup>2</sup>, mentre l'abrasivo consumato ha un valore di 0,45 t/1000 m<sup>2</sup>.

Moltiplicando il coefficiente totale, pari a 2 t/1000mq, per la quantità di piastrelle di gres porcellanato sottoposta a levigatura, si ottiene la produzione di rifiuti derivanti da questo trattamento. L'incidenza del prodotto sottoposto a levigatura è del 20%.

La produzione di calce esausta è stata calcolata ammettendo che la concentrazione di fluoro (presente come HF) sia il fattore condizionante il quantitativo di calce esausta necessario per depurare i fumi provenienti dai forni di cottura. Il calcolo è stato fatto secondo le seguenti ipotesi:

- concentrazione di fluoro (HF) nell'emissione da depurare: 35 mg/Nm<sup>3</sup>, ossia 0.035 kg/1000 Nm<sup>3</sup>;
- rapporto stechiometrico Ca (OH)<sub>2</sub>/HF: 1,852;
- rapporto equivalente da adottare per assicurare un'efficienza di abbattimento del fluoro pari almeno al 90%: 3. Sono quindi necessari 1,852 x 3 ≈ 5.58 kg di calce per ogni kg di HF contenuto nei fumi da depurare.

Il fattore di scarico di calce esausta è dato quindi da:

$$0,035 \text{ [kg HF/1000 Nm}^3\text{]} \times 5,5 \text{ [kg calce/kg HF]} \approx 0,2 \text{ [kg calce/1000 Nm}^3\text{]}$$

Le stime calcolate applicando questi indici possono ritenersi assolutamente rappresentative della produzione dei rifiuti proprio in considerazione delle svariate indagini e del monitoraggio effettuato dall'ARPA Emilia Romagna, sezioni provinciali di Modena e Reggio Emilia. In tabella 2.2.1 sono riportati i fattori di produzione utilizzati per valutare le quantità di rifiuti prodotti (tabella 2.2.2).

**Tabella 2.2.1: Fattori di produzione di rifiuti per unità di prodotto [kg/1000 m<sup>2</sup>]**

Rifiuti/residui	Stato fisico	Produzione specifica
Rottami ceramici	Solido	450 kg/1000 m <sup>2</sup>
Fango secco da dep. Acque	Fango	120 kg/1000 m <sup>2</sup>
Calce esausta da dep. Fumi	Polvere	16 kg/1000 m <sup>2</sup>
Fango secco da lev. Gres porcellanato	Fango	2 t/1000 m <sup>2</sup> di gres porcellanato

**Tabella 2.2.2: Produzione di rifiuti nel distretto ceramico MO-RE**

Anno	produzione piastrelle distretto [m <sup>2</sup> /anno]	rottami ceramici [t/anno]	fango secco da dep. acque [t/anno]	calce esausta da dep. fumi [t/anno]	fango secco da lev.gres. porcellanato [t.anno]
1990	326.446.160	130.578	33.450	5.288	13.319
1992	325.000.000	130.226	32.833	5.277	15.572
1994	408.183.200	161.661	40.428	6.465	21.349
1996	443.586.400	177.434	42.584	7.097	32.331
1997	457.792.800	181.600	43.000	7.200	35.000
1998	473.246.467	189.300	45.400	7.600	42.800
1999	486.699.105	194.700	45.000	7.800	46.000

Fonte: ARPA Emilia Romagna

### Coefficienti di produzione dei rifiuti

Al fine di ricercare quali possano essere i coefficienti più significativi per la valutazione dei rifiuti sono stati presi in considerazione i seguenti:

- produzione di fango secco dalla levigazione del gres porcellanato per produzione piastrelle
- produzione rifiuti per fabbisogno idrico
- produzione rifiuti per addetti
- produzione rifiuti per consumo di energia elettrica
- produzione rifiuti per consumo di energia termica
- produzione rifiuto per fatturato

Il coefficiente "produzione del fango secco dalla levigazione del gres porcellanato rapportato alla produzione totale di piastrelle" risulta poco significativo in quanto la produzione di fango aumenta, con l'aumentare della produzione del gres porcellanato, ma con incidenza

percentuale sulla produzione totale di piastrelle molto variabile nel corso degli anni considerati; infatti nel 1996 era del 17,15% e nel 1998 è diventata del 30,03%.

Il coefficiente "produzione rifiuti per fabbisogno idrico" non è stato calcolato in quanto il consumo d'acqua è stato stimato in relazione alla produzione di piastrelle, pertanto l'andamento risulta uguale a quello della produzione di piastrelle stessa.

Il fabbisogno idrico nel distretto è stato calcolato applicando alla produzione totale di piastrelle un indice di fabbisogno medio pari a 15 m<sup>3</sup>/1000 m<sup>2</sup> nel caso non venga effettuato riciclo, altrimenti l'indice è pari a 8 m<sup>3</sup>/1000 m<sup>2</sup>. In tabella 2.2.3 sono riportati i consumi idrici stimati con tale metodo.

**Tabella 2.2.3: Fabbisogno idrico (m<sup>3</sup>/anno) nel distretto ceramico**

	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>
Mono + bico + Gres porcellanato senza riciclo	6.900.000	7.100.000	7.300.000
Mono + bico + Gres porcellanato con riciclo	3.600.000	3.700.000	3.850.000

Fonte: ARPA Emilia Romagna

Il coefficiente "produzione rifiuti per addetti" procura una sottostima nella quantificazione dei rifiuti in quanto, come già visto in precedenza, a parità di numero di addetti, la produzione di piastrelle è cresciuta. Nella tabella 2.2.4 sono riportati i fattori di produzione di rifiuti per addetto, diagrammati nel grafico di figura 2.2.6. Nella figura 2.2.7 viene riportato l'andamento della produzione di rifiuti rispetto al numero di addetti e si evidenzia che, pur presentando negli ultimi anni un andamento invertito (la produzione aumenta con la diminuzione degli addetti), si riscontra una certa correlazione tra i due parametri.

**Tabella 2.2.4: Fattori di produzione di rifiuti per addetto**

<b>Anno</b>	<b>Rottami ceramici t/addetto</b>	<b>Fango secco da dep. Acque t/addetto</b>	<b>Calce esausta da dep. Fumi t/addetto</b>	<b>Fango secco da lev. Gres porcellanato t/addetto</b>
1990	6,11	1,57	0,25	0,62
1992	6,44	1,62	0,26	0,77
1994	7,68	1,92	0,31	1,01
1996	8,09	1,94	0,32	1,47
1997	8,27	1,96	0,33	1,59
1998	8,73	2,09	0,35	1,97

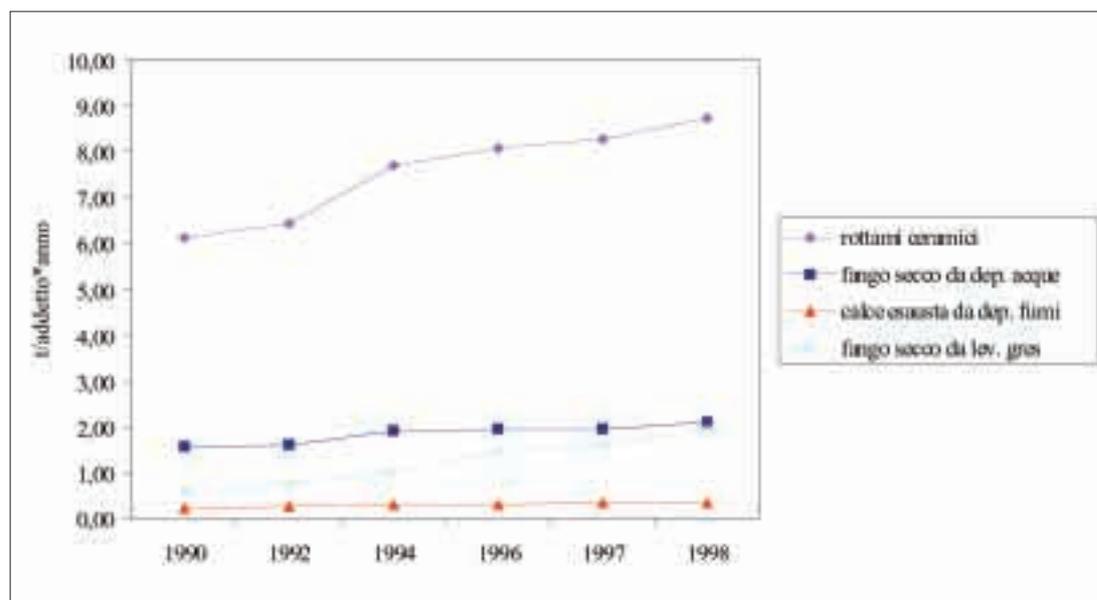


Figura 2.2.6: Andamento dei coefficienti di produzione di rifiuti per numero di addetti.

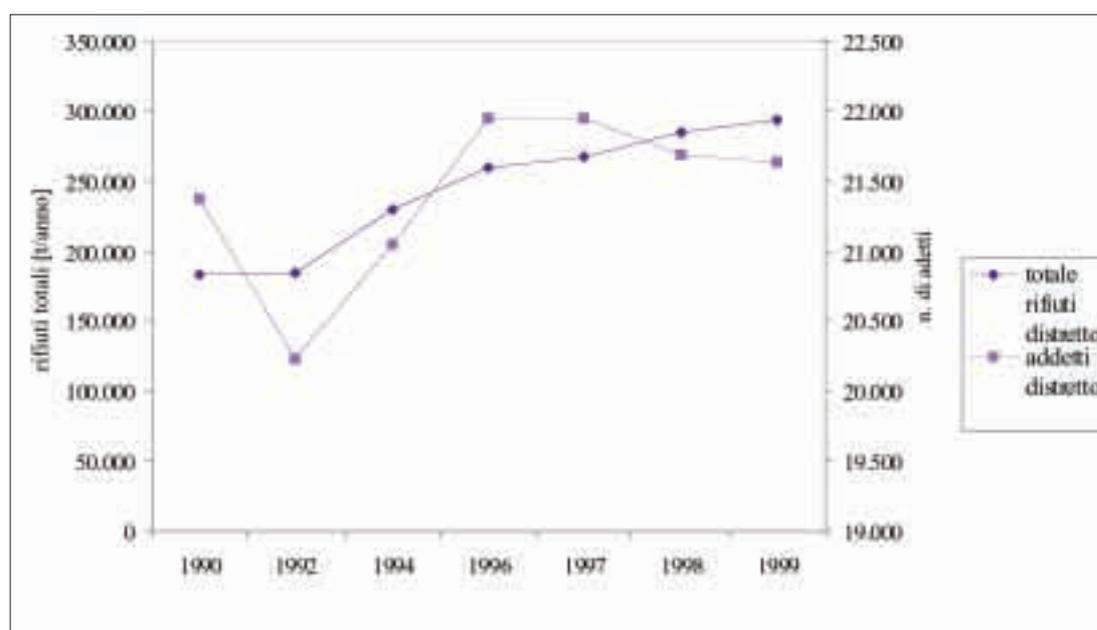


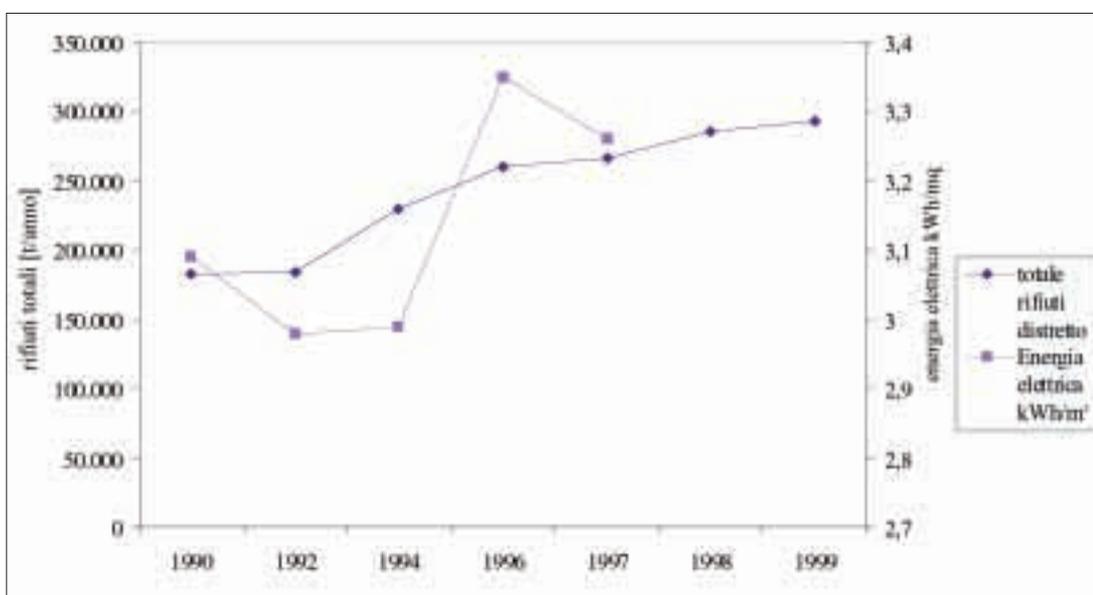
Figura 2.2.7: Andamento della produzione di rifiuti e del numero di addetti.

I coefficienti "produzione rifiuti in funzione del consumo di energia elettrica" e "produzione rifiuti in funzione del consumo di energia termica" invece sembrano particolarmente interessanti. Infatti comparando l'andamento negli anni dei consumi di energia elettrica e di energia termica con la produzione di rifiuti si evidenzia una discreta correlazione (Figure 2.2.8 e 2.2.9); in particolare l'andamento dell'energia termica sembra esser maggiormente correlato alla produzione dei rifiuti. I valori di consumi di energia sono riportati in tabella 2.2.5.

**Tabella 2.2.5: Consumi di energia elettrica ed energia termica**

Anno	Energia elettrica [kWh/m <sup>2</sup> ]	Energia termica [Nmc/m <sup>2</sup> ]
1990	3,09	2,56
1991	3,10	2,50
1992	2,98	2,46
1993	2,86	2,49
1994	2,99	2,49
1995	3,31	2,50
1996	3,35	2,50
1997	3,26	2,52

Fonte: Società Ceramica Italiana



**Figura 2.2.8: Andamento della produzione di rifiuti e dei consumi di energia termica.**

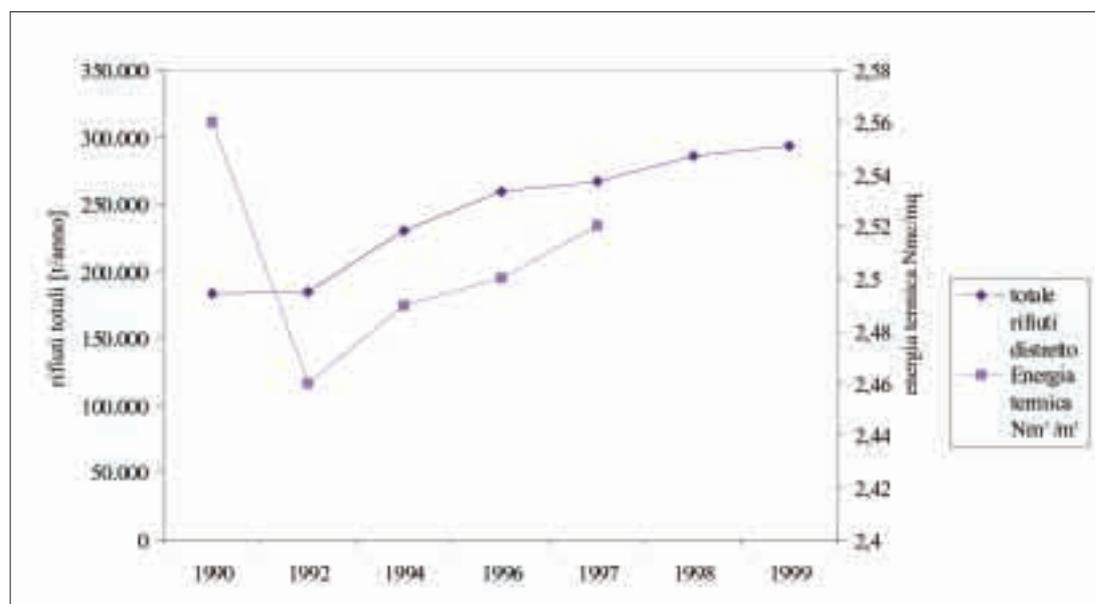


Figura 2.2.9: Andamento della produzione di rifiuti e dei consumi di energia elettrica.

Anche il coefficiente “produzione rifiuto in funzione del fatturato” appare molto significativo. Il fatturato relativo al prodotto finito è ammontato nel 1998 a 8.811 miliardi di lire (+3,61%), derivanti dalle vendite in Italia per 2.561 miliardi di lire (-0.70% rispetto al 1997) e 6.250 miliardi di lire dalle esportazioni (+5,49%). I dati sul fatturato dal 1990 sono indicati in tabella 2.2.6, tradotti anche al periodo attuale applicando l’indice dei prezzi al consumo.

Tabella 2.2.6: Fatturato per l’industria italiana delle piastrelle ceramiche – Indagine statistica Nazionale Assopiastrelle

Anno	Fatturato in miliardi di lire	Fatturato tradotto in miliardi di lire nel mese di Agosto 2000	Indice dei prezzi al consumo
1990	5.413	7.779,5636	1,4372
1991	5.388	7.277,5716	1,3507
1992	5.792	7.421,2896	1,2813
1993	6.360	7.820,8920	1,2297
1994	7.293	8.628,3483	1,1831
1995	8.471	9.512,9330	1,1230
1996	8.133	8.790,1464	1,0808
1997	8.504	9.034,6496	1,0624
1998	8.811	9.196,0407	1,0437

L’andamento del fatturato dal 1990 è ben correlato a quello della produzione di rifiuti totali, pertanto potrebbe essere uno dei parametri da utilizzare per effettuare stime sulla produzione dei rifiuti (Figura 2.2.10).



Figura 2.2.10 - Andamento della produzione di rifiuti e del fatturato.

In definitiva, per il settore ceramico, particolarmente interessante sono risultati i coefficienti "rifiuti prodotti per energia termica consumata" e "rifiuti prodotti per fatturato". In seconda istanza i coefficienti "rifiuti per addetto" e "rifiuti per energia elettrica consumata".

#### 2.2.2.2 Elaborazione dati MUD

Secondo la metodologia illustrata nel capitolo 2.1 è stata effettuata una analisi dei MUD 1999 dati 1998 del territorio distrettuale dell'Emilia, relativamente alle classi ISTAT 26 e 263.

Dal MUD sono stati estratti i quantitativi di rifiuti prodotti per codice CER e classe di azienda, scegliendo, come classi, le aziende con numero di addetti uguale a 0, tra 1 e 10, tra 11 e 50 e oltre i 50.

Nella tabella 2.2.7 sono riportati i dati dei rifiuti prodotti, suddivisi per codice CER, in funzione del numero degli addetti, nella tabella 2.2.8 è visibile il numero di dichiarazioni per le rispettive classi di addetti, nella tabella 2.2.9 sono elencati i fattori di produzione calcolati in kg/addetto ed infine nella tabella 2.2.10 è riportato il numero delle aziende dichiaranti.

Come si può notare, il codice CER 060501 "fanghi dal trattamento sul posto degli effluenti" non è stato dichiarato nei MUD, probabilmente sia perché in parte i fanghi sono recuperati, sia perché possono essere dichiarati anche con il codice 101299 "rifiuti non specificati altrimenti".

Tabella 2.2.7: MUD 1999 (dati 1998), rifiuti prodotti (kg)

CER	Rifiuti prodotti da aziende con 0 addetti	Rifiuti prodotti da aziende con addetti da 1 a 10	Rifiuti prodotti da aziende con addetti da 11 a 50	Rifiuti prodotti da aziende con oltre 50 addetti	Totale rifiuti prodotti
060501					
101204		193.322	279.775	5.040.739	5.513.836
101299	229.820	1.873.077	54.199.409	415.799.522	472.101.818
170103	102.640	56.590	797.380	3.741.390	4.698.000

Tabella 2.2.8: MUD 1999 (dati 1998), numero di schede rifiuto

CER	Schede RIF per aziende con 0 addetti	Schede RIF per aziende con addetti tra 1 e 10	Schede RIF per aziende con addetti tra 11 e 50	Schede RIF per aziende con oltre 50 addetti	Totale schede RIF
060501	-	-	-	-	-
101204	-	5	33	109	147
101299	1	30	125	188	344
170103	2	5	15	13	35

Tabella 2.2.9 - MUD 1999 (dati 1998), fattori di produzione di rifiuto per addetto (kg/addetto\*anno)

CER	Fattore di produzione annuo per addetto (per aziende con addetti tra 1 e 10)	Fattore di produzione annuo per addetto (per aziende con addetti tra 11 e 50)	Fattore di produzione annuo per addetto (per aziende con oltre 50 addetti)	Fattore di produzione annuo per addetto Totale media ponderata
060501				
101204	286	292	272	277
101299	16.114	16.087	14.480	15.209
170103	1.855	1.999	1.909	1.942

Tabella 2.2. 10 – MUD 1999 (dati 1998), numero di aziende dichiaranti

Aziende con 0 addetti	Aziende con addetti tra 1 e 10	Aziende con addetti tra 11 e 50	Aziende con oltre 50 addetti	Totale aziende
6	62	123	109	300

### Confronto dati indagine con dati MUD

Per alcune tipologie di rifiuto più significative è stato effettuato un confronto tra i coefficienti rilevati dall'indagine, i dati MUD della Regione nella quale è stata svolta l'indagine e i dati MUD nazionali.

In particolare sono stati messi a confronto i seguenti codici:

- CER 101204 "rifiuti solidi derivanti dal trattamento dei fumi" con quanto dichiarato dalle aziende come "la calce esausta";
- CER 101299 "rifiuti non specificati altrimenti" con quanto dichiarato dalle aziende come "fanghi di depurazione";
- CER 170103 "mattonelle e ceramica" con quanto dichiarato dalle aziende come "scarto cotto".

Nella figura 2.2.11 sono riportati i fattori per la calce esausta (101204) derivati dai dati del campione e dall'elaborazione MUD.

In mancanza del dettaglio sulle classi di addetti per il campione, il confronto tra le tre categorie è possibile effettuarlo solo per il totale e si rileva che i valori totali sono molto simili tra il campione analizzato e il MUD regione (350 kg/addetto, 277 kg/addetto rispettivamente), mentre il dato relativo al MUD Italia è più elevato.

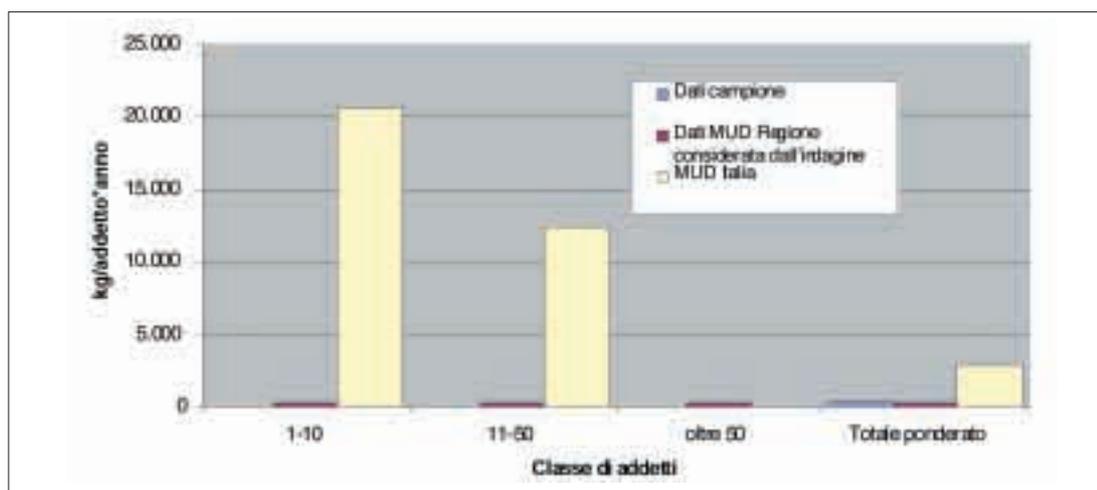


Figura 2.2.11: Confronto dati campione e dati MUD per il codice CER 101204 "calce esausta".

CER 101204 "calce esausta" (kg/addetto\*anno)

Classe di addetti	Dati campione	Dati MUD Regione considerata dall'indagine	MUD Italia
Media 1-10		286	20.663
Media 11-50		292	12.435
Media oltre 50		272	17
Totale ponderato <sup>8</sup>	350	277	2.836

Nella Figura 2.2.12 viene riportato graficamente il confronto per il CER 101299 "fanghi di depurazione" tra i dati campione e i dati MUD.

I dati relativi al campione dello studio di settore sembrano sottostimati come emerge chiaramente dal grafico riportato in figura 2.2.12. Il codice CER 101299 tuttavia è molto generico (rifiuti non specificati altrimenti), perciò nel MUD potrebbero essere stati inseriti altri rifiuti oltre ai fanghi.

<sup>8</sup> Il totale ponderato per i dati MUD è stato calcolato come media pesata dei diversi valori rispetto al numero di schede rifiuto relative ad ogni categoria (vedi Allegato 2).

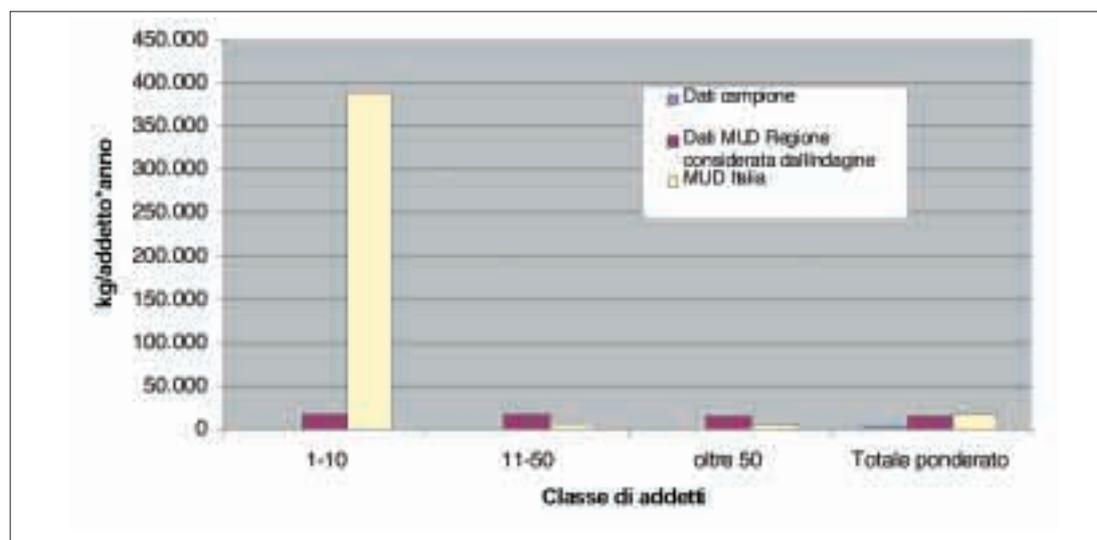


Figura 2.2.12: Confronto dati campione e dati MUD per i codici CER 101299 "fanghi di depurazione".

CER 101299 "fanghi di depurazione" (kg/addetto\*anno)

Classe di addetti	Dati campione	Dati MUD Regione considerata dall'indagine	MUD Italia
Media 1-10		16.114	388.545
Media 11-50		16.087	6.781
Media oltre 50		14.480	4.816
Totale ponderato <sup>9</sup>	4.060	15.209	17.372

Nella figura 2.2.13 vengono confrontati i coefficienti relativi al CER 170103 utilizzati per "scarto cotto".

Lo studio di settore indica una produzione specifica più alta di quella evidenziata per il MUD regionale: bisogna considerare però che, secondo lo studio, soltanto il 21% dello scarto cotto va in discarica, in tal caso sarebbe giustificato il valore MUD più basso. I dati MUD Italia risultano costantemente più elevati.

<sup>9</sup> Vedi nota 8.

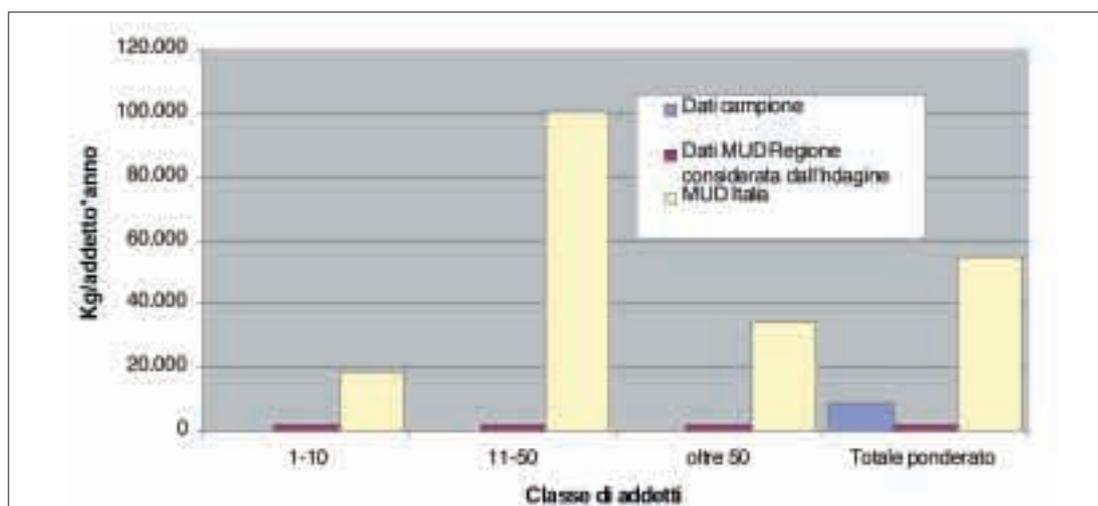


Figura 2.2. 13: Confronto dati campione e dati MUD per i codici CER 170103 "scarto cotto".

CER 170103 "scarto cotto" (kg/addetto\*anno)

Classe di addetti	Dati campione	Dati MUD Regione considerata dall'indagine	MUD Italia
Media 1-10		1.855	18.630
Media 11-50		1.999	100.495
Media oltre 50		1.909	34.161
Totale ponderato <sup>10</sup>	8.730	1.942	55.095

### 2.2.3 Settore carrozzeria

In Italia il settore produzione di carrozzeria è coperto per il 90% dal gruppo Fiat Auto che opera attualmente sui mercati nazionali e internazionali con i marchi Fiat, Lancia, Alfa Romeo e Maserati. La produzione dei veicoli Fiat Auto nel 1999 è stata di 1.547.105 unità, non conteggiando le vetture incomplete destinate ai carrozzieri pari a 22.969 unità e le serie sciolte destinate a vari mercati.

#### I rifiuti prodotti in Fiat Auto

Nel 1999 Fiat Auto, per tutte le sue attività industriali e di servizio, ha prodotto in Italia 504.534 t di rifiuti di lavorazione, pari a 326 kg/vettura. Rispetto al 1998, si è registrata una diminuzione sul totale del 5% ed un valore unitario inferiore del 5,4%, pur rimanendo pressoché costante la produzione di veicoli. Da un'analisi accurata, si rileva che la quota di rifiuti unitaria è diminuita per la maggior attenzione nella gestione e per il trasferimento all'esterno mediante terziarizzazione di intere aree di lavorazione (es. creazione divisione sospensioni in Magneti Marelli ed il passaggio alla stessa degli stabilimenti di Sulmona e Rivalta Meccanica e cessione dello stabilimento di Napoli; terziarizzazione di attività interne agli stabilimenti TNT e COMAU; proseguimento del trasferimento verso Fenice delle centrali energetiche).

<sup>10</sup> Vedi nota 8.

Tabella 2.3.1: Produzione rifiuti di lavorazione in Italia

	Rifiuti totali t	Vetture prodotte n°	Valore unitario kg/vettura
1992	504.882	1.590.178	317,5
1993	472.606	1.152.609	410,0
1994	537.334	1.461.498	367,6
1995	548.130	1.473.889	371,9
1996	528.428	1.369.311	385,9
1997	580.041	1.675.024	346,3
1998	531.333	1.540.835	344,8
1999	504.534	1.547.105	326,1
% 1998/1999	-5,0	+0,4	-5,4

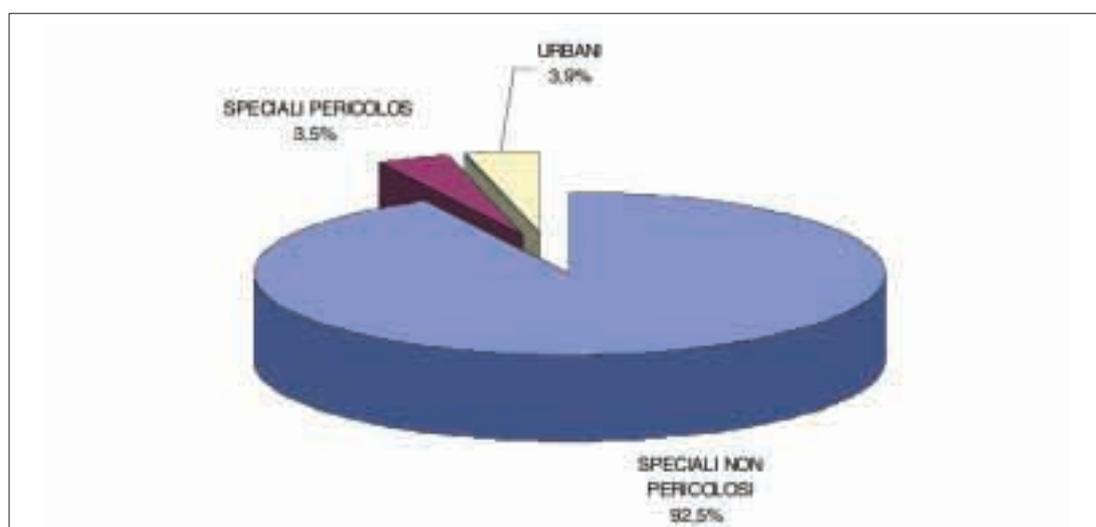


Figura 2.3.1: Ripartizione rifiuti di lavorazione – FIAT Auto Italia 1999.

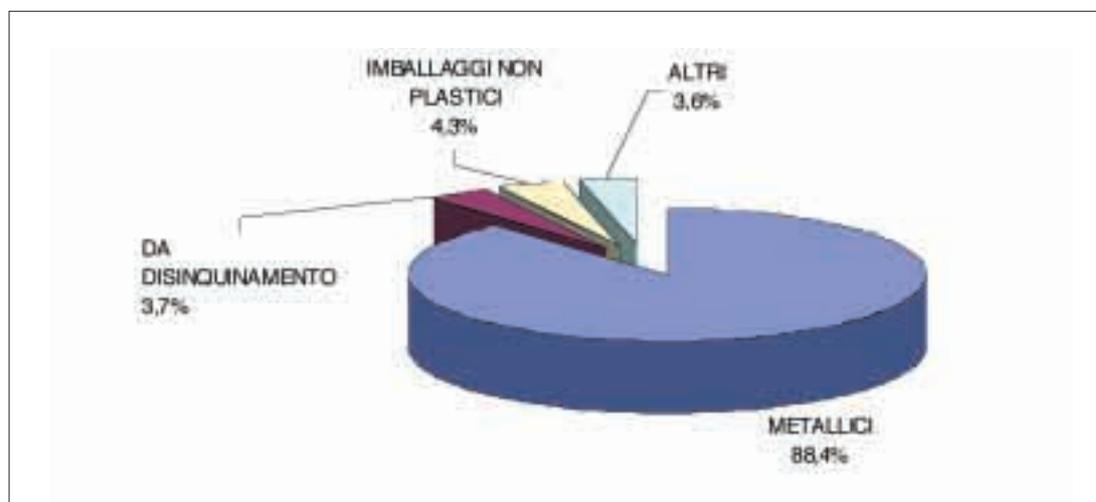


Figura 2.3.2: Ripartizione rifiuti di tipo "speciali non pericolosi" – Fiat Auto Italia 1999.

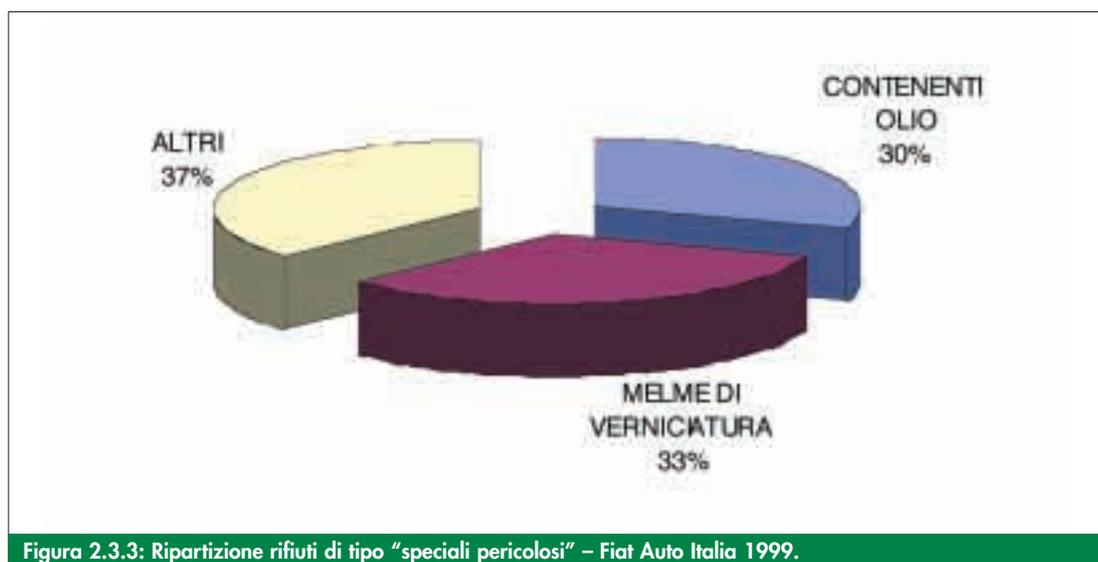


Figura 2.3.3: Ripartizione rifiuti di tipo "speciali pericolosi" – Fiat Auto Italia 1999.

Nella produzione Fiat Auto si registra una prevalenza di rifiuti speciali non pericolosi, che incidono per il 92,5%, mentre gli speciali pericolosi sono in quantità molto ridotta, pari allo 3,5% ed inferiori rispetto al 1998 di mezzo punto percentuale.

Se si considerano i rifiuti speciali non pericolosi, la tipologia prevalente risulta quella dei metallici (88,4%). Tutti i metallici sono destinati al riciclaggio esterno (acciaierie) per il riutilizzo.

### 2.2.3.1 Indagine su specifiche realtà aziendali

#### Il campione considerato

L'universo Fiat Auto comprende molti settori, pertanto per poter effettuare un'indagine non generica si è scelto di approfondire la produzione di rifiuti del settore carrozzeria, nello stabilimento Mirafiori sito in Torino.

#### I cicli produttivi

Nello Stabilimento Mirafiori Carrozzeria si producono autoveicoli con motorizzazioni benzina e diesel. Il ciclo di lavorazioni è suddivisibile principalmente nelle seguenti aree produttive:

- lastroferratura, dove sono assemblati i particolari di carrozzeria stampati in loco o provenienti da fornitori esterni;
- verniciatura, dove si effettua il trattamento superficiale della scocca grezza mediante applicazione di prodotti vernicianti;
- montaggio/finizione, dove si procede all'assemblaggio dell'autoveicolo e al suo collaudo.

#### Lastroferratura

In questo reparto viene eseguito l'assemblaggio dei particolari provenienti dallo stampaggio o dall'esterno per la formazione della scocca.

Le lavorazioni inerenti l'ossatura anteriore, il pavimento, l'autotelaio e le fiancate sono effet-

tuate su linee di assemblaggio a più stazioni, con trasferimento e carico/scarico completamente automatizzati.

L'imbastitura è eseguita su presse di saldatura e su stazioni hard-automation a punti multipli con completamento attuato mediante robot programmati per la saldatura in zone di difficile accesso.

La formazione delle parti mobili (porte e cofano motore) sono realizzate su linee specifiche. La formazione della scocca è realizzata mediante robot orizzontali e verticali che eseguono l'imbastitura e il completamento dei punti di saldatura. Il completamento e la revisione della scocca viene eseguita su trasportatori a skid predisposti per il montaggio delle parti mobili. Nella figura 2.3.4 è rappresentato uno schema di flusso delle fasi lavorative di tale reparto, mentre, per quanto riguarda i materiali utilizzati, essi sono costituiti principalmente da particolari provenienti dal reparto di stampaggio (o da fornitori esterni) e da materiali ausiliari, quali sigillanti ed adesivi.

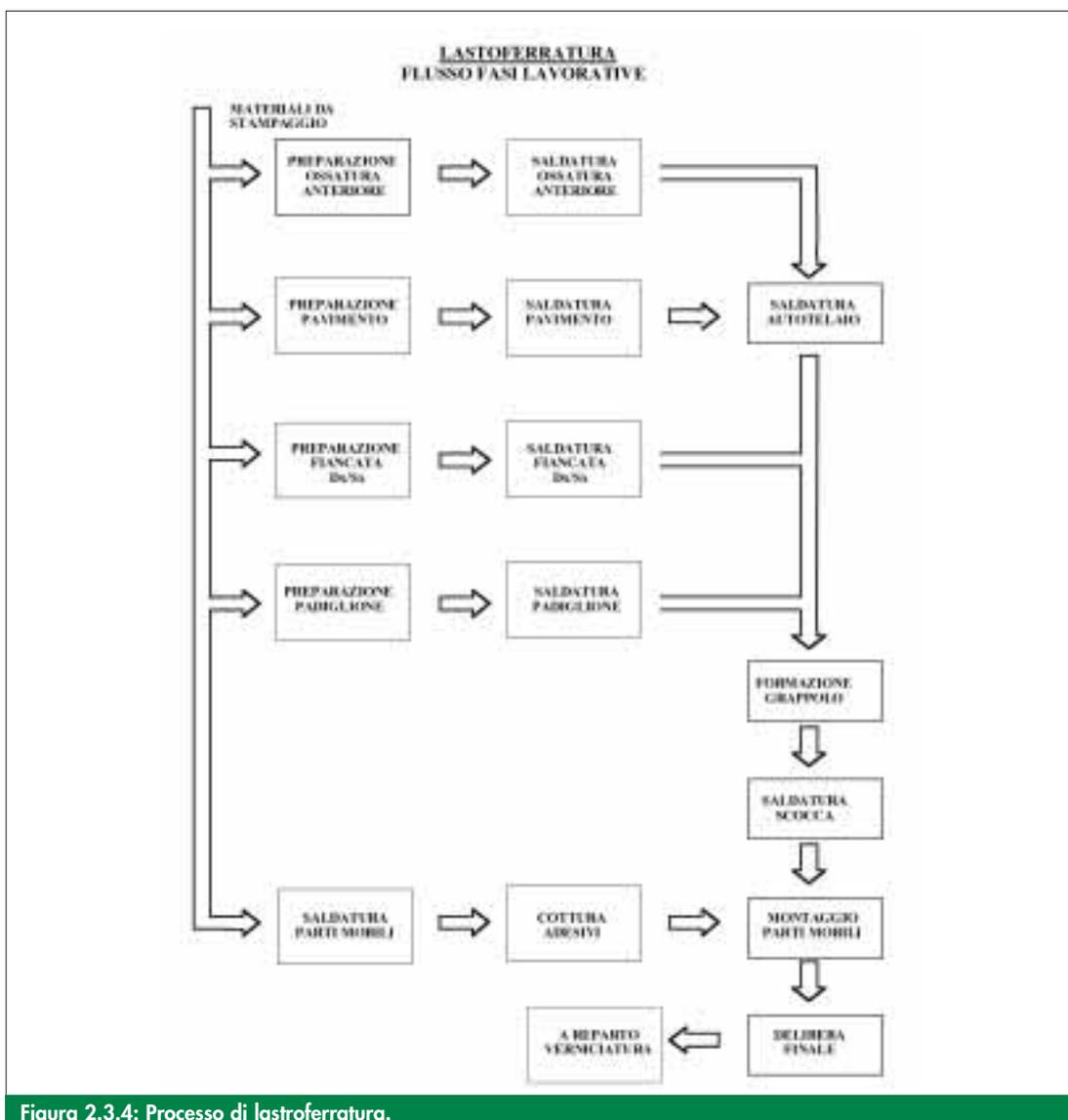


Figura 2.3.4: Processo di lastroferratura.

### Verniciatura

Nel suddetto reparto vengono effettuate operazioni di trattamento superficiale delle scocche, provenienti dal reparto di lastroferratura, aventi lo scopo di proteggere la lamiera mediante applicazione di protettivi e smalti a finire su linee a più stadi e precisamente:

- bonderizzazione;
- cataforesi;
- applicazione smalti.

In particolare ogni scocca passa attraverso le seguenti fasi principali:

- pretrattamento in bagni di fosfatazione e passivazione, che la rendono atta a ricevere i successivi strati di vernice;
- trattamento di elettrodeposizione cationica di una vernice idrosolubile che costituisce lo strato protettivo;
- applicazione, mediante automatismi elettrostatici, di uno strato di vernice di fondo;
- applicazione, mediante automatismi elettrostatici e sistemi manuali, dello strato finale di vernice.

Il trattamento di verniciatura è completato dall'applicazione negli scatolati di un protettivo oleoceroso anticorrosivo.

Nella figura 2.3.5 si riporta uno schema di flusso sintetico delle varie fasi operative di tale reparto, mentre i principali materiali in esso impiegati, oltre a quelli provenienti dalla lastroferratura, sono:

- prodotti sgrassanti, attivanti e passivanti per la bonderizzazione;
- prodotti vernicianti idrosolubili per la cataforesi;
- vernici sintetiche per mano di fondo e a finire;
- diluenti;
- olio ceroso.

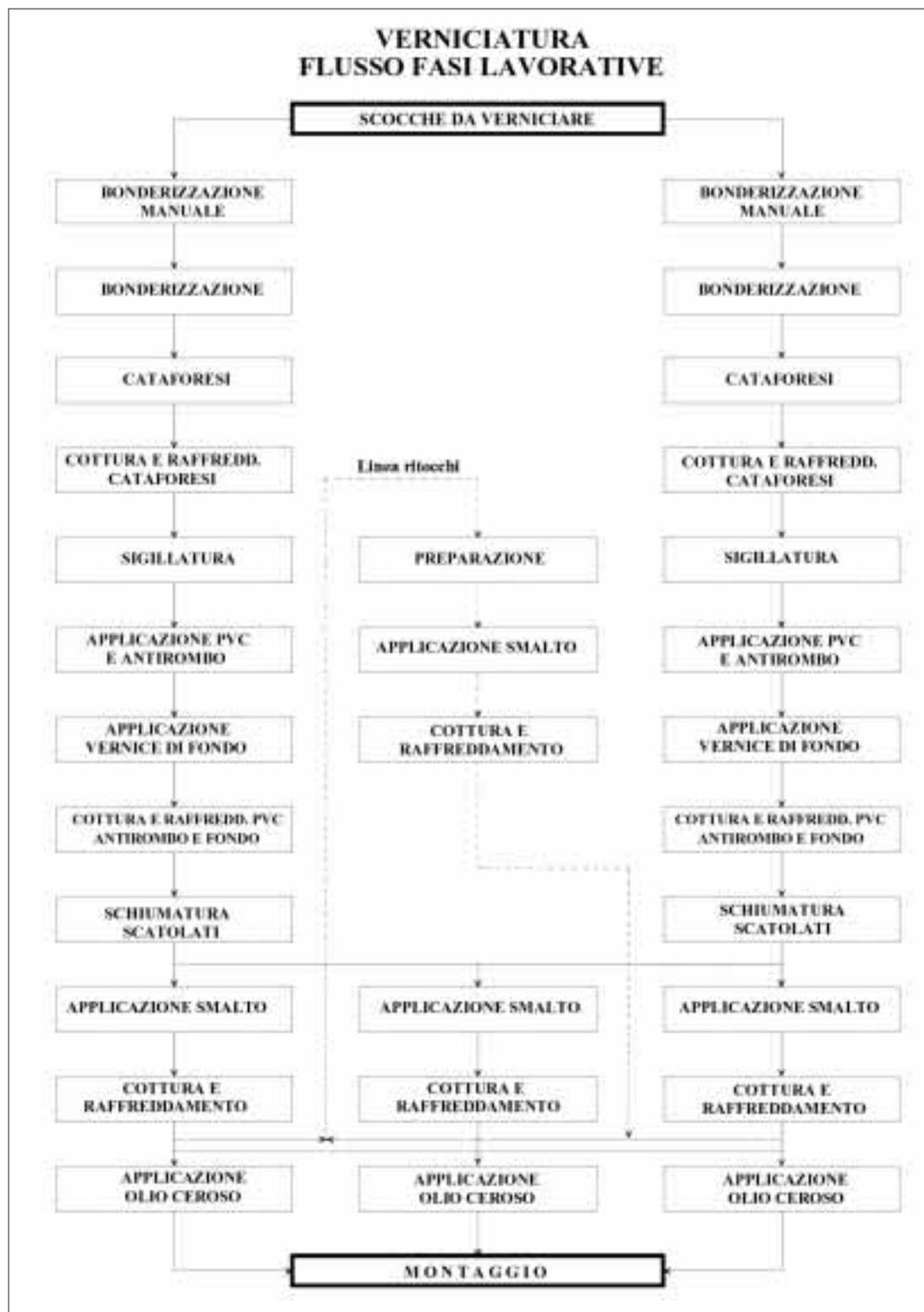


Figura 2.3.5: Processo di verniciatura.

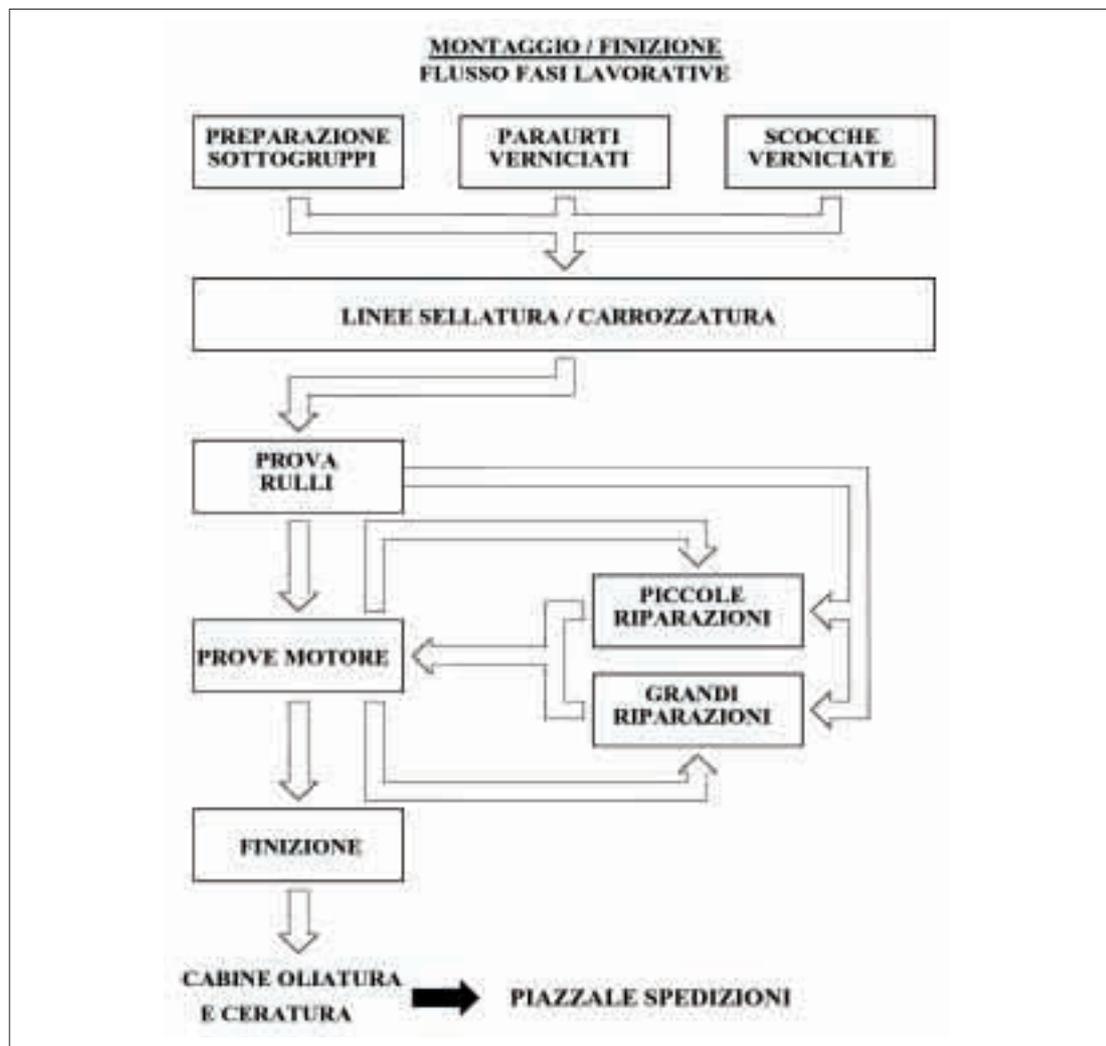
Montaggio finizione

In quest'area vengono montati, sulle scocche provenienti dalla verniciatura, sospensioni, motori e particolari meccanici, sedili e accessori con successivo collaudo e spedizione finale delle autovetture.

Il montaggio viene effettuato in moduli produttivi comprendenti ognuno:

- aree di preparazione dei principali sottogruppi (plancia per strumenti, meccanica completa di traversa anteriore e traversa posteriore e relative sospensioni e motopropulsore, porte complete);
- linee di montaggio dei sottogruppi e accessori, costituite da sistemi di movimentazione scocca a pavimento;
- sistemi di diagnosi a fine linea per la verifica della funzionalità della vettura.

Nella figura 2.3.6 si riporta uno schema sintetico di flusso dell'area montaggio/finizione.



Rifiuti prodotti dallo stabilimento di Mirafiori Carrozzeria

Dai processi produttivi precedentemente descritti, si generano residui classificabili come segue:

- rifiuti speciali assimilabili agli urbani;
- rifiuti speciali non pericolosi;
- rifiuti speciali pericolosi.

I rifiuti assimilabili agli urbani sono costituiti essenzialmente da:

- carta e cartone (200101);
- plastiche varie da imballaggi (150102);
- legno (150103,170201);
- gomma.(200104)

I rifiuti speciali non pericolosi, destinati allo smaltimento esterno, si identificano sinteticamente come:

- fanghi filtropressati provenienti dagli impianti di depurazione delle acque tecnologiche (130502, 080106);
- oli esausti (130202, 130106);
- carta e cartone (150101);
- legno (150103,170202);
- plastiche varie (200104);
- fusti metallici (150104);
- rottami di vetro (200102);
- cavi in rame (170408);
- alluminio (170402);
- lamierati e rottame di ferro/acciaio (170405, 120102).

I rifiuti speciali pericolosi costituiti essenzialmente da:

- solventi non clorurati esausti (140103, 120109);
- pile e batterie (160601,160605);
- anticongelante (07\*\*\*\*);
- antiossidanti per saldatura (07\*\*\*\*).

Alcuni rifiuti trovano poi origine da attività collegate quali uffici, laboratori, manutenzioni. Essi sono rappresentati da:

- toner (080309);
- composti chimici vari (06\*\*\*\*; 07\*\*\*\*);
- demolizioni edili con amianto (170105;170601).

Nota: il codice 17\*\* riguarda i rifiuti di costruzione e demolizione e in questo caso è impiegato impropriamente. La classificazione non è corretta, ma essendo stato utilizzato questo codice sia nell'indagine presso le aziende sia nelle dichiarazioni MUD, è stato ugualmente preso in considerazione.

### Fattori di produzione dei rifiuti

Mirafiori Carrozzeria ha fornito i fattori di produzione di alcuni rifiuti calcolati rispetto a:

- vetture;
- addetti;
- superficie totale dello stabilimento;
- superficie coperta;
- valore della produzione;
- energia consumata;
- acqua consumata;
- giorno lavorato;
- turno lavorato;
- superficie verniciata;
- peso totale del prodotto.

I coefficienti produttivi calcolati sono riportati in **allegato 4**, di seguito vengono presentati graficamente quelli più significativi.

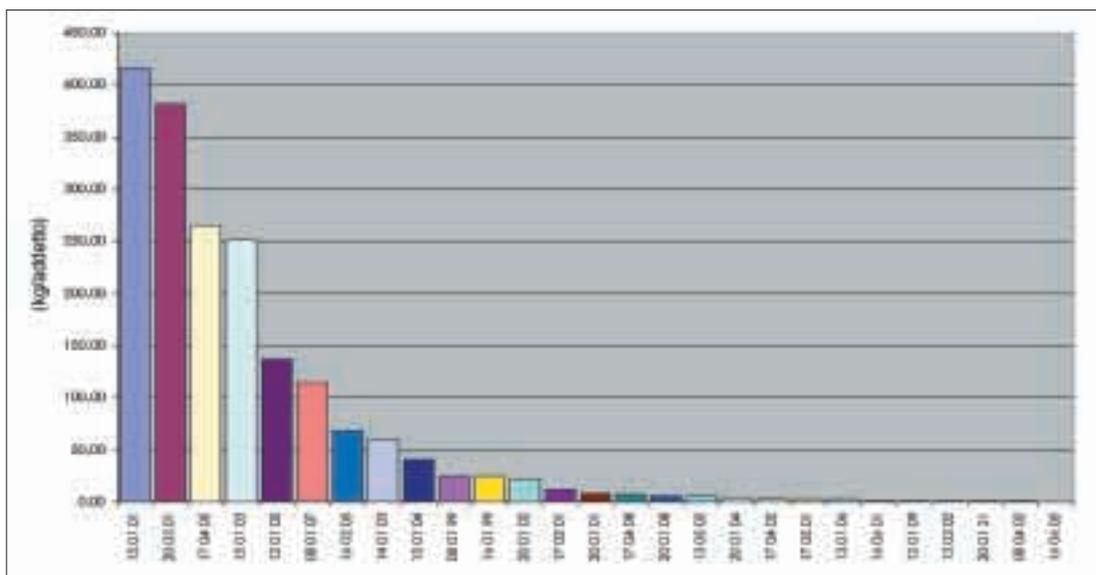


Figura 2.3.7: Rifiuti prodotti per addetto (kg/addetto).

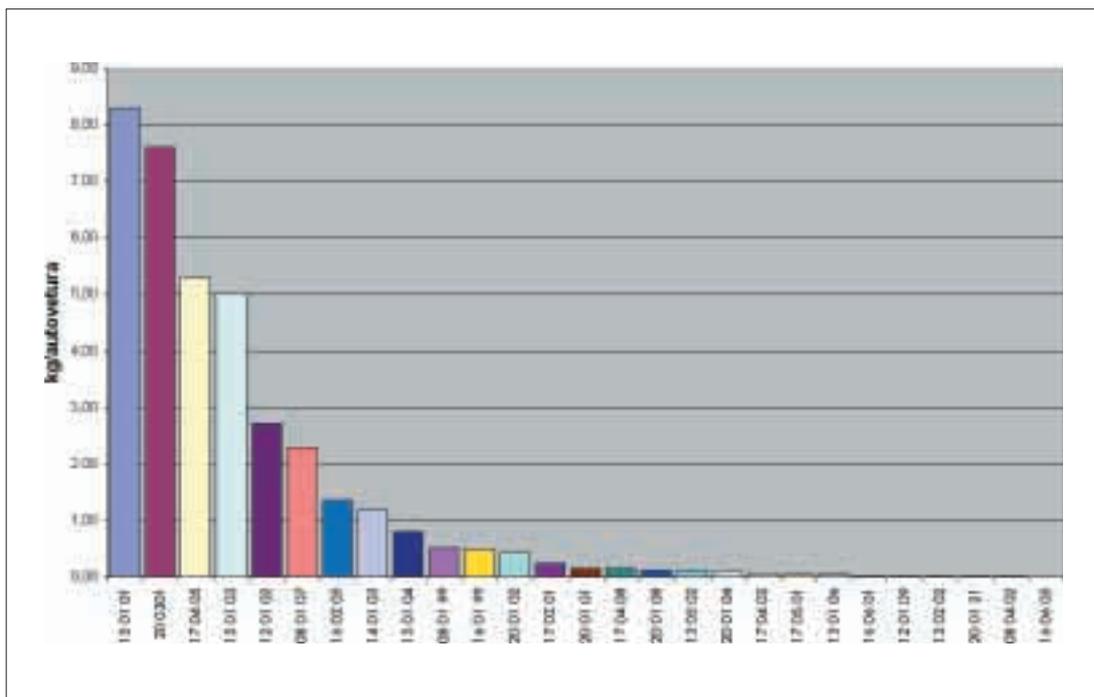


Figura 2.3. 8 – Rifiuti per vettura (kg/vettura).

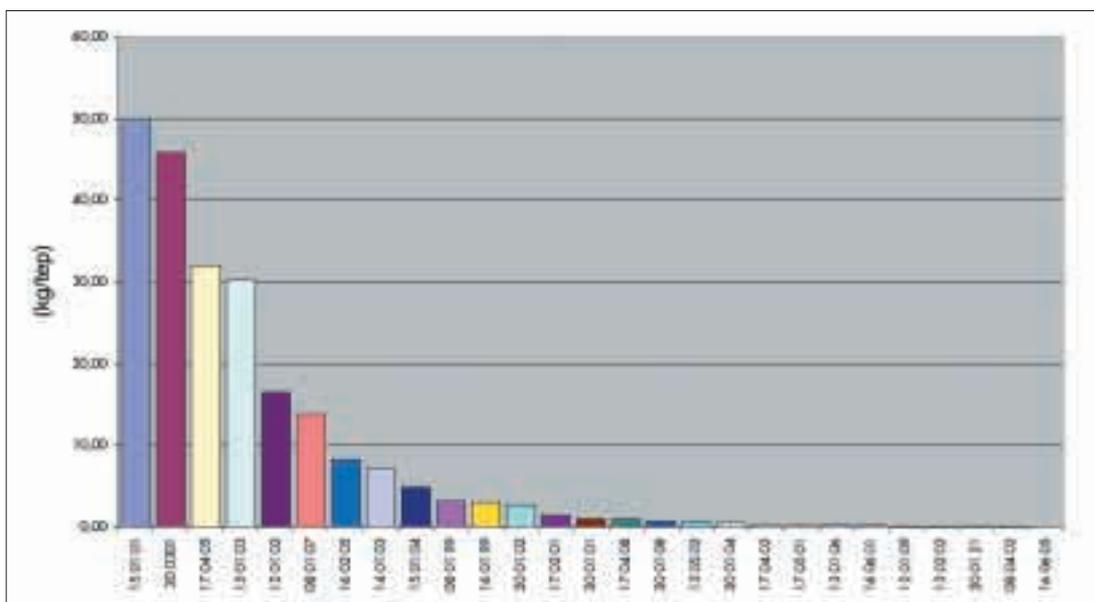


Figura 2.3. 9: Rifiuti prodotti per energia consumata (kg/tep).

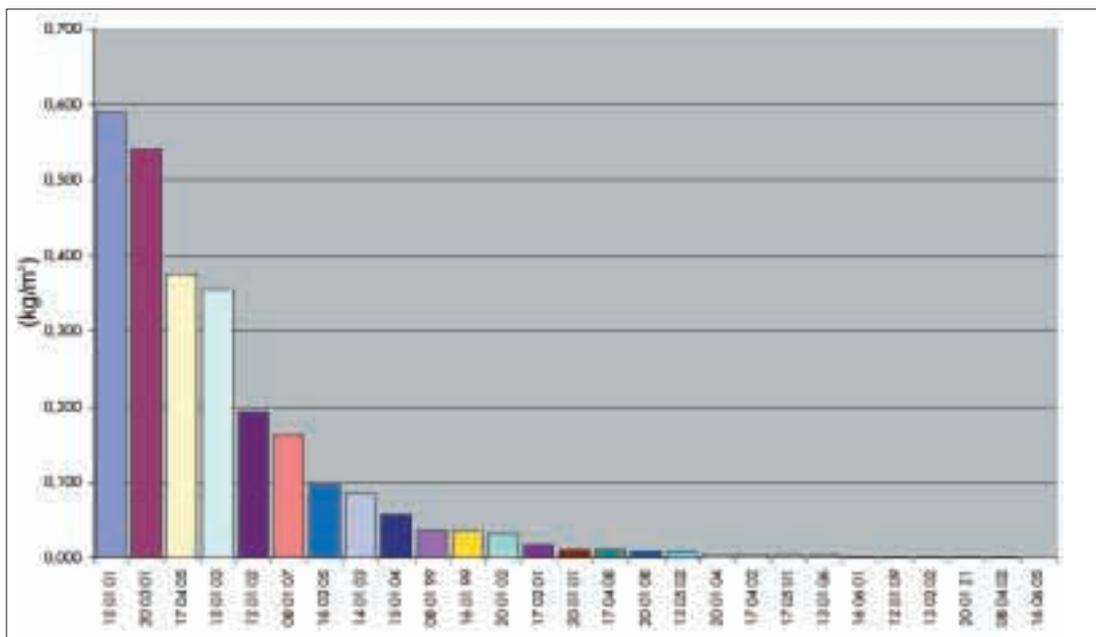


Figura 2.3. 10: Rifiuti prodotti per acqua consumata (kg/m³).

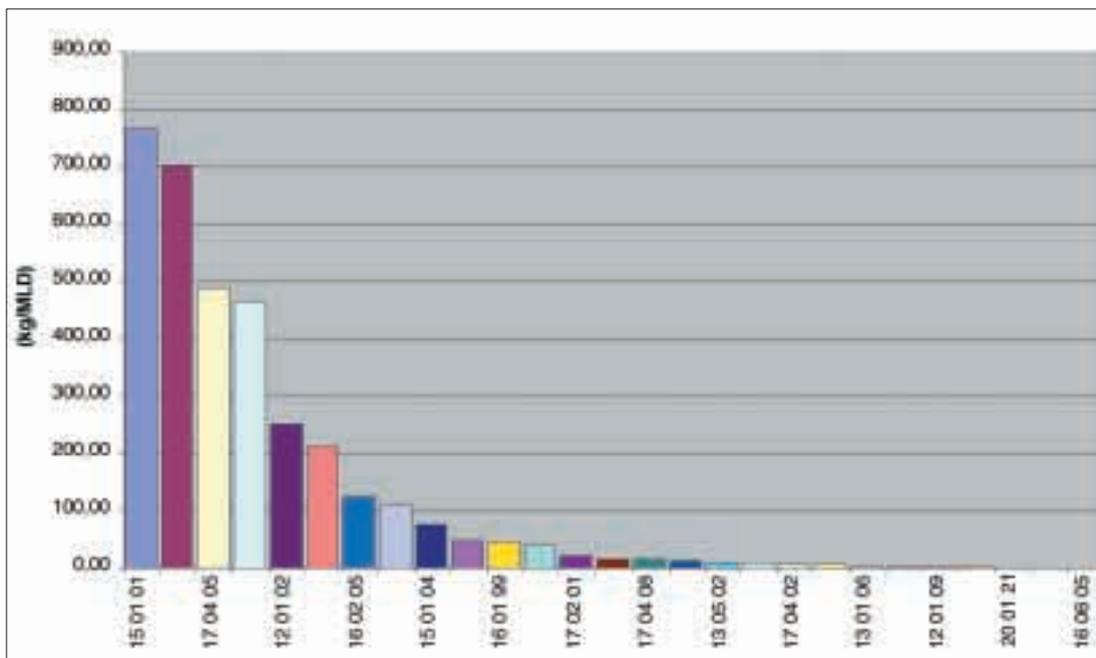


Figura 2.3. 11: Rifiuti prodotti per valore della produzione (kg/MLD).

Il quantitativo più rilevante di rifiuti è rappresentato dalla carta e cartone (150101), seguito dai rifiuti assimilabili agli urbani (200301) e dal ferro e acciaio (170405).

Tra i rifiuti speciali pericolosi sono maggiormente prodotti i fanghi derivanti da operazioni di scrostatura e sverniciatura non contenenti solventi alogenati (080107), i rifiuti di sgrassaggio metalli e manutenzione di apparecchiature (altri solventi e miscele solventi, 140103), i fanghi di separazione olio/acqua (130502).

Per i rifiuti più significativi dal punto di vista della quantità e della pericolosità si è valutato l'andamento del fattore di produzione per vettura negli anni 1995-97-99. I rifiuti scelti sono le melme di verniciatura (080107), l'olio minerale esausto scuro (130202) e la carta e cartone (150101). I dati sono riportati in tabella 2.3.2, mentre l'andamento è rappresentato in figura 2.3.12.

Tabella 2.3.2: Andamento dei fattori di produzione rifiuti (kg/ vettura) negli anni '95-'97-'99

Descrizione rifiuti	CER	Fattori di produzione (kg/vett)		
		1995	1997	1999
Melme di verniciatura	080107	6,5877	2,7181	2,3039
Olio minerale esausto scuro	130202	/	0,0415	0,0409
Carta e cartone	150101	6,7637	6,2162	8,4633

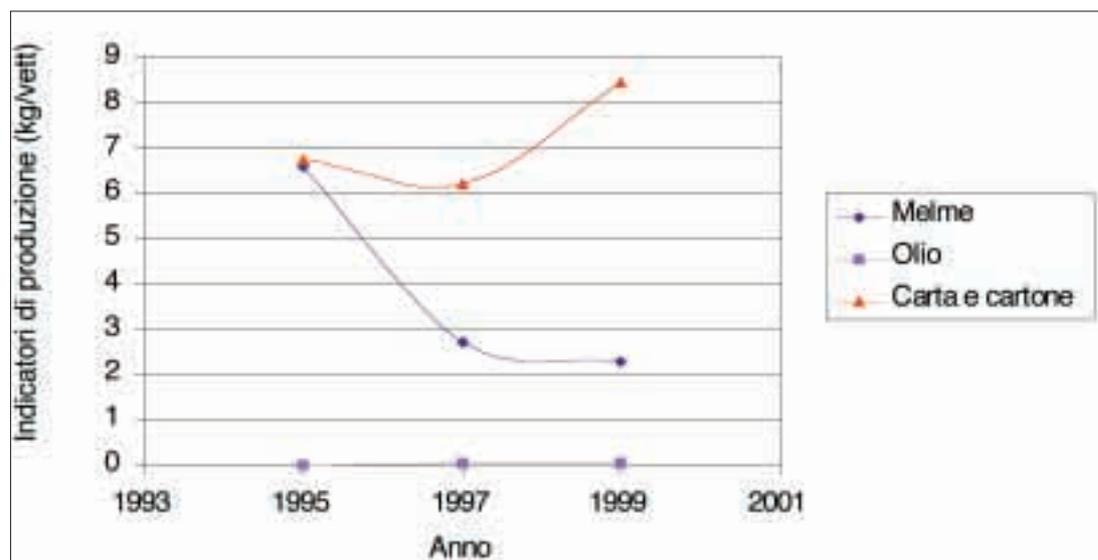


Figura 2.3.12: Andamento del fattore di produzione rifiuti per vettura negli anni '95-'97-'99.

Per correlare le produzioni dei rifiuti considerati si è fatto riferimento al codice tecnico CRL utilizzato da FIAT Auto<sup>11</sup>. In questo modo si è risaliti ai dati di produzione dei rifiuti identificati dall'attuale codice CER, relativi ad anni ('95-'97) precedenti al decreto Ronchi e all'entrata in vigore di tale codifica.

Per quanto concerne le melme di verniciatura, l'andamento mostra una sensibile riduzione dell'indice di produzione rifiuti. Ciò può essere imputato ad una variante tecnologica nel proces-

<sup>11</sup> Il Codice tecnico CRL si riferisce ad un sistema informatico interno e consente di definire ulteriori precisazioni per rifiuti catalogati con lo stesso codice CER. Ad esempio, la carta può essere suddivisa in tabulati, archivi, giornali, etc...

so, avvenuta dopo il '96, cioè il cambiamento del sistema di ricircolo delle acque nelle cabine di verniciatura, che ha comportato una notevole riduzione dell'indice. Inoltre, anche l'implementazione del sistema di gestione ambientale (SGA) ha portato ad una ulteriore riduzione. Per la carta e il cartone il trend presenta una lieve riduzione iniziale e poi un aumento. L'incremento dell'indice è da correlare al notevole aumento della quantità di imballaggi a perdere che entrano in stabilimento, per cui si è registrata una velocità di crescita superiore all'adeguamento del SGA. Dati più recenti, non riportati nel grafico, mostrano un appiattimento della curva, il che dimostra che il SGA sta diventando sempre più efficace. Per l'olio minerale esausto scuro, come appare chiaramente dal grafico, i dati non sono variati nel corso del tempo. In conclusione, le indagini portano a considerare significativo, per il settore carrozzeria, il coefficiente "produzione di rifiuto per autovettura" ed in particolare i rifiuti: melme di verniciatura e la carta e cartone.

#### 2.2.3.2 Elaborazione dati MUD

È stata effettuata una analisi dei MUD 1999 (dati 1998) del Piemonte, relativamente alle classi ISTAT 34 e 343. È stato scelto di allargare l'indagine MUD alle prime due cifre del codice ISTAT per aver un numero sufficientemente ampio di dichiarazioni sulla base delle quali effettuare il confronto.

Dal MUD sono stati estratti i quantitativi di rifiuti prodotti per codice CER e classe di azienda, scegliendo, come classi, le aziende con numero di addetti uguale a 0 tra 1 e 10, tra 11 e 50 e oltre i 50.

Nella tabella 2.3.3 sono riportati i dati dei rifiuti prodotti, suddivisi per codice CER, in funzione del numero degli addetti, nella tabella 2.3.4 è visibile il numero di dichiarazioni per le rispettive classi di addetti, nella tabella 2.3.5 sono elencati i fattori di produzione calcolati in kg/addetto\*anno ed infine nella tabella 2.3.6 è riportato il numero di aziende dichiaranti.

Tabella 2.3.3: MUD 1999 (dati 1998), rifiuti prodotti (kg)

CER	Rifiuti prodotti da aziende con 0 addetti	Rifiuti prodotti da aziende con addetti da 1 a 10	Rifiuti prodotti da aziende con addetti da 11 a 50	Rifiuti prodotti da aziende con oltre 50 addetti	Totale rifiuti prodotti
080107				1.734.272	1.734.272
080199	2.277			4.140	6.417
080402	13.327			27.380	40.707
120102	14.630	259.792	1.706.880	59.835.850	61.817.152
120109	1.460	12.378	197.648	5.441.374	5.652.859
130106	500		6.515	114.342	121.357
130202	199	374	2.123	96.413	99.109
130502				443.600	443.600
140103	565		180	43.643	44.388
150101		2.360	57.334	2.848.610	2.908.304
150103	44.724		7.580	2.155.290	2.207.594
150104	10.876	55	214.010	348.349	573.290
160199		570	1.030	13.930	15.530
160205		3.660	332.530	725.058	1.061.248
160601	7.103	179.402	60	195.214	381.779
170201				787.210	787.210
170402	875		1.031	518.185	520.091
170405	179.878	59.433	266.746	11.145.239	11.651.296
170408	3.580			92.435	96.015
170501				289.300	289.300
200101	79.806	20.450	86.608	678.697	865.561
200102				92.630	92.630
200104	4.294	1.009	109.107	625.747	740.156
200108	11.215			5.920	17.135
200121	260			8.325	8.585

Tabella 2.3.4: MUD 1999 (dati 1998), numero di schede rifiuto

<b>CER</b>	<b>Schede RIF per aziende con 0 addetti</b>	<b>Schede RIF per aziende con addetti tra 1 e 10</b>	<b>Schede RIF per aziende con addetti tra 11 e 50</b>	<b>Schede RIF per aziende con oltre 50 addetti</b>	<b>Totale schede RIF</b>
080107				3	3
080199	1			1	2
080402	1			4	5
120102	1	15	40	31	87
120109	1	8	24	47	80
130106	1		5	9	15
130202	1	5	11	9	26
130502				3	3
140103	1		1	8	10
150101		2	10	26	38
150103	1		3	27	31
150104	2	1	15	43	61
160199		1	1	2	4
160205		2	2	9	13
160601	1	3	1	15	20
170201				4	4
170402	1		3	15	19
170405	2	7	21	67	97
170408	1			13	14
170501				1	1
200101	1	1	10	19	31
200102				5	5
200104	2	1	5	12	20
200108	1			2	3
200121	1			12	13

Tabella 2.3.5: MUD 1999 (dati 1998), fattori di produzione di rifiuto per addetto (kg/addetto\*anno)

CER	Fattore di produzione annuo per addetto (per aziende con addetti tra 1 e 10)	Fattore di produzione annuo per addetto (per aziende con addetti tra 11 e 50)	Fattore di produzione annuo per addetto (per aziende con oltre 50 addetti)	Fattore di produzione annuo per addetto. Totale media ponderata
080107			126	126
080199			41	41
080402			18	18
120102	2.546	2.209	1.740	2.098
120109	189	290	497	403
130106		116	25	57
130202	11	7	19	12
130502			249	249
140103		4	89	80
150101	300	179	157	170
150103		151	130	132
150104	8	575	21	162
160199	190	69	21	75
160205	241	14.959	165	2.453
160601	8.816	1	10	1.400
170201			117	117
170402		11	56	48
170405	1.458	607	607	670
170408			15	15
170501			77	77
200101	2.045	424	147	302
200102			20	20
200104	101	905	203	393
200108			6	6
200121			2	2

Tabella 2.3.6: MUD 1999 (dati 1998), numero di aziende dichiaranti

Aziende con 0 addetti	Aziende con addetti tra 1 e 10	Aziende con addetti tra 11 e 50	Aziende con oltre 50 addetti	Totale aziende
5	29	85	106	225

### Confronto dati indagine con dati MUD

Nella figura 2.3.13 e nella tabella 2.3.7 è riportato il confronto tra i coefficienti produttivi ricavati dai dati MUD 1998 e i coefficienti forniti da Fiat Auto (1999) per il settore carrozzeria. Per alcune tipologie di rifiuto si rilevano notevoli scostamenti la cui interpretazione potrebbe essere la seguente:

\* codici CER con indice FIAT Auto migliorativo: è dovuto essenzialmente all'allargamento della ricerca dei rifiuti alle due cifre ISTAT, all'effetto scala e al discreto grado di ecoefficienza conseguito;

\* codici CER con indice FIAT Auto peggiorativo:

- 150101 e 150103: il valore alto è probabilmente dovuto al fatto che vengono assembla-

ti molti componenti premontati provenienti da fornitori esterni che arrivano quindi in stabilimento accompagnati da materiali da imballaggio tra cui, principalmente, carta, cartone e legno;  
- 140103: è un rifiuto caratteristico del processo di verniciatura che in Italia, su scala industriale, è tipico di grosse aziende di produzione.

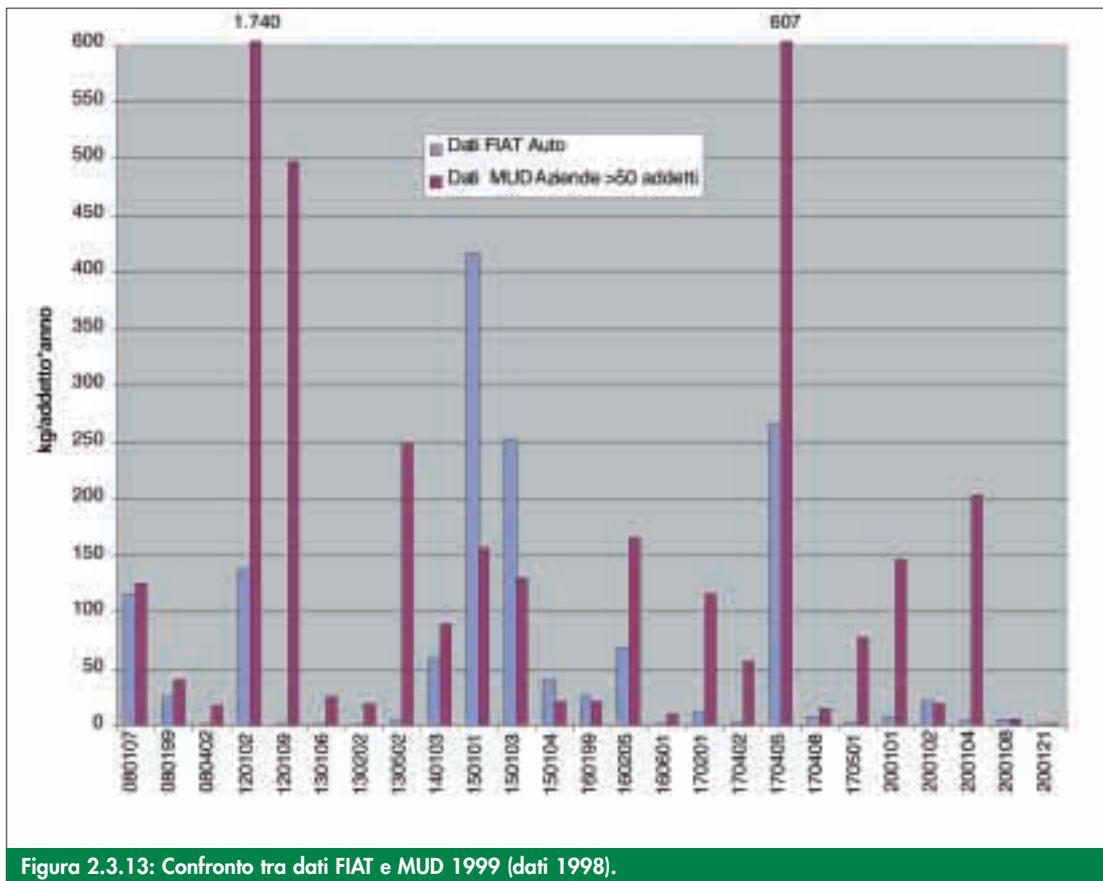


Figura 2.3.13: Confronto tra dati FIAT e MUD 1999 (dati 1998).

Tabella 2.3. 7: Confronto fattori di produzione

CER	Fattore di produzione annuo ( kg /addetto * anno)	
	Dati MUD Aziende > 50 addetti	Dati FIAT Auto
080107	126	115
080199	41	26
080402	18	1
120102	1.740	137
120109	497	1
130106	25	2
130202	19	1
130502	249	5
140103	89	60
150101	157	416
150103	130	251
150104	21	40
160199	21	25
160205	165	68
160601	10	2
170201	117	12
170402	56	3
170405	607	265
170408	15	8
170501	77	3
200101	147	8
200102	20	22
200104	203	4
200108	6	6
200121	2	1

Per i rifiuti "olio minerale esaurito scuro" (130202) e "melme di verniciatura" (080107) i dati ottenuti sono stati confrontati con i dati MUD Italia.

Nelle Figure 2.3.14 e 2.3.15 sono riportati i valori riscontrati e si evidenzia come per il CER 130202 i dati campione siano inferiori a quelli riscontrati per il MUD regione e ancor più bassi in relazione al MUD Italia.

Per i rifiuti con CER 080107 le differenze tra le tre categorie di dati sono più contenute con una leggera prevalenza del coefficiente relativo MUD Italia.

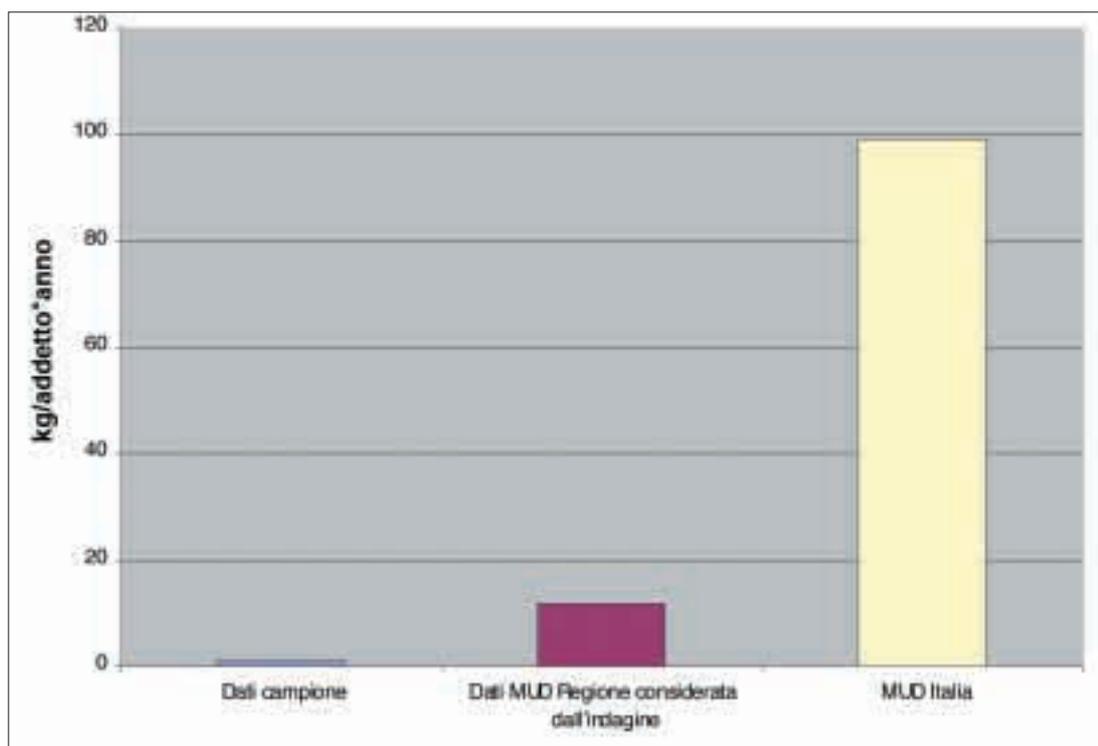


Figura 2.3.14: Confronto dati campione e dati MUD per i codici CER 130202 "olio minerale esaurito scuro".

CER 130202 "olio minerale esaurito scuro" (kg/addetto\*anno)

Classe di addetti	Dati campione	Dati MUD Regione considerata dall'indagine	MUD Italia
Media 1-10		11	67
Media 11-50		7	70
Media oltre 50	0,95	19	107
Totale ponderato <sup>12</sup>	0,95	12	99

<sup>12</sup> Il totale ponderato per i dati MUD è stato calcolato come media pesata dei diversi valori rispetto al numero di schede rifiuto relative ad ogni categoria (vedi Allegato 2).

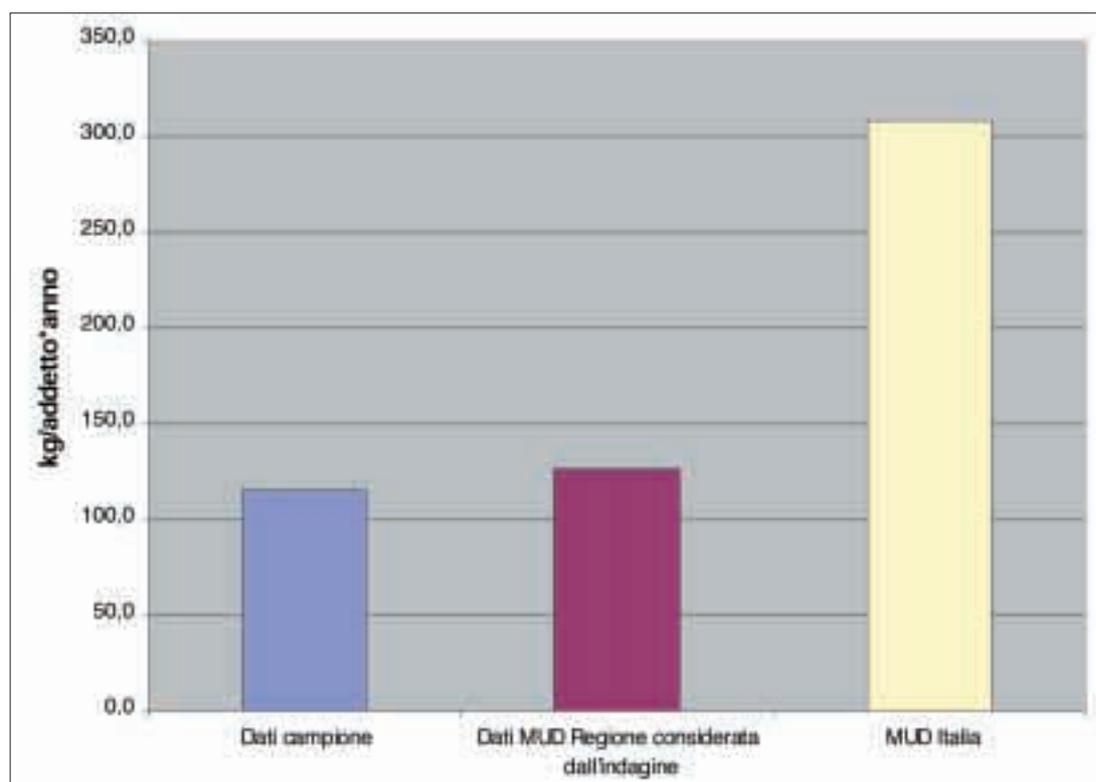


Figura 2.3.15: Confronto dati campione e dati MUD per i codici CER 080107 "melme di verniciatura".

CER 080107 "melme di verniciatura" (kg/addetto\*anno)

Classe di addetti	Dati campione	Dati MUD Regione considerata dall'indagine	MUD Italia
Media 1-10			757,9
Media 11-50			34,1
Media oltre 50	115	126,3	542,6
Totale ponderato <sup>13</sup>	115	126,3	308,2

#### 2.2.4 Il settore cartario

L'Italia si situa al decimo posto come produttore mondiale di carta e cartone (9 milioni di tonnellate) e al settimo come consumatore (10,9 milioni di tonnellate). Circa un terzo del consumo è costituito da cartone ondulato per imballaggio, un altro terzo da carte per uso grafico patinate e naturali (riviste e libri), il rimanente terzo da carta e cartone non ondulato per imballaggi, carta per uso domestico e giornali (dati Comieco per il 2000).

Nel 2000 in Italia hanno operato 164 cartiere con 201 stabilimenti (il dato non comprende le imprese e gli stabilimenti con produzione inferiore a 1.000 t/anno). La maggioranza delle im-

<sup>13</sup> Vedi nota 12.

prese ha una produzione inferiore a 10.000 tonnellate, il 30% una produzione compresa tra 25.000 e 100.000 tonnellate e circa il 10% una produzione superiore a 100.000 tonnellate. Le materie prime consumate ammontano a 3,4 milioni di tonnellate di fibre vergini e 4,6 milioni di tonnellate di carta da macero, di cui circa 500.000 tonnellate importate dall'estero, 1,7 milioni di tonnellate di materie prime non fibrose (additivi, collanti, ecc.). Il tasso di utilizzo della carta da macero è del 50% (dati Comieco per il 2000).

L'industria cartaria rappresenta uno dei maggiori consumatori di energia: secondo dati Assocarta il settore ha consumato nel 1999 circa 7 milioni di kWh, pari al 5,4% dei consumi nazionali delle attività industriali. Un altro impatto ambientale è costituito dal consumo di acqua, in media 46 m<sup>3</sup> per tonnellata di prodotto. Secondo stime Assocarta, la produzione di rifiuti ammonta a 868.500 t/anno, con una produzione specifica di 105,3 kg/t.

### I cicli produttivi

Il processo di fabbricazione della carta si può suddividere fondamentalmente in tre fasi principali:

- preparazione della pasta;
- preparazione dell'impasto;
- formazione ed allestimento della carta.

Non sempre il ciclo di produzione è completo: spesso la cartiera acquista la pasta esternamente (soprattutto in Italia) e procede alle fasi successive.

### Preparazione della pasta

Il processo di preparazione della pasta varia secondo la metodologia scelta per separare la fibra di cellulosa dagli altri costituenti il materiale ligneo-cellulosico, come la lignina e le emicellulose.

I processi più frequentemente adottati si possono dividere in chimici, semichimici, meccanici, termici, anche combinati tra loro.

Tra i *processi chimici* i più comuni sono:

- il processo kraft, o al solfato: è basato sulla cottura alcalina del legno, mediante impiego di soda caustica e solfuro di sodio, che si ottiene dalla trasformazione del solfato di sodio nella fase di rigenerazione del liscivio. In particolare viene riutilizzata parte del liscivio delle precedenti cotture. Con tale processo è possibile recuperare dal 40% al 50% della fibra;
- il processo al bisolfito: è basato sulla cottura acida del legno, mediante discioglimento della lignina con bisolfiti di calcio, magnesio e ammonio; processo cloro-soda, adottato per la produzione di pasta a partire dalle paglie di cereali, in cui il materiale viene irrorato con una soluzione di soda caustica, e successivamente trattato con cloro gassoso.

Tra i *processi semichimici* si possono citare:

- il processo NSSC (Neutral Sulphide Semi Chemical): ad una fase di attacco chimico segue una fase di trattamento meccanico. Questo processo permette una efficienza di recupero della fibra del 75%. Con tale procedimento si ha un preventivo

ammorbidimento delle parti componenti la materia vegetale, in modo da sciogliere in parte la lignina e la emicellulosa.

I *processi meccanici* ottengono la sfibratura del legno mediante sfregamento su superfici abrasive.

I *processi termomeccanici* sfruttano sia l'azione meccanica che quella termica e presentano una efficienza di recupero della fibra del 90-95%. Sono impiegati per la produzione di carta da giornali, tra questi si possono ricordare:

- Il processo CTMP (Chemical Thermo-Mechanical Process) sfrutta sia l'azione meccanica che termica e chimica e consente una efficienza del 90%. È utilizzato per la produzione di pasta per carta da editoria e scrittura.

#### Preparazione dell'impasto

L'impasto viene preparato mescolando in appositi vasconi, denominati "olandesi", la pasta di fibra di cellulosa alla quale, per ottenere specifiche proprietà, viene aggiunta una serie di additivi, quali amido (per conferire maggiore resistenza meccanica e migliorare le caratteristiche superficiali), sostanze collanti (per migliorare il legame tra le fibre), cere (per migliorare la idrorepellenza), biossido di titanio (per migliorare il grado di bianco), e caolino (per aumentarne la stampabilità).

#### Formazione e allestimento della carta

È la fase finale di fabbricazione del foglio di carta sulla macchina continua. Si articola in quattro operazioni. Nella prima, la sospensione fibrosa passa dalla cassa di afflusso alla tela della tavola piana dove perde circa il 20% di acqua, consentendo alle fibre cellulosiche di intrecciarsi fra loro (feltratura). Nella operazione di pressatura viene eliminato dal nastro umido un ulteriore 15-20% di umidità. Successivamente, nel reparto seccheria, dove il nastro di carta viene a contatto con cilindri riscaldati, avviene un'ulteriore sottrazione di acqua fino ad ottenere un valore di umidità residua del 7-8%. Infine la carta passa nella sezione calandratatura, dove subisce la lucidatura.

Dopo tale fase, il nastro di carta, avvolto in grosse bobine, viene commercializzato o ulteriormente sottoposto a lavorazioni di taglio, al fine di ottenere carta in formato.

#### Lavorazione della carta da macero

La carta da macero viene sottoposta alle seguenti fasi di lavorazione:

- spappolamento;
- cernita in sospensione acquosa;
- centrifugazione e vagliatura.

La fase di spappolamento consiste nel porre la carta da macero in un vascone pieno d'acqua, allo scopo di permettere la rottura dei legami esistenti tra le fibre (mediante l'azione meccanica di pale rotanti) che vengono recuperate nelle fasi successive. Il fondo della vasca presenta una griglia attraverso cui passano le fibre che vengono lavorate nelle fasi successive.

Il materiale rimanente viene schiumato ed avviato al trattamento. Le fasi successive consistono nella riduzione delle dimensioni delle fibre e nell'eliminazione dei corpi estranei. Per

quest'ultima operazione vengono utilizzate macchine setacciatrici con larghezza delle maglie fino a 0,25 mm, mentre le particelle pesanti vengono rimosse mediante l'uso di idrocycloni.

Dalla fase di centrifugazione e vagliatura viene separato un rifiuto, denominato scarto di pulper, che ammonta a circa il 5% in secco della carta da macero impiegata. Tale scarto (circa 300.000 t annue) è composto per circa il 50% da plastiche miste, per il 30% da fibra di cellulosa, per il 15% da legno e tessuti, per il restante 5% da inerti e metalli. Lo scarto di pulper presenta mediamente un contenuto di umidità del 40-50%.

Le sostanze presenti nella carta, quali inchiostro, collanti, accoppiati vari, vengono disciolte o separate, eventualmente con l'ausilio di additivi chimici o mediante vapore.

Una volta prodotta la pasta, a partire dalla carta da macero, il ciclo di fabbricazione prosegue in modo analogo a quello che impiega le materie prime naturali.

Sotto l'aspetto tecnologico, le percentuali di carta da macero impiegabili nella fabbricazione di nuova carta sono molto variabili, in funzione delle caratteristiche richieste a quest'ultima. Ad esempio, per la carta da giornali se ne può impiegare fino al 30%, per un impiego più duraturo (libri) la percentuale massima è circa il 20%, mentre per quella da imballaggio (cartoni) la percentuale può essere anche superiore al 90%.

Alla pasta vengono aggiunti additivi, quali sostanze aggreganti collose, coloranti, ecc., allo scopo di conferire particolari proprietà o migliorarne le caratteristiche (colore, maggior resistenza, ecc.).

Nel caso sia richiesto l'ottenimento di carta chiara per uso scrittura, può essere effettuato anche un trattamento di sbiancamento.

Nel caso di carta da macero stampata si rende necessario un pretrattamento di disinchiostrazione che può essere effettuato in due stadi per ottenere carta di migliore qualità.

La prima fase avviene in una vasca di flottazione, dove si determina una prima efficace disinchiostrazione ed una elevata produzione di fibre. Il processo richiede la produzione di una schiuma mediante iniezione di aria in presenza di additivi chimici e soda caustica, per il controllo del pH, con aggiunta di silicato di sodio e perossido di idrogeno, al fine di migliorarne la lucentezza ed il grado di bianco. L'efficienza del processo è incrementata mediante il ricircolo del liquido dall'alto al basso della vasca.

La schiuma è rimossa dall'alto ed inviata ad una centrifuga, dove il fango a base di inchiostro è concentrato al 50% di secco per lo smaltimento in discarica controllata, mentre l'effluente liquido viene inviato all'impianto di depurazione.

La sospensione di fibre, disinchiostata, è ulteriormente diluita per sottoporla alla fase di "setacciatura", al fine di rimuovere corpi estranei solidi di piccole dimensioni. Il materiale viene quindi inviato in un cilindro ispessitore, prima dello stadio di dispersione. Il materiale ispessito viene progressivamente disidratato (fino al 40% di secco) per prepararlo alla fase di impasto, dove vengono rotti i legami tra l'inchiostro e le fibre della carta stampata. Lo stadio intermedio di dispersione contribuisce sostanzialmente alla riduzione delle particelle solide estranee nella carta finita e permette il trattamento di una larga varietà di rifiuti di carta. Lo stadio di trattamento che avviene nella seconda vasca è sostanzialmente simile a quello della prima, ma senza ulteriore aggiunta di additivi chimici. Successivamente alla fase di disinchiostrazione, il materiale viene inviato ad un secondo cilindro ispessitore, da cui, alla concentrazione di circa il 6% di secco, viene inviato alla fase di miscelazione con gli altri materiali costituenti l'impasto (per la preparazione della pasta).

La disinchiostrazione di carta stampata derivante da scarti d'ufficio, in particolare da stampanti laser e xerografica, è molto difficile da ottenere con i tradizionali processi a base di soda caustica, di silicato e perossido di sodio. Ciò a causa della natura polimerica del materiale utilizzato per il toner di stampa, che viene depositato elettrostaticamente e fuso sulla superficie del foglio. Sono attualmente allo studio diversi metodi di deinchiostrazione che si ba-

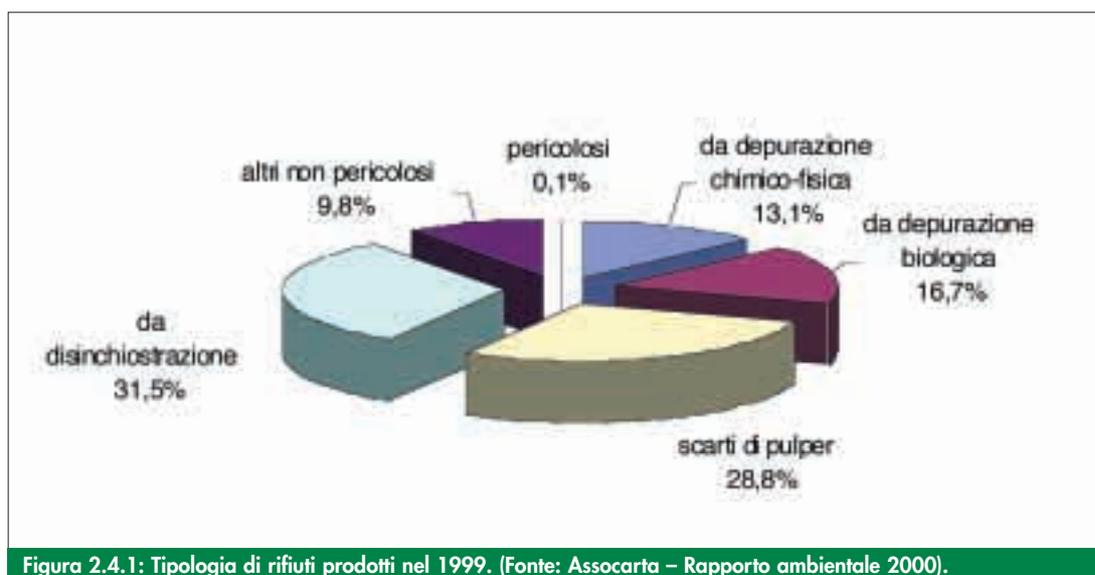
sano su trattamenti enzimatici mediante impiego di cellulasi, xilanasi o pectinasi, o, in alternativa, con lipasi per idrolizzare il polimero.

#### I rifiuti prodotti nel ciclo cartario

I rifiuti della produzione della carta si presentano principalmente sotto forma di fanghi. In particolare essi derivano dalla fase di depurazione delle acque, sia chimico-fisica che biologica. Viceversa, gli scarti di lavorazione e gli sfridi sono di norma riavviati direttamente in testa all'impianto e rimessi in produzione. Nella figura 2.4.1 viene visualizzata la tipologia di rifiuti prodotti.

L'andamento della produzione di rifiuti è riportato in figura 2.4.2 dalla quale si rileva un incremento lineare dei rifiuti dovuto all'aumento nelle capacità di trattamento degli impianti e all'utilizzo della carata da macero, che comporta un aumento dei fanghi da deinchiostrazione e dello scarto del macero, che non può più essere riutilizzato, avendo perso le sue proprietà.

Assocarta stima che la produzione complessiva per il settore cartario (1998) sia stata di 868.500 t/anno, con un fattore di produzione per tonnellata di prodotto pari a 105,3 kg/t.



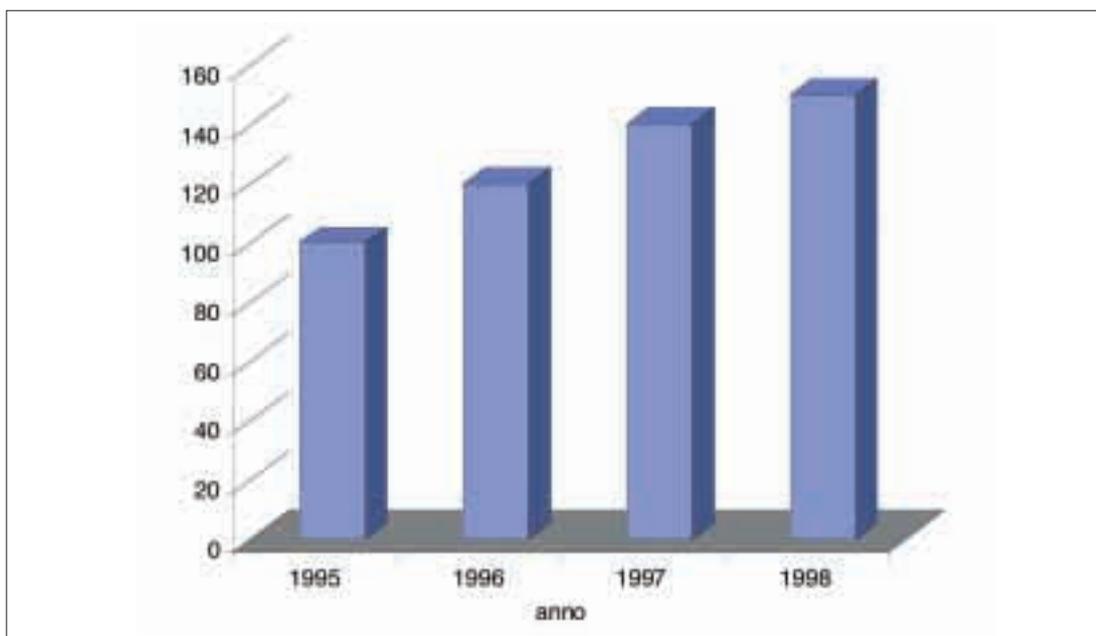


Figura 2.4.2: Produzione di rifiuti per unità di prodotto (1995 = 100). (Fonte: Assocarta – Rapporto ambientale 2000).

I residui della produzione della carta hanno caratteristiche tali da renderli nella maggior parte dei casi idonei per il riutilizzo in altre attività produttive, quali la copertura di discariche e per la produzione di cemento e laterizi. Inoltre la loro matrice organica e il basso contenuto di metalli e altri composti pericolosi li rende particolarmente adatti per il compostaggio e il recupero energetico.

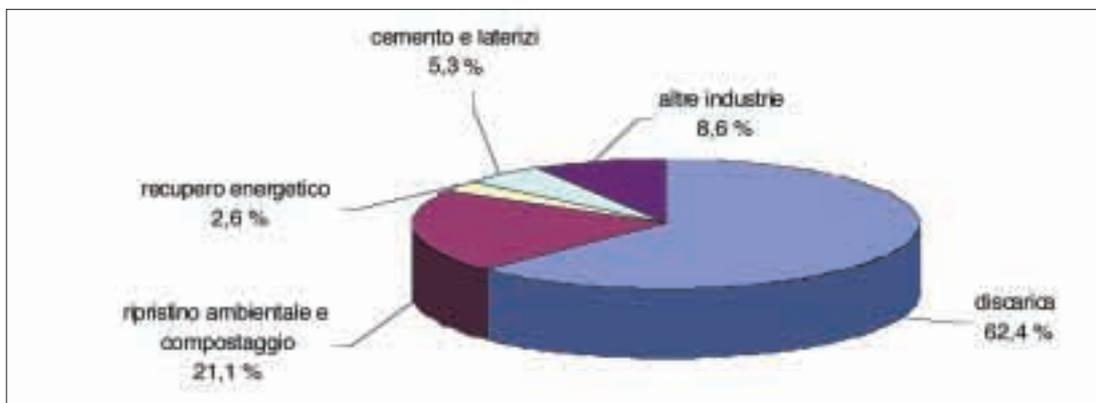


Figura 2.4.3: Destinazione dei residui di cartiera nel 1999. (Fonte: Assocarta – Rapporto Ambientale 2000).

Assocarta nel 1998 ha condotto un'indagine su un campione di oltre il 50% delle aziende associate e pari al 45% della produzione nazionale. La metodologia d'indagine si è basata sull'acquisizione dei dati mediante un questionario messo a punto dopo aver svolto un'attività conoscitiva dei processi e degli ingressi e uscite dagli stessi, in modo da individuare gli indicatori ambientali più significativi.

Tabella 2.4.1: Rappresentatività del campione (dati 1998)

Principali indicatori economici	Industria cartaria italiana	Aziende del campione	Rappresentatività del campione
Numero stabilimenti	207	50	24%
Produzione complessiva (t/a)	8.245.400	3.780.000	45%
Distribuzione geografica:			
- Nord	53	31	58%
- Centro	31	14	45%
- Sud	10	6	60%

Secondo tale indagine i rifiuti solidi sono composti principalmente da scarti di pulper e fanghi di disinchiostrazione (che rappresentano insieme il 60% della produzione di rifiuti totale) e fanghi provenienti dal trattamento delle acque reflue (30% dei rifiuti totali), altri tipi di rifiuti sono rappresentati da scarti di ferro, legno e plastica provenienti dagli imballaggi, oli esausti e rifiuti assimilabili agli urbani.

Tabella 2.4.2: Processo produttivo e rifiuti prodotti

Fase di lavorazione	Tipologia di rifiuto	Codice CER
Preparazione dei chips di legno da cui estrarre la fibra di cellulosa	Cortecce e altri scarti di legno	030301 corteccia
Cottura per la separazione della cellulosa	Black liquor	030399 rifiuti non specificati altrimenti
Preparazione impasti	Plastica, carta, imballaggi, rottami ferrosi	150101 carta e cartone 150105 imballaggi compositi 150106 imballaggi in più materiali 200101 carta e cartone 170405 ferro e acciaio <sup>14</sup>
Produzione carta	Scarti non riutilizzabili	150105 imballaggi compositi 150106 imballaggi in più materiali 030307 scarti del riciclaggio della carta e del cartone 130601 altri rifiuti oleosi non specificati altrimenti
Cucina patine	Imballaggi, fusti e cisternette	150105 imballaggi compositi 150106 imballaggi in più materiali 030307 scarti del riciclaggio della carta e del cartone 130601 altri rifiuti oleosi non specificati altrimenti
Post trattamenti (patinatura, calandratura, pergamatura, ecc.)	Scarti non riutilizzabili, imballaggi, fusti e cisternette	150105 imballaggi compositi 150106 imballaggi in più materiali 030307 scarti del riciclaggio della carta e del cartone 130601 altri rifiuti oleosi non specificati altrimenti

segue

<sup>14</sup> Il codice 170405 "ferro e acciaio" riguarda in specifico i rifiuti di costruzione e demolizione. Tale codice in questo caso è utilizzato impropriamente per indicare rifiuti da opere di manutenzione ordinaria dello stabilimento o modifiche impiantistiche. La classificazione non è corretta, ma essendo stato utilizzato questo codice sia nell'indagine presso le aziende sia nelle dichiarazioni MUD è stato ugualmente preso in considerazione.

segue

<b>Fase di lavorazione</b>	<b>Tipologia di rifiuto</b>	<b>Codice CER</b>
Allestimento (taglio, stampa e confezionamento)	Scarti non riutilizzabili, plastica, rottami, legno e rifiuti assimilabili agli urbani	150101 carta e cartone 150102 imballaggi in plastica 150103 imballaggi in legno 150106 imballaggi in più materiali 160302 prodotti fuori specifica organici 200304 fanghi di serbatoi settici 080308 soluzioni acquose contenenti inchiostro
Depurazione acque	Fanghi	030302 fecce e fanghi 030303 fanghi derivanti da trattamenti di sbianca con ipoclorito e cloro 030304 fanghi derivanti da altri trattamenti di sbianca 030305 fanghi derivanti da processi di deinchiostrazione nel riciclaggio della carta 030306 fibra e fanghi di carta

#### 2.2.4.1 Indagine su specifiche realtà aziendali

##### Il campione considerato

Il campione considerato per il calcolo dei fattori di produzione dei rifiuti si riferisce a tre realtà italiane che producono carta tissue (carta per usi igienici e domestici), la cui classificazione ISTAT è 2122. Due di queste aziende utilizzano come materia prima la pasta di fibre vergini e una utilizza la carta da macero.

La potenzialità produttiva è la seguente:

impianto 1 = 24.002 t

impianto 2 = 71.676 t

impianto 3 = 26.128 t

##### I cicli produttivi

Lo schema di flusso del processo per l' impianto 2 è schematizzato in figura 2.4.4

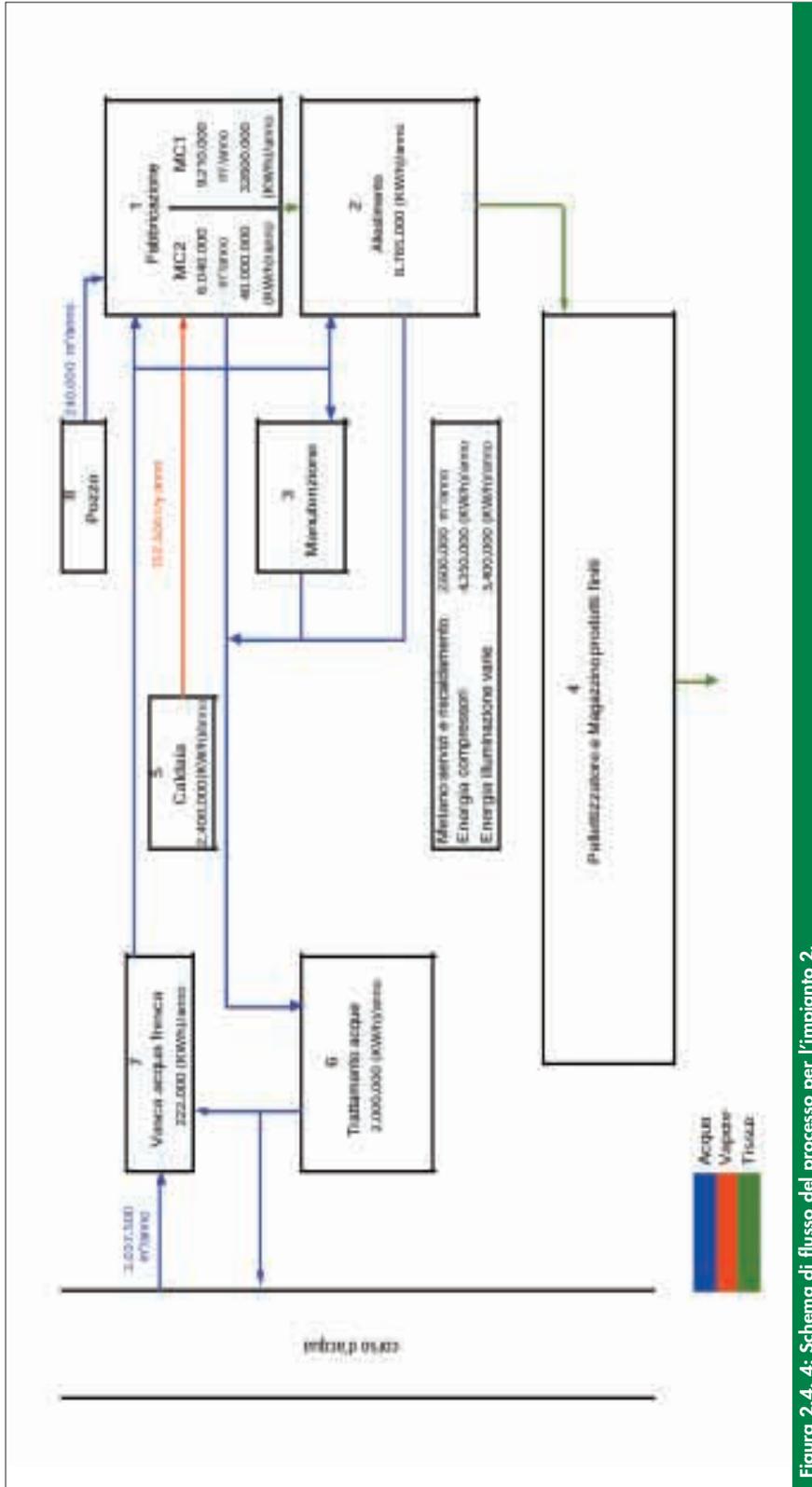


Figura 2.4.4: Schema di flusso del processo per l'impianto 2.

**Note allo schema**

- (1) Fabbricazione - con fabbricazione si intende tutta la preparazione delle bobine di carta. Le macchine che lavorano in continuo sono due: MC1 e MC2. Il processo inizia dallo spopolamento delle fibre di cellulosa vergine, che arriva in fogli compressi. Tale spopolamento avviene gradatamente (5% di fibre in acqua, quindi 3% e poi 3 per mille alla partenza della macchina continua). A questo punto parte il processo di asciugatura: inizialmente questo processo è di tipo meccanico, in quanto il foglio viene pressato con dei teli; quando si raggiunge la massima asciugatura, la carta subisce un trattamento termico passando su un cilindro in pressione di vapore, che scaldava la carta per contatto. Contemporaneamente viene immessa aria calda da cappe che aspirano l'aria quando questa è satura di umidità. Il consumo del metano è dovuto principalmente a bruciatori delle cappe per la produzione di aria calda, mentre il vapore viene prodotto da una caldaia (5). Il consumo di energia elettrica è dovuto al funzionamento della macchina continua.
- (2) - la fase di allungamento consiste nel passaggio della carta in un'arrotolatrice su anime di cartone, fino ad arrivare alla lunghezza di 50 km (circa 5 t di prodotto), e nel successivo taglio e impacchettatura del prodotto: carta igienica, fazzoletti e fowels, che eventualmente possono essere decorati a stampa.
- (7) - Il consumo annuo complessivo di acqua è di circa 3 milioni di m<sup>3</sup>, riciccolati in misura del 20-30%.

Nella tabella 2.4.3 sono riportati i rifiuti prodotti e si rileva che sono costituiti prevalentemente da fanghi e scarti provenienti dalle attività di recupero della carta da macero e delle attività di depurazione acque. Inoltre, nell'impianto per carta da macero è notevole la produzione di scarti del riciclaggio della carta e del cartone.

**Tabella 2.4.3: Quantità e origine dei rifiuti prodotti dall' impianto 2**

Tipologia rifiuto	CER	Tonnellate	Luogo Produzione
Fanghi	030306	2.842	6
Speciali assimilabili agli urbani	150106	379	2 (1, 3, 4)
Plastica	150102	31	2 (1, 3, 4)
Cartone	150101	983	2 (1, 3, 4)
Ferro	170405	265	1
Legno	150103	230	2, 4
Apparecchiature usate	160205	2	
Metallo	150104	215	3 (1, 2)
Olio esausto	130601	1	1, 3
Batterie esauste	160601	1	3
Lozione	160302	6	2
Spurgo fanghi settici	200304	10	2
Soluzioni acquose	080308	2,5	2

#### Fattori di produzione dei rifiuti

Nella tabella 2.4.4 sono indicati i coefficienti produttivi calcolati rispetto alle tonnellate di carta tissue prodotta in ogni impianto.

I coefficienti produttivi dei fanghi provenienti dall'impianto 1, che tratta carta da macero, sono circa 20 volte superiori a quelli delle aziende in cui la materia prima è costituita da fibra vergine. Per quanto riguarda gli altri rifiuti prodotti, seguono in ordine di grandezza cartone, ferro e plastica.

Il cartone, come la plastica, proviene dallo scarto degli imballaggi utilizzati nelle fasi di allestimento. Il ferro proviene dalla fase di disimballo iniziale dei fogli di cellulosa, mentre il metallo deriva da opere di manutenzione ordinaria degli stabilimenti o modifiche impiantistiche. Complessivamente, i coefficienti produttivi di rifiuti concordano come ordine di grandezza con la stima data da Assocarta (105 kg di rifiuto/t di prodotto), tranne nel caso del processo di produzione a partire da carta da macero, dove la produzione di fanghi fa crescere il fattore di produzione di rifiuti di circa 8 volte quello stimato (894 kg/t).

Si deve ricordare, comunque, che nelle due aziende, che lavorano la fibra vergine, il processo produttivo non comincia dalla produzione della pasta di cellulosa, ma dal passo successivo di preparazione dell'impasto, pertanto sono esclusi i rifiuti provenienti dalla preparazione della pasta.

Tabella 2.4.4: Fattori di produzione di rifiuto per tonnellata di prodotto e per addetto

	Impianto N° 1			Impianto N° 2			Impianto N° 3		
	CER	kg/t	t/addetto	CER	kg/t	t/addetto	CER	kg/t	t/addetto
Fanghi	030305	856,679 §	139,878						
	030306	5,041 §	0,823	030306	39,651 #	8,937	030306	60,012 #	7,226
Speciali ass. Urb.	150106	3,291 §	0,537	150106	5,288 #	1,192			
Speciali da deink	030307	16,082 §	2,626				030399	8,190 §	0,986
Plastica	150102	0,958 #	0,156	150102	0,433 #	0,097	150102	4,133 #	0,498
							200104	0,096 #	0,012
Cisterne plastica	150106	0,250 #	0,041						
Cartone	150101	5,416 #	0,884	150101	13,714 #	3,091	150101	18,792 #	2,263
							200101	0,038 #	0,005
Ferro	170405	5,958 #	0,973	170405	3,697 #	0,833	200106	3,904 #	0,470
Legno				150103	3,209 #	0,723	150103	0,306 #	0,037
Appar. Usate	160205	0,083 #	0,014	162205	0,028	0,006			
Metallo	150104	0,083 #	0,014	150104	3,000 #	0,676	150104	0,038 #	0,005
Olio esausto	130202	0,083 #	0,014	130601	0,014 #	0,003	130203	0,115 #	0,014
							130107	0,038 #	0,005
Batterie esauste	160601	0,008 #	0,001	160601	0,014	0,003			
Cavi	170408	0,042 #	0,007				170602	0,038 §	0,005
Lozione				160302	0,084	0,019			
Spurgo fanghi settici				200304	0,140	0,031	200304	2,794 #	0,336
Soluzioni acquose				080308	0,035	0,008	080103	5,167 #	0,622
<b>TOTALE</b>		<b>894,0</b>	<b>146,0</b>		<b>69,305</b>	<b>15,621</b>		<b>103,663</b>	<b>12,482</b>

Nota:

Destinazione rifiuto § = Discarica; # = Riciclato, Riutilizzato o Trattato in impianto esterno

Lo stabilimento 1 ha un impianto di disinchiostrazione che genera fanghi in misura superiore agli altri e dove per 1 kg di pasta disinchiostata si produce 1,78 kg di fango; per tale motivo non è stato utilizzato per la valutazione del coefficiente di produzione specifica.

In conclusione, per il settore cartario, i parametri più rappresentativi sembrerebbero "rifiuto per addetto" e "rifiuto per unità di prodotto".

#### 2.2.4.2 Elaborazione dati MUD

È stata effettuata una analisi dei MUD 1999, dati 1998 del Piemonte, relativamente alle classi ISTAT 21, 212 e 2122.

Dal MUD sono stati estratti i quantitativi di rifiuti prodotti per codice CER e classe di azienda, scegliendo, come classi, le aziende con numero di addetti uguale a 0, tra 1 e 10, tra 11 e 50 e oltre i 50.

Nella tabella 2.4.5 sono riportati i dati dei rifiuti prodotti, suddivisi per codice CER, in funzione del numero degli addetti, nella tabella 2.4.6 è visibile il numero di dichiarazioni per le rispettive classi di addetti, nella tabella 2.4.7 sono elencati i fattori di produzione calcolati in kg/addetto\*anno, mentre nella tabella 2.4.8 è riportato il numero di aziende dichiaranti.

Tabella 2.4.5: MUD 1999 (dati 1998), rifiuti prodotti (kg)

CER	Rifiuti prodotti da aziende con 0 addetti	Rifiuti prodotti da aziende con addetti da 11 a 50	Rifiuti prodotti da aziende con addetti da 11 a 50	Rifiuti prodotti da aziende con oltre 50 addetti	Totale rifiuti prodotti
030305				19.914.150	19.914.150
030306				2.940.960	2.940.960
030399				905.510	905.510
080308				12.440	12.440
130202			2.435	4.150	6.585
150101		5.450	629.468	841.182	1.476.100
150103				201.280	201.280
150104				366.950	366.950
150106	18.420		105.436	1.971.677	2.095.533
160205				6.700	6.700
170405			5.300	450.295	455.595
170408				1.180	1.180
200101		53.650	390.190	113.940	557.780
200104			810		810
200106				7.970	7.970
200304				22.000	22.000

Tabella 2.4.6: MUD 1999 (dati 1998), numero di schede rifiuto

CER	Schede RIF per aziende con 0 addetti	Schede RIF per aziende con addetti da 11 a 50	Schede RIF per aziende con addetti da 11 a 50	Schede RIF per aziende con oltre 50 addetti	Totale schede RIF
030305				1	1
030306				2	2
030399				3	3
080308				1	1
130202			1	3	4
150101		1	2	3	6
150103				2	2
150104				3	3
150106	1		3	4	8
160205				1	1
170405			1	3	4
170408				1	1
200101		2	2	2	6
200104			1		1
200106				1	1
200304				1	1

Tabella 2.4.7: MUD 1999 (dati 1998), fattori di produzione di rifiuto per addetto (kg/addetto\*anno)

CER	Fattore di produzione annuo per addetto (per aziende con addetti tra 1 e 10)	Fattore di produzione annuo per addetto (per aziende con addetti tra 11 e 50)	Fattore di produzione annuo per addetto (per aziende con oltre 50 addetti)	Fattore di produzione annuo per addetto. Totale media ponderata
030305			113.149	113.149
030306			4.987	4.987
030399			1.715	1.715
080308			40	40
130202		53	10	21
150101	1.363	10.357	1.134	4.246
150103			1.951	1.951
150104			430	430
150106		1.607	3.277	2.561
160205			22	22
170405		230	758	626
170408			7	7
200101	5.360	12.594	442	6.132
200104		32		32
200106			7.970	7.970
200304			125	125

Tabella 2.4.8: MUD 1999 (dati 1998), numero di aziende dichiaranti

Aziende con 0 addetti	Aziende con addetti tra 1 e 10	Aziende con addetti tra 11 e 50	Aziende con oltre 50 addetti	Totale aziende
1	3	7	4	15

### Confronto dati indagine con dati MUD

Il grafico, in figura 2.4.2, relativo al confronto tra i dati delle aziende campione e le dichiarazioni MUD (per aziende con addetti superiori ai 50) fa emergere come la produzione specifica di fanghi da deinchiostrazione (CER 030305) presenti per l'indagine valori più elevati (139 t/addetto da campione, 113 da MUD), al contrario dei rifiuti non specificati altrimenti derivanti dal processo di produzione della carta (030399) che presentano valori più elevati nei dati MUD. Anche la produzione di imballaggi in più materiali (codice CER 150106) risulta superiore nei dati MUD rispetto al campione.

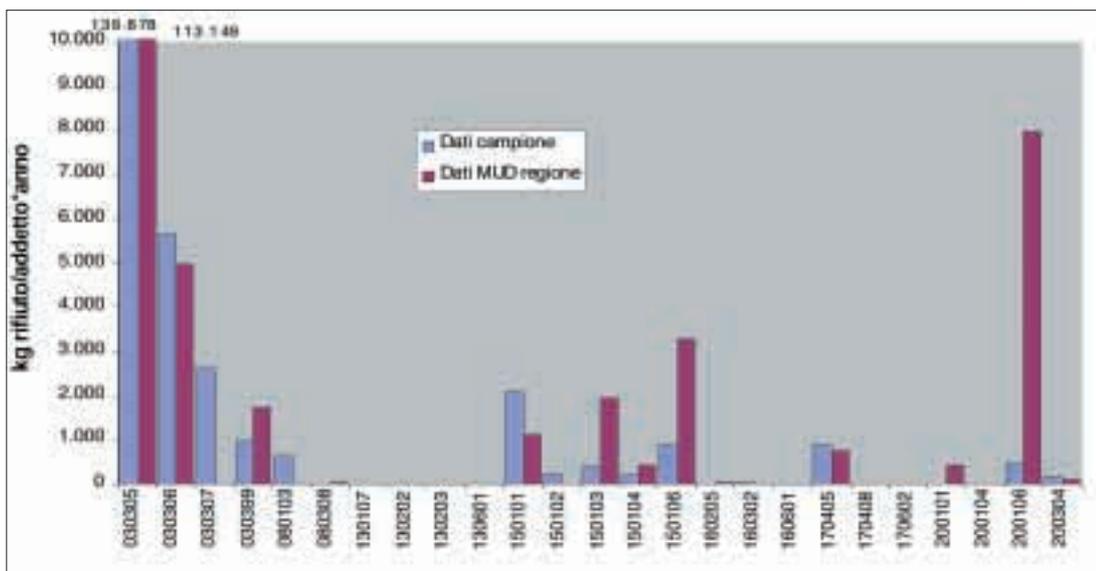


Figura 2.4.4: Confronto tra dati campione e dati MUD.

Tabella 2.4.9: Confronto fattori di produzione

CER	Fattore di produzione per aziende con addetti oltre 50 (kg/addetto*anno)	
	Dati campione	Dati MUD Regione considerata dall'indagine
030305	139.878	113.149
030306	5.662	4.987
030307	2.626	
030399	986	1.715
080103	622	
080308	8	40
130107	5	
130202	14	10
130203	14	
130601	3	
150101	2.079	1.134
150102	250	
150103	380	1.951
150104	232	430
150106	885	3.277
160205	10	22
160302	19	
160601	2	
170405	903	758
170408	7	7
170602	5	
200101	5	442
200104	12	
200106	470	7.970

Per i rifiuti "fanghi derivanti da deinchiostrazione" (CER 030305), "fibra e fanghi di carta" (CER 030306) e "rifiuti non specificati altrimenti" (CER 030399) sono stati analizzati anche i dati MUD a livello nazionale che evidenziano per il CER 030305 valori inferiori a quelli riscontrati per i dati campioni e MUD regione mentre per i CER 030306 e 030399 presentano valori più elevati.

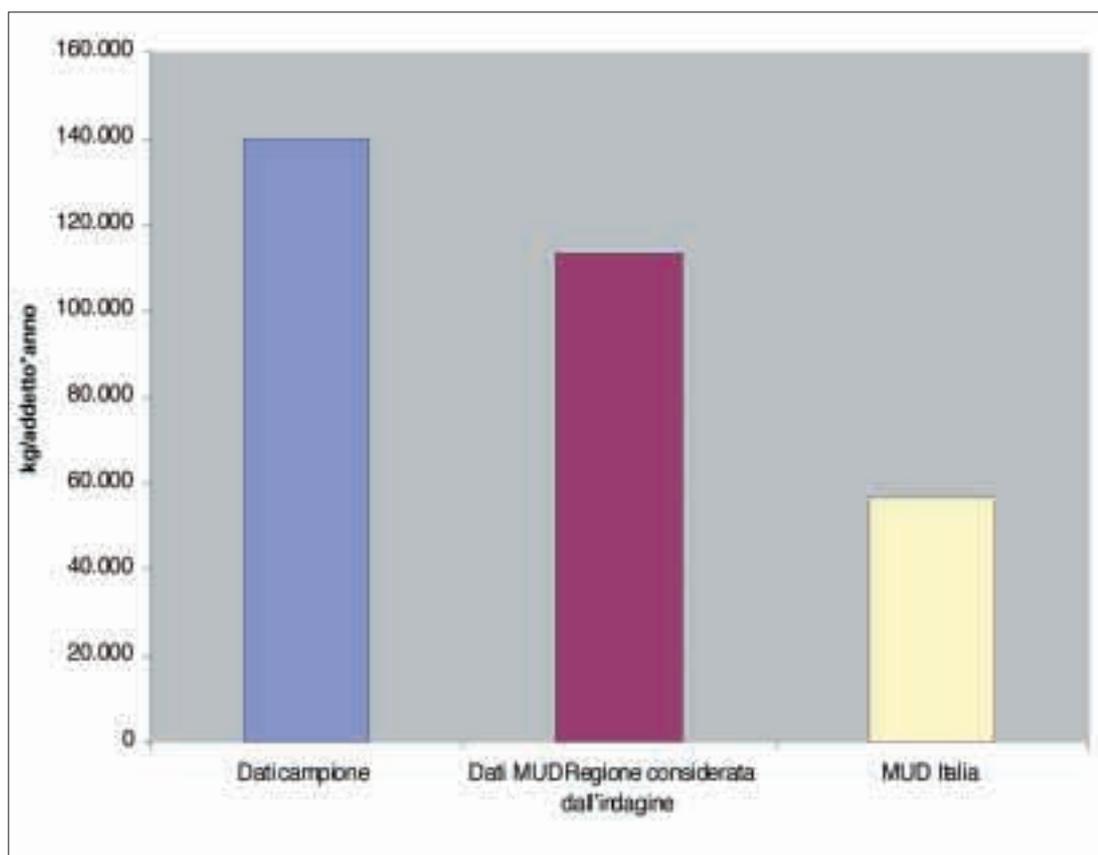


Figura 2.4.5: Confronto dati campione e dati MUD per i codici CER 030305 "Fanghi di deinchiostrazione".

CER 030305 "Fibre e fanghi di deinchiostrazione" (kg/addetto\*annuo)

Classe di addetti	Dati campione	Dati MUD Regione considerata dall'indagine	MUD Italia
Media 1-10			273
Media 11-50			
Media oltre 50	139.878	113.149	113.149
Totale ponderato*	139.878	113.149	56.711

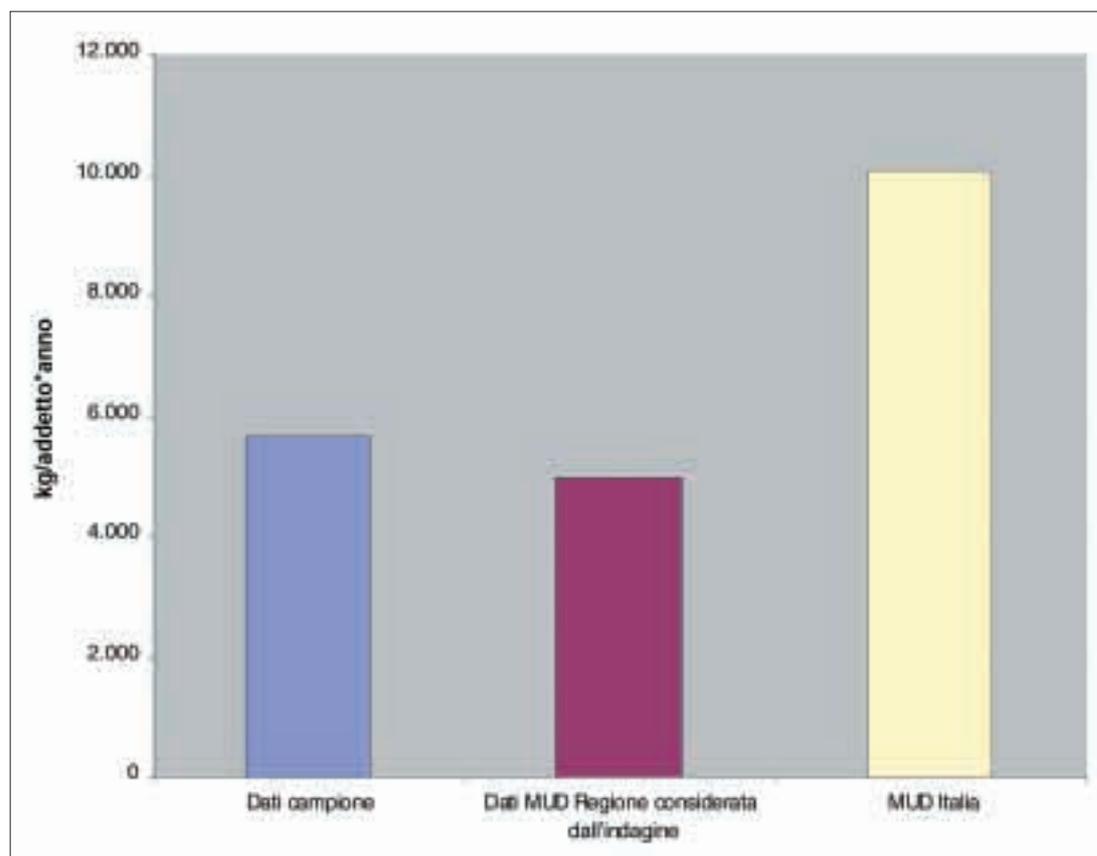


Figura 2.4.6: Confronto dati campione e dati MUD per i codici CER 030306 "fibra e fanghi di carta".

CER 030306 "fibre e fanghi di carta" (kg/addetto\*anno)

Classe di addetti	Dati campione	Dati MUD Regione considerata dall'indagine	MUD Italia
Media 1-10			60.537
Media 11-50			
Media oltre 50	5.662	4.987	13.152
Totale ponderato*	5.662	4.987	10.064

\*vedi nota pagina 84

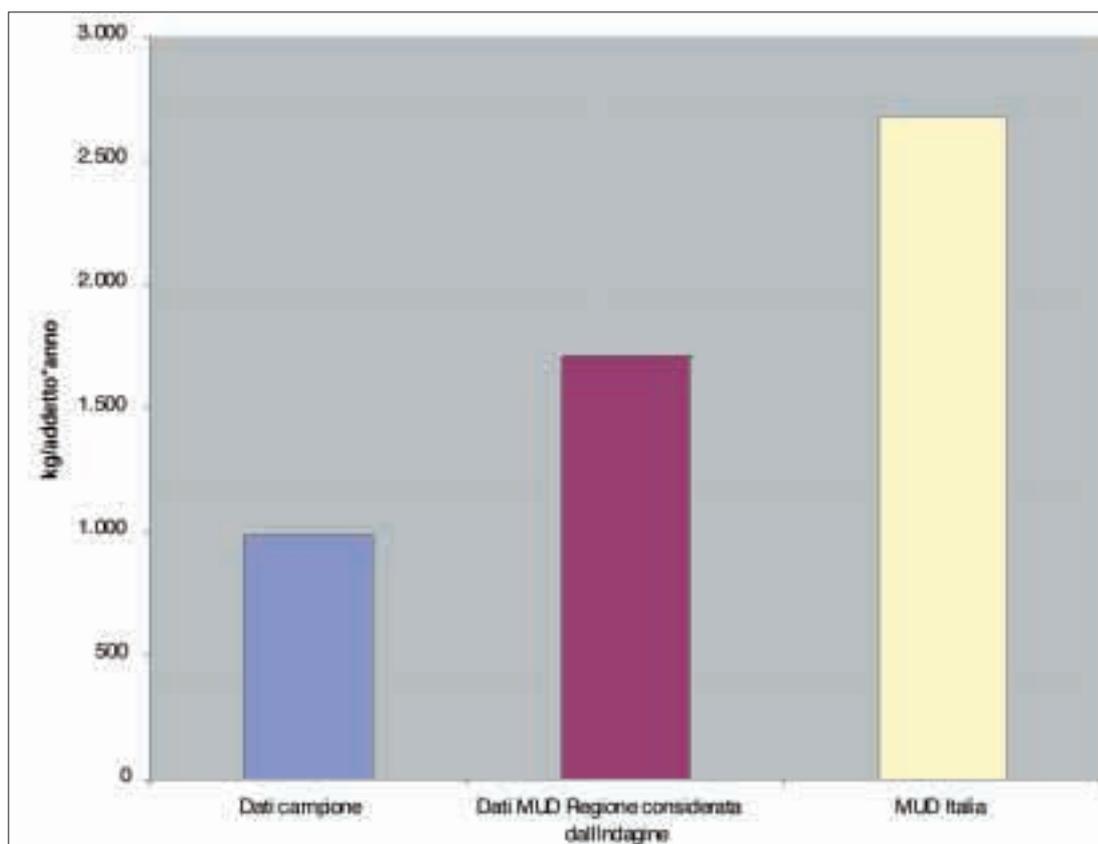


Figura 2.4.7: Confronto dati campione e dati MUD per i codici CER 030399 "rifiuti non specificati altrimenti".

CER 030399 "rifiuti non specificati altrimenti" (kg/addetto\*anno)

Classe di addetti	Dati campione	Dati MUD Regione considerata dall'indagine	MUD Italia
Media 1-10			5.993
Media 11-50			735
Media oltre 50	986	1.715	2.280
Totale ponderato*	986	1.715	2.675

### 2.2.5 Il settore tessile

Il settore tessile-abbigliamento è costituito da un insieme assai variegato di attività: a monte si trova la produzione di materie prime (allevamenti ovini per la lana, coltivazioni di cotone, lino e canapa, e l'industria chimica per la produzione delle fibre sintetiche e artificiali), a livello intermedio si collocano le industrie tessili propriamente dette che a partire dalle precedenti materie prime fabbricano i filati, i cardati e i tessuti; a valle si trovano infine le attività di confezionamento di articoli di vestiario e di arredamento.

Secondo il censimento intermedio ISTAT 1999 (dati riferiti al 1996) le attività produttive del settore tessile e dell'abbigliamento italiano impegnano oltre 34.000 imprese, con circa 347.000 addetti e con una produzione di 3.365 migliaia di tonnellate (ANPA 1999). Aggiungendo anche le attività creative e organizzative, il settore coinvolge circa 70.000 imprese con 700.000 addetti; il fatturato del comparto, al netto delle vendite intra-settoriali, ammonta ad oltre 84.000 miliardi di lire, di cui circa la metà deriva dall'esportazione (Retambiente 1998).

Tabella 2.5.1: Descrizione del settore tessile (ANPA, 1999)

Codice ISTAT dell'attività	Attività	Imprese n°	Addetti n°
171	Preparazione e filatura di fibre tessili	4.466	59.914
172	Tessitura di materiali tessili	5.161	74.631
173	Finissaggio dei tessili	1.716	42.622
174	Confezionamento di articoli in tessuto, esclusi gli articoli di vestiario	5.508	27.176
175	Altre industrie tessili	3.951	36.218
176	Fabbricazione di maglieria	3.851	20.895
177	Fabbricazione di articoli in maglierie	9.445	85.826

Le aziende risultano per la maggior parte localizzate in distretti industriali geograficamente ben delimitati, come il distretto laniero di Biella, il distretto serico e della seta di Como, il distretto tessile di Prato (con una forte specializzazione nel ciclo laniero cardato), il distretto calzettiero di Castel Goffredo, l'area di Carpi (specializzata nella maglieria), il distretto barese, in cui si ha una elevata specializzazione nel vestiario.

In questo studio si prenderà come campione il distretto laniero di Biella.

#### Processi produttivi, materie prime utilizzate e rifiuti prodotti

Vi sono diversi tipi di fibre tessili:

- fibre animali (lana e seta);
- fibre vegetali: cotone, canapa, lino;
- fibre chimiche.

Le fibre tessili sono sottoposte a diversi tipi di lavorazione che richiederanno determinate materie prime e produrranno rifiuti specifici.

Schematicamente le fasi che portano dalla materia prima al prodotto tessile finito sono:

1. preparazione (separazione delle fibre da sottoporre al trattamento da tutte le impurezze, ad es. frammenti vegetali);
2. filatura (trasformazione delle fibre in filato);
3. tessitura (creazione del tessuto a partire dai filati);
4. confezionamento.

### Ciclo produttivo della lana

- *Pettinatura*

La lana ottenuta dalla tosatura (lana sucida) deve essere innanzitutto pulita dalle molte impurezze presenti. I trattamenti cui è sottoposta sono:

- 1) battitura: per eliminare le sostanze minerali e il terriccio;
- 2) purga: lavaggio della lana con detergenti e carbonato di sodio per separare grasso di lana e impurezze; il quantitativo di residuo varia dal 45 al 90% della lana sucida trattata; mentre il grasso di lana presente è circa il 5-15% del peso della lana trattata;
- 3) cardatura: le fibre vengono aperte, separate dai frammenti vegetali e orientate tutte nello stesso senso, le più corte sono avviate al ciclo del *cardato*, le più lunghe al *pettinato*.

- *Filatura*

Le fibre che si presentano come veli continui e uniformi, sono sottoposte al carbonizzo, un trattamento con acidi per rimuovere gli ulteriori residui vegetali; poi attraverso trattamenti meccanici (torcitura) vengono trasformate in filato.

- *Tessitura*

La tessitura è l'insieme delle operazioni che consentono di ottenere un tessuto a partire dal filato.

Vi sono due tipi fondamentali di tessitura: a telaio e a maglia.

Nel primo caso vi sono due insiemi di fili, i primi orientati nella lunghezza del tessuto (ordito), gli altri nel verso della larghezza; via via i fili dei due insiemi vengono intrecciati tra loro.

Nel secondo tipo di tessitura esiste un unico sistema di fili via via annodati e intrecciati su se stessi. Spesso per rendere i filati più resistenti e scorrevoli, essi sono cosparsi di sostanze lubrificanti, in seguito rimosse con lavaggio in soluzioni acquose.

- *Tintura e operazioni di finissaggio*

Il tessuto, o il filato, viene immerso o cosparsi con soluzioni coloranti a base di complessi metallici di cromo o cobalto. Il finissaggio è l'insieme delle operazioni di rifinitura che conferiscono al tessuto particolare caratteristiche tattili o estetiche (effetti ammorbidenti, irrestringibili, sbiancanti ecc.).

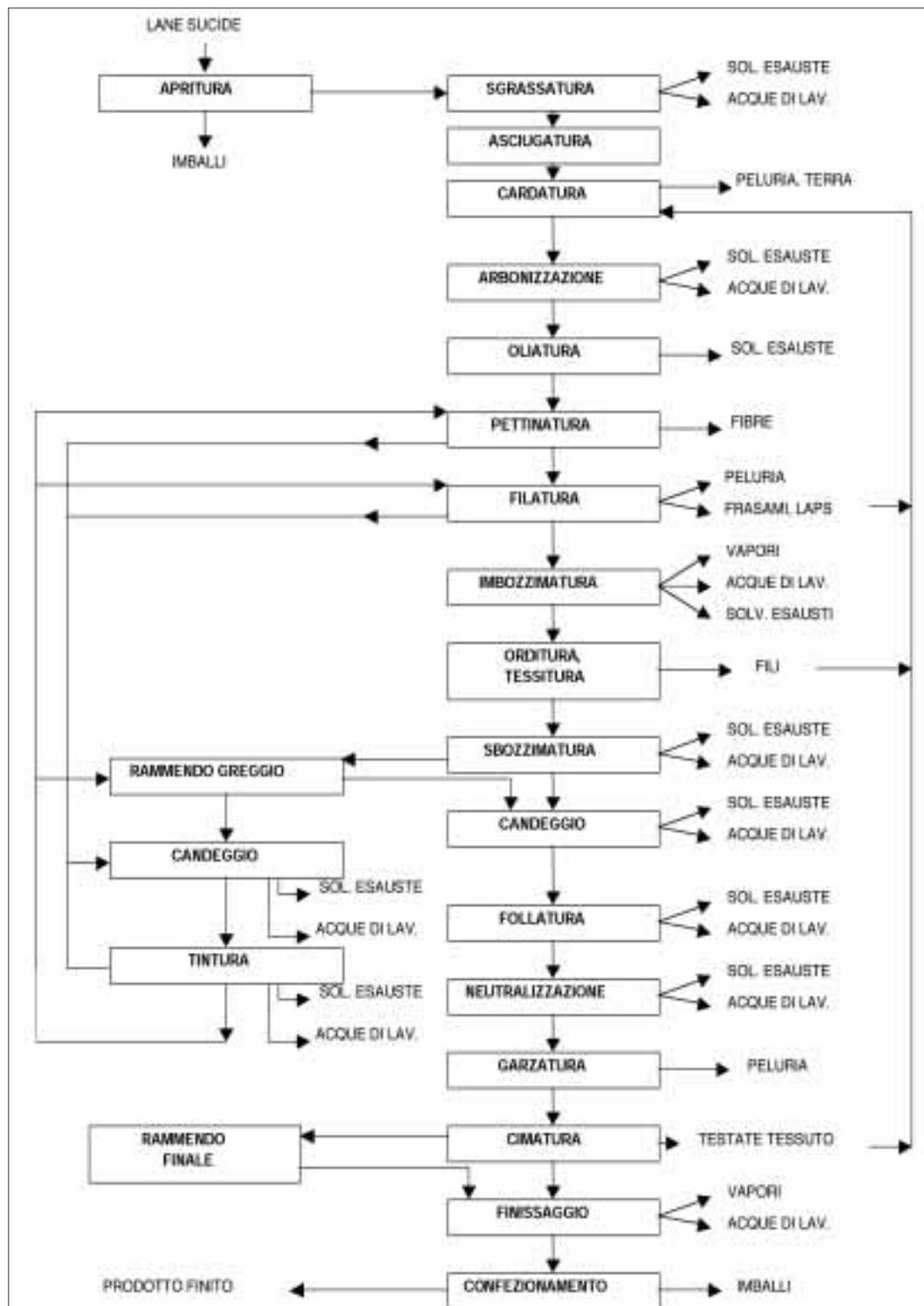


Figura 2.5.1: Ciclo produttivo. Rifiuti e scarti di lavorazione del ciclo della lana.

Per quanto concerne la produzione di rifiuti, durante la lavorazione sono generati molti scarti destinati a rientrare in altre fasi o in altri cicli produttivi, anche diversi dal settore tessile:

- il grasso di lana (CER 040210) derivante dalla pettinatura, è usato nell'industria cosmetica;
- le terre di battitura (CER 040201), costituite dal terriccio carico di frammenti vegetali ed impregnato di sostanza organica di origine animale, possono essere utilizzate come ammendante e fertilizzante in vivaistica e floricoltura. Attualmente, tuttavia, una parte sempre più consistente di questi rifiuti è smaltita in discarica;
- scarti, peluria e pelucchi di lana e di altre fibre animali (CER 040202 e 040206) possono essere utilizzati nella produzione di fertilizzanti;
- la maggior parte degli scarti di fibre tessili (CER 040202, 040206 e 040208) è riutilizzata all'interno del ciclo produttivo.

Un'altra tipologia di rifiuti è costituita dai fanghi di lavaggio della lana sucida (CER 040299 o 020199) e da quelli derivanti dal trattamento degli effluenti originati dai processi di nobilitazione e finissaggio (CER 060500, 070102, 070104, 070302, 070602, 080406 e 140203). Infine si devono ricordare tutti i rifiuti aspecifici, costituiti principalmente da: imballaggi (15\*\*), rifiuti solidi assimilabili (20\*\*) e oli esauriti (13\*\*).

#### 2.2.5.1 Indagine su specifiche realtà aziendali

##### Il campione considerato: il distretto di Biella

Secondo una ricerca effettuata dall'Unione Industriale Biellese in collaborazione con la Camera di Commercio (Economia Biellese, 1996 - 1999), l'industria tessile di Biella conta circa 1200 aziende, suddivise in diversi rami di attività (vedi tabella 2.5.2), per un totale di circa 28.000 addetti. Il fatturato è di circa 7.000 miliardi di lire, di cui 2.500 dovuti alle esportazioni.

Tabella 2.5.2: Classificazione delle imprese del settore tessile biellese (Economia Biellese 1996 - 1999)

Ramo attività	Imprese (numero)				
	1995	1996	1997	1998	1999
Filature	759	694	665	632	594
Tessiture	383	381	365	356	328
Finissaggi	63	66	66	66	65
Maglifici	186	158	146	138	139
Altri tessili	55	53	59	63	66
<b>Tot industria tessile</b>	<b>1446</b>	<b>1352</b>	<b>1301</b>	<b>1255</b>	<b>1192</b>

##### La produzione tessile biellese

Il comparto tessile biellese è a principale vocazione laniera; in particolare la produzione predominante si ha nel campo di tessuti per l'abbigliamento e di filati per tessitura e maglieria. Inoltre sono presenti tutte le lavorazioni ausiliarie dell'industria laniera (pettinature, tintorie, finissaggi, eccetera) (Reteambiente, 1998).

Non è stato possibile reperire dati diretti sulla produzione tessile biellese, ma conoscendone il potenziale produttivo rispetto alla produzione laniera nazionale (riportate per gli anni 1995

e 1996 nella tabella 2.5.3) è stato possibile ricavare per gli stessi anni una stima della produzione laniera biellese<sup>15</sup>.

**Tabella 2.5.3: Potenziale produttivo biellese rispetto al settore tessile nazionale (Economia Biellese, 1996)**

	1995	1996
Pettinatrici laniere	60%	65%
Fusi di pettinato	48%	47%
Fusi di cardato	11%	11%
Telai	24%	24%

La produzione tessile, così come tutti i parametri che verranno considerati nel seguito, è riferita a due sole attività produttive: preparazione e filatura (codice ISTAT 171) e tessitura (codice ISTAT 172). Questa scelta, dovuta alla tipologia dei dati disponibili, sarà in seguito giustificata dalla predominanza delle due categorie nella produzione totale di rifiuti tessili<sup>16</sup>. L'elaborazione ha condotto ai risultati mostrati in tabella 2.5.4.

**Tabella 2.5.4: Produzione laniera biellese (in tonnellate)**

Attività	1995	1996
Pettinatura e filatura	297.975	286.723
Tessitura	44.948	43.131

A partire dal numero di aziende dei comparti pettinatura-filatura e tessitura presenti nel distretto biellese (tabella 2.5.2 e dalla produzione tessile biellese, si può dedurre la "produzione tessile unitaria" ovvero il quantitativo medio annuale di prodotto tessile per azienda sia per il comparto pettinatura-filatura che per quello tessitura. Altri dati relativi alla produzione tessile provengono da uno studio del CRAB, che ha analizzato in modo approfondito un limitato numero di aziende tessili biellesi per individuare i principali fattori di produzione rifiuti, rilevando anche alcuni parametri come la produzione tessile e il numero di addetti; in particolare ha esaminato 20 aziende del comparto pettinatura-filatura e 5 della tessitura, i dati si riferiscono al 1991.

Nella tabella 2.5.5 sono riportate le elaborazioni relative agli anni 1995-1996, basate sui dati di Economia Biellese 1999, e i dati reperiti dal CRAB (1991).

**Tabella 2.5.5: Produzione tessile unitaria per azienda (in tonnellate)**

Attività	1991 (CRAB)	1995 (Economia Biellese)	1996 (Economia Biellese)
Preparazione e filatura	1.522	393	413
Tessitura	268	117	113

Si nota che i dati sono abbastanza omogenei, eccetto quelli del CRAB (1991) che si discostano fortemente dagli altri.

<sup>15</sup> I dati sull'industria laniera utilizzati per l'elaborazione, reperiti da Economia Biellese 1996 e 1999, non sono completamente concordi con quelli proposti da ANPA, tuttavia si è scelto di utilizzare questi in quanto provenienti dalla stessa fonte.

<sup>16</sup> Figura 2.5.2.

### La produzione di rifiuti del settore tessile biellese

Per analizzare la produzione di rifiuti sono stati utilizzati i dati MUD riferiti agli anni 1995 e 1996, così come elaborati da Ambiente Italia.

Dalle dichiarazioni MUD 1996 e 1997, il numero di aziende e di addetti appare fortemente diminuito rispetto ai dati ottenuti da Economia Biellese, fenomeno in parte spiegabile in quanto non tutte le aziende sono obbligate a effettuare tale dichiarazione. Di seguito (tabella 2.5.6) è riportato il numero degli addetti e delle aziende del settore tessile ricavato dalle suddette dichiarazioni. Si sottolinea che i valori sono diminuiti del 5% circa rispetto al numero reale a causa dell'eliminazione delle schede errate.

**Tabella 2.5.6: Imprese e addetti del settore tessile biellese da dichiarazioni MUD (Ambiente Italia, 1998)**

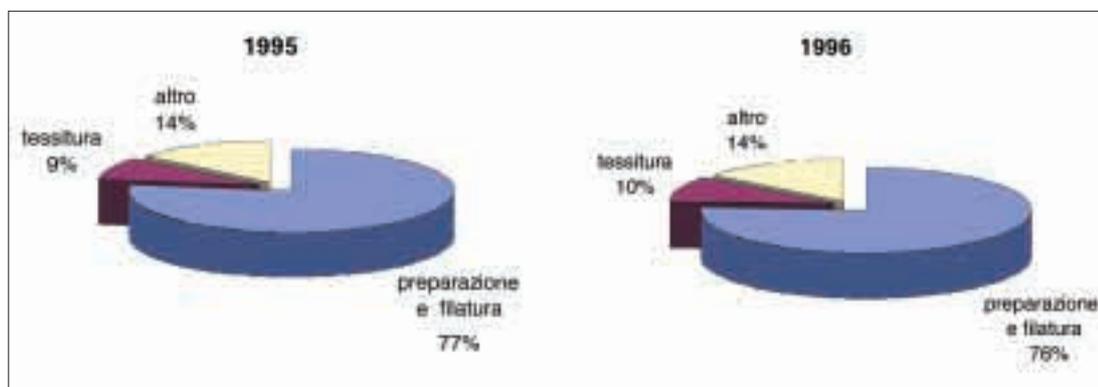
	1995	1996
Imprese che hanno effettuato la dichiarazione MUD	414	455
Addetti	17.853	19.331

I dati MUD rappresentano quindi solo parzialmente la situazione reale, ma sono gli unici a permettere una stima della produzione di rifiuti.

Confrontando i quantitativi totali di rifiuti, dichiarati nei MUD, relativi a ciascuna categoria ISTAT (così come presentate in tabella 2.5.1) si nota una netta predominanza in tutti e tre gli anni del comparto preparazione e filatura, che, unitamente al comparto tessitura, è responsabile di una produzione percentuale di rifiuti superiore all'85% rispetto all'intero comparto tessile.

**Tabella 2.5.7: Produzione di rifiuti (in tonnellate) suddivisa per attività produttive tessili**

	1995	1996
Preparazione e filatura	26.638	24.587
Tessitura	3.083	3.115
Altro	4.819	4.642



**Figura 2.5.2: Produzione di rifiuti del distretto biellese suddivisa per attività produttive tessili.**

### Fattori di produzione rifiuti

La mancanza di dati puntuali e omogenei relativi a tutti i parametri (fatturato, numero di addetti per attività produttiva, consumi elettrici ed idrici) non ha consentito di verificare ulteriori correlazioni. Si è tentato comunque di correlare il quantitativo di rifiuti prodotti ai parametri disponibili.

In particolare sono state considerate:

- la produzione di rifiuti per addetto,
- la produzione di rifiuti per azienda,
- la produzione di rifiuti per quantitativo tessile prodotto.

#### → Produzione di rifiuti per addetto

I dati 1995 - 1996 sono stati ricavati dalle dichiarazioni MUD delle industrie tessili di Biella, dividendo la produzione totale di rifiuti derivanti dal comparto in questione per il numero di addetti impiegati nello stesso, i comparti considerati sono pettinatura-filatura e tessitura. I dati del 1991 sono stati ricavati dal CRAB. I valori individuati sono mostrati in figura 2.5.3 e nella tabella associata.

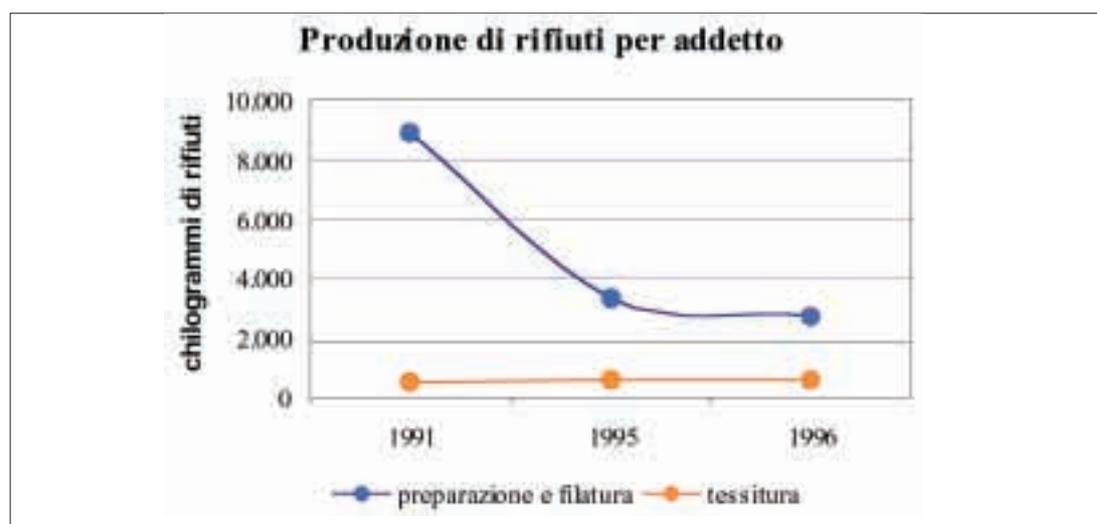


Figura 2.5.3: La produzione di rifiuti per addetto relativa agli anni 1991 (CRAB), 1995-1996 (Ambiente Italia).

	1991	1995	1996
Preparazione e filatura	8.862	3.299	2.716
Tessitura	492	507	505

Dal grafico si può osservare una notevole differenza tra i due andamenti: per la tessitura il quantitativo di rifiuto per addetto rimane pressoché costante rispetto alle tre fonti considerate, mentre per la preparazione e filatura i valori derivati dai dati MUD (1995-1996) sono molto dissimili da quelli derivanti dal CRAB (1991). Tale fenomeno può essere dovuto al cambiamento dei cicli produttivi, che sicuramente influisce sulla produzione di rifiuti, ma può anche essere dovuto ad un diverso potenziale produttivo per addetto, infatti, come risulta dalla tabella 2.5.5 nel campione analizzato dal CRAB la produzione tessile media per azienda è decisamente maggiore. Purtroppo non è possibile confrontare il quantitativo di prodotto tes-

sile per addetto sulle categorie messe a confronto poiché non è nota la distribuzione degli addetti di tutto il biellese.

→ Produzione di rifiuti per azienda

Analogamente alla produzione di rifiuti per azienda i dati rappresentati in figura 2.5.4 sono stati ricavati dalle dichiarazioni MUD relative agli anni 1995-1996 (Ambiente Italia) e dai dati CRAB (1991).

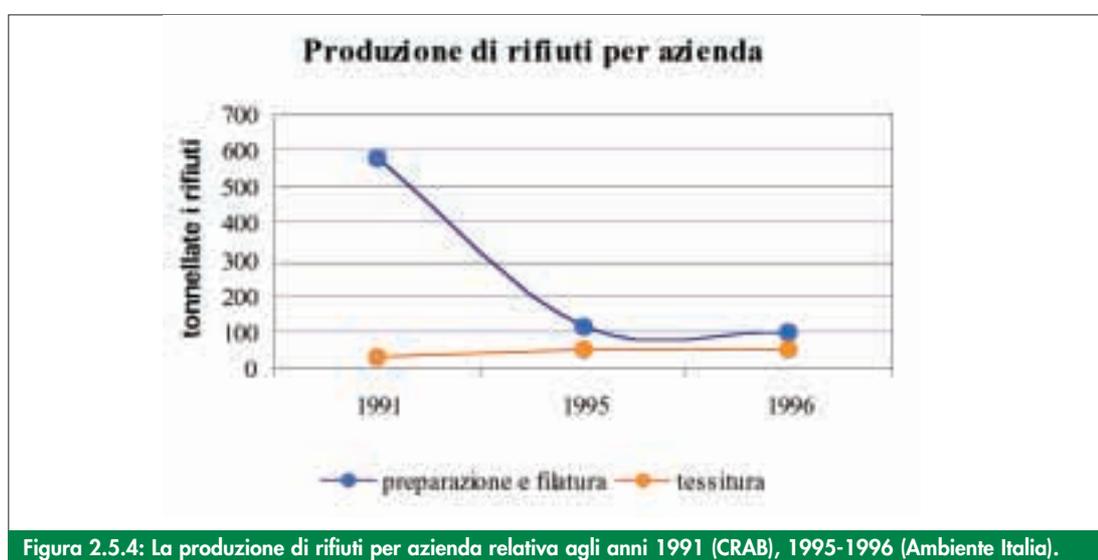


Figura 2.5.4: La produzione di rifiuti per azienda relativa agli anni 1991 (CRAB), 1995-1996 (Ambiente Italia).

	1991	1995	1996
Preparazione e filatura	576	111	94
Tessitura	26	48	47

Anche in questo caso si osserva un andamento particolare per la preparazione e filatura, che nel caso dei dati CRAB presenta quantitativi di produzione unitaria di rifiuti decisamente diversi da quelli dedotti dai MUD  
Inoltre in questo caso non vi è accordo neppure sulla tessitura.

→ Produzione di rifiuti per quantitativo tessile prodotto

Considerando la produzione unitaria di prodotto tessile per azienda, riferita alle due attività produttive (preparazione-filatura e tessitura) finora prese in considerazione e il quantitativo medio di produzione di rifiuti per la stessa tipologia di aziende, è stato possibile calcolare il quantitativo medio di produzione rifiuti per tonnellata di prodotto tessile. I dati 1995-1996 provengono da elaborazioni basate su Ambienteitalia e Economia Biellese, mentre quelli del 1991 sono stati riportati dallo studio CRAB.

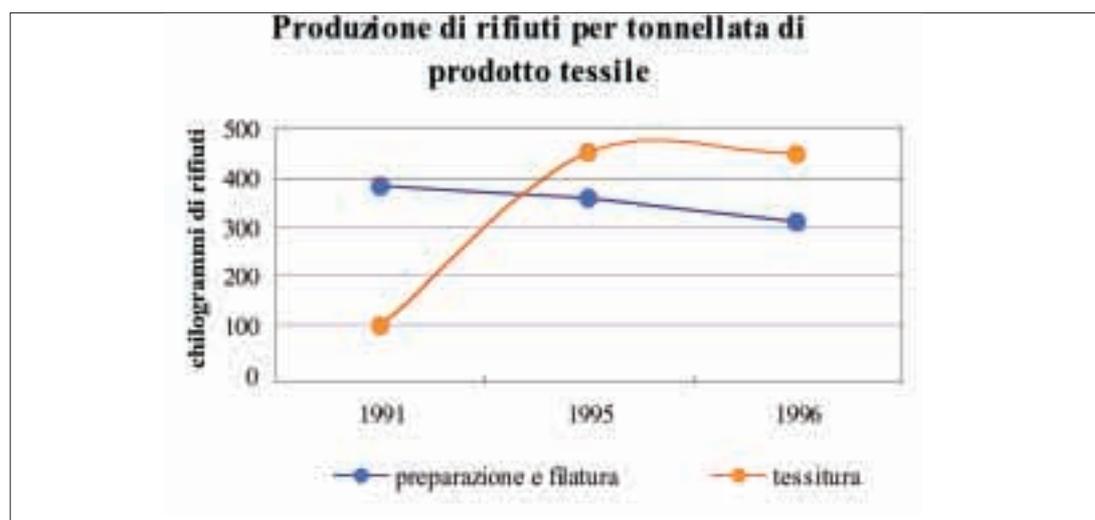


Figura 2.5.5: La produzione di rifiuti (in kg) per tonnellata di prodotto tessile relativa agli anni 1991 (CRAB), 1995-1996 (Ambiente Italia).

	1991	1995	1996
Preparazione e filatura	379	354	306
Tessitura	96	447	445

In questo caso l'andamento negli anni risulta capovolto rispetto a quello relativo alla produzione di rifiuti per azienda, rimane pressoché costante per preparazione e filatura mentre varia notevolmente nel caso della tessitura.

In conclusione i grafici illustrati portano a considerare significativi parametri diversi: per la *tessitura* sembrerebbe rappresentativo il parametro "produzione di rifiuti per addetto", per la *filatura e preparazione* invece il "quantitativo di rifiuti per unità di prodotto tessile".

#### 2.2.5.2 Elaborazioni dati MUD

Secondo la metodologia illustrata nel capitolo 2.1 è stata effettuata una analisi dei MUD 1999 (dati 1998) del Piemonte, relativamente alle classi ISTAT 17, 171, 172, 173, 174, 175, 177, 1711, 1712, 1713, 1715, 1716, 1717, 1775. È stato scelto di allargare l'indagine MUD alle prime due cifre del codice ISTAT per aver un numero sufficientemente ampio di dichiarazioni sulla base delle quali effettuare il confronto.

Dal MUD sono stati estratti i quantitativi di rifiuti prodotti per codice CER e classe di azienda, scegliendo, come classi, le aziende con numero di addetti inferiore a 10, tra 11 e 50 e oltre i 50.

È stata effettuata una elaborazione solo per la provincia di Biella e un'altra per tutto il Piemonte e in questa relazione viene presentata questa seconda versione per uniformità con le elaborazioni degli altri settori produttivi.

Nella tabella 2.5.8 sono riportati i dati dei rifiuti prodotti, suddivisi per codice CER, in funzione del numero degli addetti, nella tabella 2.5.9 è visibile il numero di dichiarazioni per le rispettive classi di addetti mentre nella tabella 2.5.10 sono elencati i fattori di produzione calcolati in kg/addetto.

**RIFIUTI INDUSTRIALI  
METODOLOGIA DI CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI PRODUZIONE**

**Tabella 2.5.8: MUD 1999 (dati 1998), rifiuti prodotti (kg)**

<b>CER</b>	<b>Rifiuti prodotti da aziende con N° addetti da 1 a 10</b>	<b>Rifiuti prodotti da aziende con N° addetti da 11 a 50</b>	<b>Rifiuti prodotti da aziende con N° addetti oltre 50</b>	<b>Totale rifiuti prodotti</b>
040200		39.248		39.248
040201		44.204	10.974	55.178
040202		479.294	6.915.760	7.395.054
040203	49.108		178.518	227.626
040205	20.511	24.717	114.285	159.513
040206	32.249	41.037	193.517	266.803
040207	56.085	284.825	493.269	834.179
040208	33.169	766.537	2.593.232	3.392.937
040209			79.350	79.350
040210			1.433	1.433
040211			15.782	15.782
040212	26.000	31.180	769.614	826.794
040213		11.731		11.731
040299	855.586	2.812.601	33.235.545	36.903.733
070102			131.865	131.865
070302		262.738	141.730	404.468
20**		19.700	4.930	24.630

**Tabella 2.5.9: MUD 1999 (dati 1998), numero di schede rifiuto**

<b>CER</b>	<b>Schede Rif per aziende con N° di addetti da 1 a 10</b>	<b>Schede Rif per aziende con N° di addetti da 11 a 50</b>	<b>Schede Rif per aziende con N° di addetti oltre 50</b>	<b>Totale schede RIF</b>
040200		2		2
040201		1	3	4
040202		7	12	19
040203	1		4	5
040205	4	3	8	15
040206	9	4	8	21
040207	6	7	7	20
040208	16	44	30	90
040209			2	2
040210			2	2
040211			4	4
040212	1	2	6	9
040213		2		2
040299	49	90	204	343
070102			3	3
070302		2	3	5
20**		2	1	3

Tabella 2.5.10: MUD 1999 (dati 1998), fattori di produzione per addetto (kg/addetto\*anno)

CER	Fattore di produzione annuo per addetto (per aziende con N° di addetti tra 1 e 10)	Fattore di riduzione annuo per addetto (per aziende con N° di addetti tra 11 e 50)	Fattore di produzione annuo per addetto (per aziende con N° di addetti oltre 50)	Fattore di produzione annuo per addetto
040200		785		785
040201		2.210	44	1.127
040202		2.693	2.854	2.773
040203	4.911		620	2.765
040205	892	321	168	460
040206	566	336	230	377
040207	1.100	1.491	544	1.045
040208	353	846	1.024	741
040209			431	431
040210			3	3
040211			14	14
040212	2.889	480	908	1.425
040213		239		239
040299	2.950	1.519	1.732	2.067
070102			480	480
070302		3.981	1.254	2.618
20**		597	61	329

Non è stato possibile effettuare il confronto tra i fattori di produzione calcolati in base allo studio di settore con i dati MUD in quanto la produzione di rifiuti, nello studio di settore, era riportata complessivamente per i due comparti considerati (preparazione e filatura e tessitura) e non con suddivisione per codice CER. Pertanto l'unico confronto possibile è stato quello relativo al coefficiente complessivo rifiuto/addetto che è risultato praticamente identico: per l'indagine 1,67 t/addetto e per l'elaborazione dati MUD 1,68 t/addetto.



### 3. Confronto tra coefficienti e stima della produzione di rifiuti

Nel corso degli anni si è tentato più volte di rilevare la produzione dei rifiuti industriali mediante vari criteri di stima, sia a livello regionale, che nazionale ma i risultati sono stati spesso discordanti per la difficoltà di acquisire informazioni dettagliate e sicure ma anche per i limiti intrinseci dei metodi di estrapolazione.

I metodi di stima sono basati sull'utilizzo di coefficienti parametrici cioè la produzione annua dei rifiuti (o di una tipologia di rifiuto) per una determinata unità di riferimento. Generalmente viene utilizzata la produzione specifica di un rifiuto per addetto sebbene questa scelta non sia esente da problemi, per la disponibilità di statistiche occupazionali dettagliate. Infatti in Italia tali statistiche vengono prodotte in corrispondenza dei Censimenti Nazionali, che hanno cadenza decennale. Ciò comporta che, per effettuare stime, il moltiplicatore dei coefficienti parametrici è spesso rilevato in un periodo diverso da quello dei coefficienti stessi e quindi si può riferire a situazioni produttive parzialmente diverse. Inoltre le stesse statistiche non distinguono tra addetti alla produzione (che sarebbe il parametro più efficace) e gli altri addetti (marketing, amministrazione, ricerca, servizi, ecc.) con il risultato che talvolta vengono accorpate alle attività produttive attività sostanzialmente differenti, per quanto attiene alla produzione di rifiuti quali uffici, centri di ricerca, magazzini e simili che dipendono dalla struttura organizzativa dell'impresa. Infine specifiche produzioni, con generazione di rifiuti analoghi, possono essere effettuate con un diverso numero di addetti in funzione delle tecnologie adottate e dei processi di riorganizzazione.

Pur con tutti questi limiti, l'utilizzo di coefficienti specifici di produzione rifiuti per addetto, per un singolo settore produttivo, è il parametro più comunemente utilizzato nelle numerose indagini e studi effettuati sia a livello nazionale che internazionale. Pertanto in questo capitolo si tenterà di effettuare un confronto tra i coefficienti rilevati nella presente indagine con quelli riscontrati in analoghi studi.

La prima indagine sulla produzione di rifiuti industriali è stata effettuata dalla Confindustria nel 1974 e pubblicata nel 1977. L'indagine è stata condotta considerando un campione di imprese, suddiviso nei diversi settori produttivi, aventi un numero di addetti superiore a 10, pari al 20% del totale delle aziende aderenti alla Confindustria. Le imprese totali erano 1145 e l'indagine aveva previsto l'invio di un questionario da compilare.

Nel 1989 l'ISTAT ha effettuato una rilevazione campionaria dei quantitativi di rifiuti prodotti dalle imprese manifatturiere, inviando un apposito questionario alle aziende con un numero di addetti superiore a 20, in concomitanza con la Rilevazione Annuale della Produzione Industriale. Di tutti i questionari inviati hanno fornito risposte elaborabili 8661 stabilimenti con un numero di addetti di 968.627, rispettivamente pari al 52% e al 60% del totale.

L'IPLA (1988), nell'ambito della preparazione del "Piano per l'organizzazione dei servizi di smaltimento rifiuti" per la Regione Piemonte, ha effettuato un'indagine sulla produzione regionale dei rifiuti industriali. L'indagine è stata effettuata mediante visite ad un campione selezionato di aziende e successivo confronto dei dati con quelli rilevati in analoghe indagini svolte in precedenza nella stessa regione.

Lombardia Risorse (1990) nell'ambito della preparazione del "Piano per l'organizzazione dei servizi di smaltimento rifiuti" per la Regione Veneto, ha effettuato un'indagine sulla produzione regionale dei rifiuti industriali. La stima ha considerato tre strumenti distinti: il Catasto Regionale dei rifiuti speciali, le schede per il Censimento dei rifiuti previsto dalla legge 475/88 e dati raccolti nell'ambito del Progetto Finalizzato Energetica 2 del CNR.

Il Servizio Energetica ed Ambiente dell'Unione Industriale Torino ha effettuato una propria indagine sulla produzione di rifiuti industriali nella Provincia di Torino (1991). Tale indagine è stata condotta su di un campione di 513 aziende manifatturiere con più di 10 addetti per un totale di 83.000 addetti. In queste aziende si è considerata, sottoponendola a verifica, la denuncia effettuata per il Catasto Rifiuti ai sensi del DPR 915/82.

L'Istituto per l'Ambiente in collaborazione con Cremona Ambiente e con l'Assessorato all'E-

cologia della Provincia di Cremona ha condotto una indagine analizzando e verificando le comunicazioni ai sensi della Legge 465/88 ed effettuando un confronto tra le comunicazioni pervenute e i dati desunti da un archivio presente nella provincia di Cremona. Inoltre è stata effettuata una indagine diretta con visita presso alcune aziende dei settori produttivi più rilevanti per quantità e qualità dei rifiuti prodotti.

L'ANPA e l'Osservatorio nazionale sui rifiuti (1999) hanno effettuato una indagine approfondita in merito alla produzione dei rifiuti speciali, basando la quantificazione dei rifiuti in parte su dati MUD bonificati, relativi ai dati 1997, in parte su informazioni raccolte, tramite questionari, presso enti e istituzioni pubbliche (Regioni, ARPA, Province e Consorzi per la gestione dei rifiuti).

Infocamere (2000) ha realizzato un lavoro di bonifica ed elaborazione dei dati MUD. La normativa che è alla base del MUD prevede che le Camere di Commercio raccolgano le dichiarazioni MUD e le trasmettano ad Unioncamere, che provvede a realizzare una banca dati nazionale, sulla quale effettua le elaborazioni statistiche. Le dichiarazioni MUD informatizzate vengono inviate agli enti competenti. I dati riguardano le dichiarazioni MUD 1999, riferiti alla produzione rifiuti del 1998.

I confronti di seguito riportati sono del tutto indicativi in quanto le indagini sono state svolte in periodi diversi, con metodologie differenti e con accorpamenti differenti nell'ambito dei rifiuti analizzati. Inoltre nel corso del tempo sono intervenute modificazioni in ambito legislativo che hanno determinato una classificazione diversa per i rifiuti. Al fine di poter effettuare comparazioni tra i coefficienti considerati, ci si è rifatti alla classe ISTAT delle attività produttive e si è utilizzato la metodologia di indagine adottata dall'Istituto per l'Ambiente nello studio effettuato per la Provincia di Cremona (1991). Per i dati MUD 1999, il coefficiente produttivo del singolo rifiuto è stato mediato, in modo ponderato, rispetto al numero totale di aziende del settore. Il coefficiente complessivo è dato dalla somma dei coefficienti dei singoli rifiuti.

Tabella 3.1: Coefficienti di produzione specifica (t/addetto\*anno)

	Galvanico	Ceramico	Carrozzeria	Cartario	Tessile
Confindustria		11,40	4,83	8,31	0,95
ISTAT	1,98	6,64	1,32	38,27	1,87
IPLA	6,34	10,77	1,12	4,20	0,39
Lombardia Risorse	2,19	0,19	0,24	0,47	0,48
Unione Industriale – TO	4,89	2,81	2,16	2,28	0,95
Istituto per l'Ambiente	4,22	3,96	0,58	1,83	3,95
ANPA –Osservatorio	2,05	18,03	1,54	5,20	1,00
Infocamere	9,01	20,39	2,99	6,83	0,92
CTN indagine 2000	1,56	9,32	1,86	14,35 <sup>17</sup>	1,67
MUD 1999 (DATI 1998)	3,40	15,57	1,70	15,13	1,68

Codice classe ISTAT delle attività economiche<sup>18</sup>:

Confindustria 1977 – ceramico 23-24; carrozzeria 35-36; tessile 43; cartario 471-472; tessile 43

ISTAT 1989 – galvanico 31; ceramico 23-24; carrozzeria 35; cartario 47; tessile 43

IPLA 1988 – galvanico 31; ceramico 23-24; carrozzeria 35-36; carta 47; tessile 43

Lombardia Risorse 1990 – galvanico 22-31; ceramico 23-24; carrozzeria 35-36; carta 472; tessile 43

Unione Industriale Torino 1991 – galvanico 31; ceramico 24; carrozzeria 35; carta 47; tessile 43

<sup>17</sup> Nella valutazione del coefficiente di produzione specifica non è stato utilizzato il dato desunto dallo stabilimento che tratta macero in quanto il valore di produzione è statisticamente diverso da quello degli altri stabilimenti.

<sup>18</sup> Per le esperienze antecedenti al 1991 è riportato il vecchio codice ISTAT.

Istituto per l'Ambiente 1991 - galvanico 31; ceramico 24; carrozzeria 35; carta 47; tessile 43  
 ANPA 1999 - galvanico 28; ceramico 26; carrozzeria 34-35; cartario 20-22; tessile 17  
 Infocamere 2000 - galvanico 27-28; ceramico 26; carrozzeria 34-35; cartario 21-22; tessile 17-18  
 CTN2000 - galvanico 28.51-29.13; ceramico 263;carrozzeria 343; cartario 2122; tessile171-172-173-174-175-176-177  
 MUD 1999 - galvanico 28-29; ceramico 26-263; carrozzeria 34-343;cartario 21-22; tessile 17

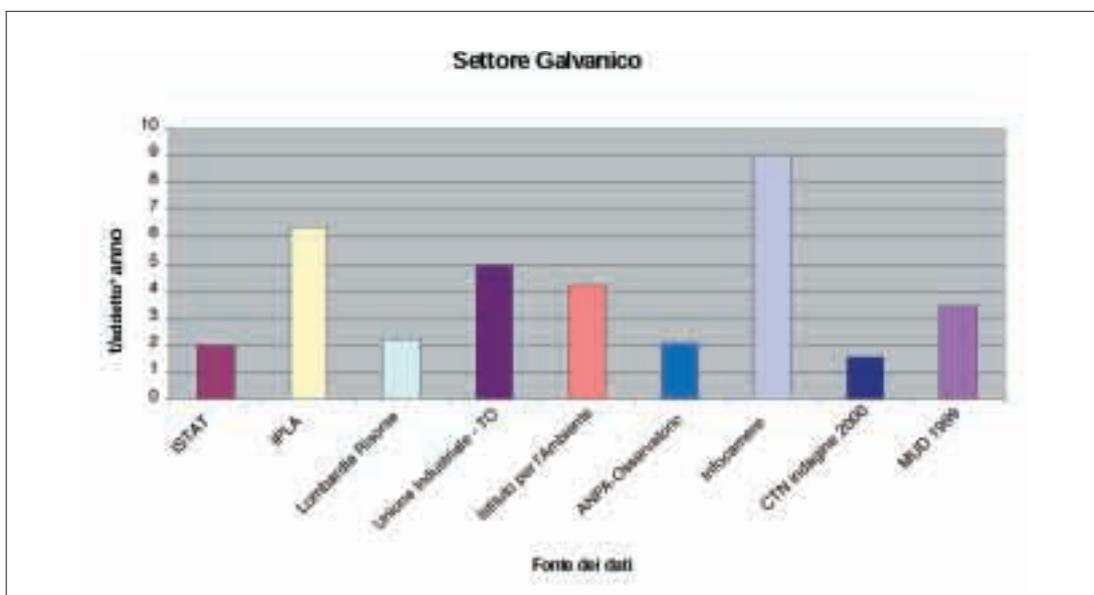


Figura 3.1: Confronto coefficienti per il settore galvanico.

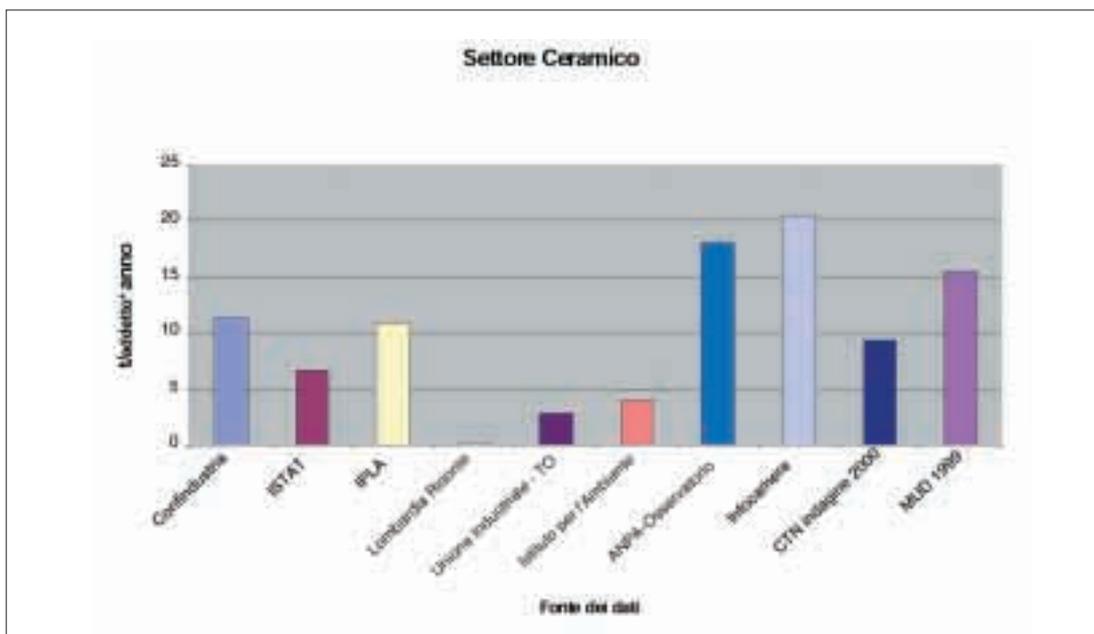


Figura 3.2: Confronto coefficienti per il settore ceramico.

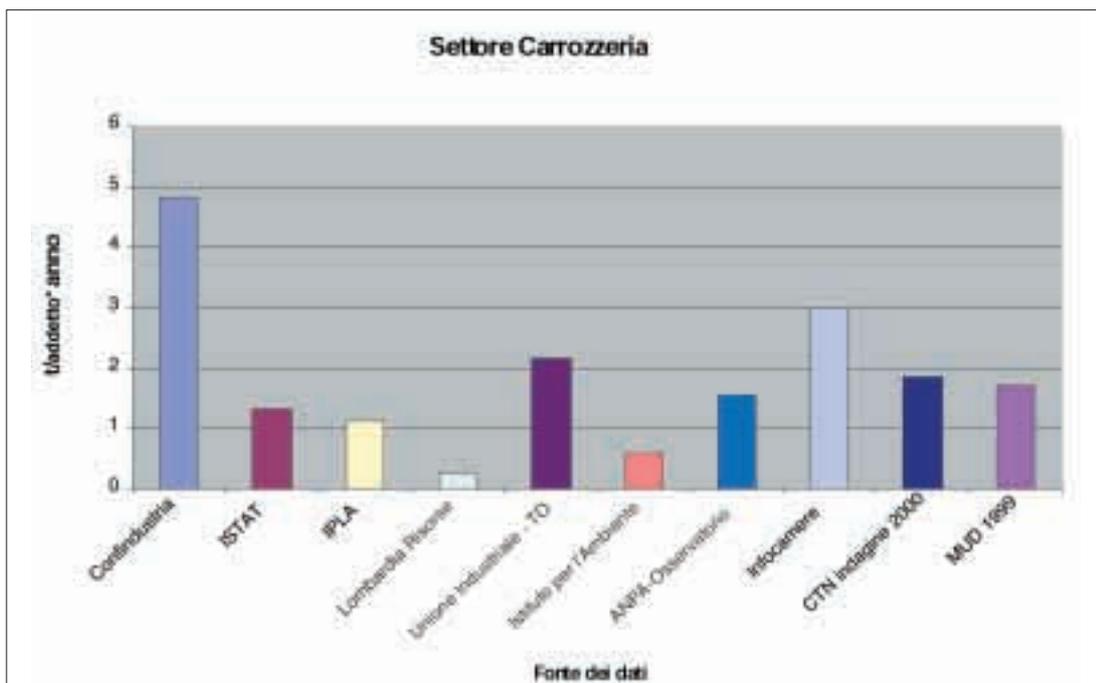


Figura 3.3: Confronto coefficienti per il settore carrozzeria.

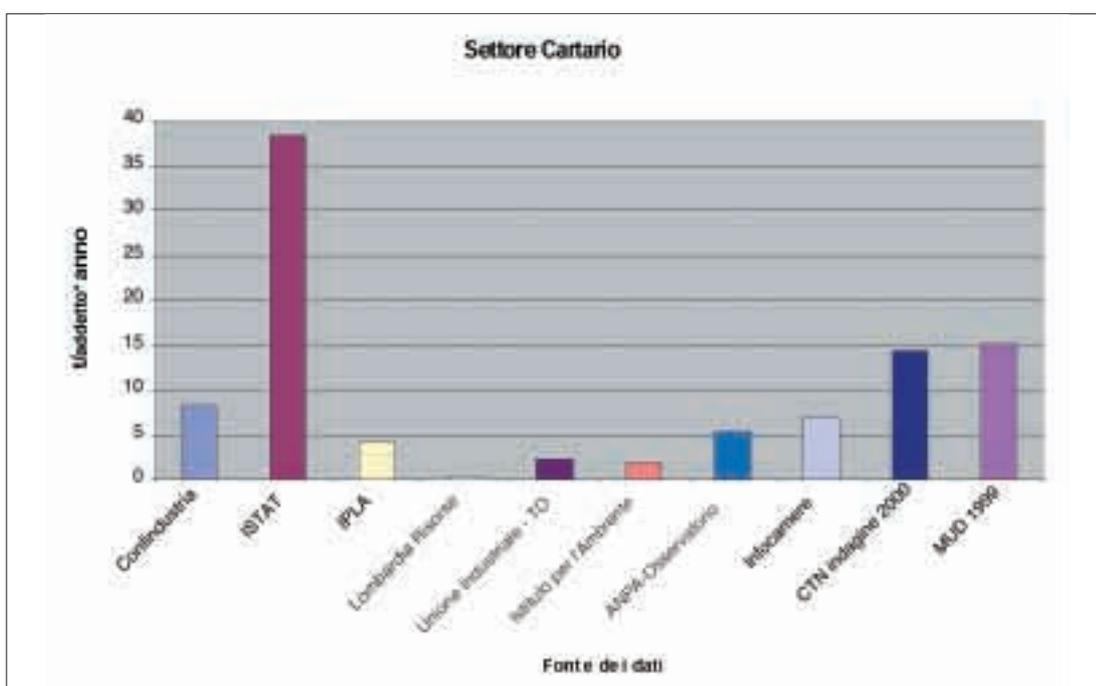


Figura 3.4: Confronto coefficienti per il settore cartario.

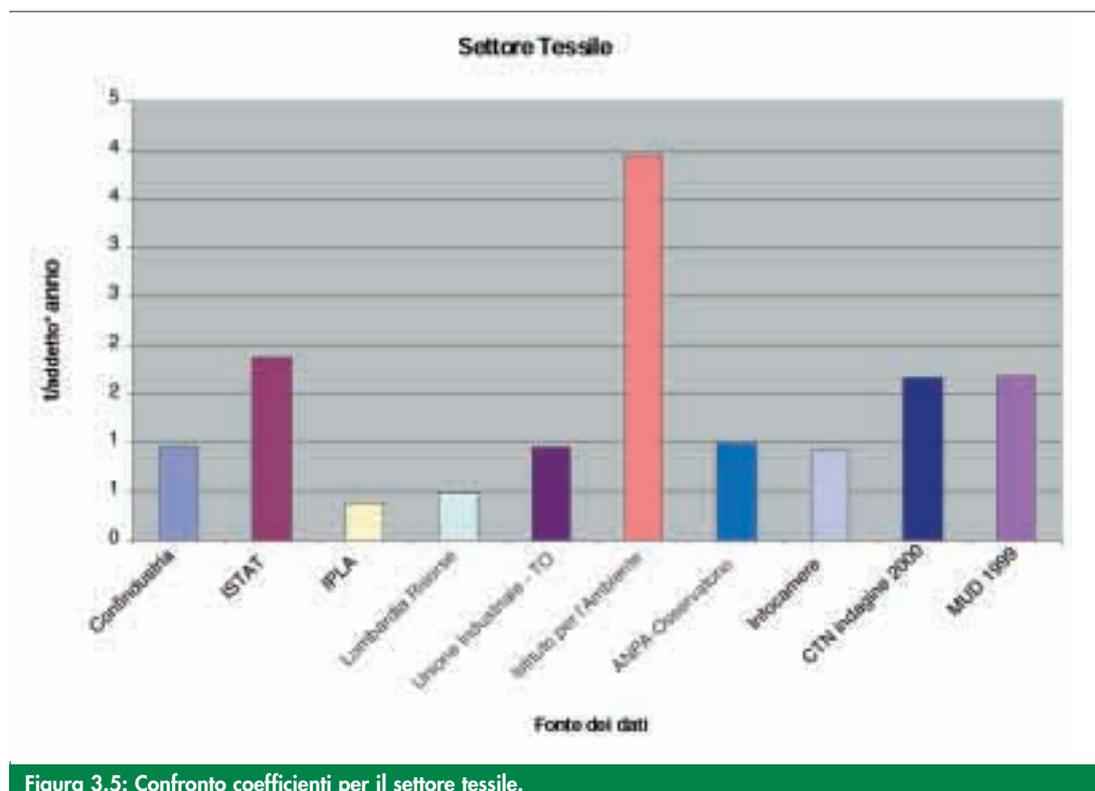


Figura 3.5: Confronto coefficienti per il settore tessile.

Pur con tutte le differenze dovute alle diverse metodologie adottate nelle indagini, agli accorpamenti effettuati nell'ambito delle diverse categorie di rifiuto, alle variazioni, senz'altro consistenti, che si sono verificate in campo industriale nel corso degli ultimi 15 anni, i coefficienti riscontrati per alcuni settori produttivi sembrano essere abbastanza confrontabili tra di loro. In particolare:

- per il settore galvanico, i coefficienti riscontrati presentano un dato più elevato (9,01 t/addetto\* anno) per Infocamere ma sembrano essere abbastanza omogenei e l'intervallo dei valori, relativi alla produzione specifica per addetto, varia da un minimo di 1,56 t/addetto\* anno per l'indagine CTN Rif 2000 ad un massimo di 6,34 per l'IPLA;
- per il settore ceramico i coefficienti rilevati risultano particolarmente differenti tra di loro e l'intervallo dei valori, relativi alla produzione specifica per addetto, varia da un minimo di 0,19 t/addetto\* a (Lombardia Risorse) ad un massimo di 20,39 t/addetto\* anno (Infocamere);
- per il settore carrozzeria i coefficienti risultano abbastanza simili e l'intervallo dei valori, relativi alla produzione specifica per addetto, varia da un minimo 0,24 t/addetto\* anno (Lombardia Risorse) ad un massimo di 4,83 t/addetto\* anno (Confindustria);
- per il settore cartario i coefficienti rilevati risultano particolarmente differenti tra di loro e l'intervallo dei valori, relativi alla produzione specifica per addetto, varia da un minimo 0,47 t/addetto\* anno (Lombardia Risorse) ad un massimo di 38,27 t/addetto\*anno (ISTAT);

- per il settore tessile, escludendo un valore leggermente elevato riscontrato dall'Istituto per l'Ambiente (3,95 t/addetto\* anno), l'intervallo dei valori, relativi alla produzione specifica per addetto, varia da un minimo 0,32 t/addetto\* anno (IPLA) ad un massimo di 1,87 t/a (ISTAT);

Dallo studio effettuato, pur con tutte le riserve necessarie sia per la complessità della tematica inerente i rifiuti industriali sia per le difficoltà di stima più volte evidenziate nel corso del presente lavoro, è possibile individuare un intervallo di produzione dei rifiuti industriali per i settori analizzati.

A tale scopo sono stati utilizzate le stime del fattore di produzione annuo per addetto dell'indagine CTN 2000 e quelle ricavate dal MUD 1999, considerando il numero di addetti ISTAT 1996. Per il settore galvanico (categoria economica ISTAT 2851, addetti 50.228) la produzione di rifiuti può essere stimata tra 78.400 e 170.800 tonnellate/anno.

Per il settore ceramico (categoria economica ISTAT 263, addetti 35.810) la produzione di rifiuti può essere stimata tra 333.700 e 557.600 tonnellate/anno.

Per il settore carrozzeria (categoria economica ISTAT 34, addetti 185.748) la produzione di rifiuti può essere stimata tra 315.800 e 345.500 tonnellate/anno.

Per il settore cartario (categoria economica ISTAT 2122, addetti 7.885) la produzione di rifiuti può essere stimata tra 113.200 e 119.300 tonnellate/anno.

Per il settore tessile (categoria economica ISTAT 17, addetti 345.338) la produzione di rifiuti può essere stimata tra 576.700 e 580.200 tonnellate/anno.

## 4. Conclusioni

Le valutazioni condotte hanno identificato diversi tipi di parametri, basati su diverse entità della realtà produttiva che, in differente misura, possono essere correlati alla produzione di rifiuti: proprio dall'osservare quali valori numerici si ottengono, come essi si riproducono o si discostano, come dipendono dal singolo caso esaminato, può derivare la valutazione critica del senso del parametro in linea di principio proposto, e, in definitiva, la sua adozione ragionata come effettivo parametro di stima.

Nell'ambito delle attività industriali considerate le risposte sono risultate abbastanza differenziate e in particolare:

- per il settore galvanico, i coefficienti più interessanti sono risultati "rifiuti prodotti per materiali in ingresso" e "rifiuti per addetti alle linee galvaniche";
- per il settore ceramico, i coefficienti più rappresentativi sono risultati "rifiuti prodotti per energia termica consumata" e "rifiuti prodotti per fatturato". In seconda istanza "rifiuti per addetto" e "rifiuti per energia elettrica consumata";
- per il settore carrozzeria, significativo si è rilevato il coefficiente "produzione di rifiuto per autovettura" in particolare in riferimento alle melme di verniciatura e alla carta e cartone.
- Per il settore cartario, i parametri più rappresentativi sembrerebbero "rifiuto per addetto" e "rifiuto per unità di prodotto";
- per il settore tessile, nell'ambito della *tessitura* sembrerebbe rappresentativo il parametro "produzione di rifiuto per addetto", per la *filatura e preparazione* invece il "quantitativo di rifiuti per unità di prodotto tessile"

Come spesso accade, quando si rilevano parametri diversi per la valutazione di un singolo fenomeno vuol dire che nessuno di questi risulta particolarmente efficace ma occorre valutare caso per caso.

**In generale è possibile affermare che il parametro più rappresentativo sia il rifiuto per unità di prodotto quando quest'ultimo è poco variabile all'interno di un processo produttivo (come per il settore cartario, ceramico e carrozzeria). Quando invece è difficile definire l'unità di prodotto, come nel caso del settore galvanico, allora è necessario riferirsi ad altri parametri, quali ad esempio le materie prime in ingresso. Se la tecnologia è poco variabile nel tempo, è possibile utilizzare il coefficiente per addetto, con particolare riferimento all'addetto alla produzione.**

L'elaborazione dei dati MUD della regione nella quale è stata effettuata l'indagine ha comportato la valutazione dei rifiuti prodotti in rapporto al numero degli addetti e, dopo aver effettuato la bonifica dei dati stessi, è stata proposta una suddivisione in classi di addetti sufficientemente rappresentativa. Per ogni settore è stato rilevato il quantitativo di rifiuto prodotto suddiviso per categoria CER e il fattore di produzione annuo per addetto. Inoltre, per ogni settore produttivo esaminato, sono stati identificate alcune tipologie di rifiuto particolarmente significative e su di esse sono state effettuate elaborazioni sui dati MUD a livello nazionale.

Il confronto tra i dati MUD e i dati delle indagini ha fornito i seguenti spunti di riflessione:

- per il settore galvanico, il confronto tra i dati MUD regione e i dati dell'indagine, in relazione al coefficiente produzione di rifiuto/addetto ha fornito risultati molto simili per i fanghi (CER 190804) e le sgrassature (che comprendono i CER 130505, 140102, 110107). Per quanto riguarda i rifiuti contenenti cromo da non cianuri ha evidenziato una certa discordanza per alcune classi di addetti. I valori relativi al MUD Italia si sono situati su livelli costantemente più elevati;
- per il settore ceramico, i coefficienti considerati per la calce esausta (CER101204) si sono rilevati molto simili tra di loro; per lo scarto cotto (CER170103) lo studio di

settore indica una produzione specifica più alta di quella riscontrata dai dati MUD, per la produzione dei fanghi di depurazione (CER101299) la quantità di rifiuto sembra sottostimato per quanto riguarda lo studio di settore. I valori relativi al MUD Italia si sono situati su livelli più elevati per la calce esausta e per lo scarto cotto mentre per i fanghi i valori sono risultati paragonabili;

- per il settore carrozzeria, i valori MUD sono superiori o paragonabili al dato Fiat tranne che nel caso dei rifiuti carta e cartone, imballaggi in legno, rifiuti solidi urbani ed assimilabili e altri solventi e miscele solventi, per i quali il fattore produttivo indicato da Fiat è più elevato. Il confronto con i dati MUD Italia ha evidenziato, per i rifiuti melme di verniciatura (CER 080107) e olio minerale esaurito scuro (CER 130202), valori molto simili tra le tre categorie di dati analizzati, con un valore leggermente inferiore nell'ambito dell'indagine specifica per la seconda tipologia di rifiuto;
- per il settore cartario, si evidenzia come la produzione di fanghi da deinchiostrazione (CER 030305) presenti i valori più elevati nell'indagine specifica, mentre per i rifiuti non specificati altrimenti, derivanti dal processo di produzione della carta, i dati dell'indagine siano inferiori sia ai MUD regione sia ai MUD Italia;
- per il settore tessile l'unico confronto possibile è stato quello relativo al coefficiente complessivo rifiuto/addetto che è risultato praticamente identico tra le due elaborazioni effettuate: per l'indagine 1,67 t/addetto e per l'elaborazione dati MUD 1,68 t/addetto.

Le differenze riscontrate tra i dati MUD regione e quelli rilevati a livello nazionale possono essere attribuite a numerosi fattori. In particolare, la distribuzione delle aziende produttive nei diversi settori può dare origine a campioni regionali statisticamente non significativi se poco presenti nella regione di riferimento considerata. Al contrario, se le aziende sono organizzate in distretti presenti maggiormente in alcune regioni, il dato nazionale non è significativo, mentre risulta fondamentale prendere come regione di riferimento quella in cui la concentrazione delle aziende è maggiore. Analisi più approfondite sul territorio nazionale porterebbero probabilmente ad individuare diversità territoriali legate al livello tecnologico e commerciale della produzione, a differenze influenzate dalle normative regionali o semplicemente dal controllo che subiscono le aziende stesse da parte degli organi competenti. Infatti sembra possibile giustificare l'alto valore del coefficiente di produzione calcolato rispetto al numero di addetti per le aziende con classi di addetti 1-10, attraverso un difetto di dichiarazione del numero di addetti da parte delle piccole aziende.

Infine, particolarmente interessante è risultato il confronto tra i coefficienti elaborati nel corso del presente studio con quelli effettuati in indagini precedenti.

Pur con tutte le differenze dovute alle diverse metodologie adottate nelle indagini, agli accorpamenti effettuati nell'ambito delle diverse categorie di rifiuto, alle variazioni, senz'altro consistenti, che si sono verificate in campo industriale nel corso degli ultimi 15 anni, i coefficienti riscontrati per alcuni settori produttivi sembrano essere abbastanza confrontabili tra di loro. In particolare:

- per il settore galvanico, carrozzeria e tessile, i coefficienti riscontrati sembrano essere abbastanza omogenei e i valori riscontrati rientrano in intervalli molto ristretti;
- per il settore ceramico e cartario, invece, i coefficienti rilevati risultano particolarmente differenti tra di loro con intervalli di valori molto ampi.

valori numerici di applicazione delle stesse ai casi di studio, possono costituire un utile strumento per la validazione, la bonifica e l'integrazione dell'evasione dei dati MUD. È da evidenziare, a questo proposito, che, in alcuni casi, la stessa banca dati MUD, viene utilizzata come fonte di dati di partenza per il calcolo dei coefficienti. In questo caso, l'utilizzo in tal senso dei coefficienti produttivi può essere inizialmente interno alla banca dati MUD stessa e solo successivamente, dopo ulteriore confronto o integrazione con dati derivanti da studi specifici, per la stima della produzione dei rifiuti. I coefficienti di produzione, calcolati per attività economica e rispetto al numero di addetti, sono utilizzati nelle procedure per la bonifica e la validazione dei dati MUD. Infatti, avendo mantenuto un modello dichiarativo costante nel tempo, si possono confrontare le variazioni di questi coefficienti negli anni e valutare errori sulle quantità dichiarate oppure definire degli andamenti temporali di produzione di rifiuti di particolari settori.



## Bibliografia

- ANPA. Osservatorio Nazionale sui rifiuti. *Primo rapporto sui rifiuti speciali* 1999
- AA.VV. International Journal of Life Cycle Assessment. *Ecomed Publishers*. Germany. Tutti i numeri
- CNR. *Progetto Finalizzato Energetica 2*, 1988
- Decreto Legislativo 4 agosto 1999. *Attuazione della Direttiva Europea 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento*. Gazzetta Ufficiale 26 ottobre 1999 n° 252
- Infocamere. *Cinque anni di MUD. Relazione sull'attività di bonifica dei dati MUD*, 1998
- Istituto per l'Ambiente. *La produzione di rifiuti solidi nella provincia di Cremona*. Rapporto 91/03, 1991
- Lombardia Risorse. *Aggiornamento del Piano di smaltimento dei Rifiuti Speciali. Volume I Stima della produzione dei rifiuti speciali*. Regione del Veneto. Giunta Regionale. Area per l'Ecologia e la tutela dell'ambiente, 1990
- Ministero dell'Ambiente. *Relazione sullo stato dell'ambiente*, 1989
- Ministero dell'Ambiente. *Relazione sullo stato dell'ambiente*, 2001
- Norme UNI ISO 14040 ( e successive): *Gestione ambientale. Valutazione del ciclo di vita*. Principi e quadro di riferimento, 1998

### Settore galvanico

- ARPA Piemonte. *Profilo di rischio ambientale per il comparto galvanico*, 1999
- ARPA Piemonte. Provincia di Novara, Associazione industriali di Novara. *Linee guida per l'applicazione del sistema di ecogestione ed audit (Reg. CEE 761/2001) Emas nelle rubinetterie con particolare riferimento al ciclo Galvanico*. Ottobre 2001
- *Profili di distretti*. Newsletter, [www.clubdistretti.it](http://www.clubdistretti.it)

### Settore piastrelle

- Frey et al. *Ambiente igiene sicurezza*, Assopiastrelle, 1999
- Busani et al. *Piastrelle ceramiche e ambiente*, Assopiastrelle, 1995
- Assopiastrelle. *Indagine statistica Nazionale*, 1998
- Assopiastrelle. *Indagine statistica Nazionale*, 1999
- Busani, F. Captano. *Impatto della produzione di piastrelle da pavimento e rivestimento nel distretto ceramico Sassuolo-Scandiano*. ARPA Emilia Romagna, 2000
- Butani. *Profili di rischio ambientale per comparto - Comparto ceramica: fabbricazione di piastrelle in ceramica per pavimenti e rivestimenti*, ARPA Emilia Romagna, 1999
- Nasseti et al. *Piastrelle ceramiche e energia*, Assopiastrelle SNAM, 1998

### Settore carrozzeria

- Fiat Auto. *Rendiconto ambientale di processo*, 1999

### Settore cartario

- Assocarta. *Rapporto ambientale*, 1999
- Assocarta. *Rapporto ambientale*, 2000
- Comieco. *Raccolta, riciclo e recupero di carta e cartone 2000*. 6° Rapporto giugno 2001
- Comieco. *Il ciclo del riciclo*, 2000, [www.comieco.org](http://www.comieco.org).
- M. Mincarini. *La carta - Il ciclo di produzione, consumo e recupero di carta e cartone in Italia* luglio, 1998, [www.reteambiente.it](http://www.reteambiente.it)

### Settore tessile

- Mincarini M. *I prodotti tessili - il ciclo di produzione, consumo e recupero in Italia*, [www.reteambiente.it](http://www.reteambiente.it), gennaio 1998

- Centro Studi dell'Unione Industriale Biellese, Ufficio Studi della Camera di Commercio, Industria Artigianato e Agricoltura di Biella. *Economia Biellese*, 1996
- Centro Studi dell'Unione Industriale Biellese, Ufficio Studi della Camera di Commercio, Industria Artigianato e Agricoltura di Biella. *Economia Biellese*, 1999
- CRAB. *Caratterizzazione dei rifiuti produttivi della industria tessile nell'area biellese*, 1992
- Ambiente Italia. *Produzione di rifiuti e residui da attività produttive nella provincia di Biella, con particolare riferimento al settore "industria tessile"*, 1998

# Allegato 1 Scheda di analisi delle pubblicazioni

Scheda di analisi delle pubblicazioni	
<b>ID</b>	identificatore della pubblicazione
<b>Titolo</b>	
<b>Autore</b>	
<b>Anno di pubblicazione</b>	
<b>Natura della pubblicazione</b>	la pubblicazione può essere un articolo tratto da una rivista (in tal caso la compilazione del campo richiede il titolo della rivista e l'indicazione del numero di riferimento), uno studio di settore, un progetto, un piano regionale di gestione rifiuti ecc.
<b>Descrizione sommaria di inquadramento dei contenuti</b>	devono essere indicati gli argomenti affrontati, riportando in sintesi lo scopo e le fasi salienti del lavoro, in modo tale da fornire un'idea sommaria, ma chiara, dello studio svolto
<b>Settore/i considerato/i</b>	viene messo in evidenza il settore per il quale è stata elaborata la metodologia
<b>Area geografica / distretto interessato</b>	in questo campo viene specificata l'area geografica o il distretto di riferimento (tale informazione può essere importante se collegata a particolari aspetti di carattere socio-economico)
<b>Natura dei dati utilizzati</b>	MUD, indagini a campione, indagini mediante questionari, dati di letteratura ecc.
<b>Articolazione di riferimento dei rifiuti</b>	CIR, CER
<b>Sintesi per punti della metodologia di stima utilizzata</b>	la sintesi per punti deve comprendere la descrizione delle modalità di analisi e la metodologia di stima proposta, con particolare riferimento ai parametri considerati, alle ipotesi fatte, ai coefficienti di produzione utilizzati (kg/addetto, kg/energia consumata, kg/prodotto ecc.) ed ai problemi/limitazioni evidenziati nello studio stesso rispetto agli scopi posti
<b>Conclusioni</b>	devono essere evidenziate le principali conclusioni a cui gli autori giungono al termine dello studio
<b>Osservazioni e limitazioni riscontrate dal compilatore della scheda</b>	devono essere messe in evidenza le limitazioni che emergono palesi da una prima sommaria analisi della metodologia (inadeguatezza della metodologia rispetto alle eventuali innovazioni tecnologiche, utilizzo del vecchio codice ISTAT, ecc.), oltre ad osservazioni relative ad eventuali approfondimenti ecc.



## Allegato 2      Procedura di aggregazione dei dati MUD

### Procedura di aggregazione dei dati MUD

Per ogni settore industriale analizzato sono stati individuati alcuni codici ISTAT relativi all'attività corrispondente. Nella tabella di seguito sono elencate le aggregazioni effettuate per ogni settore.

Codice ISTAT	Attività
<b>Settore Galvanico</b>	
28	fabbricazione e lavorazione dei prodotti in metallo, escluse macchine e impianti
285	trattamento e rivestimento dei metalli, lavorazioni di meccanica generale per conto terzi
2851	trattamento e rivestimento dei metalli
29	fabbricazione di macchine ed apparecchi meccanici, compresi l'installazione, il montaggio, la riparazione e la manutenzione
291	fabbricazione di macchine e apparecchi per la produzione e l'utilizzazione dell'energia meccanica, esclusi i motori per aeromobili, veicoli e motocicli
2913	fabbricazione di rubinetti e valvole
<b>Settore Ceramico</b>	
26	fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi
263	fabbricazione di piastrelle e lastre in ceramica per pavimenti e rivestimenti
<b>Settore Carrozzerie</b>	
34	fabbricazione di autoveicoli, rimorchi e semirimorchi
343	fabbricazione di parti ed accessori per autoveicoli e per loro motori
<b>Settore Tessile</b>	
17	industrie tessili
171	preparazione e filatura di fibre tessili
172	tessitura di materie tessili
173	finissaggio dei tessili
174	confezionamento di articoli in tessuto, esclusi gli articoli di vestiario
175	altre industrie tessili
176	fabbricazione di maglierie
177	fabbricazione di articoli in maglieria
1711	preparazione e filatura di fibre tipo cotone
1712	preparazione e filatura di fibre tipo lana cardata
1713	preparazione e filatura di fibre tipo lana pettinata
1715	torcitura e preparazione della seta (inclusa quella di cascami) e torcitura e testurizzazione di filati sintetici o artificiali
1716	preparazione di filati cucirini
1717	attività di preparazione e di filatura di altre fibre tessili
1774	fabbricazione di maglieria intima
1775	fabbricazione di altri articoli e accessori a maglia
<b>Settore Cartario</b>	
21	fabbricazione della pasta-carta, della carta e dei prodotti di carta
212	fabbricazione di articoli di carta e di cartone
2122	fabbricazione di prodotti di carta e cartone per uso domestico e igienico-sanitario

Successivamente sono stati identificati i rifiuti prodotti per ogni settore industriale analizzato. Si riportano i raggruppamenti con l'indicazione del relativo codice CER.

Codice CER	Descrizione rifiuto
<b>Settore Galvanico</b>	
110101	soluzioni alcaline da cianuri contenenti metalli pesanti tranne cromo
110102	soluzioni alcaline da cianuri non contenenti metalli pesanti
110103	rifiuti contenenti cromo da non cianuri
110104	rifiuti non contenenti cromo e cianuri
110105	soluzioni acide di decapaggio
110106	acidi non specificati altrimenti
110107	alcali non specificati altrimenti
110108	fanghi di fosfatazione
130505	altre emulsioni
140102	altri solventi alogenati e miscele solventi
190201	fanghi di idrossidi di metalli ed altri fanghi da trattamento di precipitazione dei metalli miscele di rifiuti
190202	per lo stoccaggio finale
190804	fanghi dal trattamento delle acque reflue industriali
190806	resine di scambio ionico sature o esauste
190807	soluzioni e fanghi di rigenerazione delle resine a scambio ionico
<b>Settore Ceramico</b>	
060501	fanghi dal trattamento sul posto degli effluenti
101204	rifiuti solidi derivanti dal trattamento dei fumi
101299	rifiuti non specificati altrimenti
170103	mattonelle e ceramica
<b>Settore Carrozzerie</b>	
080106	fanghi derivanti da operazioni di scrostatura e sverniciatura contenenti solventi alogenati
080199	rifiuti non specificati altrimenti
080402	adesivi e sigillanti di scarto non contenenti solventi alogenati
120101	limatura, scaglie e polveri di metalli ferrosi
120109	emulsioni esauste per macchinari non contenenti alogeni
130106	oli per circuiti idraulici a formulazione esclusivamente minerale
130202	oli esauriti da motori, trasmissioni ed ingranaggi non contenenti composti organici clorurati
130502	fanghi di separazione olio/acqua
140103	altri solventi e miscele solventi
150101	carta e cartone
150103	imballaggi in legno
150104	imballaggi in metallo
160199	rifiuti non specificati altrimenti
160205	altre apparecchiature fuori uso
160601	accumulatori al piombo
160605	altre pile ed accumulatori
170201	legno
170402	alluminio
170405	ferro e acciaio
170408	cavi
170501	terra e rocce
200101	carta e cartone

segue

segue

Codice CER	Descrizione rifiuto
200102	vetro
200104	altri tipi di plastica
200108	rifiuti di natura organica utilizzabili per il compostaggio (compresi oli per frittura e rifiuti di mense e ristoranti)
200121	tubi fluorescenti e altri rifiuti contenenti mercurio
<b>Settore Tessile</b>	
020199	rifiuti non specificati altrimenti
040201	rifiuti da fibre tessili grezze e da altre sostanze fibrose naturali, principalmente di origine vegetale
040202	rifiuti da fibre tessili grezze principalmente di origine animale
040203	rifiuti da fibre tessili grezze principalmente artificiali o sintetiche
040204	rifiuti da fibre tessili grezze miste prima della filatura e della tessitura
040205	rifiuti da fibre tessili lavorate principalmente di origine vegetale
040206	rifiuti da fibre tessili lavorate principalmente di origine animale
040207	rifiuti da fibre tessili lavorate principalmente artificiali o sintetiche
040208	rifiuti da fibre tessili lavorate miste
040209	rifiuti da materiali compositi (fibre impregnate, elastomeri, plastomeri)
040210	materiale organico proveniente da prodotti naturali (es. grasso, cera)
040211	rifiuti contenenti composti alogenati da operazioni di confezionamento e finitura
040212	rifiuti non contenenti composti alogenati da operazioni di confezionamento e finitura
040213	tinture e pigmenti
040299	rifiuti non specificati altrimenti
070102	fanghi da trattamento sul posto degli effluenti
070104	altri solventi organici, soluzioni di lavaggio ed acque madri
070302	fanghi da trattamento sul posto degli effluenti
070602	fanghi da trattamento sul posto degli effluenti
080402	adesivi e sigillanti di scarto non contenenti solventi alogenati
080406	fanghi di adesivi e sigillanti non contenenti solventi alogenati
140203	fanghi o rifiuti solidi contenenti solventi alogenati
<b>Settore Cartario</b>	
030305	fanghi derivanti da processi di deinchiostrazione nel riciclaggio della carta
030306	fibra e fanghi di carta
030307	scarti del riciclaggio della carta e del cartone
030399	rifiuti non specificati altrimenti
080103	pitture e vernici di scarto a base acquosa
080308	soluzioni acquose contenenti inchiostro
130107	altri oli per circuiti idraulici
130202	oli esauriti da motori, trasmissioni ed ingranaggi non contenenti composti organici clorurati
130203	altri oli da motori, trasmissioni ed ingranaggi
130601	altri rifiuti oleosi non specificati altrimenti
140102	altri solventi alogenati e miscele solventi
150101	carta e cartone
150103	imballaggi in legno
150104	imballaggi in metallo
150106	Imballaggi in più materiali
160205	altre apparecchiature fuori uso
160302	prodotti fuori specifica organici
160601	accumulatori al piombo

segue

segue

Codice CER	Descrizione rifiuto
170405	ferro e acciaio
170408	cavi
170602	altri materiali isolanti
200101	carta e cartone
200104	altri tipi di plastica
200106	altri tipi di metallo
200304	fanghi di serbatoi settici

Il coefficiente di produzione annua per addetto, suddiviso per CER e classe di addetti, è stato ottenuto dalla media aritmetica dei coefficienti produttivi di ogni singola azienda (quantità prodotta sul numero di addetti).

Il calcolo successivo di un valore medio del coefficiente produzione complessivo, ovvero indipendente dalle classi di addetto, si è basato su una ponderazione che tiene conto del numero di dichiarazioni presentate annualmente. In pratica è stata calcolata una media ponderata dei coefficienti produttivi di ogni classe di addetto in base al numero di schede di tale rifiuto presenti nel MUD. In questo modo si sono valorizzati i coefficienti di produzione con un maggior numero di aziende presenti sul territorio.

# Allegato 3      Modello di intervista e risultati per il settore galvanico

## Allegato 3a

Modello di intervista presso le ditte galvaniche

Data di sopralluogo:

Ditta:

### 1. Sgrassatura

#### a) Chimica

- N° di vasche
- Dimensioni della vasca contenente il bagno di sgrassatura (litri contenuti)
- Concentrazione del lavoro
- N° di pezzi sottoposti a sgrassatura (n°/ore)
- Tempo di durata del processo
- Temperatura raggiunta
- Aggiunta di rinforzo
- Vita media del bagno di sgrassatura (giorni, settimane)

#### b) Ultrasuoni

- N° di vasche
- Dimensioni della vasca contenente il bagno di sgrassatura (litri contenuti)
- Concentrazione del lavoro
- N° di pezzi sottoposti a sgrassatura (n°/ore)
- Tempo di durata del processo
- Temperatura raggiunta
- Aggiunta di rinforzo
- Vita media del bagno di sgrassatura (giorni, settimane)

Fase di lavaggio statico

- Dimensioni della vasca (litri di acqua)
- Acqua usata per rabbocco delle vasche di sgrassatura (litri/n° di volte al giorno)

#### c) Elettrolitica

- N° di vasche
- Dimensioni della vasca contenente il bagno di sgrassatura (litri contenuti)
- Concentrazione del lavoro
- Tempo di durata del processo
- Temperatura raggiunta
- Aggiunta di rinforzo
- Vita media del bagno di sgrassatura (giorni, settimane)

Lavaggi sgrassature con scarico in fognatura

- N° di vasche
- Dimensioni delle vasche
- Valutazione della portata (l/min)

Vasca di neutralizzazione (litri)

- Vita media del bagno di neutralizzazione
- Aggiunta di rinforzo

Vasca di lavaggio con scarico in fognatura

- Dimensioni delle vasche
- Valutazione della portata (l/min)

## 2. Nichelatura semilucida

- Concentrazione del lavoro
- Dimensioni della vasca contenente il bagno di nichel (litri contenuti)
- Tempo di durata del processo
- Temperatura raggiunta

## 3. Nichelatura lucida

- Concentrazione del lavoro
- Dimensioni della vasca contenente il bagno di nichel (litri contenuti)
- Tempo di durata del processo
- Temperatura raggiunta
- N° vasche di recupero
- Dimensioni

Lavaggi Nichel

- N° di vasche
- Dimensioni delle vasche

## 4. Cromatura

- Dimensioni della vasca contenente il bagno di Cromo (litri contenuti)
- Densità di lavoro
- Tempo di durata del processo
- Temperatura raggiunta
- Aggiunta di rinforzo
  
- Recuperi Cromo
- N° di vasche
- Dimensioni delle vasche
- N° vasche di lavaggio
- Dimensioni delle vasche di lavaggio
- Scarico lavaggio

**Descrizione dell'impianto di depurazione**

Allegato 3b: Dati raccolti nelle aziende campione del settore galvanico (anno 1996)

Ditta	Addetti	Pezzi lavorati gg.	Acquisti				Prodotti per depurazione	Acqua m <sup>3</sup>	Fanghi kg	Rifiuti	
			Sgrassatura kg	Cromo kg	Nichel kg	Cromo m <sup>3</sup>				Sgrassature m <sup>3</sup>	
1	1		60				570	280			2,2
2	2	17.000	7.250	900	11.040	15.480	29.912	8.490	6,05		1,9
3	4		800	300	612	2.385	558	2.720			6,4
4	6		9.325		12.333	29.600	10.000	7.500			16
5	6		3.155	1.000	1.541	6.850	3.802		4,55		29,9
6	6		2.475	1.000	3.700	3.520	7.025		86		61
7	6		4.630	900	18.580	400	3.953				40
8	7	1.200 - 36.000	2.550	1.000	4.390		4.200		26		29,5
9	8	5.000	4.350	300	1.695	40.475	6.560	11.160	18,46		22,84
10	10	1.000	320			100	2.709				17
11	11	100.800 - 216.000	3.595	1.000	3.450		5.824		14		28,5
12	11		3.550	1.100	1.200	6.958	2.640	14.000	14,7		
13	11		100								2
14	11	60.000	7.000	3.000	8.000		635		23		50,3
15	14	129.600 - 48.000	1.175	775	600		1.623		11		37
16	14	4.800 - 16.800	4.708	3.375	7.230	39.550	2.947	36.700			
17	16	14.400 - 48.000	3.575	1.500	8.480		4.546				24
18	16			10.540	15.323		5.432		79,94		48,5
19	17	3.600 - 7.200	7.000	3.000	8.000		1.656		23		50,3
20	18	1.000	450	50	246,5		4.516	1.580			14,6
21	20	19.200 - 48.000	11.250	4.100	16.399	60.480	15.300		89,2		78,34
22	55	3.000 - 4.000	3.100	50	800		8.826				233,6
23	123	480.000 - 112.000	5.025	700	1.700	1.000	13.070		10,03		137
24	126	7.580	4.830	1.200	2.250	32.475	433		12,2		47
25	146	10.000 - 48.000	10.400	2.650	4.000	82.730	14.160	37.840			
26	453		4.700	7.200	770	13.500	55.363	106.330	104,4		19,54

Allegato 3c: Coefficienti di produzione dei rifiuti per il settore galvanico

Ditta	N. addetti linee galvaniche	Pezzi lavorati 99.	Cg. Lavorati vi/mese	m <sup>3</sup> Cr esausto/kg Cr	m <sup>3</sup> rif sgrassatura/kg sgrassatura	kg di Fanghi/addebito	Fattori di produzione di rifiuti					m <sup>3</sup> rif Cr/addebito	m <sup>3</sup> sgrass/addebito	kg di Fanghi/m <sup>3</sup> acqua	m <sup>3</sup> Cr esausto/m <sup>3</sup> acqua	m <sup>3</sup> rif sgrass/m <sup>3</sup> acqua
							kg di Fanghi/prodotti per la depurazione	kg di Fanghi/addebito	kg di prodotti per la depurazione	m <sup>3</sup> rif Cr/addebito	m <sup>3</sup> sgrass/addebito					
1	1		12		3,667*10 <sup>-2</sup>	280,000						2,200	49,123*10 <sup>-2</sup>		0,386	
2	2	17.000	22	0,672*10 <sup>-2</sup>	0,026*10 <sup>-2</sup>	4245,000	0,548	3,025	0,950	28,383*10 <sup>-2</sup>	0,020*10 <sup>-2</sup>	0,006			0,006	
3	4		22	0,800*10 <sup>-2</sup>	0,800*10 <sup>-2</sup>	680,000	1,140		1,600	487,455*10 <sup>-2</sup>				1,147		
4	6		22	0,172*10 <sup>-2</sup>	0,172*10 <sup>-2</sup>	1250,000	0,253		2,667	75,000*10 <sup>-2</sup>				0,160		
5	6		22	0,455*10 <sup>-2</sup>	0,948*10 <sup>-2</sup>			0,758	4,983		0,120*10 <sup>-2</sup>			0,786		
6	6		22	8,600*10 <sup>-2</sup>	2,465*10 <sup>-2</sup>			14,333	10,167		1,224*10 <sup>-2</sup>			0,868		
7	6		22	0,864*10 <sup>-2</sup>	0,864*10 <sup>-2</sup>				6,667					1,012		
8	7	1.200 - 36.000	22	2,600*10 <sup>-2</sup>	1,157*10 <sup>-2</sup>			3,714	4,214		0,619*10 <sup>-2</sup>			0,702		
9	8	5.000	22	6,153*10 <sup>-2</sup>	0,525*10 <sup>-2</sup>	1395,000	0,276	2,308	2,855	170,122*10 <sup>-2</sup>	0,281*10 <sup>-2</sup>			0,348		
10	7	1.000	22	5,313*10 <sup>-2</sup>	5,313*10 <sup>-2</sup>				2,429					0,628		
11	11	100.800 - 216.000	22	1,400*10 <sup>-2</sup>	0,793*10 <sup>-2</sup>				2,591		0,240*10 <sup>-2</sup>			0,489		
12	11		22	1,336*10 <sup>-2</sup>		1272,727	2,012	1,336		530,303*10 <sup>-2</sup>	0,557*10 <sup>-2</sup>					
13	11		11		2,000*10 <sup>-2</sup>				0,182							
14	11	60.000	22 dal 1997	0,767*10 <sup>-2</sup>	0,719*10 <sup>-2</sup>			2,091	4,573		3,622*10 <sup>-2</sup>			7,921		
15	14	129.600 - 48.000	22	1,419*10 <sup>-2</sup>	3,149*10 <sup>-2</sup>			0,786	2,643		0,678*10 <sup>-2</sup>			2,280		
16	14	4.800 - 16.800	22			2621,429	0,928			1245,334*10 <sup>-2</sup>						
17	16	14.400 - 48.000	22		0,671*10 <sup>-2</sup>				1,500					0,528		
18	16		22	0,758*10 <sup>-2</sup>				4,996	3,031		1,472*10 <sup>-2</sup>			0,893		
19	17	3.600 - 7.200	22 dal 1997	0,767*10 <sup>-2</sup>	0,719*10 <sup>-2</sup>			1,353	2,959		1,389*10 <sup>-2</sup>			3,037		
20	2	1.000	22		3,244*10 <sup>-2</sup>	790,000			7,300	34,987*10 <sup>-2</sup>				0,323		
21	20	19.200 - 48.000	22	2,176*10 <sup>-2</sup>	0,696*10 <sup>-2</sup>			4,460	3,917		0,583*10 <sup>-2</sup>			0,512		
22	4	3.000 - 4.000	22		7,535*10 <sup>-2</sup>				58,400					2,647		
23	11	480.000 - 112.000	22	1,433*10 <sup>-2</sup>	2,726*10 <sup>-2</sup>			0,912	12,455		0,077*10 <sup>-2</sup>			1,048		
24	13	7.580	22	1,017*10 <sup>-2</sup>	0,973*10 <sup>-2</sup>			0,938	3,615		2,818*10 <sup>-2</sup>			10,855		
25	15	10.000 - 48.000	22			2522,667	0,457			267,232*10 <sup>-2</sup>						
26	16		22	1,450*10 <sup>-2</sup>	0,416*10 <sup>-2</sup>	6645,625	7,876	6,525	1,221	192,060*10 <sup>-2</sup>	0,189*10 <sup>-2</sup>			0,035		

## Allegato 4

## Fattori di produzione di rifiuti per il settore Carrozzeria

Fattori di produzione di rifiuti per lo stabilimento di Mirafiori Carrozzeria - ANNO 1999		Indicatori di produzione rifiuti										
Descrizione rifiuto	Codice CER	per vettura	per addetto	per superficie totale	per superficie coperta	per valore della produzione	per energia consumata	per acqua consumata	per giorno lavorato	per turno lavorato	per superficie verniciata	per peso totale del prodotto
		[kg/vett]	[kg/addd]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/MLD]	[kg/tep]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/gg]	[kg/TL]	[kg/km <sup>2</sup> ]	[kg/t]
Rifiuti solidi urbani ed assimilabili	20 03 01	7,61	381,76	2,95	5,36	703,90	45,84	0,541	12.380,92	6.167,24	103.555,48	7,98
Carta e cartone	20 01 01	0,16	7,88	0,06	0,11	14,52	0,95	0,011	255,40	127,22	2.136,17	0,16
Imballaggi in legno	15 01 03	5,01	251,04	1,94	3,53	462,88	30,15	0,356	8.141,59	4.055,52	68.097,22	5,25
Vetro	20 01 02	0,44	21,86	0,17	0,31	40,31	2,63	0,031	709,04	353,19	5.930,47	0,46
Altri tipi di plastica	20 01 04	0,08	4,19	0,03	0,06	7,72	0,50	0,006	135,82	67,65	1.135,98	0,09
Carta e cartone	15 01 01	8,30	416,20	3,22	5,84	767,40	49,98	0,590	13.497,82	6.723,59	112.897,39	8,70
Imballaggi in metallo	15 01 04	0,81	40,42	0,31	0,57	74,52	4,85	0,057	1.310,79	652,94	10.963,64	0,85
Rifiuti non specificati altrimenti	08 01 99	0,51	25,61	0,20	0,36	47,23	3,08	0,036	830,71	413,80	6.948,17	0,54
Altre particelle di metalli ferrosi	12 01 02	2,73	136,78	1,06	1,92	252,19	16,42	0,194	4.435,82	2.209,59	37.101,69	2,86
Ferro e acciaio	17 04 05	5,29	265,32	2,05	3,73	489,19	31,86	0,376	8.604,44	4.286,08	71.968,51	5,55
Cavi	17 04 08	0,15	7,69	0,06	0,11	14,18	0,92	0,011	249,37	124,22	2.085,78	0,16
Alluminio	17 04 02	0,07	3,47	0,03	0,05	6,40	0,42	0,005	112,55	56,07	941,40	0,07
Altre apparecchiature fuori uso	16 02 05	1,36	68,18	0,53	0,96	125,71	8,19	0,097	2.211,05	1.101,38	18.493,45	1,43
Rifiuti non specificati altrimenti	16 01 99	0,50	25,31	0,20	0,36	46,67	3,04	0,036	820,84	408,88	6.865,58	0,53

Fattori di produzione di rifiuti per lo stabilimento di Mirafiori Carrozzeria - ANNO 1999

Descrizione rifiuto	Codice CER	Indicatori di produzione rifiuti										
		[kg/vett]	per addetto	per superficie totale	per superficie coperta	per valore della produzione	per energia consumata	per acqua consumata	per giorno lavorato	per turno lavorato	per superficie verniciata	per peso totale del prodotto
		[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/edd]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[kg/MLD]	[kg/top]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/gg]	[kg/TL]	[kg/km <sup>2</sup> ]	[kg/t]
Rifiuti di natura organica (utilizz. per compost.)	20 01 08	0,12	5,85	0,05	0,08	10,79	0,70	0,008	189,79	94,54	1.587,43	0,12
Legno	17 02 01	0,24	12,03	0,09	0,17	22,18	1,44	0,017	390,21	194,37	3.263,76	0,25
Terra e rocce	17 05 01	0,05	2,55	0,02	0,04	4,71	0,31	0,004	82,76	41,23	692,23	0,05
Adesivi e sigillanti di scarto non alogenati	08 04 02	0,01	0,53	0,00	0,01	0,98	0,06	0,001	17,15	8,55	143,48	0,01
Oli minerali per circuiti idraulici	13 01 06	0,04	2,09	0,02	0,03	3,85	0,25	0,003	67,73	33,74	566,52	0,04
Oli esauriti	13 02 02	0,02	0,95	0,01	0,01	1,76	0,11	0,001	30,96	15,42	258,97	0,02
Emulsioni esauste non contenenti alogeni	12 01 09	0,02	1,07	0,01	0,01	1,96	0,13	0,002	34,56	17,22	289,07	0,02
Fanghi di separazione olio/acqua	13 05 02	0,11	5,49	0,04	0,08	10,13	0,66	0,008	178,16	88,75	1.490,14	0,11
Fanghi derivanti da operazioni di verniciatura	08 01 07	2,29	114,92	0,89	1,61	211,89	13,80	0,163	3.726,95	1.856,48	31.172,61	2,40
Altri solventi e miscele solventi	14 01 03	1,20	59,98	0,46	0,84	110,59	7,20	0,085	1.945,15	968,92	16.269,43	1,25
Accumulatori al piombo	16 06 01	0,03	1,73	0,01	0,02	3,20	0,21	0,002	56,23	28,01	470,35	0,04
Altre pile ed accumulatori	16 06 05	0,00	0,16	0,00	0,00	0,29	0,02	0,000	5,19	2,58	43,40	0,003
Tubi fluorescenti	20 01 21	0,01	0,68	0,01	0,01	1,26	0,08	0,001	22,09	11,00	184,78	0,01
<b>Totale</b>		<b>37,17</b>	<b>1.863,75</b>	<b>14,40</b>	<b>26,17</b>	<b>3.436,42</b>	<b>223,80</b>	<b>2,64</b>	<b>60.443,09</b>	<b>30.108,17</b>	<b>505.553,11</b>	<b>38,97</b>