

## 0. INDICE

0.	INDICE.....	1
1.	INTRODUZIONE.....	3
2.	I PROCESSI PRODUTTIVI DI OTTENIMENTO DELL'ACCIAIO.....	4
2.1	Produzione con ciclo integrale.....	7
2.2	Produzione con forno elettrico.....	9
3.	IL ROTTAME.....	11
3.1	Definizione.....	11
3.2	Segregazione e utilizzo di rottame.....	13
3.2.1	<b>Segregazione rottame.....</b>	<b>13</b>
3.2.2	<b>Metodi per assicurare la giusta segregazione del rottame.....</b>	<b>15</b>
3.2.3	<b>Requisiti fisici del rottame.....</b>	<b>15</b>
3.2.4	<b>Selezione della carica di rottame.....</b>	<b>17</b>
3.2.5	<b>Trattamento del rottame.....</b>	<b>21</b>
3.3	Impianti per stoccaggio e caricamento.....	22
3.3.1	<b>Caricamento del forno.....</b>	<b>23</b>
4.	LE NORMATIVE RELATIVE AL ROTTAME.....	26
4.1	Specifiche Europee per il rottame - EUROFER.....	26
4.1.1	<b>Condizioni generali.....</b>	<b>26</b>
4.1.2	<b>Categorie.....</b>	<b>28</b>
4.1.3	<b>Contenuti analitici mirati.....</b>	<b>34</b>
4.1.4	<b>Tabelle riassuntive.....</b>	<b>36</b>
4.2	Risoluzione N.11 del 10/10/1997 del Comitato Consultivo CECA41	
4.3.1	<b>Aspetti ambientali e di sicurezza riguardanti i rottami.....</b>	<b>41</b>

4.3.2	Aspetti economici.....	42
4.3.3	Conclusioni.....	43
4.3	Legge n. 308 del 15 dicembre 2004 .....	45
5.	ESEMPIO REALE DI TRATTAMENTO E CLASSIFICAZIONE DEL ROTTAME IN ACCIAIERIA.....	48
5.1	Arrivo rottame e identificazione .....	48
5.2	Accettazione del carico e gestione non conformita' .....	50
5.3	Prescrizione della carica .....	59
6.	TRENDS ECONOMICI.....	62
7.	CONCLUSIONI.....	69
8.	BIBLIOGRAFIA .....	71

# 1. INTRODUZIONE

L'acciaio richiama alla mente il mondo produttivo, l'acciaieria è il tipico impianto industriale e l'industria in generale ci fa pensare all'inquinamento. Affermare invece, in controtendenza, che l'acciaio sia ecologico può sembrare azzardato, ma la realtà è proprio in questi termini.

Vediamo perchè:

- Il processo produttivo è ad inquinamento molto scarso, e gli scarti vengono riutilizzati per produrre nuovo materiale.
- L'energia richiesta per la produzione è una frazione di quella necessaria a produrre altre leghe metalliche basate su rame, alluminio e titanio.
- *Terminata la propria vita attiva un prodotto in acciaio diventa un rottame assolutamente riciclabile e pronto per essere rifiuto e rientrare nel ciclo.*

Questa tesi si pone come obiettivo quello di individuare i parametri fondamentali che caratterizzano il rottame in quanto materia prima di un processo produttivo, considerando che ogni anno oltre 400 milioni di tonnellate di rottami ferrosi vengono rifiuti per realizzare nuovo acciaio.

Il fatto che un materiale pregiato come l'acciaio sia riciclato come rottame e non smaltito in discarica consente di non sprecarne l'alto contenuto energetico e diminuisce la necessità di materie prime minerali per produrre acciaio e questo si inserisce perfettamente in quello che viene comunemente denominato sviluppo sostenibile.

## 2. I PROCESSI PRODUTTIVI DI OTTENIMENTO DELL'ACCIAIO

La produzione di ferro metallico risale a più di 3000 anni fa, con l'inizio di dell'età del ferro. Tuttavia i moderni impianti che realizzano il cosiddetto "ciclo integrale" di produzione dell'acciaio partendo dal minerale, sostanzialmente, usano tuttora lo stesso processo di riduzione con carbone scoperto ed applicato dagli antichi. Questo anche se l'industria continua a sviluppare tecnologie migliorative o del tutto nuove per rendere i processi produttivi sempre più efficienti ed economici e per migliorare ed ampliare la qualità e la gamma dei prodotti siderurgici.

La moderna industria siderurgica richiede e consuma enormi quantità di materie prime, di energia e di capitali di investimento. La produzione mondiale di acciaio è ormai di oltre 900 milioni di ton/anno, con una tendenza continuamente crescente negli ultimi trent'anni pur con oscillazioni sul breve periodo. Le stesse esigenze di un mercato molto esteso ma estremamente competitivo, unite ai problemi ambientali legati soprattutto agli elevati consumi di energia, costringono l'industria ad una continua attenzione all'innovazione. Le nuove tecnologie, non appena affermate, si diffondono con estrema rapidità in tutto il mondo, superando facilmente ogni barriera politica ed economica.

Conseguenza di questa situazione è stata la vera e propria rivoluzione tecnologica dell'industria siderurgica, avvenuta negli ultimi quarant'anni, e non ancora terminata. In un tempo relativamente breve sono scomparsi processi

storici come la produzione di acciaio al forno Martin-Siemens, e si sono universalmente diffusi altri, come la colata continua. Si tratta di innovazioni che hanno modificato sostanzialmente non solo il modo di fare l'acciaio, ma anche il prezzo, la qualità e la gamma di prodotti siderurgici.

Sostanziali innovazioni sono state recentemente apportate a tutte le principali fasi nelle quali si può suddividere il ciclo di produzione dell'acciaio, a partire dal minerale, che possono così essere schematizzate:

- 1- Estrazione, arricchimento e trattamenti vari per l'ottenimento del "minerale commerciale"
- 2- Trattamento dei minerali e del carbone per la preparazione dei materiali di carica dell'altoforno
- 3- Riduzione del minerale dell'altoforno, con ottenimento della "ghisa di prima fusione"
- 4- Affinazione della ghisa nei convertitori ad ossigeno, per la produzione di acciai comuni
- 5- Solidificazioni dell'acciaio liquido in colata continua, o, eventualmente in lingottiera
- 6- Lavorazioni per deformazione plastica a caldo (laminazione, ecc.) per la produzione dei semilavorati, generalmente "prodotti piani", cioè lamiera

Accanto a questo ciclo che arriva alla produzione di acciaio partendo dal minerale, esiste un altro ciclo produttivo che parte invece da rottame, visto che

l'acciaio, di qualunque tipo, da sempre, è un materiale integralmente riciclabile. Questo viene realizzato dalle cosiddette "acciaiere elettriche", basate sull'impiego del forno elettrico ad arco per la rifusione del rottame, che richiede temperature superiori a 1600°C. Questo secondo ciclo comprende le fasi di:

- ❖ Fusione del rottame e affinazione
- ❖ Completamento dell'affinazione in forni-siviera o convertitori
- ❖ Solidificazione in colata continua o lingottiere
- ❖ Lavorazioni per deformazioni plastica a caldo

Nelle acciaierie elettriche è concentrata la produzione degli acciai speciali, al carbonio e/o con elementi in lega, e quella dei "prodotti lunghi", barre, profilati, ecc.

Attualmente forse i maggiori problemi derivano dal fatto che la produzione e l'uso del coke diventano sempre più costosi e difficili e quindi gli altoforni "piccoli" sono sempre meno competitivi, ma non diminuisce la richiesta di metallo liquido per la produzione di acciai. Inoltre è sempre pressante l'esigenza di avere impianti più semplici da gestire come produttività e tipologia di prodotto. Le innovazioni su processi ed impianti sono quindi rivolte ad ottenere:

- un migliore efficienza nell'utilizzo delle energia e delle materie prime

- maggiore flessibilità ed adattabilità degli impianti all'uso di materiali di carica di vario tipo
- la riduzione dei costi di impianto, anche attraverso l'impiego di unità produttive di minori dimensioni e produttività unitaria
- una maggiore flessibilità nella capacità produttiva degli impianti
- la possibilità di produrre direttamente acciai a basso carbonio (acciai comuni da carpenteria) direttamente dal minerale.

## **2.1 Produzione con ciclo integrale**

Nella moderna siderurgia i procedimenti più comunemente utilizzati per produrre acciaio possono essere ricondotti a due: acciaio ottenuto dal minerale oppure dalla fusione dei rottami di ferro.

Nel primo caso lo stabilimento per la produzione è denominato a “ciclo integrale”: questo significa che è necessario disporre di tutti quegli impianti ed attrezzature che consentano la trasformazione chimico fisica del minerale (ossidi di ferro) in acciaio.

Il minerale necessita di un'accurata preparazione e miscelazione con altre sostanze (in particolare calcare) per ottenere quell'arricchimento e quella composizione chimico-fisica necessari per la sua trasformazione.

I metodi di trattamento sono molti e tutti volti a far sì che il minerale e gli altri componenti aggregati siano trasformati in “piccoli pezzetti”, denominati “pellets”, così da renderli atti alla preparazione della carica dell'altoforno.

Quest'ultimo è un forno del tipo a "tino", continuo, nel quale il minerale, sottoposto ad alta temperatura si trasforma in ghisa (ferro ad alto contenuto di carbonio).

La temperatura alla quale inizia la riduzione del minerale è intorno agli 800°C ed è ottenuta mediante la combustione del carbone coke, caricato assieme al minerale stesso.

I processi e gli impianti utilizzati per la preparazione della carica dell'altoforno sono, sinteticamente, i seguenti:

- Produzione del carbon coke, si ottiene dalla combustione del carbon fossile nelle cokerie: sono batterie di forni contigui (in genere da 20 a 30), nei quali da una parte si immette il carbon fossile e, dall'altra dopo la combustione, si estrae il coke, che verrà successivamente inviato all'altoforno.
- Trasformazione del minerale in pellets:  
impianti di lavaggio, frantumazione, setacciatura, omogeneizzazione e pelletizzazione.

All'uscita dell'altoforno la ghisa viene colata direttamente in un contenitore mobile su rotaie, chiamato carro siluro, tramite il quale viene trasportata all'acciaieria per la trasformazione in acciaio.

Il processo per la preparazione dell'acciaio consiste nella decarburazione della ghisa e nell'aggiunta di componenti che consentano di ottenere quel grado di durezza e resistenza desiderato.

Per far ciò occorre nuovamente riscaldare la ghisa in appositi forni, denominati convertitori nei quali la ghisa si affina e si trasforma in acciaio.

Vi sono naturalmente diversi tipi di convertitori e di sistemi di sistemi di affinazione della ghisa, sui quali si ritiene superfluo soffermarsi.

Tutto quanto sopra descritto è parte integrante di uno stabilimento siderurgico a ciclo integrale.

## **2.2 Produzione con forno elettrico**

Gli stabilimenti siderurgici che producono acciaio direttamente dai rottami non necessitano di impianti e macchinari finalizzati alla produzione della ghisa ed alla sua trasformazione in acciaio.

Sono pertanto, a parità di prodotto, di dimensioni e valori minori, permettendo la realizzazione di stabilimenti anche di capacità modesta, le cosiddette mini acciaierie, con accettabili rapporti tra investimento e capacità produttiva, senza rinunciare a volumi di produzione anche ragguardevoli.

Oltre a ciò presentano altri vantaggi, che compensano l'elevato consumo di energia elettrica necessario per il loro funzionamento: maggiore elasticità di impiego (si possono produrre anche acciai inox), rapidità di messa in marcia, maggiori possibilità di controllare i processi di trasformazione chimica, indipendenza dell'installazione da porti o altre importanti stazioni di smistamento merci.

L'acciaio, in questi impianti, è ottenuto dalla fusione dei rottami di ferro opportunamente preparati e selezionati per evitare inconvenienti durante la trasformazioni (esplosioni, cattiva qualità).

La fusione avviene nel forno elettrico che, di norma, è di due tipi:

- Forno ad arco
- Forno ad induzione

Nei forni ad arco, i più diffusi, il calore viene apportato dalla radiazione dell'arco che si forma tra gli elettrodi di grafite ed il bagno.

I forni ad induzione sono basati sul principio del passaggio di un intenso flusso elettromagnetico (e quindi di calore), dove la carica metallica rappresenta il secondario di un trasformatore.

Queste brevi considerazioni sono state necessarie per meglio identificare il processo produttivo nel quale si inserisce il rottame come materia prima fondamentale, le cui problematiche in fase di preparazione alla carica nel forno elettrico sono affrontate nel successivo capitolo.

## 3. IL ROTTAME

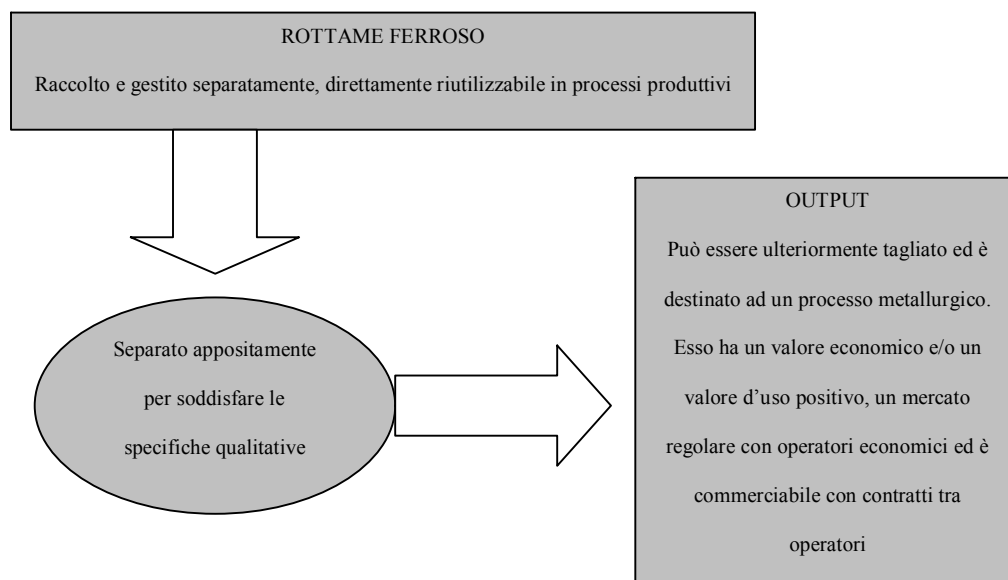
### 3.1 Definizione

Il rottame rappresenta la materia prima principale nel ciclo siderurgico a forno elettrico.

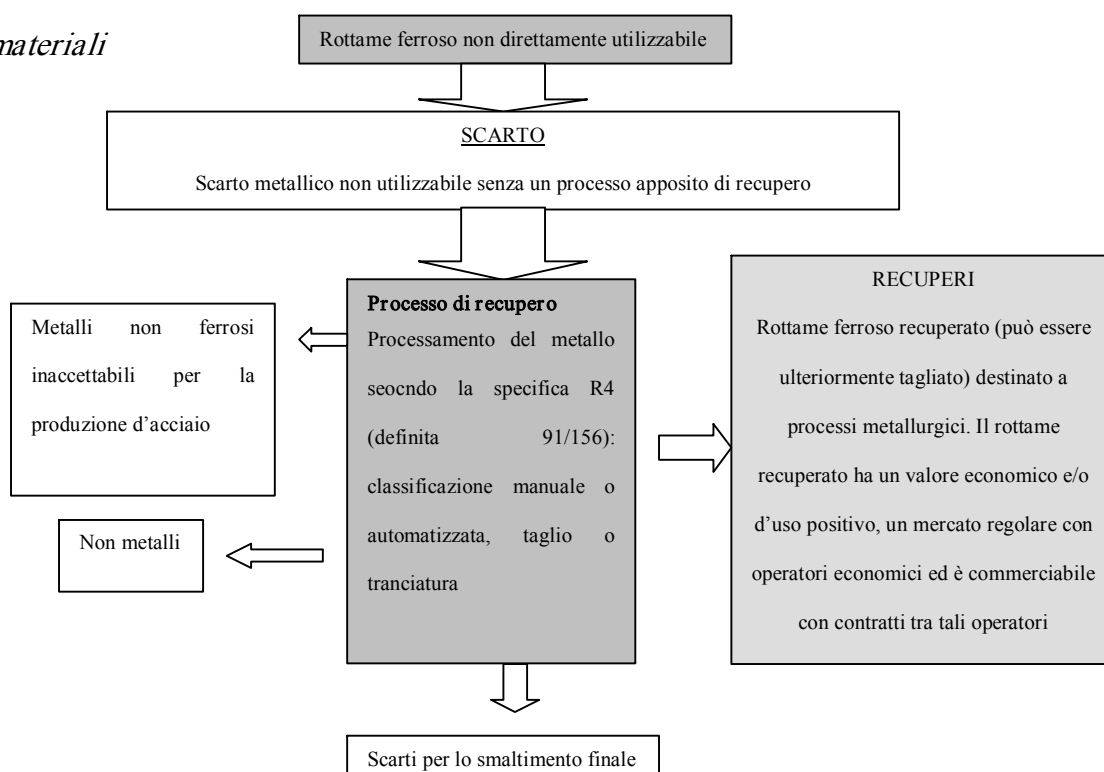
Esistono infinite tipologie di rottame ferroso, ma le si può ricondurre tutte all'interno di tre macro-categorie:

- Il **rottame di proprietà dell'acciaieria**, derivante dai processi di fusione, colata e laminazione, gestito in modo da essere separato dagli altri materiali e con la caratteristica di essere riprocessato dopo essere stato fuso. Si tratta di materiali che non divengono mai scarti e le loro caratteristiche chimiche rimangono note in ogni istante
- Il **rottame nuovo**, derivante da prodotti nuovi e raccolto in modo separato da altri materiali di scarto
- Il **rottame vecchio**, che rappresenta il processo di recupero di quella quantità di scarti che ciascun prodotto genera alla fine del proprio ciclo di vita. Questo processo ha il fine di raggiungere determinate specifiche qualitative tali da renderlo nuovo, considerabile come materia prima. Si differenzia dunque dalle altre categorie proprio perché necessita di un riprocessamento.

*Figura 1: Rottame che non richiede un processo di recupero specifico, per esempio rottame nuovo e/o di proprietà dell'acciaieria*



*Figura 2: Rottame che richiede un processo di recupero specifico, per esempio tutto il rottame vecchio e/o quello nuovo contenente diverse tipologie di materiali*



## **3.2 Segregazione e utilizzo di rottame**

### **3.2.1 Segregazione rottame**

E' assolutamente necessario segregare o separare il rottame disponibile in pacchetti di stoccaggio di grado identificato per diverse motivazioni:

- 1- Conservare il contenuto di lega nel rottame d'acciaio
- 2- Utilizzare in modo ragionevole leghe di prima fusione
- 3- Assicurarsi che solo gli elementi desiderati nel prodotto finale siano introdotti nella fase di preparazione dell'acciaio.

Quando il "product mix" (gradi di acciaio prodotti) varia sostanzialmente, la classificazione del rottame per contenuto di lega deve essere molto piu' dettagliata rispetto ad un impianto speciale che produce continuamente lo stesso grado di acciaio. Per un impianto che produce vari gradi di acciaio con il processo base, incluso lega e inossidabile, si è stabilito che sia necessario separare il rottame in 300 classificazioni.

Il rottame può essere riutilizzato sotto forma di rottame interno da laminazione o da officine di forgiatura dello stesso impianto dove il forno elettrico opera, oppure può essere ottenuto da rottamai, clienti, altri produttori di acciaio o impianti dello stesso gruppo.

Dal punto di vista economico, producendo un'ampia gamma di acciai si richiede un'attenta selezione del rottame e segregazione e un ottimale programma di controllo.

Il termine “segregazione” può essere definito come separazione della massa di un rottame misto in pacchetti caratterizzati invece da una composizione specifica.

La conformità ad un definito programma di segregazione del rottame è essenziale se i maggiori benefici che si vogliono ottenere sono la conservazione della lega e una fusione prossima alla composizione desiderata.

Seguire una procedura di fusione aiuta a rispettare i programmi di produzione e resa di acciaio, ottenere il tonnellaggio ottimale da una data unità e conservare la qualità di acciaio secondo gli alti standards richiesti dall’industria siderurgica.

Ogni variazione del programma di segregazione del rottame porterà a perdita di lega.

Elementi non ossidabili come Nichel e Rame possono entrare e rimanere nel bagno causando che sia sprecata una colata o, al meglio, indirizzato verso un'altra colata che originalmente non richiedeva l’uso di così tanti elementi.

Per es., il Cromo può essere ossidato dalla colata destinata ad acciaio Nichel-Molibdeno ma questo processo è troppo costoso e a basso rendimento. Al contrario, il Nichel non può essere ossidato da una colata Cromo-Molibdeno.

Per questa ragione, se è presente l’elemento Ni e si deve realizzare una colata con il minimo contenuto di Ni o addirittura senza tale elemento, la stessa colata dovrà essere cambiata o eliminata.

### **3.2.2 Metodi per assicurare la giusta segregazione del rottame**

La segregazione del rottame interno è relativamente facile mentre è l'introduzione di rottame dall'esterno a creare complicazioni.

Sono disponibili diversi metodi per testare il rottame allo scopo di determinare se il suo contenuto incontra le specifiche richieste. Questi metodi includono analisi chimiche di campioni selezionati, analisi spettrografiche, e metodi meno costosi ma meno accurati come test magnetici per separare il rottame magnetico da quello non magnetico e lo "spark" test. Quest'ultimo si realizza caricando un pezzo di rottame contro una ruota abrasiva e osservando la caduta di scintille. Un osservatore esperto può differenziare tra i vari tipi di rottame d'acciaio notando il colore delle scintille, la lunghezza delle linee di scintille e la caratteristica della fine di queste linee.

Ci sono altri test rudimentali. Per es., lo "spot test", dove l'applicazione di una soluzione chimica su una superficie pulita di un campione di rottame serve a stimare la quantità di Nichel o altri elementi presenti.

Un altro test ancora è il "pellet test" con il quale possono essere rilevati elementi usando una lente d'ingrandimento per osservare particelle ossidate dallo "spark test".

### **3.2.3 Requisiti fisici del rottame**

La dimensione del rottame e la sua densità di massa hanno un' influenza rilevante sia sugli aspetti tecnici che economici della fusione in forno elettrico.

Il rottame leggero ( rotoli, materiale tornito, punzoni) ha considerevolmente meno peso per unità di volume rispetto al rottame pesante ( lingotti, ritagli di lamiera o di profilati).

Se troppo rottame leggero è usato per una data colata, devono essere utilizzate piu' ceste di carica per alimentare il forno, il che implica una perdita di tempo e calore.

Il rottame molto leggero tende ad una considerevole ossidazione durante lo stoccaggio, determinando un minore rendimento, un maggiore consumo energetico, ed una imprevedibile fusione del carbone nel forno elettrico.

Inoltre il rottame leggero tende a saldarsi insieme e aderire alle pareti del forno, necessitando di misure aggiuntive per assicurarne la completa fusione.

Una prima cesta di carica composta interamente da rottame leggero richiede che sia usata minore potenza negli stadi iniziali della fusione per assicurare che gli elettrodi non passino attraverso la carica e ne raggiungano il cuore prima che una sufficiente quantità di metallo si sia formato. E' possibile surriscaldare il metallo fuso e cosi' danneggiare i refrattari.

Una carica composta unicamente da rottame pesante non è consigliabile poichè non consente di schermare il tetto e le pareti durante il periodo di fusione nello stesso modo di una carica mista di maggiore volume, e implica una diminuzione del tempo di vita del refrattario.

Un'altra proprietà fisica richiesta, in particolare con rottame pesante, è quella che i pezzi non siano troppo lunghi. Pezzi lunghi possono creare problemi durante la fase di carica poichè possono ostruire la chiusura del tetto del forno, il che comporta ancora perdita di tempo e calore.

Pezzi grossi di rottame possono causare la rottura degli elettrodi poichè essi cadono o scivolano durante la fusione della carica. Inoltre possono formare una sorta di ponte sotto la carica ancora fredda, il collasso della quale può implicare un overflowing del metallo alle aperture del forno o addirittura causare esplosioni.

In pratica, l'acciaiere realizza una carica del forno con un mix di rottame di vario tipo per ottenere il minore numero possibile di ceste di carica, la fusione piu' rapida, il minore dispendio energetico, e il minore consumo di elettrodi, compatibilmente con il prezzo del mix di rottame caricato.

L'obiettivo è minimizzare gli svantaggi di ogni tipologia di carica di rottame nella cesta e caricare direttamente pezzi grossi nel forno, e raggiungere il giusto posizionamento del rottame nel forno stesso.

#### **3.2.4 Selezione della carica di rottame**

In un programma di separazione del rottame efficiente, il materiale disponibile è separato secondo le proprietà fisiche ed è mantenuto relativamente libero da contaminanti come acqua, olio e sporcizia.

La carica di rottame dovrebbe essere allora realizzata come segue:

1. Devono essere selezionati i gradi di rottame che contengano tutti gli elementi necessari per avere la colata desiderata. La carica può contenere tutti o una parte degli elementi designati, ma non dovrebbe contenere elementi non in specifica. Questa è una condizione obbligatoria nel caso in cui la carica contenga un elemento che non può essere ossidato dal normale funzionamento.

2. Per motivi economici, ogni elemento contenuto nel rottame dovrebbe pesare il più possibile come il valore dichiarato dalle specifiche chimiche per quell'elemento in quella colata.
3. Le quantità totali di leghe di prima fusione necessarie sono calcolate a partire dalle quantità dei vari elementi contenuti nella combinazione di rottame selezionato per quella colata. Questo calcolo si basa sul peso della colata da realizzare (capacità del forno e quantità specificata per la colata) e la specifica stessa. Facendo tali calcoli, è necessario tenere dei margini per le variazioni durante il processo; per esempio, perdite durante la fusione di alcune leghe e il possibile assorbimento di alcuni elementi "leganti" dal fondo e dai bordi del forno.

Nella pratica regolare, una colata realizzata per una specifica di bassa lega a volte non coincide con i ranges di composizione specificati quando è prodotta immediatamente dopo una colata per una specifica di alta lega come acciaio inossidabile o acciaio ad alto contenuto di Manganese. La pratica comune per superare questa difficoltà è realizzare la cosiddetta colata di lavaggio, ovvero facendo seguire una colata per specifiche di alta lega, da una realizzata secondo specifiche di media lega contenente gli stessi elementi. La colata di lavaggio assorbe tutti gli elementi sul fondo e sulle pareti rimasti dalla precedente colata e in questo modo previene la formazione di alti residui nella colata successiva a bassa lega. Pertanto, la colata di lavaggio dovrebbe essere quella in cui aumentando certi elementi non si danneggia la composizione.

4. Per assicurare un funzionamento efficiente, la selezione del rottame deve avere come obiettivo non solo la carica attuale ma si deve tenere conto del rottame disponibile lungo un periodo di tempo. Se sono stati usati solo pesante o medio rottame per poche colate, è probabile che queste potrebbero essere realizzate rapidamente. Se, tuttavia, un'ampia gamma di rottami leggeri (torniti, punzoni, etc.) sono stati accumulati nello stesso periodo, quantità eccessive di rottame leggero dovrebbero essere caricate in successive colate, usando più di un usuale numero di ceste di carica. In questi casi, i ritardi e il danno al refrattario sarà molto maggiore del beneficio ottenibile con poche colate con rottame medio e pesante.
5. Ferro preridotto, meglio noto come DRI (Direct Reduced Iron) può essere usato per sostituire parti o tutta la carica di rottame. Si origina dalla conversione del minerale di ferro o, più in generale di materiali ferrosi. Si tratta di un prodotto di elevata qualità, con un contenuto in ferro metallico tra il 90 e il 93%, il cui impiego permette di ottenere acciai di maggiore qualità, pertanto di maggiore pregio rispetto al rottame proprio perché ha una composizione uniforme conosciuta e non contiene elementi residui come Cromo, Rame, Nichel e Stagno. Inoltre, quando viene fuso DRI, si forma una scoria schiumosa perché contiene sia carbone che ossido di ferro. Tuttavia il prezzo del rottame di acciaio in Nord America è usualmente minore di quello del DRI cosicché l'utilizzo non è normalmente giustificato eccetto il caso in cui sia richiesto ottenere una bassa concentrazione di elementi residui. Quando

i prezzi di rottame e di DRI sono relativamente simili, è consigliabile usare circa il 30% di DRI e il 70% di rottame nella carica. Il DRI dovrebbe essere aggiunto dopo che il rottame è stato fuso in una scoria schiumosa permettendo l'uso di alto voltaggio dopo che il bagno è diventato piano, aumentando così la produttività e insieme facilitando l'ottenimento della composizione dell'acciaio. Il DRI è normalmente aggiunto continuamente attraverso un passaggio sul tetto del forno. Notevoli vantaggi possono essere raggiunti anche aggiungendo alla carica di rottame solamente una piccola quantità di ferro preridotto e inoltre il suo utilizzo permette di evitare la seconda o la terza carica di rottame nel forno, ottenendo così minori perdite energetiche e una maggiore produttività.

6. Probabilmente nessuna fase del processo di alimentazione del forno è più importante delle procedure di carica e pesatura. Il rottame di tipo appropriato deve essere selezionato e poi pesato correttamente in modo tale che il prodotto finale sia della giusta composizione. La cesta deve essere riempita con rottame in una predeterminata sequenza. Il fondo della cesta dovrebbe contenere uno strato sottile di rottame leggero sul quale vengono caricati pezzi di pesanti rottame. Il rottame leggero fornisce una protezione sul fondo del forno durante la carica. Posizionando grossi pezzi in basso nel forno si previene che cadano contro gli elettrodi durante la fusione. Successivamente sul rottame pesante dovrebbe essere caricato coke o altro materiale carbonioso. Poiché i fondenti di solito sono non conduttori, devono essere

posizionati in modo tale che siano fuori dalla circonferenza degli elettrodi nel forno. Successivamente si deve caricare rottame di medie dimensioni. Sulla parte superiore si deve caricare rottame leggero per assicurare una rapida penetrazione della punta degli elettrodi dopo l'accensione. Questo ridurrà l'usura del tetto, permetterà di passare ad alto voltaggio presto e diminuirà il rumore.

### **3.2.5 Trattamento del rottame**

Quando si fonde e affina in un forno ad arco elettrico, con 100 tonnellate di rottame d'acciaio normalmente si producono circa 90 tonnellate di colata continua di acciaio o in lingotti, ovvero un rendimento del 90% circa.

Il 10% di perdita consiste principalmente di :

- Perdita di metallo nella scoria come ossido di ferro e goccioline di acciaio
- Ferro evaporato nel bagno e raccolto al sistema di lavaggio dei gas
- Perdita di acciaio durante la fusione e la colata

Allo scopo di minimizzare queste perdite, è preferibile pesare accuratamente il rottame d'acciaio usato e confrontare questo peso con il peso dell'acciaio prodotto.

Normalmente si impiegano due o tre ceste di rottame per creare una colata in un forno ad arco elettrico. Se si usano due ceste, circa il 60% della totale carica di rottame viene introdotta con la prima cesta e il 40 con la seconda. Se il

rottame disponibile è principalmente rottame leggero, si usano allora tre ceste, nella prima il 40%, nella seconda e terza il 30% della carica.

### **3.3 Impianti per stoccaggio e caricamento**

I più moderni progetti di impianti a forni elettrici necessitano di stoccaggio locato a livello più basso come se fosse un'estensione dell'edificio, o adiacente e parallelo allo stesso. Con entrambe le disposizioni, si usano ceste di carica con fondo apribile, di portata da 2.8 a 113 m<sup>3</sup> o maggiori a seconda delle dimensioni del forno, sono caricate a livello zero e poi movimentate sia con gru a carroponte oppure con carri di trasferimento e gru fino al piano del forno, quindi caricate nel forno.

Nella pratica di esercizio del forno, diversi lotti di rottame di lega sono mantenuti in contenitori separati. Normalmente servono tra i 20 e i 40 contenitori. Quando l'utilizzo di leghe di prima fusione è limitato, il rottame deve essere separato ulteriormente in funzione del grado di acciaio prodotto e sono necessari molte più tipologie di rottame. Poiché di solito sono progettati pochi spazi per lo stoccaggio (parco rottame), in questo caso si rende necessario anche lo stoccaggio esterno.

Poiché la carica deve essere priva di umidità prima di essere posizionata nel forno, un'area di stoccaggio coperta è preferibile: per un impianto di capacità annua pari a 450000 tonnellate, servono almeno due carriponte da 18 ton con magneti di sollevamento.

Fattori importanti nel layout di un impianto sono rappresentati dai binari per forniture in ingresso e i carri di caricamento: per il fabbisogno giornaliero di

rottame per un impianto di capacità annua pari a 450000 tonnellate saranno richieste almeno 32 carri ferroviari, ognuno da 45 tonnellate, in aggiunta a quelli necessari per calcare, mattoni, etc.

Inoltre servono altri binari di emergenza nel caso in cui gli altri non siano correttamente funzionanti.

### **3.3.1 Caricamento del forno**

I forni ad arco elettrico sono provvisti di tetto apribile cosicchè la carica del rottame sia rapida e agevole.

A tal proposito uno dei processi più innovativi degli ultimi anni è la tecnologia CONSTEEL®, sviluppata dal gruppo Techint, per il caricamento in continuo e il preriscaldamento del rottame.

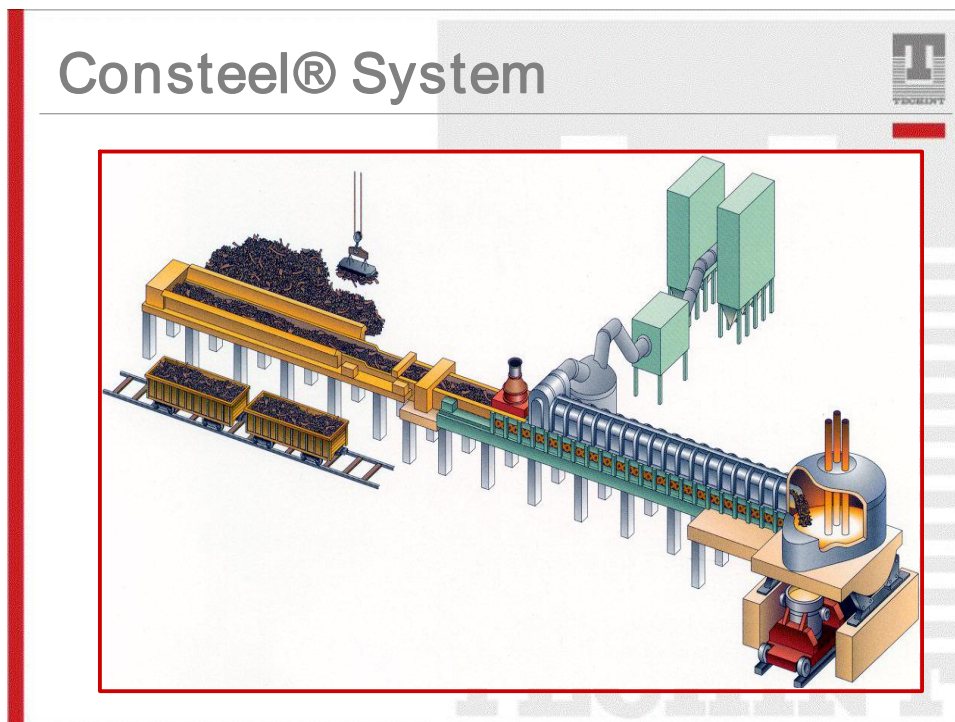
Si tratta appunto di un sistema di caricamento continuo del rottame in un forno elettrico attraverso un particolare dispositivo di trasporto.

Il rottame è caricato tramite una gru su convogliatori che lo fanno avanzare, oscillando lentamente in avanti e più velocemente indietro.

Questi movimenti permettono al rottame di muoversi insieme al convogliatore durante la spinta in avanti e scivolare sulla superficie mentre il convogliatore invece oscilla indietro.

In questo modo si ottiene che il rottame sia continuamente alimentato al forno ed è contemporaneamente preriscaldato dai fumi uscenti, che si muovono in direzione opposta.

L'utilizzo di questa tecnologia ha permesso la riduzione dei costi di produzione dell'acciaio e allo stesso tempo il rispetto delle norme ambientali più severe, grazie alle ridotte emissioni.



Con il caricamento dall'alto tutta la carica può essere introdotta nel forno con le ceste a fondo apribile. A tale proposito è consigliabile riempire la cesta prima con uno strato di rottame leggero per prevenire danneggiamenti al fondo del forno per la caduta di pezzi grossi.

Si possono caricare più di 90 tonnellate in forni larghi con una cesta sola.

Tuttavia pezzi di rottame troppo grandi, come grossi lingotti, è preferibile introdurli nel forno con un magnete prima della cesta. In alcuni impianti di

elevata taglia, si usano anche piccole macchine mobili senza binari per carica aggiuntive e per agitare il bagno.

Durante la fase di carica è disattivata la potenza e sia gli elettrodi che il tetto sono allontanati dal passaggio.

Materiali leganti che non sono facilmente ossidabili come rame, nickel, molibdeno, possono essere introdotti nel forno prima che inizi la fusione.

## 4. LE NORMATIVE RELATIVE AL ROTTAME

### 4.1 Specifica Europea per il rottame - EUROFER

Si compone di tre parti:

- Condizioni generali
- Categorie
- Contenuti analitici mirati

#### 4.1.1 Condizioni generali

Si definisce un elenco di specifiche applicabili solo al rottame di acciaio al carbonio non legato come materia prima per la produzione di acciaio.

Sono quattro gli aspetti considerati:

##### A. Sicurezza

Viene specificato quanto non consentito:

- Contenitori pressurizzati, chiusi o comunque provvisti di apertura non considerabile come sufficiente in termini di sicurezza (1)
- Materiale pericoloso, in quanto infiammabile o esplosivo (1)
- Materiale radioattivo pericoloso (2)
- Materiale a radioattività maggiore di quella ambiente (2)
- Materiale radioattivo contenuto in container chiuso ermeticamente (2)

##### **Note:**

(3) I materiali rinvenuti saranno respinti e verrà applicata una penale

(4) I carichi rinvenuti positivi verranno respinti con addebito al fornitore dei costi relativi

B. Sostanze sterili (purezza) (3)

Viene specificato quanto non dovrà essere compreso:

- Metalli non ferrosi e materiali non metallici come terra, isolanti, ossidi di ferro in eccesso ovvero oltre la quantità considerabile come ruggine provocata da stoccaggio all'esterno di rottame
- Materiali combustibili non metallici inclusi gomme, plastiche, tessuti, legno, olio, lubrificanti e altre sostanze organiche
- Pezzi di dimensioni rilevanti non conduttori di elettricità come pneumatici, tubi pieni di cemento, legno e calcestruzzo
- Scarti da fusione di acciaio, da riscladamento, condizionamento di superficie, da molatura, da segatura, da saldatura e scoria di laminazione

C. Elementi residui e altri elementi non metallici

Per vari elementi vengono delineati i limiti di non accettabilità:

- RAME.

Non dovrà essere presente rame metallico visibile, pertanto non potranno contenere rame i motori elettrici avvolti, le lamiere, i gusci di cuscinetti, etc; non dovranno contenere inoltre conduttori, conduttori isolanti e altri articoli di rame

**Note:**

- (3) Corrisponde al peso delle sostanze sterili che non aderiscono al rottame, rimanendo sul fondo del veicolo dopo lo scarico tramite magnete. La presenza di materiali sterili verrà addebitata in ragione del quantitativo rinvenuto.

- STAGNO

Non dovrà essere presente stagno in alcuna forma pertanto anche come rivestimento

- PIOMBO

Non dovrà essere presente piombo in alcuna forma, per esempio batterie

- CROMO, NICHEL, MOLIBDENO

Non dovranno essere compresi acciai legati e acciai inossidabili e parti meccaniche, che contengono principalmente questi elementi. Nei contenuti analitici mirati di seguito riportati sono elencati i limiti massimi accettabili per questi elementi, anche se in alcuni casi rottame non conforme a tali specifiche può essere accettato con un particolare accordo tra fornitore e consumatore.

Inoltre, si avverte di **non mischiare le categorie di rottami (4)**.

#### 4.1.2 Categorie

Le categorie previste dalla Specifica Europea sono le seguenti:

- Categoria: rottame vecchio. Specifica E 3

*Descrizione:* rottame d'acciaio spesso vecchio, con spessore

**Note:**

- (4) Il carico verrà totalmente riportato alla classe inferiore per quantitativi superiori al 20% per forniture a produttori di acciai comuni ed al 5% per forniture a produttori di acciai speciali
- (5) Unità di misura densità kg/dm<sup>3</sup>

principalmente superiore ai 6 mm in misure che non superano 1500 x 500 x 500 mm, preparato in modo da garantire il caricamento diretto. Può comprendere tubi e sezioni cave. Sono esclusi il rottame della scocca di veicoli e le ruote di veicoli leggeri. Non deve contenere "rebars" e barre mercantili, rame metallico, stagno, piombo (e leghe), pezzi meccanici e sostanze sterili per soddisfare i contenuti analitici mirati.

Fare riferimento ai punti B e C delle Condizioni Generali

*Densità* > 0,6

*Sostanze sterili* < 1 %

- Categoria: rottame vecchio. Specifica E 1

*Descrizione:* rottame di acciaio sottile vecchio, con spessore principalmente inferiore a 6 mm in misure che non superano 1500 x 500 x 500 mm preparato in modo da garantire il caricamento diretto. Se si richiede una densità più elevata si consiglia di specificare 1000 x 500 x 500 mm. Può comprendere ruote di veicoli leggeri, ma non deve comprendere rottame di scocche di autoveicoli ed elettrodomestici. Non deve contenere "rebars" e barre mercantili, rame metallico, stagno, piombo (e leghe), pezzi meccanici e sostanze sterili per soddisfare i contenuti analitici mirati.

Fare riferimento ai punti B e C delle Condizioni Generali

*Densità* > 0,5

*Sostanze sterili* < 1,5 %

- Categoria: rottame nuovo, sostanze residue minime, non rivestito

Specifica E 2

*Descrizione:* rottame di acciaio spesso di nuova produzione, con spessore principalmente superiore a 3 mm in misure che non superano 1500 x 500 x 500 mm preparato in modo da garantire il caricamento diretto. Il rottame d'acciaio non deve essere rivestito a meno che non sia permesso da un accordo congiunto e non deve contenere "rebars" e barre mercantili provenienti anche da produzione nuova. Non deve contenere rame metallico, stagno, piombo (e leghe), pezzi meccanici e sostanze sterili per soddisfare i contenuti analitici mirati

Fare riferimento ai punti B e C delle Condizioni Generali

*Densità* > 0,6

*Sostanze sterili* < 0,3 %

- Categoria: rottame nuovo, sostanze residue minime, non rivestito

Specifica E 8

*Descrizione:* rottame di acciaio sottile di nuova produzione, con spessore principalmente inferiore a 3 mm in misure che non superano 1500 x 500 x 500 mm (ad eccezione dei nastri legati) preparato in modo da garantire il caricamento diretto.

Il rottame d'acciaio non deve essere rivestito a meno che non sia permesso da un accordo congiunto e non deve contenere nastri non legati per evitare problemi al momento del caricamento. Non deve contenere "rebars" e barre mercantili, rame metallico, stagno, piombo (e

leghe), pezzi meccanici e sostanze sterili per soddisfare i contenuti analitici mirati.

Fare riferimento ai punti B e C delle Condizioni Generali.

*Densità* > 0,4

*Sostanze sterili* < 0,3 %

- Categoria: rottame nuovo, sostanze residue minime, non rivestito  
Specifica E 6

*Descrizione:* rottame di acciaio sottile di nuova produzione, con spessore inferiore a 3 mm compresso o saldamente imballato in modo da garantire il caricamento diretto.

Il rottame d'acciaio non deve essere rivestito a meno che non sia permesso da un accordo congiunto. Non deve contenere rame metallico, stagno, piombo (e leghe), pezzi meccanici e sostanze sterili per soddisfare i contenuti analitici mirati.

Fare riferimento ai punti B e C delle Condizioni Generali

*Densità* > 1

*Sostanze sterili* < 0,3 %

- Categoria: tagliato in piccoli pezzi. Specifica E 40

*Descrizione:* rottame di acciaio tagliato in piccoli pezzi. Rottame d'acciaio vecchio in frammenti che non supera i 200 mm in una qualunque direzione per il 95 % del carico. Nessun pezzo, per il rimanente 5 %, dovrà superare i 1000 mm. Dovrebbe essere preparato in modo da garantire un caricamento diretto. Il rottame non dovrà contenere eccessiva umidità, ghisa sciolta e materiale da inceneritore

(specialmente latte). Non deve contenere rame metallico, stagno, piombo (e leghe), pezzi meccanici e sostanze sterili per soddisfare i contenuti analitici mirati.

Fare riferimento ai punti B e C delle Condizioni Generali

*Densità* > 0,9

*Sostanze sterili* < 0,4 %

- Categoria: trucioli di acciaio Specifica E 5 H

*Descrizione:* lotti omogenei di trucioli di acciaio al carbonio di origine conosciuta, non devono contenere troppi ammassi. Dovrebbero essere preparati in modo da garantire un caricamento diretto. I trucioli derivanti dall'acciaio per tornitura devono essere chiaramente identificati. I trucioli non devono contenere tutte le sostanze contaminanti quali i metalli non ferrosi, le scorie, la polvere di molatura ed i trucioli ossidati pesanti o altri materiali derivanti dalle industrie chimiche. *Si potrebbe richiedere un'analisi chimica preliminare.*

*Sostanze sterili*

- Categoria: trucioli di acciaio. Specifica E 5 M

*Descrizione:* lotti misti di trucioli di acciaio al carbonio, non devono contenere troppi ammassi né trucioli derivanti dall'acciaio per tornitura. Dovrebbero essere preparati in modo da garantire un caricamento diretto. I trucioli derivanti dall'acciaio per tornitura devono essere chiaramente identificati. I trucioli non devono contenere tutte le sostanze contaminanti quali i metalli non ferrosi, le scorie, la polvere di molatura ed i trucioli ossidati pesanti o altri materiali derivanti dalle

industrie chimiche. Si potrebbe richiedere un'analisi chimica preliminare.

*Sostanze sterili*

- Categoria: rottame con sostanze residue elevate. Specifica EHRB

*Descrizione:* rottame d'acciaio vecchio e nuovo che contiene principalmente "rebars" e barre mercantili preparate in modo da garantire un caricamento diretto. Può essere tagliato, tranciato o imballato e non deve contenere calcestruzzo in eccesso o altro materiale da costruzione. Non deve contenere rame metallico, stagno, piombo (e leghe), pezzi meccanici e sostanze sterili per soddisfare i contenuti analitici mirati.

Fare riferimento ai punti B e C delle Condizioni Generali  
Dimensioni:  
max 1500 x 500 x 500 mm

*Densità:* > 0,6

*Sostanze sterili:* < 0,7 %

- Categoria: rottame con sostanze residue elevate. Specifica EHRM

*Descrizione:* pezzi e componenti meccanici vecchi e nuovi non accettati nelle altre qualità, preparati in modo da garantire un caricamento diretto. Possono comprendere pezzi di ghisa (principalmente gli alloggiamenti dei componenti meccanici). Non deve contenere rame metallico, stagno, piombo (e leghe), pezzi quali gusci di cuscinetti, anelli di bronzo e altri così come sostanze sterili per soddisfare i contenuti analitici mirati.

Fare riferimento ai punti B e C delle Condizioni Generali

Dimensioni: max 1500 x 500 x 500 mm

*Densità:* > 0,6

*Sostanze sterili:* < 0,7 %

- Categoria: rottame in frammenti derivante da incenerimento. Specifica E 46

*Descrizione:* rottame in frammenti derivante da inceneritore. Rottame d'acciaio sciolto lavorato in un impianto di incenerazione per i rifiuti domestici con una successiva separazione magnetica, tagliato a pezzi che non superano i 200 mm in una qualunque direzione e che consistono in latte di acciaio rivestite di stagno. Dovrebbe essere preparato in modo da garantire un caricamento diretto. Il rottame non dovrà contenere umidità e ruggine in eccesso per soddisfare i contenuti analitici mirati.

Fare riferimento ai punti B e C delle Condizioni Generali

*Densità:* > 0,8

*Sostanze sterili:* Fe > 92 %

#### **4.1.3 Contenuti analitici mirati**

I valori di seguito riportati derivano da dati sperimentali di vari paesi dell'Unione Europea.

Si tratta di valori ottenibili in parchi rottami che utilizzano metodi e attrezzature standard.

- Categoria: rottame vecchio. Specifica: E 3.

Contenuti analitici mirati (sostanze residue) in %:

$Cu = \max 0,250; Sn = 0,010; Cr, Ni, Mo = \emptyset \max 0,250; S = \emptyset P = \emptyset$

- Categoria: rottame vecchio. Specifica: E 1.

$Cu = \max 0,400; Sn = 0,020; Cr, Ni, Mo = \emptyset \max 0,300; S = \emptyset P = \emptyset$

- Categoria: rottame nuovo. Sostanze residue minime, non rivestito.  
Specifica: E 2.

$Cu, Sn, Cr, Ni, Mo = \emptyset \max 0,300; S = \emptyset P = \emptyset$

- Categoria: rottame nuovo. Sostanze residue minime, non rivestito.  
Specifica: E 8.

$Cu, Sn, Cr, Ni, Mo = \emptyset \max 0,300; S = \emptyset P = \emptyset$

- Categoria: rottame nuovo. Sostanze residue minime, non rivestito.  
Specifica: E 6.

$Cu, Sn, Cr, Ni, Mo = \emptyset \max 0,300; S = \emptyset P = \emptyset$

- Categoria: tagliato in piccoli pezzi. Specifica: E 40.

$Cu = \max 0,250; Sn = 0,020; Cr, Ni, Mo = \emptyset S = \emptyset P = \emptyset$

- Categoria: trucioli di acciaio. Specifica: E 5 H.

$Cu, Sn, Cr, Ni, Mo, S, P$  si potrebbe richiedere un'analisi preliminare  $\Sigma$

- Categoria: trucioli di acciaio. Specifica: E 5 M.

$Cu = \max 0,400; Sn = 0,030; Cr, Ni, Mo = \emptyset \max 1,0; S = 0,100 \Sigma P = \emptyset$

- Categoria: rottame con elevate sostanze residue. Specifica: EHRB.

$Cu = \max 0,450; Sn = 0,030; Cr, Ni, Mo = \emptyset \max 0,350; S = \emptyset P = \emptyset$

- Categoria: rottame con elevate sostanze residue. Specifica: EHRM.

$Cu = \max 0,400; Sn = 0,030; Cr, Ni, Mo = \emptyset \max 1,0; S = \emptyset P = \emptyset$

- Categoria: rottame in frammenti derivante da incenerimento. Specifica:

E 46.

Cu = max 0,500; Sn = 0,070; Cr, Ni, Mo =  $\emptyset$ S =  $\emptyset$ P =  $\emptyset$

#### 4.1.4 Tabelle riassuntive

##### ROTTAMI VECCHI

Rif.	Descrizione	Dimensioni	Densità	Tenori limite in %		
				Cu	Sn	Cr+Ni+Mb
E3	Rottami vecchi di grosso spessore, tubi e sezioni cave di spessore accettabile	Spessore $\geq 6$ mm $\leq$ 1,50x0,5x0,5m	$\geq 0,6$	$\leq$ 0,250	$\leq$ 0,010	Totale $\leq$ 0,250
E1		Spessore $< 6$ mm $\leq$ 1,50x0,5x0,5m	$\geq 0,5$	$\leq$ 0,400	$\leq$ 0,020	Totale $\leq$ 0,300

##### CATEGORIE SUPPLEMENTARI DCFR

E3C (Corti) come E3 eccetto per le lunghezze massime  $\leq 0,6$  metri

E1C (Corti) come E1 eccetto per le lunghezze massime  $\leq 0,6$  metri

### SCARTI NUOVI, A BASSO RESIDUO, NON RICOPERTI (5)

Rif.	Descrizione	Dimensioni	Densità	Tenori limite in %		
				Cu	Sn	Cr+Ni+Mb
E2	Scarti nuovi di grosso spessore. Non sono ammessi tondi per calcestruzzo armato né ferri mercantili anche se nuovi né pezzi meccanici anche se nuovi	Spessore $\geq 3$ mm $\leq 1,50 \times 0,5 \times 0,5$ m	$\geq 0,6$	Totale $\leq 0,300$		
E8 (6)	Scarti nuovi sottili Alla rinfusa, non devono contenere nastri mal legati	Spessore 3 mm $\leq 1,50 \times 0,5 \times 0,5$ m	$\geq 0,5$	Totale $\leq 0,300$		
E6 (6)	Scarti nuovi sottili in pacchi compressi o in bobine ben legate	Spessore d'origine $< 3$ mm	$\geq 1$	Totale $\leq 0,300$		

#### CATEGORIE SUPPLEMENTARI DCFR

E202 come E2 origine ossitaglio

E206 come E2 origine stampaggio (Corti)

E8C(Corti) come E8 eccetto lunghezza massima  $\leq 0,400$  metri

E653 (pacchi automobile) come E6 ma origine esclusiva automobili (stampaggio profondo)

#### Note:

- (6) Con riserva di deroga per accordo preliminare reciproco, la presenza di prodotti ricoperti è possibile, ma deve essere segnalata
- (7) Per queste categorie può anche essere indicato il tipo di rivestimento (G=galvanizzato, E=stagnato). Es: E8CE= rottami nuovi, sottili, corti, stagnati

## ROTTAMI FRANTUMATI

Rif.	Descrizione	Dimensioni	Densità	Tenori limite in %	
				Cu	Sn
E40	Frantumato. Rottami vecchi non riconosciuti. Non è ammessa la presenza di prodotti inceneriti	Pezzi con dimensione massima non superiore a 200 mm	> 0,9	≤ 0,250	≤ 0,020
E46	Inceneriti frantumati. Rottame da incenerimento frantumato costituito in parte da latte e fusti in acciaio stagnato. Non sono ammesse umidità o ossidazione eccessive	Pezzi con dimensione massima non superiore a 200 mm	> 0,8	< 0,500	< 0,070

### CATEGORIE SUPPLEMENTARI DCFR

E40 Kondirè come E40 eccetto dimensioni da stabilire con accordo reciproco

### ROTTAMI AD ELEVATO TENORE DI RESIDUI

Rif.	Descrizione	Dimensioni	Densità	Tenori limite in %		
				Cu	Sn	Cr+Ni+Mb
EHRB	Rottami vecchi e cadute nuove, sciolti o in pacchi, comprendenti anche tondini, laminati mercantili, comportanti il rischio di forti tenori di rame	Tutti gli spessori $\leq$ 1,50x0,5x0,5m	$\geq 0,5$	$\leq 0,450$	$\leq 0,030$	Totale $\leq 0,350$
EHRM	Scarti nuovi sottili Alla rinfusa, non devono contenere nastri mal legati	Tutti gli spessori $\leq$ 1,50x0,5x0,5m	$\geq 0,6$	$\leq 0,400$	$\leq 0,450$	Totale $\leq 1,000$

## TRUCIOLI IN ACCIAIO (7)

Rif.	Descrizione	Dimensio ni	Densità	Tenori limite in %			
				Cu	Sn	Cr+Ni +Mb	S
E5H	Lotti omogenei di trucioli in acciaio al C d'origine nota di fresca produzione	-	-	≤ 0,60	≤0,1	≤ 2	-
E5M	Lotti misti di trucioli in acciaio al C di fresca produzione. Non sono ammessi trucioli di acciai automatici	-	-	≤ 0,400	≤ 0,030	Totale ≤ 1	≤ 0,100
E5G	Torniture di ghisa per acciaieria			(8)			
E5A	Torniture di acciaio provenienti da macchine automatiche						

**Note:**

(8) Esenti da contaminanti (metalli non ferrosi, ceneri, prodotti chimici, olio) Non sono ammessi agglomerati né ossidazioni.

(9) Non ci sono limiti precisi perché non esiste un metodo per determinare questi valori

## **4.2 Risoluzione N.11 del 10/10/1997 del Comitato Consultivo CECA**

Per quanto riguarda le normative relative alla classificazione dei rottami, la “Risoluzione N.11 del 10/10/1997 del Comitato Consultivo CECA” rappresenta la legge guida.

La Convenzione di Basilea sul controllo dei trasporti transfrontalieri di rifiuti pericolosi, ratificata dagli Stati membri dell’UE e dalla Commissione Europea, classifica i rottami tra i rifiuti non pericolosi, seguendo anche le indicazioni dell’OCSE al riguardo.

### **4.3.1 Aspetti ambientali e di sicurezza riguardanti i rottami**

I rottami utilizzati in siderurgia sono stati sottoposti ad una serie di trattamenti per soddisfare caratteristiche definite di qualità, tutela dell’ambiente e sicurezza, più specificatamente dei lavoratori.

La non adempienza ai vincoli di sicurezza implica la non accettazione del carico in questione.

Conseguentemente, le categorie di rottami non includono:

- Recipienti in pressioni che possono generare esplosioni
- Materiali pericolosi, infiammabili, esplosivi, inquinanti, e tutte le sostanze che possono recare danno all’ambiente o alla salute
- Prodotti radioattivi. Le scorie radioattive sono già escluse dalle competenze della Convenzione di Basilea

La risoluzione in oggetto, identifica inoltre il rottame come materiale “totalmente e indefinitivamente riciclabile senza perdita di qualità”, permettendone in tal modo l’integrazione in un modello di sviluppo sostenibile. La rispondenza a questa definizione del rottame si esplica sostanzialmente nei seguenti due aspetti:

- La riduzione del consumo di minerale di ferro, ovvero materia prima non rinnovabile
- La promozione di forti economie di energia.

Risulta evidente pertanto l’elevato valore aggiunto conseguente al recupero del rottame, evitandone la discarica, e la crescente, e destinata a perdurare nel tempo, attualità del processo di riciclaggio, operazione che a livello di tutela ambientale è garantita dalle prescrizioni relative alle emissioni previste nella gestione degli impianti in questione e non richiede grossi sforzi.

E’ innegabile il vantaggio ecologico del recupero dei rottami per l’industria siderurgica.

#### **4.3.2 Aspetti economici**

All’interno della siderurgia comunitaria, è particolarmente importante il processo dell’approvvigionamento con rottami, considerando che recenti dati parlano di 100 milioni di tonnellate di rottami scambiati all’interno e verso l’esterno dell’Unione Europea, divisi in:

- Importazioni per 20 milioni di tonnellate

- Esportazioni per 25 milioni di tonnellate
- Raccolta e trattamento all'interno dell'UE tra i 50-60 milioni di tonnellate

ed un consumo pari a 90 milioni di tonnellate/anno, corrispondente ad un quarto di quello mondiale.

Gli aspetti economici legati ai rottami sono particolarmente importanti considerando il rilevante impatto delle materie prime sulla redditività di un settore come la siderurgia e sulla capacità per un produttore di acciaio di essere concorrenziale sul mercato, in termini soprattutto di condizioni di reperimento ottimali, per qualità e prezzo.

E' dunque evidente quanto sia importante che non vengano decise e applicate limitazioni alla libera circolazione dei rottami, così come una classificazione "negativa" come rifiuto, possono influenzare pesantemente l'andamento del mercato in oggetto creando disagi di natura sia commerciale che tecnica e compromettendo la competitività delle imprese utilizzatrici europee.

Inoltre il fatto che i rottami compaiano nell'elenco verde dell'OCSE, appunto rifiuti ma non pericolosi, non esclude eventuali restrizioni e non difende il mercato da legislazioni divergenti.

#### **4.3.3 Conclusioni**

I rottami rappresentano una materia prima indispensabile nell'Unione Europea e nel resto del mondo, nella lavorazione dell'acciaio sia per ciclo integrato sia per ciclo elettrico e inoltre sia per gli acciai ordinari che per gli acciai speciali (acciai basso legati, acciai inossidabili).

Pertanto i rottami sono da considerarsi a tutti gli effetti una materia prima insostituibile.

Il Comitato Consultivo CECA si è prodigato perché essi siano trattati non più come rifiuti, facendo presente che negli Stati Uniti d'America questo è già una realtà.

Questo atteggiamento è pienamente sostenibile sia dal punto di vista ambientale che economico e anche in termini di sicurezza delle risorse umane.

Inoltre il mercato richiede sempre più rottami visto il notevole sviluppo della filiera elettrica che ne consuma senz'altro una quantità maggiore rispetto a quella integrale.

Alla luce di tutte le considerazioni sopra elencate, il Comitato Consultivo CECA, proclama quanto segue:

- ❖ *“constata che il recupero dei rottami, e in particolare la loro separazione da altri materiali, è facilitato dalle loro proprietà fisiche, ad esempio il loro ferromagnetismo e il loro peso specifico elevato,*
- ❖ *deplora che la legislazione esistente classifichi tutte le categorie di rottami indistintamente come rifiuti senza tener conto del fatto che questi rottami possono aver subito un trattamento adeguato per renderli direttamente utilizzabili in siderurgia,*
- ❖ *considera che le diverse categorie di rottami che soddisfano una serie di definizioni e vincoli oggettivamente verificabili, formano l'oggetto di diverse specifiche;*
- ❖ *ricorda che tali specifiche, in termini di caratteristiche chimiche e fisiche, consentano ai rottami di rispondere ad una*

*serie di vincoli, in particolare in materia di qualità, di tutela dell'ambiente e di sicurezza per i lavoratori,*

- ❖ *invita pertanto la Commissione a proseguire i suoi sforzi volti a introdurre norme europee coerenti, in particolare in materia di controllo della radioattività,*
- ❖ *ribadisce che i rottami costituiscono un prodotto di base di valore.*

❖ *Infatti:*

- *la loro lavorazione non rappresenta un pericolo per l'uomo e l'ambiente,*
- *essi sono indefinitamente riciclabili, senza una perdita delle loro proprietà fondamentali, - processi relativamente semplici e poco costosi consentono di trasformarli in un prodotto simile al prodotto originale,*
- *approva pienamente la raccomandazione del Parlamento europeo «di non qualificare più i rottami come "rifiuti" nella legislazione comunitaria»*

### **4.3 Legge n. 308 del 15 dicembre 2004**

L' 11 gennaio 2005 è entrata in vigore la legge N.308 contenente le nuove disposizioni in materia di rottame che finalmente viene riconosciuto come materia prima secondaria e non come “rifiuto”, sulla base delle modifiche apportate all’Art.6 del D.lgs 22/97, che sinora rappresentava la norma di riferimento a livello nazionale.

Con questa iniziativa il Governo, delegato ad emanare entro diciotto mesi una serie di decreti legislativi di riordino, coordinamento e integrazione della

normativa vigente, si impegna a fare chiarezza dopo i dubbi della norma europea che aveva portato al blocco del trasporto del rottame.

Essa stabilisce le caratteristiche dei rottami, derivati da scarti di lavorazione o originati da cicli produttivi o di consumo, necessari perché possano essere considerati come materie prime secondarie per l'industria siderurgica e le modalità affinché siano sottoposti al regime delle materie prime e non dei rifiuti, proclamando al comma 29 q bis quanto segue:

*“materia prima secondaria per attività siderurgiche e metallurgiche: rottami ferrosi e non ferrosi derivanti da operazioni di recupero e rispondenti a specifiche CECA, AISI, CAEF, UNI, EURO o ad altre specifiche nazionali e internazionali, nonché i rottami scarti di lavorazioni industriali artigianali o provenienti da cicli produttivi o di consumo, esclusa la raccolta differenziata, che possiedono in origine le stesse caratteristiche delle specifiche sopra menzionate”*

Inoltre si attesta che rottami ferrosi e non ferrosi provenienti dall'estero sono considerabili come materie prime secondarie in seguito a operazioni di recupero se così dichiarati dai fornitori.

Il comma 28 sancisce l'istituzione dell'Albo nazionale delle imprese che realizzano gestione dei rifiuti. Pertanto tutte le imprese europee ed extraeuropee che effettuano processi di recupero di rottame ferroso e non ferroso allo scopo di renderlo materia prima secondaria per industria siderurgica e metallurgica dovranno iscriversi a tale Albo, previa attestazione

di conformità rilasciata dall'autorità pubblica competente del paese di appartenenza.

## 5. ESEMPIO REALE DI TRATTAMENTO E CLASSIFICAZIONE DEL ROTTAME IN ACCIAIERIA

Cerchiamo ora di fare un esempio reale della sequenza di operazioni che si rendono necessarie per preparare il rottame in arrivo ad una acciaieria a diventare carica per il forno elettrico.

### 5.1 Arrivo rottame e identificazione

Il rottame arriva dal fornitore o tramite camion oppure tramite linea ferroviaria.

Le due tipologie di trasporto si differenziano per tempistica, in caso di trasporto ferroviario è necessario almeno un mese mentre via camion il materiale è disponibile molto prima, e per localizzazione all'interno dello stabilimento, infatti la linea ferroviaria è molto prossima normalmente al parco rottame.

Il materiale in arrivo via camion passa prima dalla carraia per una sorta di prima accettazione, per subire successivamente un controllo radioattivo. I carichi rinvenuti positivi saranno oggetto di ulteriore controllo ad opera di un esperto qualificato e tutti i costi inerenti al ritrovamento, analisi, classificazione e successivo smaltimento saranno addebitati al fornitore.

In ogni caso il materiale in ingresso viene identificato tramite i seguenti documenti:

- avviso di spedizione per gli autoarticolati
- copia della lettera di vettura per i vagoni ferroviari

Sui documenti devono comparire le seguenti informazioni:

- nome del fornitore
- nome del subfornitore
- numero di ordine
- classifica per categorie, secondo le tabelle allegate di seguito
- peso del materiale

Un operatore detto “Classificatore” esamina il carico di rottame, realizzando sostanzialmente una classificazione di tipo visivo, per verificarne la conformita’ con le caratteristiche della famiglia e della categoria attribuitagli e deciderne la destinazione.

Il materiale troppo lungo viene mandato alla cesoia mentre quello di dimensioni opportune viene destinato al parco rottame secondo la classifica redatta.



*Figura 3: Parco rottame*

Durante la fase di scarico dai vagoni, avviene comunque una seconda classifica per verificare che non ci sia troppo materiale ritenuto scadente per il forno, scaglie batterie etc.

Si sottolinea che la presenza di materiale scadente è causa di danno all'interno del processo produttivo perché implica un consumo maggiore di energia per la fusione, una maggiore quantità nei fumi e peggiora la messa a mille.

La messa a mille, MAM, rappresenta la quantità necessaria di carica nel forno per ottenere 1000 tonnellate di acciaio liquido, pertanto nel caso in cui alimenti 100 tonnellate ne ottieni 100 – x perché devi detrarre la parte che va via con i fumi.

## **5.2 Accettazione del carico e gestione non conformita'**

L' accettazione del prodotto presso l'acciaieria è subordinata alle seguenti condizioni:

- ❖ Le categorie di rottami definite dall'ordine devono essere fornite separate e non mischiate
- ❖ Verifica della quantità fornita mediante pesatura dell'unità' di consegna , autoarticolato o carro ferroviario
- ❖ Verifica del rispetto delle condizioni generali di fornitura sul 100% dell'unità' di consegna
- ❖ Esito positivo del controllo radioattivo e visivo

Le non conformita' riscontrabili, secondo le condizioni generali della specifica europea al Cap.4.1.1, sono date da:

- ❖ Rinvenimento di corpi cavi
- ❖ Rinvenimento di materiale radioattivo
- ❖ Rinvenimento di sostanze pericolose
- ❖ Carico respinto in quanto non conforme rispetto all'ordinato
- ❖ Carico in cui si è accertata la presenza di dolo

Inoltre nel caso di carichi singoli con presenza di materiali inerti:

- Se superiori a 1000 kg, verra' fatta comunicazione scritta al fornitore per il benessere allo scarico e alla penalizzazione seguente
- Se inferiori o uguali a 1000 kg, si procedera' allo scarico senza avviso al fornitore ma calcolando comunque la penalizzazione

In caso di carichi con presenza di categorie di rottame di qualita' inferiore a quelle prescritte in ordine, si possono adottare le seguenti azioni:

- A. Per categorie di rottami appartenenti alla stessa famiglia verra' applicato lo stacco di prezzo previsto dal prezzario interno dell'azienda per la quantita' relativa alla categoria di valore inferiore rispetto a quanto in ordine. Se la quantita' di non conforme è superiore al 30%, il singolo carico viene caricato solo dopo il benessere del fornitore
- B. Per categorie di rottami appartenenti a famiglie diverse da quelle in ordine:
  - Se la quantita' di non conforme è inferiore o uguale al 20% il carico viene accettato ma viene applicato lo stacco di prezzo previsto dal prezzario con una ulteriore penalizzazione come da Tabella N.6 allegata di seguito per la qualita' relativa alla categoria di valore inferiore rispetto a quanto in ordine
  - Se il non conforme appartenente a famiglie di valore inferiore con percentuale maggiore al 20%, viene radatta una comunicazione scritta al fornitore. Il singolo carico

viene accettato solo dopo il benestare del fornitore al declassamento del carico alla categoria di valore minore con penalizzazione. Il fornitore puo' decidere di riprendersi il carico.

C. Rifiuto dell'intero carico o parte di esso per incompatibilita' con gli obiettivi di produzione.

Nel caso di carichi con categorie di qualita' superiore all'ordinato, sono normalmente accettati pretendendo lo stesso prezzo.

Al verificarsi di tre episodi di non conformita', il fornitore non e' puu' considerabile affidabile.

Nelle seguenti pagine, sono mostrate alcune tabelle che rappresentano le specifiche interne dell'acciaiera che stiamo analizzando. Le prime 5 tabelle mostrano le famiglie di rottami, ovvero un raggruppamento di categorie simili di rottame, intercambiabili fra loro nella composizione della carica del forno, con riferimento alle categorie individuate dalla normativa europea trattata al Cap.4.1.

L'ultima tabella serve per la segnalazione di anomalie.

**TABELLA 1**  
**FAMIGLIA CADUTE NUOVE**

Categoria di rottame	Caratteristiche		Rif. Class. Europea del rottame Ed. Campsider '97
	Dimensionali	Analitiche	
Lamierino nuovo PF non stagnato (escluso lamierino al silicio)	Spessore < 3 mm Pezatura ≤ 150x50 cm	Cu < 0,20	E8
Lamierino nuovo NPF non stagnato (escluso lamierino al silicio)	Spessore < 3 mm Pezatura > 150x50 cm	Cu < 0,20	E8
Lamierino nuovo PF da profondo stampaggio non stagnato (escluso lamierino al silicio)	Spessore < 3 mm Pezatura ≤ 150x50 cm	Cu < 0,10	E8
Lamierino nuovo NPF da profondo stampaggio non stagnato (escluso lamierino al silicio)	Spessore < 3 mm Pezatura > 150x50 cm	Cu < 0,10	E8
Lamierino nuovo PF non stagnato (escluso lamierino al silicio)	Spessore < 3 mm Pezatura ≤ 50x50 cm *	Cu < 0,20	E8C
Cadute nuove di grosso spessore PF	Spessore ≥ 3 mm Pezatura ≤ 150x50 cm	Cu < 0,20	E2
Cadute nuove di grosso spessore NPF per taglio cesoia	Spessore ≥ 3 mm Pezatura ≤ 1200x120 cm	Cu < 0,20	E2
Cadute nuove di grosso spessore NPF per taglio ossigeno	Spessore ≥ 30 mm Pezatura Larghezza > 1,20m Lunghezza > 12 m	Cu < 0,20	E2
Cadute nuove di grosso spessore PF	Spessore ≥ 3 mm Pezatura ≤ 50x50 cm	Cu < 0,20	E206
Forgia Bulloneria.	Spessore ≥ 3 mm Pezatura ≤ 50x50 cm	Cu < 0,30 Cr < 0,50	E206
Pacchi di lamierino PF non stagnato ( pacchi cantiere )	Pezatura ≤ 100x50x50 cm	Cu < 0,20	E6
Matasse vergella e lamierino nuovo non stagnato ad esclusione di lamierino al silicio	Pezatura l 150 cm diam. 60 cm max	Cu < 0,20	E6
Pacchi di lamierino nuovo da profondo stampaggio non stagnato PF ( pacchi automobilistici )	Pezatura ≤ 60x40x40 cm	Cu < 0,10	E653
Rotaie e ruote ferroviarie PF	L < 150 cm	Cu < 0,20	
Rotaie da taglio cesoia NPF	L < 1200 cm	Cu < 0,20	
Ruote complete di assali NPF da taglio ossigeno		Cu < 0,20	

**TABELLA 2**  
**FAMIGLIA FRANTUMATO**

Categoria di rottame	Caratteristiche		Rif.Class Europea del rottame Ed.Campider '97
	Dimensionali	Analitiche	
Rottami frantumati in pezzi, esenti da scorie e tornitura in acciaio e ghisa	Pezzatura $\leq$ 20x20x20 cm Densità $>$ 900 Kg/m <sup>3</sup>	Cu $<$ 0,30%  Sn $<$ 0,02%	E40

**TABELLA 3**  
**FAMIGLIA DEMOLIZIONI**

Categoria di rottame	Caratteristiche		Rif.Class. Eur rottame Ed. Campsider '97
	Dimensionali	Analitiche	
Rottami vecchi sottili (accettati pezzi di veicoli leggeri) PF	Sp. < 6 mm Pezzatura ≤ 150x50x50 cm	Cu ≤ 0,40 %	E1
Rottami vecchi sottili (accettati pezzi di veicoli leggeri) per taglio cesoia NPF	Sp. < 6 mm Pezzatura ≤ 1200x120x120 cm	Cu ≤ 0,40 %	E1
Rottami vecchi sottili (accettati pezzi di veicoli leggeri) per taglio ossigeno NPF	Sp. < 6 mm Pezzatura ≤ 1200x200x200 cm	Cu ≤ 0,40 %	E1
Rottami vecchi di grosso spessore PF . Carico omogeneo Profilati mercantili	Sp. ≥ 6 mm Pezzatura ≤ 150x50x50 cm	Cu ≤ 0,40 %	E3
Rottami vecchi di grosso spessore per taglio cesoia NPF Carico omogeneo Profilati mercantili	6mm<Sp. < 30 mm Pezzatura ≤ 1200x120x120 cm	Cu ≤ 0,40 %	E3
Rottami vecchi di grosso spessore NPF per taglio ossigeno Carico omogeneo Profilati mercantili	Sp. ≥ 30 mm Pezzatura > 1200x120x120 cm	Cu ≤ 0,40 %	E3
Rottami vecchi di grosso spessore	Sp. ≥ 6 mm Pezzatura ≤ 150x50x50 cm	Cu ≤ 0,40 %	E3
Rottami vecchi di grosso spessore per taglio cesoia NPF	6mm<Sp. < 30 mm Pezzatura ≤ 1200x120x120 cm	Cu ≤ 0,40 %	E3
Rottami vecchi di grosso per taglio ossigeno NPF	Sp. ≥ 30 mm Pezzatura > 1200x120x120 cm	Cu ≤ 0,40 %	E3
Rottami di demolizione ferroviaria PF	Pezzatura ≤ 150x50x50 cm	Cu ≤ 0,20 %	
Rottami di demolizione ferroviaria NPF da taglio cesoia	Pezzatura ≤ 1200x120x120 cm	Cu ≤ 0,20 %	
Rottami di demolizione ferroviaria NPF da taglio ossigeno	Pezzatura ≤ 1200x200x200 cm	Cu ≤=0,2 %	
Rottami vecchi di grosso spessore P.F. di provenienza da ciclo integrale Est Europa	Sp. ≥ 6 mm Pezzatura ≤ 150x50x50cm	Cu ≤ 0,20 %	Norma GOST A3
Rottami vecchi di grosso spessore per taglio cesoia N.P.F. di provenienza da ciclo integrale Est Europa	6mm<Sp. < 30 mm Pezzatura ≤ 1200x120x120 cm	Cu ≤ 0,20 %	Norma GOST A3

**TABELLA 4  
FAMIGLIA TORNITURE**

Categoria di rottame	Caratteristiche		Rif.Class. Europea del rottame Ed. Campsider '97
	Dimensionali	Analitiche	
Torniture di acciaio corte palabili. Non ammesse tornite di ghisa o di acciaio da macchine automatiche		Cu <= 0,60 % Sn <= 0,1 % Cr+Ni+Mo <= 2,00	ESH
Torniture di acciaio lunghe non palabili. Non sono ammesse torniture di ghisa o di acciaio da macchine automatiche		Cu <= 0,40 % Sn <= 0,03 % Cr+Ni+Mo <= 1,00	ESM
Torniture di ghisa			ESG
Torniture di acciaio da macchine automatiche			ESA

**TABELLA 5  
FAMIGLIA RACCOLTE**

Categoria di rottame	Caratteristiche		Rif.Class. Europea del rottame Ed. Campsider '97
	Dimensionali	Analitiche	
Rottami vecchi di raccolta PF	Sp. ≥ 3 mm Pezzatura ≤ 150x50x50 mm	Cu <= 0,40 %	E1
Rottami vecchi di raccolta cesoiata PF	Sp. ≥ 3 cm Pezzatura ≤ 60x50x50 cm	Cu <= 0,40 %	E1C
Rottami vecchi di raccolta	Sp. < 3 mm Pezzatura ≤ 150x50x50 cm	Cu <= 0,45 %	EH
Rottami di raccolta premuti in pacchi	Pezzatura ≤ 100x50x50 cm	Cu <= 0,45 %	EH

TABELLA 6  
PENALIZZAZIONI PER FAMIGLIA in Euro/Ton

FAMIGLIA ORDINATA	FAMIGLIA RICEVUTA				
	1	2	3	4	5
1	=	=	- 2,5	- 5	- 7,5
2	=	=	- 2,5	- 5	- 7,5
3	=	=	=	- 5	- 7,5
4	=	=	=	=	- 7,5
5	=	=	=	=	=

(\*) I valori assoluti della penale sono riferiti alla famiglia 1

Sulla base della normativa di legge dunque, le famiglie raggruppano categorie di rottame simili, che sono intercambiabili nella composizione della carica del forno.

Le famiglie illustrate nelle tabelle sono:

a) Famiglia Cadute nuove, che comprende:

- Tutte le cadute nuove di lavorazione
- Rotaie (siano esse nuove e di recupero)
- Ruote ferroviarie

E non comprende:

- Tondi per calcestruzzo armato
- Laminati mercantili
- Pezzi meccanici

b) Famiglia frantumato, che comprende:

- Rottame derivante dalla frantumazione di auto
- Elettrodomestici
- Raccolte leggere

E non comprende:

- Prodotti da inceneritore

c) Famiglia demolizione, che comprende:

- Rottami vecchi, con analisi eterogenee, di demolizioni di strutture
- Industriali
- Ferroviarie (ad eccezione delle rotaie e delle ruote)
- Navali
- Laminati mercantili nuovi

Non comprende:

- Carrozzerie di veicoli
- Tondi per calcestruzzo armato
- Pezzi meccanici anche se nuovi
- Elettrodomestici
- Componenti in ghisa meccanica

d) Famiglia torniture, che comprende:

- Lotti eterogenei di trucioli, eterogenei sia dimensionalmente che analiticamente, provenienti dalla tornitura di:
  - Pezzi meccanici automobilistici
  - Pezzi meccanici industriali

e) Famiglia raccolte, che comprende:

- Rottami di raccolta di demolizioni automobilistiche
- Rottami di raccolta demolizioni di macchine utensili
- Rottami di raccolta di organi meccanici
- Rottami di raccolta di elettrodomestici
- Rottami di raccolta di tondi per calcestruzzo

- Rottami di raccolta di componenti di ghisa meccanica

Riassumendo, una categoria di rottame rappresenta una particolare tipologia di rottame riconoscibile attraverso una descrizione della generazione dello stesso, di particolari caratteristiche dimensionali o riguardanti il tenore di alcuni particolari elementi chimici.

Le categorie individuate dalla Specifica Europea sono state utilizzate per definire le famiglie di rottame.

### 5.3 Prescrizione della carica

Si tratta di un documento che determina l'ordine di carica della prima e seconda cesta in termini di composizione per raggiungere un contenuto di Rame inferiore allo 0.20 % in peso, valore ottimale sia dal punto di vista della colata derivante sia dal punto di vista economico.

Di seguito un esempio di prescrizione di carica ovvero composizione in peso (ton) di prima e seconda cesta: seguendo questa ordine di carica si ottiene un contenuto di rame inferiore al 0,20% con una buona resa economica.

<b>Prima Cesta</b>	<b>Seconda Cesta</b>
3 rotaie	
4 tuberia ces.	
3 palabile	
3 torn. ghisa	
3 demolizione	
13 lamierino	6 proler
0,300 antracite	4 tornitura

8 pesante	8 tuberia
6 cadute nuove	4 pacchi
2 colaticci ghisa	9 lamierino
11 ghisa	0,400 antracite
6 palabile	7 tornitura
TOT CESTA 62	TOT CESTA 38

Il contenuto di Rame principalmente ma anche di Stagno deve essere tenuto sotto controllo nella fase di fusione e viene monitorato mediante l'analisi di un campione: il manipolatore controlla temperatura, attività ossigeno e preleva un tondino di acciaio liquido che una volta raffreddatosi viene spedito al laboratorio di analisi per posta pneumatica in apposito contenitore.

Se il sistema di controllo rileva una presenza di Rame eccessiva, genera un allarme, è necessario spaccare la colata, tenendo conto che normalmente dal forno spilli l'80 – 85% ed il resto lo lasci all'interno come "piede liquido". In questo caso non si cola tutta questa percentuale in siviera ma si stabilisce in quante volte spaccare la colata che saranno poi colate in più siviere che aspettaranno la colata successiva.

La colata successiva dovrà avere un contenuto di rame ancora minore rispetto alla specifica standard per compensare il carico con eccesso e per questo è necessario avvisare per tempo la gestione del parco rottame.

Il parco rottame lavora comunque sempre con un determinato anticipo sulle prime ceste, mentre nei lavori al forno una almeno un'altra deve essere pronta per essere caricata, mentre per la seconda cesta tutto è quasi immediato.

L'analisi comunque fornisce la composizione per tutti gli elementi che vengono confrontate con le "forcelle" per quel tipo di acciaio che si vuole ottenere.

Possono esserci dunque altri elementi fuori dal range indicato, ma è trascurabile poiché durante le lavorazioni fuori forno aggiungi le ferrole che compensano eventuali variazioni.

Dal punto di vista strettamente economico, se il Rame è troppo alto conviene fare la colata lo stesso e poi eliminarla.

Per quanto riguarda lo Stagno, il criterio di controllo è sostanzialmente lo stesso, ma risulterebbe impossibile eliminarlo a meno che non si ossidi tutto il Ferro, e rimane un caso che si verifica molto raramente.

Nel caso in cui non si conosca la composizione del rottame in ingresso, non si sia certi che possa rispettare le condizioni della specifica standard e solo se il carico è proveniente da demolizione, eventualità remota, si realizza la cosiddetta prova di fusione.

La prova di fusione avviene sempre nel forno caricando una parte del materiale che si vuole verificare insieme a materiale di cui si conosce invece perfettamente la composizione, tendenzialmente a basso tenore di Rame. Si fa una cesta apposita, si realizza la fusione e si provvede ad un'analisi: dalla percentuale di Rame che risulta e in base a quella del carico noto, si testa il rottame allo scopo di non sprecare colate.

## 6. TRENDS ECONOMICI

Il rottame come materia prima per la produzione di acciaio rappresenta la voce di costo principale all'interno del processo, soprattutto nel caso di acciaieria elettrica, dopo energia, lavoro e capitale.

Esso inoltre, come già evidenziato, si connota di un elevato valore aggiunto in quanto derivante dal riciclaggio di scarti metallici sia dell'industria sia dei consumi sociali ed è pertanto appropriato considerarlo anche legislativamente "materia prima secondaria" anziché rifiuto.

Al fine di sottolineare l'importanza di una giusta regolamentazione sotto forma di precise specifiche che non dia possibilità a interpretazioni ambigue, cito come esempio l'episodio di Marghera, nel cui porto sono stati bloccati per oltre cinque mesi lotti di rottame perché considerati non conformi a determinati standard di trattamento. Si è trattato una delicata questione che ha coinvolto enti giudiziari, enti portuali nonché terminal e le aziende siderurgiche a cui il rottame era destinato. Il problema era quello di valutare l'effetto giuridico dell'operazione di sbarco ed i soggetti su cui le eventuali conseguenze, anche sanzioni, avrebbero potuto ricadere, considerando che la Capitaneria di Porto premeva a consentirne lo sbarco a patto dell'assunzione di responsabilità da parte dei ricevitori finali.

Nella pagina seguente alcuni dati relativi agli arrivi al Porto di Marghera di materie prime:

*Marghera: gli arrivi nel 2004*

	dic	nov	ott	set	var. % dic/nov	Totale 2004
<b>Rottame di ferro</b>	<b>33.563</b>	107.512	109.192	19.712	-68,8%	<b>421.982</b>
<b>Proler</b>	<b>0</b>	0	0	0	n.d.	<b>25.500</b>
<b>Bramme</b>	<b>36.601</b>	23.821	47.267	54.508	53,7%	<b>388.692</b>
<b>Ghisa</b>	<b>98.212</b>	73.706	97.927	55.616	33,2%	<b>862.725</b>
<b>Coils</b>	<b>76.661</b>	47.150	39.304	36.198	62,6%	<b>453.437</b>
<b>Billette</b>	<b>16.585</b>	0	0	4.940	n.d.	<b>16.585</b>
<b>Totale</b>	<b>261.622</b>	252.189	293.690	170.974	3,7%	<b>2.168.921</b>

	Valori in ton.	
	Rottame	Ghisa
Gen '03	110.000	47.000
Feb '03	24.000	67.000
Mar '03	68.000	38.000
Apr '03	14.000	104.000
Mag '03	78.000	61.000
Giu '03	51.000	33.500
Lug '03	9.000	66.000
Ago '03	6.600	50.600
Set '03	26.000	84.000
Ott '03	12.000	24.000
Nov '03	0	58.700
Dic '03	0	22.500
Gen '04	0	62.180
Feb '04	0	49.100
Mar '04	0	110.700
Apr '04	31.600	67.500
Mag '04	50.000	61.000
Giu '04	39.400	72.000
Lug '04	20.300	64.730
Ago '04	10.500	49.100
Set '04	19.700	55.600
Ott '04	109.100	97.900
Nov '04	107.500	73.700
Dic '04	33.500	98.200

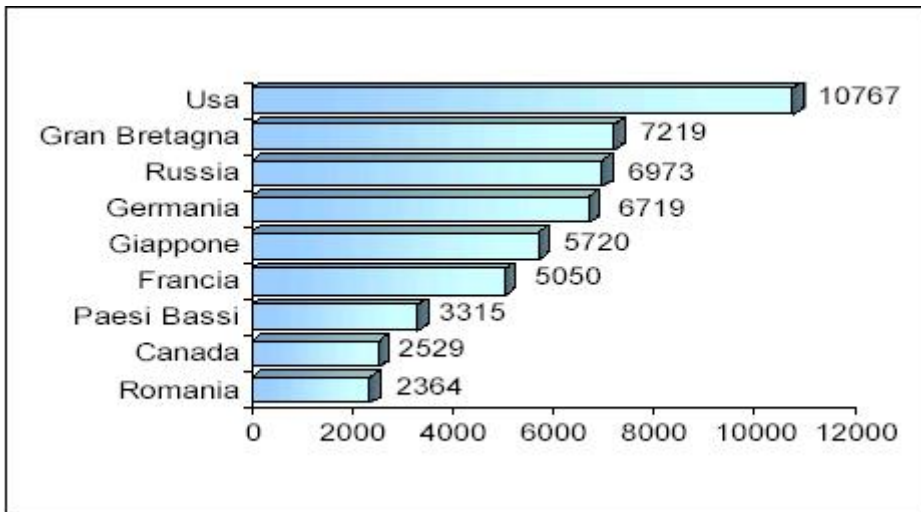
**Arrivi presso Porto Marghera  
gennaio '04 - dicembre '04**



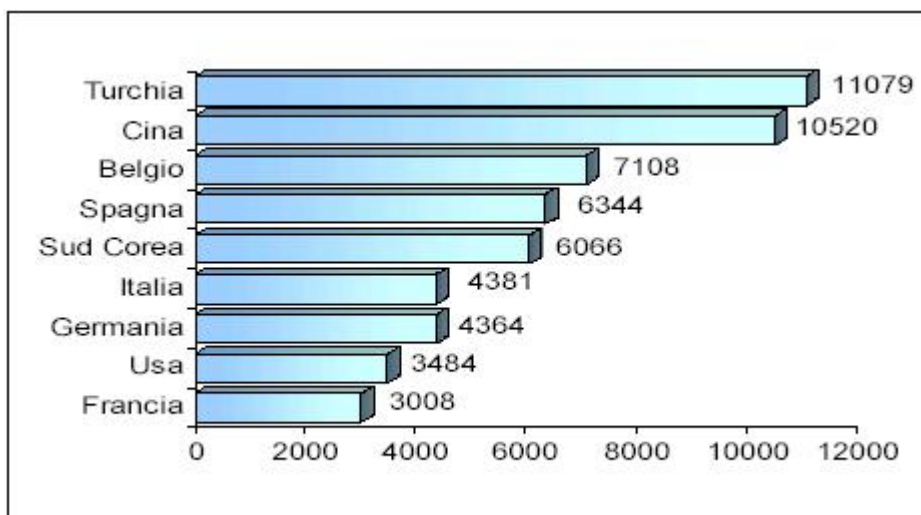
*Figura 4: Andamento arrivi Porto Marghera*

I prezzi dei rottami mostrano attualmente una tendenza al rialzo, anche in seguito all'aumento di richiesta dei paesi asiatici.

Di seguito alcune statistiche relative a importazioni ed esportazioni dei rottame ferroso nel mondo:



*Figura 5: Principali paesi esportatori di rottame (dati in milioni di tonnellate; fonte: IISI 2004)*

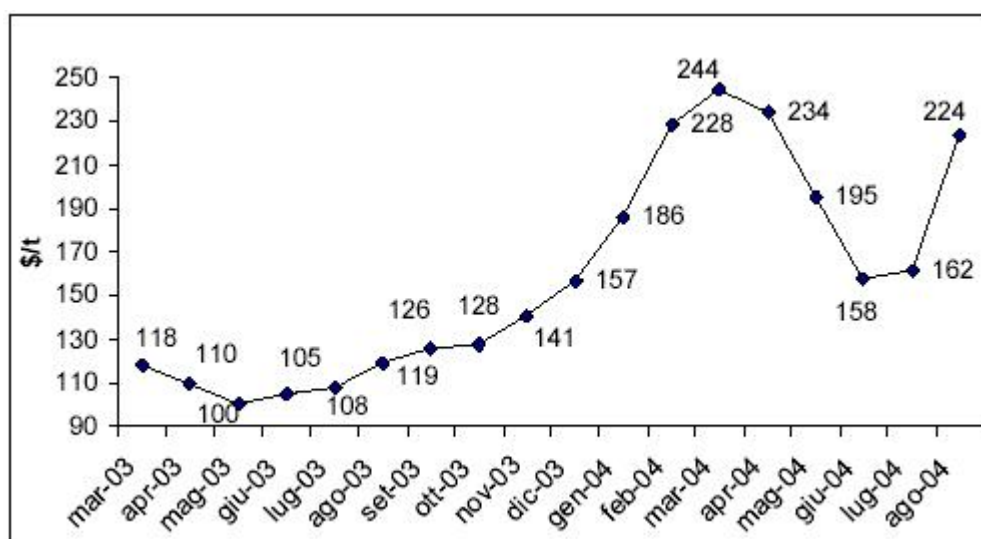


*Figura 6: Principali paesi importatori di rottame (dati in milioni di tonnellate; fonte: IISI 2004)*

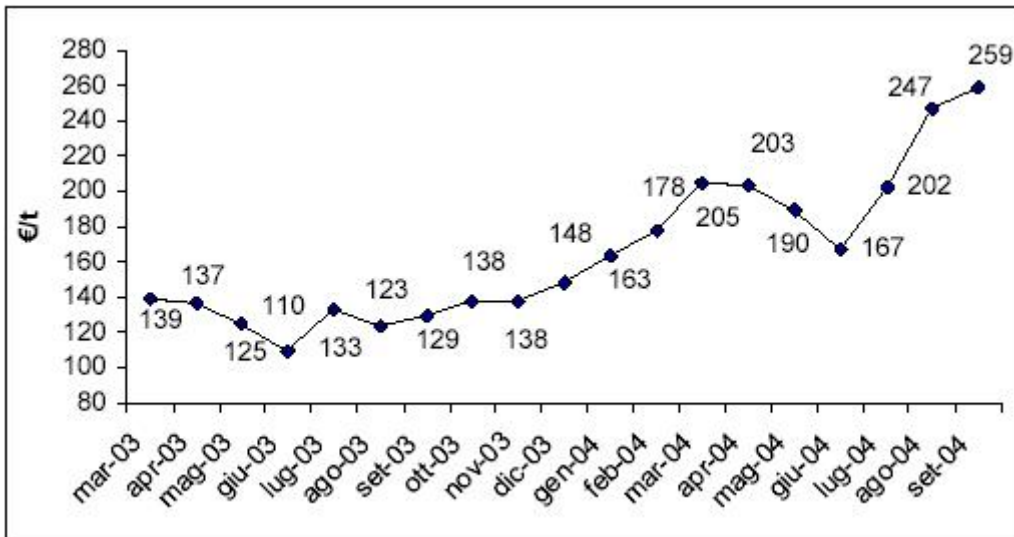
I paesi maggiori importatori di rottame sono evidentemente gli stessi in cui è molto importante la produzione di acciaio tramite forno elettrico, Spagna e Italia in ambito europeo.

Per quanto riguarda gli altri paesi, è particolarmente significativo il dato cinese, la produzione con forno elettrico in Cina è aumentata del 55% nel 2003 e questo si è tradotto in un sostanziale aumento del volume di importazioni.

Ora alcuni diagrammi relativi all'andamento dei prezzi, considerando che gli aumenti dei prezzi dei primi mesi del 2004 non ha assolutamente precedenti: negli Stati Uniti i prezzi dei rottami sono aumentati del 120%, 100\$/t il valore di gennaio 2003 e 240\$/t il valore di marzo 2004.



*Figura 7: Prezzi medi dei rottami ferrosi nel mercato USA*



*Figura 8: Prezzi medi del rottame “nuovo” in Spagna, Italia, Francia, Germania e Gran Bretagna*

Il prezzo del rottame oscilla in funzione le condizioni generali del mercato dell'acciaio. Negli USA tra il 1993 e il 1998 il prezzo del rottame variava tra i 125 e i 150\$/t, mentre nel periodo della recessione economica che ha coinvolto molti paesi e che si è conclusa solo nel 2003, il rottame è giunto a valere anche 65\$/t.

In seguito il rottame tagliato è passato dal valore di 112\$/t del gennaio 2003 a 260\$/t del febbraio 2004 e le cifre aumentano considerevolmente se si tiene conto del rottame “delivered” ovvero esportato per il mercato asiatico che ha raggiunto i 350\$/t. La ragione di tale incremento è, come già sottolineato, sia la crescente domanda del mercato cinese in particolare sia l'aumento generalizzato della produzione di acciaio.

Il mercato dei rottami ha subito inoltre tensioni per il disincentivo al riciclo negli anni passati e alla diminuzione dell'offerta dovuta all'imposizioni di dazi sulle esportazioni dei Paesi dell'Europa dell'Est. Russia e Ucraina, tra i maggiori esportatori al mondo, hanno limitato l'export di rottami per tutelare gli stoccaggi delle proprie aziende, esempio seguito da Corea del Sud nel marzo 2004. L'Ucraina, in particolare, nel 2004 oltre ad avere applicato dazi di 30 euro/ton sulle esportazioni, ha anche istituito controlli sulle licenze, con il preciso scopo di consentire ai siderurgici nazionale una fornitura di rottame continuativa e, soprattutto, a prezzi ben più bassi di quelli sostenuti dai produttori esteri. E' doveroso sottolineare che; l'Ucraina ha dichiarato che nonostante dazi e sistema di concessione delle licenze, le esportazioni di rottame nel 2004 sono più che raddoppiate rispetto al 2003.

L'Europa e gli Stati Uniti premono affinché venga istituita una forma di controllo sulle esportazioni per evitare che queste oscillazioni non governate danneggino le economie nazionali.

Si prevede che la produzione di acciaio raggiungerà 1036 milioni di tonnellate nel 2005, 280 prodotte in Cina, e 1185 milioni di tonnellate nel 2010, 379 prodotte in Cina, pertanto un tasso di crescita del 3% annuo tra 2003 e 2010.

Nella caso di rottame nuovo, si prevede un tasso di crescita del 2.8% annuo, tenendo conto che la produzione dipende dal consumo di acciaio, e visto che questo è in fortissimo aumento, ne sarà prodotto meno rispetto al consumo di acciaio.

Per quanto riguarda la domanda di rottame vecchio, si pensa che tra il 2003 e il 2010 vari da 306 a 332 milioni di tonnellate annue, con un tasso di crescita maggiore di quello previsto 10 anni fa poiché non era stato assolutamente ipotizzato che la crescita della produzione di acciaio cinese fosse dovuta principalmente a ciclo elettrico.

## 7. CONCLUSIONI

Da questa breve trattazione si intuisce che la principale problematica del processo produttivo che utilizza rottame, che si traduce in una limitazione per le acciaierie elettriche, è legata alla qualità del prodotto finale, fortemente condizionata dalla qualità del materiale input al processo, nonché alle difficoltà di reperimento delle stesse materie prime.

Nel 2004 la grande diatriba relativa alla gestione dei rottami è stata originata soprattutto dalla confusione interpretativa della normativa in materia, ed il cuore conclusivo di questa tesi voleva proprio essere sottolineare la grande importanza nel ritenere i rottami una preziosa materia prima e non un rifiuto. Ma, come descritto al Par. 4.3, dall'11 gennaio 2005 è entrata in vigore una nuova legge che si muove finalmente proprio in questa direzione.

Con riferimento alle difficoltà di reperimento del materiale, si è avanzata l'ipotesi di adottare una iniziativa che consenta di rifornire i produttori italiani garantendo le quantità necessarie a prezzi competitivi, valutando pertanto l'eventualità di realizzare un centro di raccolta di rottame unico da cui ridistribuire, sulla scia di quanto già succede in Francia e Germania.

Il mercato delle materie prime dipende dalla produzione prevista di acciaio e del rapporto tra la produzione di acciaio con convertitore a ossigeno e con forno elettrico.

Come già evidenziato, si prevede che la quota di acciaio prodotto al forno elettrico aumenti considerevolmente e dunque il consumo di rottame.

Questo aumento sarà soddisfatto dal consumo di rottame obsoleto, mentre diminuirà la disponibilità di rottame di elevata qualità (prompt, home).

La tendenza dell'industria siderurgica è sia quella di migliorare i processi esistenti sia quella di sviluppare nuove tecnologie e nel caso di quanto oggetto di questa tesi le opportunità si esplicano principalmente nell'implementazione del controllo qualità dei rottami e della fase di carica del rottame.

## 8. BIBLIOGRAFIA

### TESTI

- W.Nicodemi “Siderurgia Processi e Impianti” Associazione Italiana di Metallurgia, Milano
- United States Steel, “The Making, Shaping and Treating of Steel”, Pittsburgh – Pennsylvania

### ARTICOLI E PUBBLICAZIONI VARIE

- “The continuous charging of hot metal applied to the Consteel<sup>®</sup> technology”, P.Argenta Zhou Li & Zhuang Wei ,13° SEMINARIO IAS ACERIA 2001
- “Tecnologie metallurgiche attuali e prospettive di sviluppo”, E. Ramous, Università di Padova – DIMEG

### SITI INTERNET

- SIDERWEB :[www.siderweb.com](http://www.siderweb.com)
- FEDERACCIAI: [www.federacciai.it](http://www.federacciai.it)
- IISI – International Iron and Steel Institute: [www.worldsteel.org](http://www.worldsteel.org)
- Metal Bulletin: [www.metalbulletin.com](http://www.metalbulletin.com)
- Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia: [www.reolab.unimo.it](http://www.reolab.unimo.it)