

# Ferro e le sue leghe

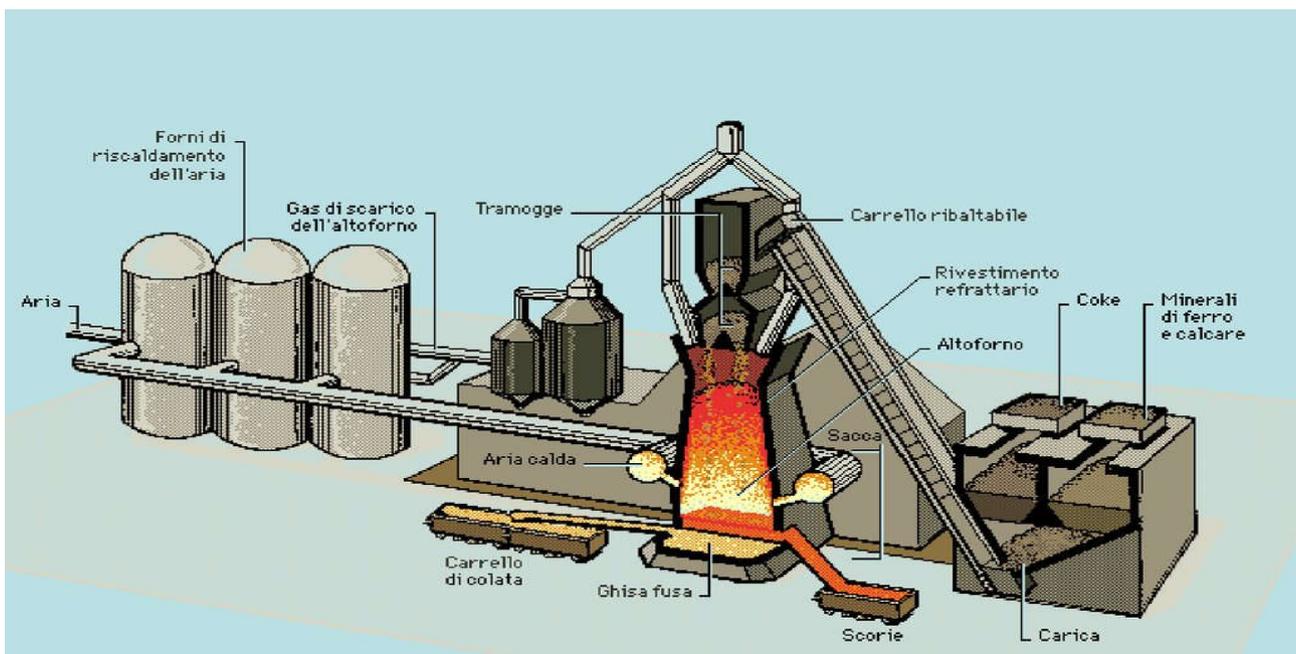
Il ferro è uno dei metalli più abbondanti sulla terra e anche il più importante. Si trova sotto forma di minerale, legato a altri elementi e quindi deve essere estratto con processi metallurgici.

I minerali più ricchi di ferro sono: l'**Ematite**, la **Magnetite**, la **Limonite**, la **Siderite** e la **Pirite**.

## Estrazione del ferro

L'estrazione viene fatta nell'**altoforno**, dove il ferro viene fatto combinare chimicamente con il carbonio. L'altoforno è così chiamato per le sue dimensioni, sviluppate in altezza, raggiungendo anche i 100 m, con un diametro superiore ai 10 m.

Il funzionamento degli stabilimenti siderurgici è continuo h24, con produzioni anche di 10.000 tonnellate/giorno.



Un tipico altoforno è costituito da una torre d'acciaio alta circa 25-50 m, rivestita internamente di mattoni **refrattari**, formata di due parti a profilo troncoconico unite per il diametro minore, situato a circa un quarto di distanza dalla cima. La parte inferiore del forno, detta sacca, è munita lateralmente di un gran numero di aperture tubolari, dette ugelli, attraverso le quali viene insufflata aria calda in pressione, per mantenere attiva la reazione di combustione. In prossimità dell'estremità inferiore della sacca è situato il foro di colata da cui fluisce la ghisa fusa e sopra di esso, ma al di sotto degli ugelli, si trova un altro foro per lo spurgo delle scorie

- 1) Le sostanze che concorrono alla produzione della ghisa greggia, caricate nella parte alta dell'altoforno, sono:
  - Il **Minerale ferroso**, in genere un ossido di ferro;
  - Il **Combustibile**: in genere si impiega il Coke, ottenuto dalla distillazione della litantracite (un tipo di carbone fossile);
  - Il **Fondente**: Pietra calcarea (carbonato di Ca o Mg) che si combina con la ganga, cioè la parte inerte contenuta nel minerale, a formare le scorie o loppe.
  
- 2) La temperatura del forno va gradatamente crescendo: dalla bocca di caricamento (posta in alto) dove essa è di circa 400°, fino al ventre, dove si arriva a una temperatura di 1800°.
  
- 3) La carica solida, nel suo cammino discendente, incontra la corrente ascendente dell'area compressa preriscaldata introdotta dagli ugelli ad alta velocità. L'ossigeno contenuto nell'aria, infatti, reagisce con il carbone (C) generando monossido di carbonio (CO), anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) e sviluppando calore. Il ferro spugnoso continua a scendere ed entra nella sacca, dove, trovando una temperatura ancora più alta, essendo ancora presente il carbonio, reagisce con quest'ultimo a formare il carburo di ferro e la ghisa greggia. Questa continua a scendere nelle zone più calde, gocciolando nel crogiolo.
  
- 4) Nella sacca si ha quindi, nella parte più alta la zona di carburazione, e nella parte più bassa la zona di fusione. Il carbonio introdotto con il Coke, riassumendo, svolge tre compiti:
  - riscalda con la combustione il forno e i materiali in esso contenuti;
  - riduce l'ossido di ferro in ferro spugnoso;
  - trasforma quest'ultimo in ghisa greggia.
  
- 5) Periodicamente la ghisa greggia viene estratta dal fondo, mentre un diverso canale di scolo permette di recuperare le scorie per avviarle a fasi successive del ciclo siderurgico. Gli altiforni operano a ciclo continuo, per un periodo di tempo che va da un minimo di tre anni a un massimo di sette-otto: se la combustione si arrestasse, la massa parzialmente fusa si solidificherebbe e il forno dovrebbe essere demolito anzitempo. Le materie prime sono frazionate in piccole cariche introdotte a intervalli di 10-15 minuti. Le scorie vengono estratte ogni due ore circa, mentre la ghisa greggia viene colata cinque volte al giorno.

# I PRODOTTI SIDERURGICI

I principali prodotti dell'altoforno sono:

- **Scorie:** Utilizzati per la costruzione di cementi e mattonelle;
- **Gas povero:** Utilizzato per produrre energia elettrica necessaria al consumo interno dell'impianto e per riscaldare l'aria da insufflare all'interno dell'altoforno stesso;
- **Ghisa grezza:** o ghisa di prima fusione, poiché è poco malleabile e presenta una elevata fragilità.

## Composizione della ghisa greggia

Lega di Ferro e Carbonio.

Il Carbonio è presente nella lega in varie forme:

- **Combinato (Fe<sub>3</sub>C):** Ghisa bianca (detta Cementite o carburo di ferro);
- **Libero (carbonio grafítico):** da cui si ottiene la Grafite per raffreddamento lento del getto.

La ghisa greggia, può essere successivamente utilizzata in due modi:

- **Ghisa da fonderia:** destinata ad essere rifusa per ottenere la ghisa di seconda fusione;
- **Ghisa d'affinazione:** destinata alla produzione di acciaio in acciaieria.

## Ghisa di seconda fusione

La ghisa è una lega di ferro e carbonio, la cui **percentuale di carbonio è del 2-4%**.

Si ottiene rifondendo la ghisa greggia, insieme a rottami di acciaio e ghisa, con l'aggiunta di altri elementi (silicio, manganese, zolfo).

Ha le seguenti caratteristiche:

- Dura e fragile;
- Poco resistente alla trazione e flessione;
- Non è malleabile, quindi non può subire lavorazioni plastiche;
- Ha un'ottima fusibilità/colabilità: fonde a Temp. di 1100-1200 °C, con getti compatti e fluidi, è adatta quindi alla produzione di pezzi fusi.

# Acciaio

L'acciaio è una lega di ferro e carbonio, dove la percentuale di quest'ultimo è inferiore al 2%.

Si parte dalla ghisa greggia (materia principale), con l'aggiunta di rottami di ferro e ferroleghie.

Ha le seguenti caratteristiche:

- Meno duro della ghisa e buona resistenza meccanica;
- E' plastico (malleabile e duttile);
- Difficilmente fusibile;
- Facilmente saldabile;
- Poco resistente alla corrosione.

Gli **acciai comuni** si classificano in base al loro contenuto in carbonio:

> percentuale di C → > durezza, < plasticità; E viceversa!

**Gli acciai speciali**, contengono oltre al carbonio, anche altri elementi metallici, che conferiscono nuove proprietà meccaniche e tecnologiche.

Questi elementi sono:

Cromo, Cobalto, Manganese, Molibdeno, Nichel, Silicio, Titanio, Tungsteno, Vanadio.

Fra questi ricordiamo gli acciai inossidabili (INOX), contenenti Cromo e Nichel, resistenti alla corrosione.

## Produzione dell'acciaio

La trasformazione della ghisa greggia in acciaio (detta affinazione), consiste nella riduzione del carbonio contenuto e nell'aggiunta delle ferroleghie.

Esistono 2 procedimenti produttivi:

- 1) **Convertitore ad ossigeno (LD)**: L'acciaieria è situata nello stesso stabilimento dove è situato l'altoforno. La maggior parte della produzione mondiale di acciaio è dovuta a questo metodo di produzione. LD, sta per le iniziali delle città austriache (Linz e Donawitz), dove avvennero le prime utilizzazioni del metodo. Temp. di fusione: circa 1.600°C
- 2) **Forni elettrici ad arco**: l'acciaieria ha dimensioni ridotte. Temp. di fusione: circa 2.800°C

I forni come il Bessemer, Thomas, Thomas migliorato, Martin e Martin-Siemens, non si utilizzano più per costi, tempi e qualità dei prodotti ricavati.

## PRODUZIONE DELL'ACCIAIO: IL CONVERTITORE LD

### Il convertitore LD

Attualmente la maggior parte della produzione mondiale di acciaio avviene con il processo LD (dalle iniziali delle città austriache di Linz e Donawitz, dove avvennero le prime colate). Si tratta di un recipiente quasi cilindrico formato da un involucro metallico rivestito internamente di materiale refrattario, che può ruotare su 2 perni.

1 Viene messa una certa quantità di **rottame di ferro** e fondente.



2 Viene introdotta della **ghisa fusa** nel convertitore.



3 Viene soffiato dall'alto, attraverso una lancia, dell'**ossigeno puro** a forte pressione, in modo da rimescolare il metallo liquido. L'ossigeno brucia il carbonio e gli altri elementi presenti nella ghisa e la trasforma in acciaio.



4 La reazione è molto violenta e sviluppa un grande calore che fonde la carica solida e innalza la temperatura dell'acciaio fino a 1600°C. L'acciaio fuoriesce in forma di **colata**.



## PRODUZIONE DELL'ACCIAIO: IL FORNO ELETTRICO

### Il forno elettrico

I forni elettrici si usano essenzialmente per produrre acciaio a partire dal rottame di ferro, anche se possono essere alimentati con ghisa fusa. Essi hanno consentito il diffondersi di piccole acciaierie in prossimità di zone altamente industrializzate, là dove sono disponibili rottami di ferro in abbondanza.

Attualmente, più della metà dell'acciaio italiano è prodotto con i forni elettrici, il restante con il convertitore LD. I più diffusi sono i forni ad arco.

1 Il **rottame** di ferro viene caricato nel forno.



2 La corrente elettrica passa da un elettrodo al bagno, lo attraversa e ritorna all'altro **elettrodo**.



3 L'energia elettrica si trasforma in calore e fonde la carica metallica solida. Si possono raggiungere temperature molto elevate, sino a 2800°C. La **colata dell'acciaio** viene raccolta in un recipiente.



4 La **colata delle scorie** viene raccolta in un altro recipiente.



# Colata dell'acciaio

Dopo essere stati ottenuti, gli acciai fusi vengono colati nelle **siviere**, appositi recipienti resistenti ad altissime temperature e poi, da queste alle lingottiere o in colata continua.



Si ottengono:

- Lingotti, che possono essere raffreddati e successivamente lavorati per laminazione;
- Colata continua: la colata viene posta in una lingottiera di rame con il fondo mobile. Quando l'acciaio si raffredda, viene rimosso il fondo della lingottiera e il metallo semisolido passa attraverso una successione di rulli che lo riducono a dei **semilavorati** a sezione rettangolare.

Dai prodotti semilavorati, attraverso la **laminazione secondaria** si ottengono prodotti finiti laminati, come: barre, tondi, tubi, rotaie, profilati, lamiera.

## Classificazione in base al tenore di carbonio

- acciai dolci  $C < 0,2\%$
- acciai semiduri  $C = 0,2 \div 0,77\%$
- acciai duri  $C > 0,77\%$

Gli acciai dolci presentano resistenza a trazione molto più bassa di quella degli acciai duri però sono più malleabili, più duttili e più resistenti agli urti. Sono facilmente saldabili e lavorabili alle macchine utensili ma sono meno resistenti all'usura e alla corrosione degli acciai duri.

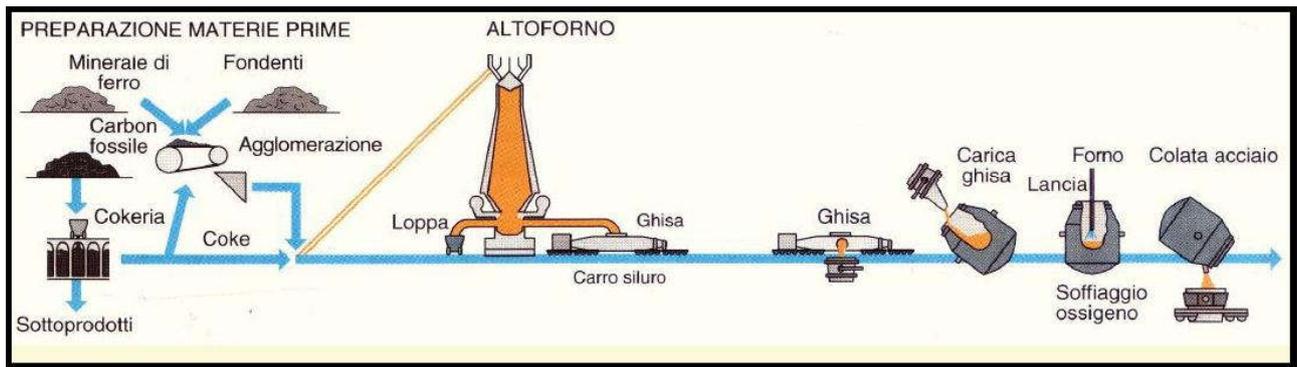
In sintesi, all'aumentare della quantità di carbonio aumentano:

- resistenza meccanica,
- durezza,
- temprabilità,
- colabilità/fusibilità,

- resistenza all'usura  
diminuiscono:
- lavorabilità e plasticità a freddo,
- saldabilità

## Stabilimento siderurgico a ciclo integrale

Lo stabilimento viene definito integrale, quando partendo dal minerale si ottengono laminati di acciaio



Il raccordo tra i due procedimenti produttivi è dato dal **Carro siluro**, che trasporta la massa di ghisa grezza liquida, dall'altoforno al convertitore LD.