1 Le leghe ferrose

I materiali metallici più usati nella produzione industriale sono le cosiddette leghe ferrose, o leghe ferro-carbonio.

Il ferro (Fe) contenuto nei minerali ferrosi, se sottoposto a fusione ha la proprietà di sciogliere nel proprio bagno un non metallo, il carbonio (C).

La lega che così si forma, detta appunto ferro-carbonio (Fe-C), è dotata di proprietà meccaniche e tecnologiche molto diverse da quelle del ferro puro.

Non tutti i minerali ferrosi contengono ferro in proporzioni tali da rendere economicamente utile l'estrazione.
I minerali che vengono industrialmente lavorati, perché contenenti alte percentuali di metallo, sono:

- la magnetite
- l'ematite,
- la limonite,
- la siderite.

Questi minerali, oltre al ferro, contengono silice, argilla, fosfati, solfati e altre sostanze in minore quantità.
Le leghe ferrose contengono sempre, oltre al ferro, una percentuale di carbonio.
Questa percentuale, detta **tenore di carbonio**, varia a seconda dei minerali impiegati e del procedimento impiegato per produrre la lega ed è l'elemento principale per la classificazione delle leghe ferrose.

In base al tenore di carbonio (% C), infatti, le leghe ferrose si dividono in :

- acciai: tenore di C < 2,06 %;
- ghise: tenore di C da 2,06 a 6,67%.

Oltre alla percentuale di carbonio vi sono altri fattori da cui dipendono le caratteristiche chimiche, meccaniche e tecnologiche sia delle ghise, sia degli acciai.
Tra i fattori principali che differenziano tra loro due leghe ferrose, ricordiamo:

- presenza di altre sostanze in lega (oltre al carbonio e al ferro);
- trattamenti termici subiti;
- predisposizione a subire trattamenti termici.

2 Il processo siderurgico integrale

Uno stabilimento siderurgico è a ciclo integrale quando il suo processo di fabbricazione, partendo dalle **materie prime** (minerali di ferro, carbone fossile e calcare), arriva al prodotto finito, cioè ai **laminati piani** (lamiere, lamierino, banda stagnata, zincati), alle **barre** (tondi, quadri, ecc.) e ai **profilati** (travi, rotaie, ecc.).

Le fasi principali del ciclo siderurgico integrale sono:

- preparazione delle materie prime;
- fabbricazione della ghisa nell'altoforno;
- trasformazione della ghisa in acciaio;
- laminazione dell'acciaio.

Il ciclo integrale comporta notevoli vantaggi economici per la continuità delle lavorazioni e per lo sfruttamento degli impianti.
Ciò consente un più accurato controllo della qualità e forti risparmi di energia, di tempo e di trasporto.
Il ciclo integrale è un ciclo continuo. In particolare, l'altoforno funziona in continuazione, giorno e notte, per anni.

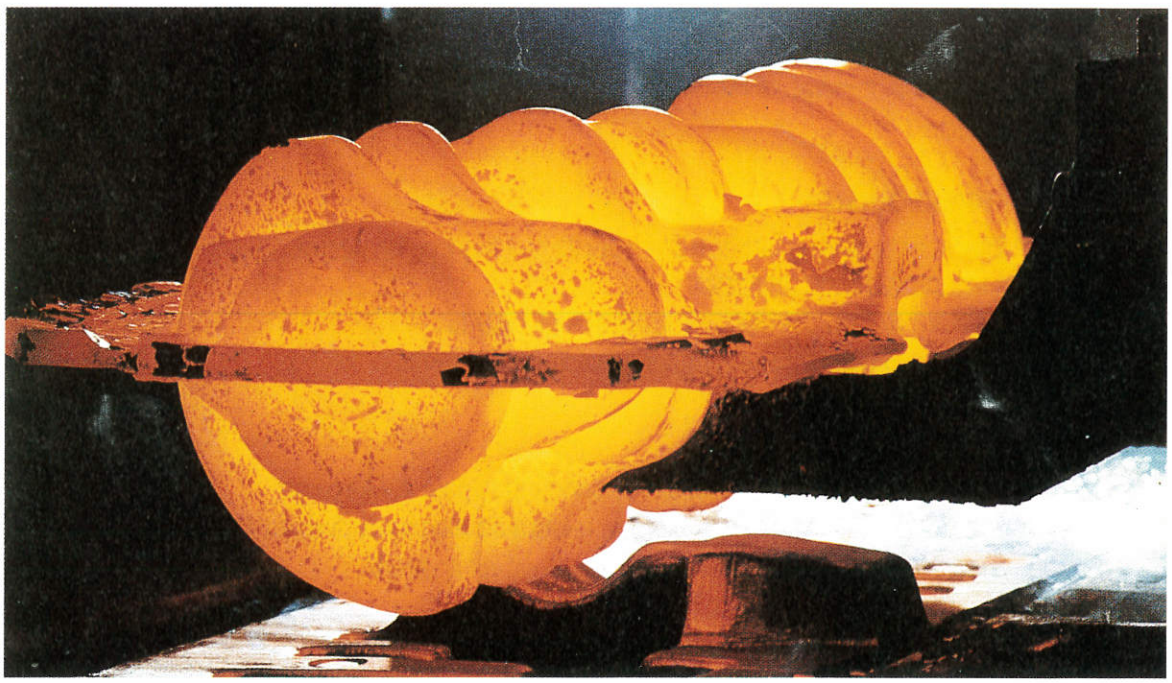

Figura 1. *Fase di forgiatura di una billetta di acciaio.*

FASI DEL PROCESSO SIDERURGICO INTEGRALE

Preparazione e carica delle materie prime

I minerali di ferro e di calcare vengono frantumati e agglomerati in pezzatura adatta al caricamento dell'altoforno. Il carbone subisce una trasformazione (cokerizzazione) per eliminare componenti non utili al processo siderurgico (catrame, benzolo, gas).
Le materie prime frantumate vengono caricate nel forno con nastri trasportatori.

Produzione della ghisa all'altoforno

La combustione del carbone agevolata da aria soffiata dal basso produce il calore per fondere il minerale. Il ferro, fondendo, assorbe nel suo bagno il carbonio e diventa ghisa.

Scorificazione

Le impurità del minerale di ferro si mescolano con il calcare, formando una massa liquida detta scoria o loppa, che galleggia sulla ghisa fusa e viene eliminata attraverso un'apposita bocca.

Colata della ghisa

Da una bocca inferiore dell'altoforno la ghisa fusa cola in un carro siluro, che la trasporta all'acciaieria, oppure direttamente in secchi detti siviere per ottenere pani di ghisa.

Conversione della ghisa in acciaio

In acciaieria la ghisa viene versata in un grosso recipiente, il convertitore L.D. Qui viene insufflato ossigeno che sottrae il carbonio alla ghisa trasformandola in acciaio (affinazione).

Colata d'acciaio

Quando il tenore di carbonio è diminuito fino ai valori necessari per ottenere l'acciaio, si sospende l'insufflaggio di ossigeno. L'acciaio così ottenuto viene poi versato in apposite lingottiere (colaggio in lingottiera). I procedimenti più moderni prevedono anche la colata continua, cioè la trasformazione diretta dell'acciaio liquido in semiprodotti (brame, blumi e billette).

Preparazione alla laminazione

I lingotti di acciaio vengono trasportati nei forni a pozzo per una operazione di riscaldo a 1300 °C. L'operazione di riscaldo dura per un periodo che va da 6 a 12 ore.

Laminazione di sbozzatura

I lingotti, estratti dai forni a pozzo, sono trasportati sul piano a rulli del laminatoio sbozzatore e trasformati, dopo una serie di passaggi e ribaltamenti, in parallelepipedi di varie dimensioni, detti bramme, billette e blumi (semiprodotti).
Dopo la laminazione, bramme, billette e blumi vengono ripuliti dalle scaglie superficiali di laminazione e quindi vengono trasportati a una cesoia per il taglio delle due estremità.

Impianti di laminazione

Il materiale, ormai raffreddato, viene nuovamente inserito in forni di riscaldo (forni a spinta) e quindi è avviato alla laminazione.
Gli impianti di laminazione trasformano i semiprodotti in lamiere, barre, profilati, tondi ecc. I più importanti sono:

- treno a caldo per lamiere grosse;
- treno a caldo per nastri e lamierini;
- treno a caldo per barre e profilati;
- treno a freddo per nastri e lamierini sottili.

Nei tubifici le lamiere sono trasformate in tubi con saldature longitudinali o elicoidali. Altri impianti provvedono alla protezione superficiale dei lamierini in rotolo contro la corrosione, con rivestimento di zinco (zincatura continua) o di stagno (stagnatura elettronica).

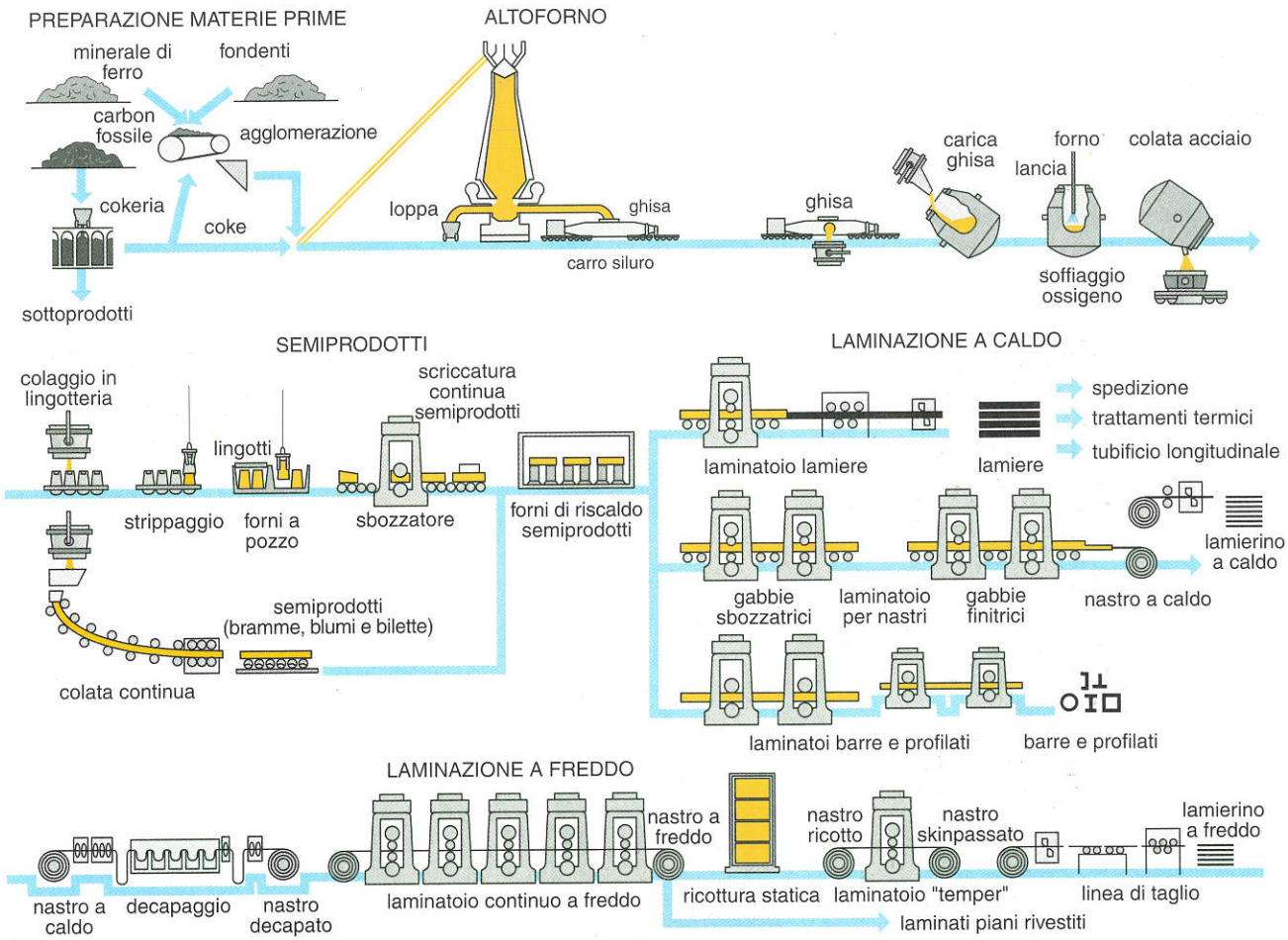

Figura 2. Schema del processo siderurgico integrale.

ALTOFORNO

L'altoforno (figura 3) è una gigantesca costruzione di acciaio, internamente rivestita di refrattario, e costituisce il fulcro del ciclo siderurgico integrale. Qui, in una successione di fasi, il minerale di ferro, con l'intervento del coke e dei fondenti, si trasforma in ghisa.
Il periodo dell'esercizio, cioè la "campagna" durante la quale l'impianto non viene mai spento, può durare fino a sette anni. Al termine di ciascuna campagna viene rifatto il rivestimento di refrattario.
Ogni giorno circa 5000 tonnellate di minerale e oltre 1800 tonnellate di coke vengono inghiottite dall'altoforno.

L'altoforno, durante la sua marcia, genera due correnti, una ascendente di gas, l'altra discendente di carica solida, simultanee e opposte; tra queste correnti si svolgono intensi scambi di calore e complesse reazioni chimiche.

La corrente dal basso verso l'alto è costituita dai gas formatisi nella zona di combustione, che avviene per reazione del combustibile coke con l'aria insufflata all'interno dell'altoforno. La miscela gassosa, dopo aver percorso in altezza l'altoforno, viene raccolta nella parte superiore da un camino e utilizzata, una volta depurata, dai servizi ausiliari necessari al funzionamento dell'impianto siderurgico.

Nella sua discesa la carica solida percorre zone a temperatura crescente per raggiungere infine lo stato liquido.
Le ceneri del coke, le impurità del minerale di ferro e il fondente si uniscono formando la scoria o loppa di altoforno.
La separazione tra la ghisa liquida e le scorie avviene per la differenza della massa volumica, che determina il galleggiamento delle scorie sui liquidi di fusione.
La loppa, estratta da un foro di colata collocato sopra quello della ghisa liquida, viene recuperata e utilizzata per fabbricare il cosiddetto cemento d'altoforno.
Dopo lo spillaggio della loppa, la ghisa liquida viene spillata attraverso il foro di colata e versata in un grande recipiente, che per la sua forma è chiamato sottomarino o siluro.
La colata avviene ogni 2 ore e mezza.
Ogni giorno vengono estratte dall'altoforno ben 3500 tonnellate di ghisa liquida.

STRUTTURA DELL'ALTOFORNO

L'altoforno è una costruzione metallica verticale, formata da una corazza esterna d'acciaio rivestita all'interno di mattoni refrattari. Può raggiungere un'altezza di circa 80 metri e avere un diametro di crogiolo di dieci metri e oltre. Le sue pareti sono raffreddate da un complesso sistema di circolazione di acqua.
L'intera struttura è sorretta da una armatura metallica che ne scarica il peso su fondazioni di cemento armato, lasciando libere le parti che, a causa delle temperature di esercizio, sono soggette a dilatazioni.

Bocca di carica

La bocca di carica è l'apertura nella parte superiore del forno, in cui vengono versate le cariche. Vi confluiscono 4 grosse tubazioni, che raccolgono i gas uscenti dall'altoforno e li convogliano ai depuratori di polvere.
Il sollevamento dei materiali fino alla bocca del forno viene realizzato mediante appositi nastri trasportatori e carrelli, detti skips.
La chiusura della bocca è assicurata da un sistema di due campane metalliche, che, aprendosi alternativamente, permettono l'alimentazione dell'impianto e impediscono l'uscita dei gas all'esterno.

Tino

È la parte più lunga del forno e ha sezione tronco-conica. In questa zona i materiali refrattari, oltre a subire l'azione di usura nelle pareti per abrasione dovuto alla carica, sono soggetti a sollecitazioni chimiche. Perciò il tino è rivestito internamente da piastre di usura che preservano la muratura dal logorìo.
La forma conica facilita la discesa dei materiali di carica verso il basso riducendo al minimo il loro attrito sulle pareti.
Il raffreddamento del refrattario nella parte superiore del tino avviene naturalmente; nella parte inferiore invece avviene per mezzo di un sistema di refrigerazione ad acqua.

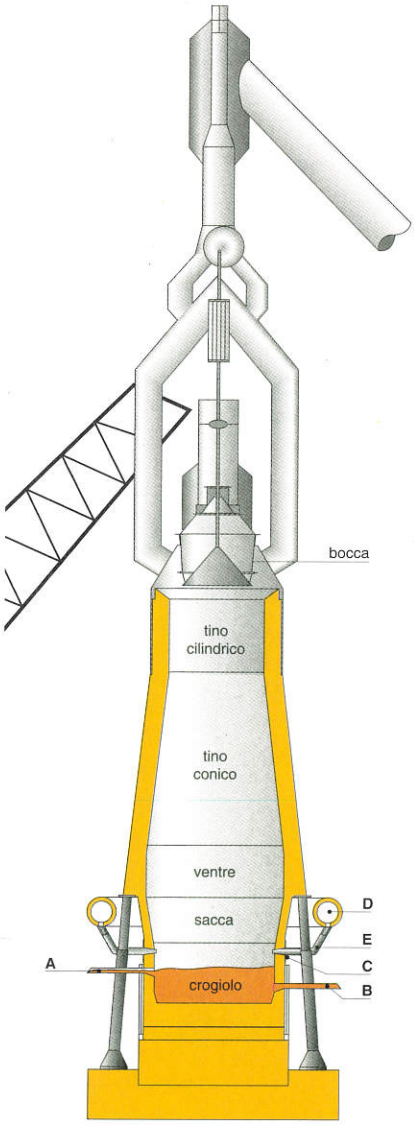

Figura 3. *Parti principali dell'altoforno.*

Ventre

È la parte mediana del forno, ha forma cilindrica e rappresenta la zona di maggior diametro del forno stesso. I refrattari usati in questa zona sono di tipo carbonioso, perché sono i più adatti alle sollecitazioni meccaniche e chimiche cui sono sottoposti.

Sacca

La sacca è la parte immediatamente superiore al crogiolo e ha forma tronco-conica.
Nella zona della sacca avviene la fusione ed è quindi la più sollecitata del forno per le elevate temperature che vi si raggiungono.
La particolare forma a imbuto della sacca permette al grosso della carica di fondere e scendere nel crogiolo.
I refrattari della sacca sono carboniosi, perché resistono meglio all'attacco delle scorie e consentono un raffreddamento efficace.

Crogiolo

È la zona più bassa del forno, rivestita con mattoni refrattari di carbonio. Ha forma cilindrica e ha la funzione di raccogliere i materiali fusi che man mano si formano.
Nella parte superiore del crogiolo si trova la bocca di colata della loppa (A) e più in basso la bocca di colata della ghisa liquida (B).

Toro e complesso portavento

Per agevolare la combustione viene immessa nell'altoforno dell'aria calda o "vento" proveniente da un impianto di preriscaldamento annesso all'altoforno (Cowper).
L'immissione dell'aria viene ottenuta grazie ad appositi ugelli d'alimentazione, detti tubiere (C), situati alla sommità del crogiolo.
Le tubiere sono disposte radialmente a uguale distanza l'una dall'altra lungo tutto il perimetro del crogiolo.
L'aria viene distribuita alle tubiere da un toro (D) costituito da un tubo di grosso diametro che circonda il forno. Il toro è collegato a ogni tubiera attraverso una manica a vento (E), un collo d'oca e un portavento.
Le tubiere e le casse-vento, in rame, sono elementi a doppia parete aventi all'interno una intercapedine nella quale si fa circolare acqua a pressione per il raffreddamento.

3 Le ghise

Si definisce **ghisa** la lega **ferro-carbonio** che contenga una percentuale di carbonio tra il 2,06% e il 6,67%.

Percentuali superiori al 4,5% si trovano però solo nella **ghisa di prima fusione**, quella appunto prodotta dall'altoforno, che non ha nessun utilizzo industriale se non quello di venire convertita in acciaio o in ghisa di seconda fusione (figura 4). Quindi di fatto le concentrazioni limite di carbonio nella ghisa vanno dal 2,06% al 4,5%.

La ghisa viene prodotta in diverse tipologie a seconda degli specifici usi industriali, sia nella versione **semplice** (con i soli elementi ferro e carbonio), sia nella versione **legata** (con l'inserimento nella lega di altri metalli).

La ghisa utilizzata dall'industria meccanica, detta **ghisa di seconda fusione**, è creata unendo alla ghisa di prima fusione rottami di ferro; successivamente si raggiunge il tenore di carbonio voluto, soffiando ossigeno che è in grado di bruciare il carbonio in eccesso.

A seconda della disposizione chimica del carbonio è possibile determinare due tipi di ghise dette:

- **ghisa bianca**
- **ghisa grigia**

dalle quali si generano, mediante particolari trattamenti, altri tipi di ghise.

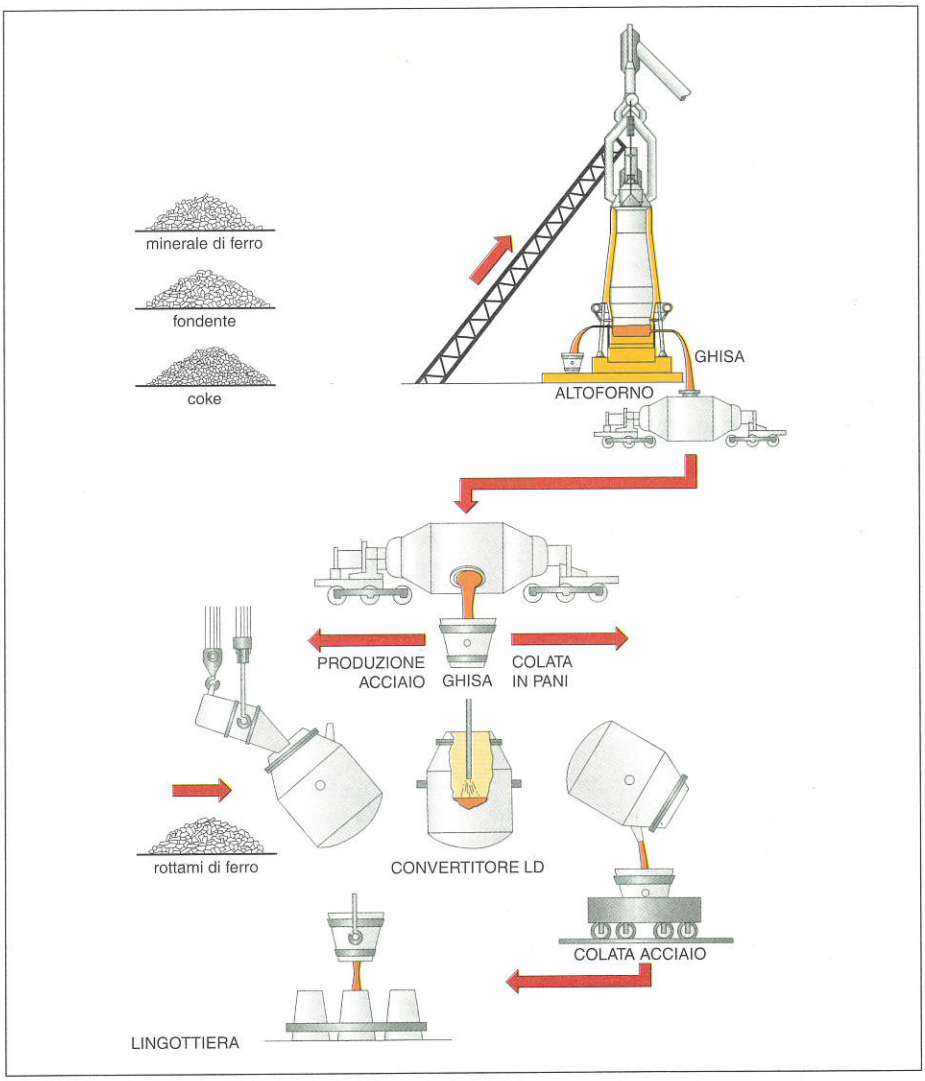

Figura 4. Processo di produzione delle leghe ferrose.

La ghisa bianca

La ghisa bianca presenta il carbonio interamente combinato chimicamente con il ferro sotto forma di cementite; è una ghisa molto dura ed estremamente fragile; trova applicazioni industriali nella costruzione delle parti rotabili dei carrelli di locomotori e vagoni ferroviari, nella costruzione di cilindri per laminatoi.

L'estrema durezza di questo tipo di ghisa non permette lavorazioni alle macchine utensili ad eccezione della molatura.

Mediante trattamento termico di ricottura è possibile ottenere ghisa malleabile, che chimicamente vede la scomposizione di parte della cementite in piccoli granuli di grafite; ne deriva una ghisa meno dura e più duttile.

La ghisa grigia

La ghisa grigia presenta il carbonio allo stato libero sotto forma di grafite che normalmente assume la disposizione lamellare (figura 5 in alto) e determina una ghisa fragile con resistenza a trazione modesta, in quanto la sezione resistente del metallo è ridotta sensibilmente dalle lamelle di carbonio.

Con opportuni trattamenti termici e chimici è possibile fare assumere alla grafite forma "sferoidale" (figura 5 in basso), in questo caso la grafite si dispone in piccoli granuli che a parità di concentrazione rispetto alla disposizione lamellare migliorano la resistenza a trazione e la tenacità.

È possibile ricavare ghisa grigia con carbonio in parte combinato chimicamente e in parte presente sotto forma di grafite, in questo caso la ghisa assume il nome di ghisa trotata.

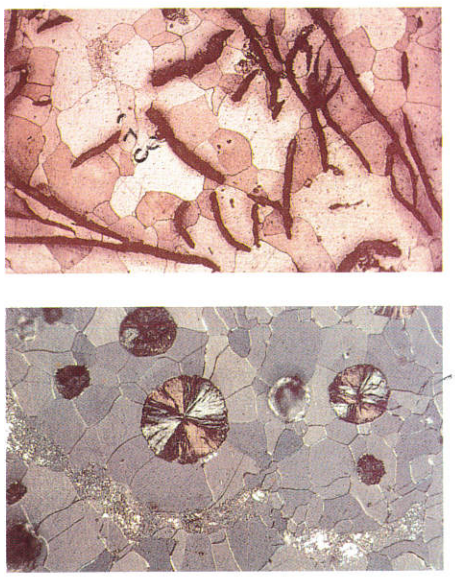

Figura 5. Ghise grigie. In alto: ghisa a grafite lamellare. In basso: ghisa a grafite sferoidale.

CARATTERISTICHE DELLA GHISA

Le caratteristiche meccaniche della ghisa possono modificarsi, e di molto, a seconda della concentrazione di carbonio e dei trattamenti termici ricevuti; normalmente la ghisa ha una scarsa resistenza a trazione e a flessione, buona resistenza a compressione, discreta durezza, mentre ha una resistenza al taglio pressoché nulla.
Per quanto riguarda le caratteristiche tecnologiche, la ghisa eccelle solamente nella fusibilità; in effetti la quasi totale produzione di oggetti in ghisa avviene mediante "getti" (colata della ghisa fusa in stampi); per il resto la ghisa non è malleabile, non sopporta né lavorazioni a freddo né a caldo, ha scarsa saldabilità, ha una buona resistenza alla corrosione che aumenta con l'aumentare della concentrazione di carbonio.

La massa volumica è 7250 kg/m^3.

Le sue caratteristiche meccaniche sono definite dai seguenti valori indicativi:

Resistenza a trazione
100 ÷ 400 N/mm^2

Resistenza a compressione
400 ÷ 900 N/mm^2

Resistenza a flessione
200 ÷ 300 N/mm^2

Durezza Brinell
150 ÷ 400 N/mm^2

CLASSIFICAZIONE DELLE GHISE

La classificazione delle ghise avviene secondo la normativa UNI che prevede per ogni tipo di ghisa una sigla come quella nell'esempio:

G 15 UNI 5330-69

G
rappresenta il prefisso che designa la ghisa, nello specifico ghisa grigia;

Gh designa una ghisa per impieghi automobilistici;

GS designa una ghisa sferoidale;

GMB designa la ghisa malleabile a cuore bianco;

GMN designa la ghisa malleabile a cuore nero.

15
normalmente il valore numerico indica la resistenza minima a trazione; se il valore è espresso a due cifre l'unità di misura è kg$_f$/mm^2, se a tre cifre l'unità di misura è N/mm^2.
Solo nel caso della ghisa per impieghi industriali, il valore numerico indica la durezza Brinell HB minima espressa in kg$_f$/mm^2.

PROPRIETÀ DELLE GHISE	
Punto di fusione	ghisa bianca: 1400°C ghisa grigia: 1150°C
Resistenza a trazione	100 ÷ 400 N/mm^2
Resistenza a compressione	400 ÷ 900 N/mm^2
Durezza Brinell	150 ÷ 400 HB
Resilienza	praticamente nulla
Allungamento	praticamente nullo
Resitenza alla corrosione	buona e aumenta con il tenore di carbonio

Nella ghisa sferoidale viene anche indicato, separato da un trattino, il valore dell'allungamento percentuale.

UNI 5330-69
rappresenta il richiamo della tabella UNI che definisce le specifiche relative al tipo di ghisa; il numero seguente il trattino indica l'anno di emanazione della norma.

UTILIZZAZIONE DELLA GHISA

La ghisa si trova in commercio sotto forma di pani dalla sezione trapezia o semicircolare.
Per la sua caratteristica fisica di buona conducibilità termica, la ghisa si presta alla realizzazione di elementi radianti negli impianti di riscaldamento (figura 6) e di parti di caldaie e caminetti.
In ghisa possono inoltre essere costruite le vasche da bagno così come tubazioni e raccorderie.
L'utilizzo della ghisa per impieghi automobilistici permette la realizzazione di parti del motore come ad esempio: basamento, monoblocco (figura 7), bielle, raccorderia e convogliatori per i tubi di scarico.
Per le sue caratteristiche e per le modalità costruttive, la ghisa si presta alla realizzazione di basamenti per macchine utensili.

Le ghise grigie sono meno dure e meno fragili delle ghise bianche e possono essere lavorate anche alle macchine utensili.
Le ghise, sia bianche, sia grigie, hanno scarsa saldabilità.

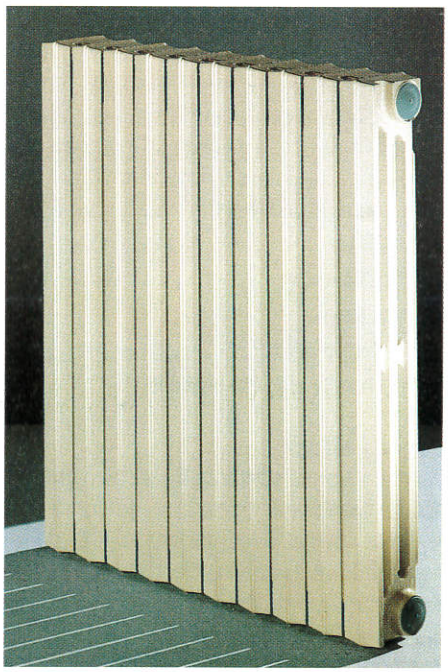

Figura 6. *Elemento radiante in ghisa.*

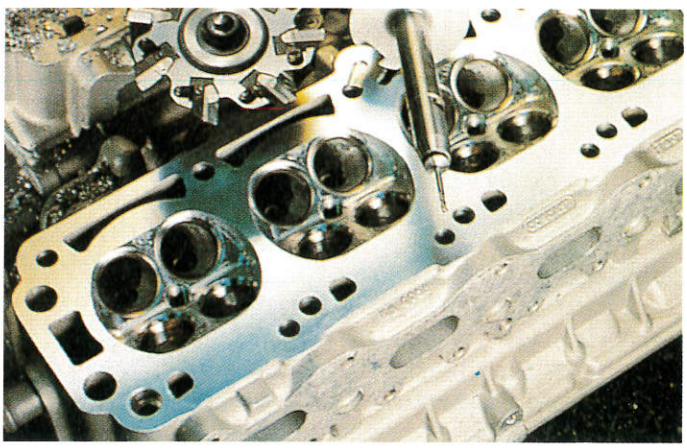

Figura 7. *Monoblocco di un motore.*

4 Gli acciai

COMPOSIZIONE DEGLI ACCIAI

Gli acciai sono leghe ferro-carbonio che contengono carbonio dallo 0,008% al 2,06%.

Il ferro, per le sue scarse caratteristiche fisiche, meccaniche e tecnologiche, non trova utilizzi allo stato puro; in effetti, anche quello che comunemente viene chiamato ferro è un acciaio con bassissimo tenore di carbonio.

FERRO

Si chiama ferro la lega ferro-carbonio in cui il tenore di carbonio è minore dello 0,008%.
Nella consuetudine viene chiamato ferro anche l'acciaio dolce, che ha un tenore di carbonio inferiore allo 0,1 %.

il ferro che si ottiene con il processo siderurgico non è chimicamente puro, perché contiene impurità quali carbonio, zolfo, silicio, fosforo ecc., dovute al processo di lavorazione.
Per ottenere il ferro puro bisogna ricorrere ad altri procedimenti (elettrolitici e chimici) che lo rendono puro, ma assai più costoso, senza migliorarne la qualità in proporzione al costo della purificazione.

Per la sua facile deformabilità e saldabilità a caldo il ferro viene usato nelle lavorazioni di fucinatura (ferro battuto) per oggetti ornamentali o per pezzi poco sollecitati (cancelli, lampadari in ferro battuto, ecc.).
Il ferro puro trova applicazioni so!tanto in elettrotecnica.

Il ferro è duttile, malleabile, e ha una buona deformabilità che lo rende resistente agli urti.
Fonde a 1535 °C ma gia sui 900 °C comincia a rammollire e a 1300 °C è talmente pastoso che due pezzi di ferro a tale temperatura possono essere riuniti o staccati per semplice pressione.
Sia la colabilità che la fusibilità sono scarse. Perché il ferro fuso diventi scorrevole, infatti, bisogna salire a 1600 °C, perciò il susseguente ritiro é notevole. Di conseguenza, i getti presentano soffiature di gas, spugnosità, lacune di materiale, rotture da ritiro eccessivo.
Il ferro e magnetico, ma non magnetizzabile, e la sua resistenza all'ossidazione (corrosione) è scarsa.

PROPRIETÀ DEL FERRO	
Punto di fusione	~ 1535°C
Massa volumica	7870 kg/m³
Resistenza a trazione	150 ÷ 300 N/mm²
Durezza Brinell	45 ÷ 90 HB
Allungamento	40 - 60%

ACCIAIO

L'acciaio ordinario è una lega di ferro e carbonio, con percentuali di carbonio varianti da 0,06% e 2,06%.

Gli acciai possono essere:
- semplici
- speciali.

Sono semplici gli acciai che contengono solo ferro e carbonio (Fe e C) e non contengono altri elementi, se non come impurità.
Sono speciali gli acciai che oltre al ferro e al carbonio contengono altri elementi alliganti, talvolta in percentuali anche elevate.
L'acciaio si trova in commercio sotto forma di lastre, lamiere, tubi, fili, profilati, barre, lamierini, nastri, ecc.

I numerosissimi tipi di acciai in commercio sono classificati e unificati dall'UNI, mediante sigle e simboli che ne mettono in evidenza le proprietà chimiche, meccaniche e tecnologiche (che variano notevolmente da un tipo all'altro).

In genere gli acciai sono più resistenti, duri e tenaci del ferro dolce, ma meno plastici, anche se sono sempre laminabili, fucinabili, trafilabili e saldabili a caldo.

PRODUZIONE DELL'ACCIAIO

L'acciaio si ricava dalla ghisa riducendo innanzitutto il tenore di carbonio e inoltre i tenori di silicio, di fosforo, di manganese e di eventuali altri componenti presenti nella ghisa sotto forma di impurezze non accettabili negli acciai.

Altri elementi vengono invece aggiunti durante il processo per conferire all'acciaio determinate proprietà.

Il processo siderurgico utilizzato per ottenere l'acciaio prende il nome di "affinazione" della ghisa.

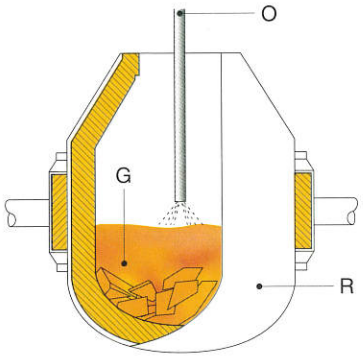

Figura 8. *Convertitore.*

Esso consiste nell'immettere in un forno detto "convertitore" (figura 8) una certa quantità di rottami di ferro (R) e successivamente della ghisa di prima fusione (ricavata direttamente dall'altoforno), ancora allo stato liquido (G), il tutto in quantità ben definite.
Il rottame di ferro ha il duplice scopo di abbassare la temperatura della ghisa e contemporaneamente di ridurre parzialmente la concentrazione di carbonio; successivamente attraverso una lancia che viene immessa nella lega fusa viene soffiato ossigeno (O) che combinandosi chimicamente con il carbonio genera combustione riducendo in tal modo la percentuale di carbonio presente in lega.

Le successive fasi dell'affinazione sono:

Desilicizzazione. L'eliminazione del silicio avviene introducendo nel bagno fluido elementi con funzione ossidante. L'ossido di ferro reagendo con il silicio forma ossido di silicio insolubile, che si raccoglie nella scoria.

Decarburazione. Avviene principalmente a opera dell'ossido di ferro, che reagendo con il carbonio forma ossido di carbonio.

Quest'ultimo si elimina per gorgogliamento attraverso la massa liquida.

Defosforazione. Il fosforo si raccoglie nella scoria sotto forma di fosfato calcico, ottenuto per reazione del pentossido di fosforo con la calce viva.

Desolforazione. Lo zolfo si raccoglie nella scoria sotto forma di solfuro di calcio, ottenuto per reazione del solfuro di ferro con l'ossido di calcio. Anche il manganese favorisce la desolforazione.

Disossidazione. L'ossido ferroso, che danneggia le caratteristiche dell'acciaio, in parte si raccoglie naturalmente nella scoria, in parte viene eliminato introducendo nel bagno elementi disossidanti (Mn, Si, Al, Ti), che hanno maggiori affinità con l'ossigeno rispetto al ferro.

Degassificazione. I gas contenuti nel bagno di fusione vengono eliminati per reazione chimica con l'ossido ferroso e aggiungendo al bagno elementi deazoturanti (ad esempio titanio), che formano nitruri insolubili.

Oggi queste operazioni sono governate da sistemi computerizzati, per cui le quantità di ossigeno soffiate sono dosate in modo corretto; dopo aver eseguito le analisi di qualità su campioni prelevati dal forno, ed essersi accertati che la concentrazione dell'acciaio è quella voluta, la lega viene spillata dal forno e, per mezzo di siviere, trasportata alla lingotteria continua nella quale l'acciaio assumerà, attraverso particolari processi di laminazione, le forme con le quali viene commercializzato (figura 9).

PRODOTTI SIDERURGICI

Con questa denominazione si indica la produzione effettuata dalle aziende siderurgiche attraverso procedimenti di fusione, laminazione o simili, a caldo e a freddo.

I procedimenti attraverso i quali si ottengono i prodotti siderurgici, partendo dall'acciaio liquido proveniente dai forni, sono illustrati in figura 9.

Si tratta di una serie di lavorazioni, attraverso le quali l'acciaio, solidificato in forme appropriate mediante colaggio in lingottiera o colata continua, viene deformato plasticamente fino ad assumere la forma e le dimensioni richieste dal prodotto finito.

Colaggio in ligottiera

Nella fossa di colata avviene la colata diretta dell'acciaio dalla siviera alle lingottiere, recipienti senza fondo con pareti molto spesse, che servono a contenere l'acciaio per farlo solidificare in forma di lingotti (figura 10).

La separazione del lingotto dalla lingottiera si chiama strippaggio.

I lingotti vengono quindi inviati ai reparti dl laminazione per la sbozzatura.

Figura 9. *Produzione siderurgica. Il procedimento della colata continua è costituito da:*

A siviera
B canale distributore (paniera)
C lingottiera di rame
D rulli di guida e dispositivo di raffreddamento a spruzzi di acqua
E rulli trascinatori
F carrello mobile portacannelli per il taglio ossiacetilenico
G sistema di ribaltamento
H rulli trasportatori che convogliano i semiprodotti.

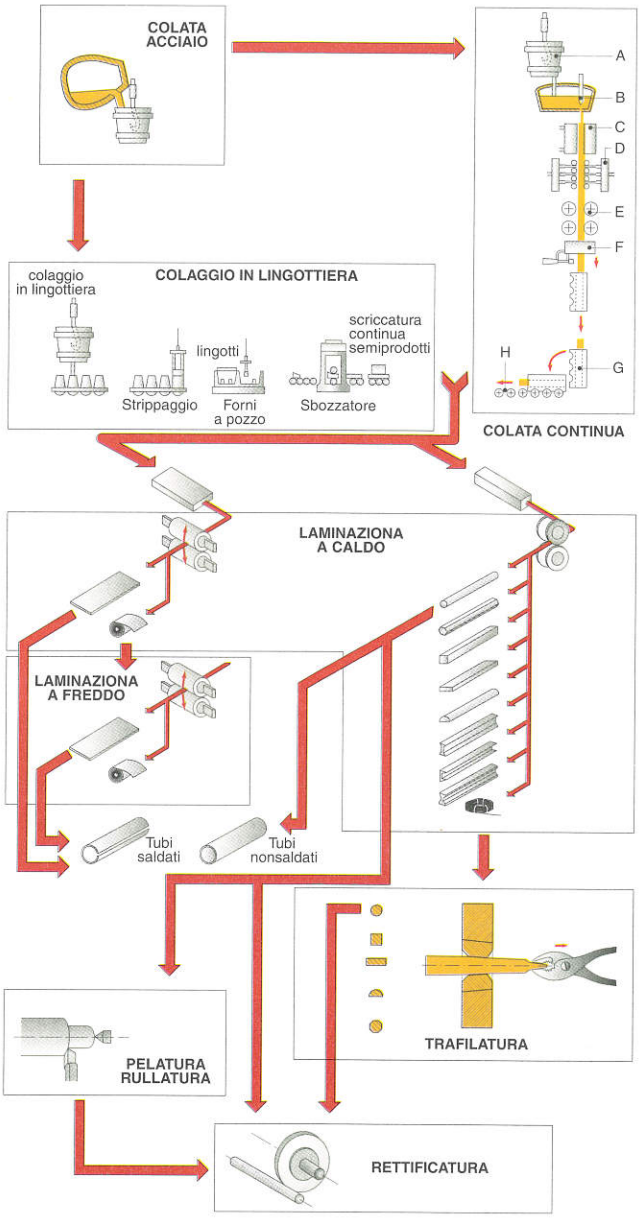

Figura 10. *Lingotti in raffreddamento nelle lingottiere.*

Colata continua

È una tecnologia che permette di ottenere i semiprodotti (bramme, blumi e billette) direttamente dall'acciaio liquido senza passare attraverso le fasi dello strippaggio e quelle successive del riscaldo e della sbozzatura.

Il processo consiste nel colare l'acciaio liquido dalla siviera in una lingottiera di rame a fondo mobile.

L'acciaio non rimane nella lingottiera fino alla completa solidificazione ma, quando questa ha inizio, il fondo della lingottiera viene lentamente sfilato e l'acciaio (in forma di bramma, blumo o billetta) discende guidato e contenuto da rulli mentre forti spruzzi d'acqua lo raffreddano.