

I METALLI



A cura del professor Callaci Paolo

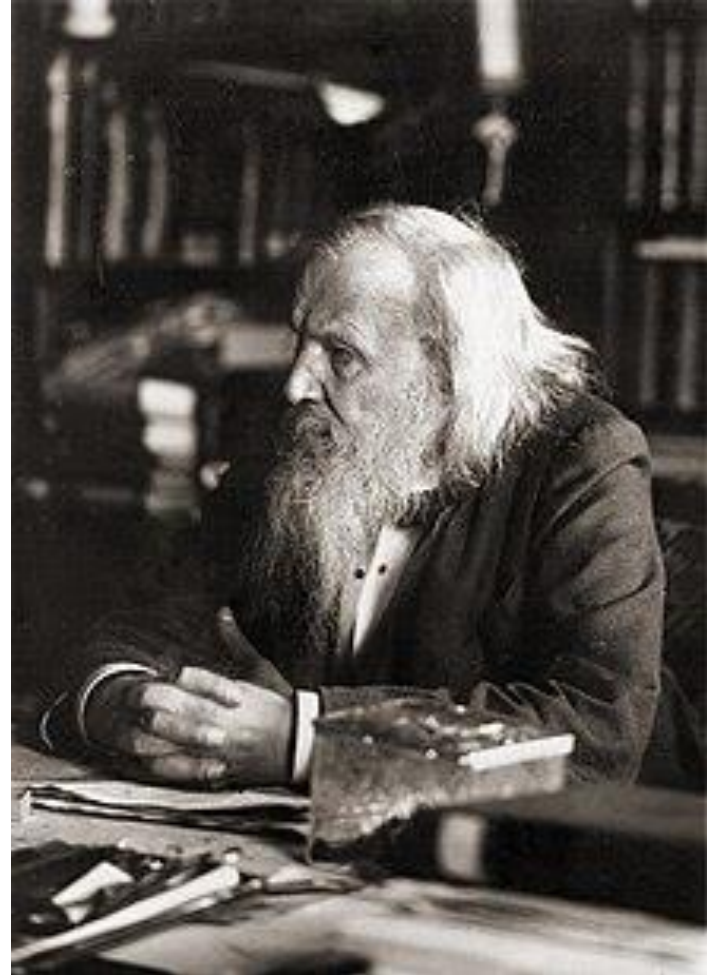
TAVOLA PERIODICA DEGLI ELEMENTI

TAVOLA PERIODICA DEGLI ELEMENTI																		18 VIII
1 I	idrogeno 1 H	2 II											13 III	14 IV	15 V	16 VI	17 VII	elio 2 He
2	litio 3 Li	berillio 4 Be											boro 5 B	carbonio 6 C	azoto 7 N	ossigeno 8 O	fluoro 9 F	neon 10 Ne
3	sodio 11 Na	magnesio 12 Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	alluminio 13 Al	silicio 14 Si	fosforo 15 P	zolfo 16 S	cloro 17 Cl	argon 18 Ar
4	potassio 19 K	calcio 20 Ca	scandio 21 Sc	titanio 22 Ti	vanadio 23 V	cromo 24 Cr	manganese 25 Mn	ferro 26 Fe	cobalto 27 Co	nichel 28 Ni	rame 29 Cu	zinc 30 Zn	galio 31 Ga	germanio 32 Ge	arsenico 33 As	selenio 34 Se	bromo 35 Br	cripton 36 Kr
5	rubidio 37 Rb	stronzio 38 Sr	ittrio 39 Y	zirconio 40 Zr	niobio 41 Nb	molibdeno 42 Mo	tecnizio 43 Tc	rutenio 44 Ru	rodio 45 Rh	palladio 46 Pd	argento 47 Ag	cadmio 48 Cd	indio 49 In	stagno 50 Sn	antimonio 51 Sb	tellurio 52 Te	iodio 53 I	xenon 54 Xe
6	cesio 55 Cs	bario 56 Ba	lantano 57 La	afnio 72 Hf	tantalio 73 Ta	tungsteno 74 W	renio 75 Re	osmio 76 Os	iridio 77 Ir	platino 78 Pt	oro 79 Au	mercurio 80 Hg	talio 81 Tl	piombo 82 Pb	bismuto 83 Bi	polonio 84 Po	astato 85 At	radon 86 Rn
7	francio 87 Fr	radio 88 Ra	attinio 89 Ac	rutherfordio 104 Rf	dubnio 105 Db	seaborgio 106 Sg	bohrio 107 Bh	hassio 108 Hs	meitnerio 109 Mt	damstadio 110 Ds	roentgenio 111 Rg							
LANTANIDI			cerio 58 Ce	praseodimio 59 Pr	neodimio 60 Nd	promezio 61 Pm	samario 62 Sm	europio 63 Eu	gadolinio 64 Gd	terbio 65 Tb	disprosio 66 Dy	olmio 67 Ho	erbio 68 Er	tulio 69 Tm	itterbio 70 Yb	lutetio 71 Lu		
ATTINIDI			torio 90 Th	protattinio 91 Pa	uranio 92 U	nettunio 93 Np	plutonio 94 Pu	americio 95 Am	curio 96 Cm	berkelio 97 Bk	californio 98 Cf	einsteinio 99 Es	fermio 100 Fm	mendelevio 101 Md	nobelio 102 No	laurencio 103 Lr		

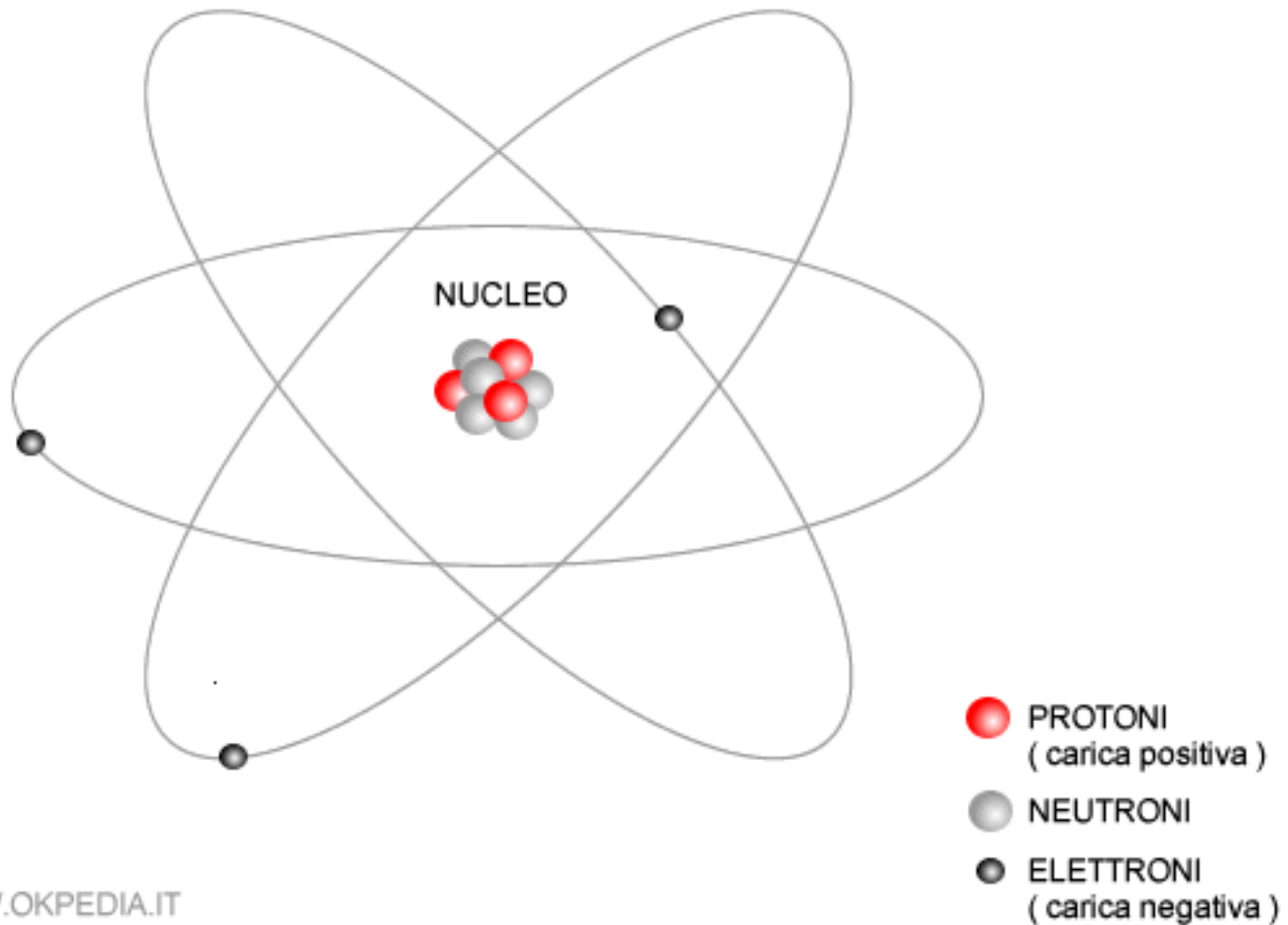
La **tavola periodica degli elementi** (o semplicemente **tavola periodica**) è lo schema con cui sono ordinati gli elementi chimici.

La tavola periodica degli elementi è stata ideata dal chimico russo

Dmitrij Ivanovič Mendeleev



Tutti gli elementi della tavola periodica sono stati classificati in base alle caratteristiche dei loro atomi



Classificazione degli elementi in natura

- 1) METALLI
- 2) NON METALLI
- 3) SEMIMETALLI
- 4) GAS NOBILI (O RARI)



1. METALLI



- Solidi a temperatura ambiente (ad eccezione del mercurio che è liquido)
- Buoni conduttori di elettricità e di calore
- Sono duttili (si possono ridurre in fili sottili)
- Sono malleabili (si possono ridurre in lamine sottili)

I metalli sono molto numerosi, più di 80, tra cui ricordiamo i più importanti come il ferro, l'alluminio, il rame, lo zinco, il piombo, lo stagno, l'oro e l'argento.



2. NON METALLI



- Possono essere solidi (carbonio, zolfo, fosforo), liquidi (bromo) o gassosi (idrogeno, ossigeno, azoto) a temperatura ambiente
- Sono cattivi conduttori di elettricità e di calore
- Non sono duttili
- Non sono malleabili



3. SEMIMETALLI



- HANNO CARATTERISTICHE INTERMEDIE TRA I METALLI E I NON METALLI.
- TRA QUESTI RIENTRANO IL SILICIO, IL GERMANIO, L'ARSENICO, ECC.

4. I GAS NOBILI O RARI



- SONO PRESENTI IN PICCOLISSIME QUANTITA' NELL'ATMOSFERA E SONO CHIMICAMENTE **INERTI** CIOE' NON REAGISCONO A CONTATTO CON ALTRI ELEMENTI.

RIENTRANO TRA I GAS NOBILI L'**ARGO**, IL **CRIPTO** L'**ELIO**, **NEON**, ECC.

LE LEGHE METALLICHE

CON IL TERMINE DI **LEGHE METALLICHE** SI IDENTIFICANO QUEI MATERIALI CHE DERIVANO DALLA COMBINAZIONE DI DUE O PIU' ELEMENTI CHIMICI NEI QUALI ALMENO UNO E' UN METALLO.



A TEMPERATURA AMBIENTE TUTTE LE LE LEGHE SI TROVANO ALLO **STATO SOLIDO**, ECCETTO LE LEGHE CONTENENTI MERCURIO.

MINERALI E METALLURGIA

In natura i metalli si trovano diffusi in modo disomogeneo sul nostro pianeta e quasi sempre combinati con altri elementi.

L'insieme delle tecniche e operazioni per l'estrazione dei metalli costituisce la **METALLURGIA**.

La metallurgia del ferro, il metallo più importante, prende il nome di **SIDERURGIA**.



PROPRIETÀ DEI MATERIALI

```
graph TD; A[PROPRIETÀ DEI MATERIALI] --> B[proprietà fisiche e chimiche]; A --> C[proprietà meccaniche]; A --> D[proprietà tecnologiche]; B --> B1[-Colore]; B --> B2[-Temperatura di fusione]; B --> B3[-Dilatazione termica]; B --> B4[-Peso specifico]; B --> B5[-Massa volumica]; B --> B6[-Conducibilità elettrica]; B --> B7[-Conducibilità termica]; B --> B8[-Resistenza alla corrosione]; B --> B9[-Igroscopicità]; B --> B10[-Permeabilità]; C --> C1[-Durezza]; C --> C2[-Tenacità]; C --> C3[-Resistenza all'usura]; C --> C4[-Resistenza meccanica]; C4 --> C4a[• a trazione]; C4 --> C4b[• a compressione]; C4 --> C4c[• a torsione]; C4 --> C4d[• a flessione]; C4 --> C4e[• a taglio]; C4 --> C4f[• alla fatica]; D --> D1[-Malleabilità]; D --> D2[-Duttilità]; D --> D3[-Fusibilità]; D --> D4[-Temprabilità]; D --> D5[-Saldabilità];
```

proprietà fisiche e chimiche

- Colore
- Temperatura di fusione
- Dilatazione termica
- Peso specifico
- Massa volumica
- Conducibilità elettrica
- Conducibilità termica
- Resistenza alla corrosione
- Igroscopicità
- Permeabilità

proprietà meccaniche

- Durezza
- Tenacità
- Resistenza all'usura
- Resistenza meccanica
 - a trazione
 - a compressione
 - a torsione
 - a flessione
 - a taglio
 - alla fatica

proprietà tecnologiche

- Malleabilità
- Duttilità
- Fusibilità
- Temprabilità
- Saldabilità

Vedi proprietà dei materiali su powerpoint specifico

MINERALI E METALLI

I MINERALI SONO STRUTTURE NATURALI CHE CONTENGONO DIVERSE METALLI E ALTRE SOSTANZE AL LORO INTERNO. HANNO STRUTTURA SIMILI A ROCCE



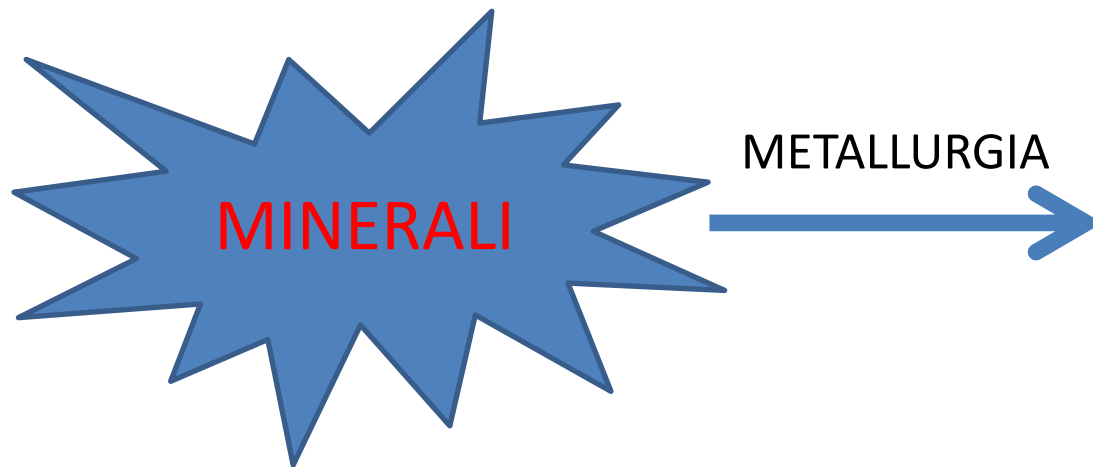
CALCOPIRITE



BAUXITE

MINERALI E METALLI

I METALLI SONO CONTENUTI ALL'INTERNO DEI MINERALI PER CUI DEVONO ESSERE ESTRATTI. OGNI METALLO VIENE ESTRATTO CON APPOSITE TECNICHE VISTO CHE HANNO CARATTERISTICHE DIFFERENTI TRA LORO (TEMPERATURA DI FUSIONE, ECC.).



METALLI

IL FERRO E LE LEGHE

Il FERRO è uno dei materiali più diffusi e abbondanti sul nostro pianeta. Si trova raramente puro per cui si estrae dal suo minerale con apposite lavorazioni.

MINERALI DEL FERRO

Il ferro lo si trova all'interno di diversi minerali:

1) PIRITE, ferro legato allo Zolfo (FeS_2);



MINERALI DEL FERRO

2) MAGNETITE, ha un'alta percentuale in ferro (>70%) e ha proprietà magnetiche (calamita);



MINERALI DEL FERRO

3) EMATITE, a volte assume un colore rosso sangue, soprattutto se reso in polvere ed è molto diffuso in natura.



MINERALI DEL FERRO

4) **SIDERITE**, un minerale composto da carbonato ferroso (FeCO_3).



© Dakota Matrix

MINERALI DEL FERRO

5) LIMONITE



IN CHE FORMA VIENE UTILIZZATO

Il ferro allo stato puro non viene praticamente utilizzato. Quello che noi conosciamo, in realtà, è una lega di FERRO e CARBONIO come GHISA e l'ACCIAIO.

DIFFERENZE

GHISA = FERRO + CARBONIO (dal 2 al 4%)

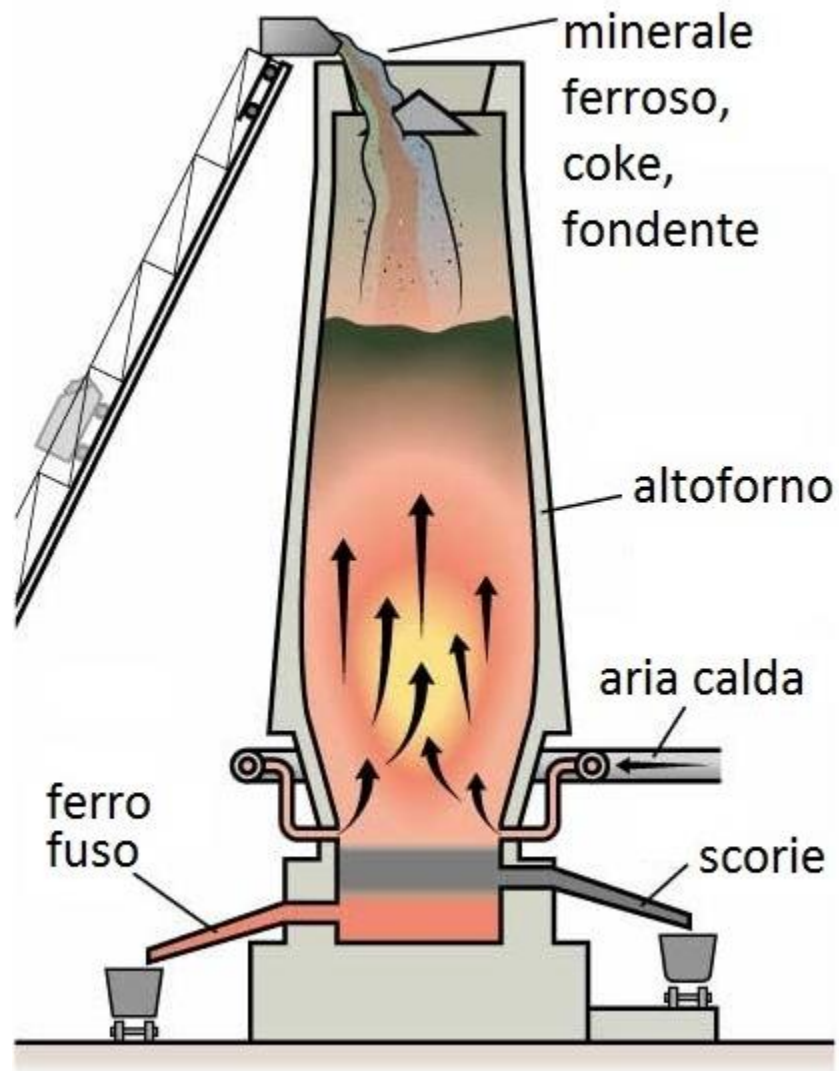
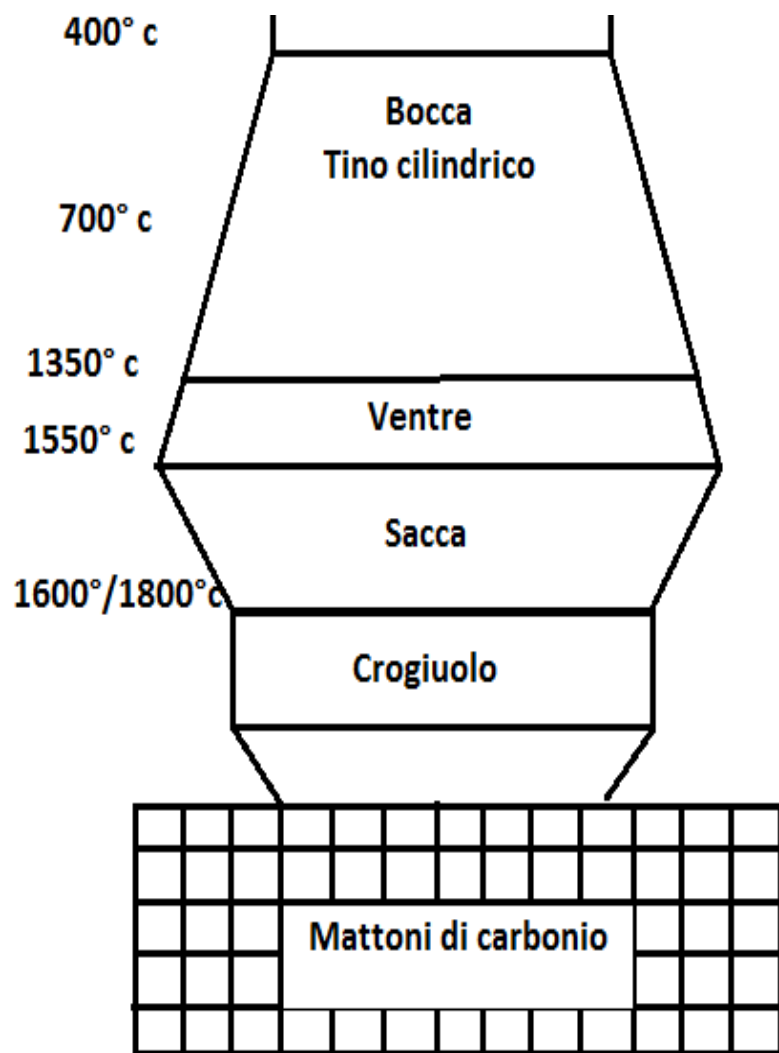
ACCIAIO = FERRO + CARBONIO (< al 2%)

LAVORAZIONE DEL MINERALE FERROSO

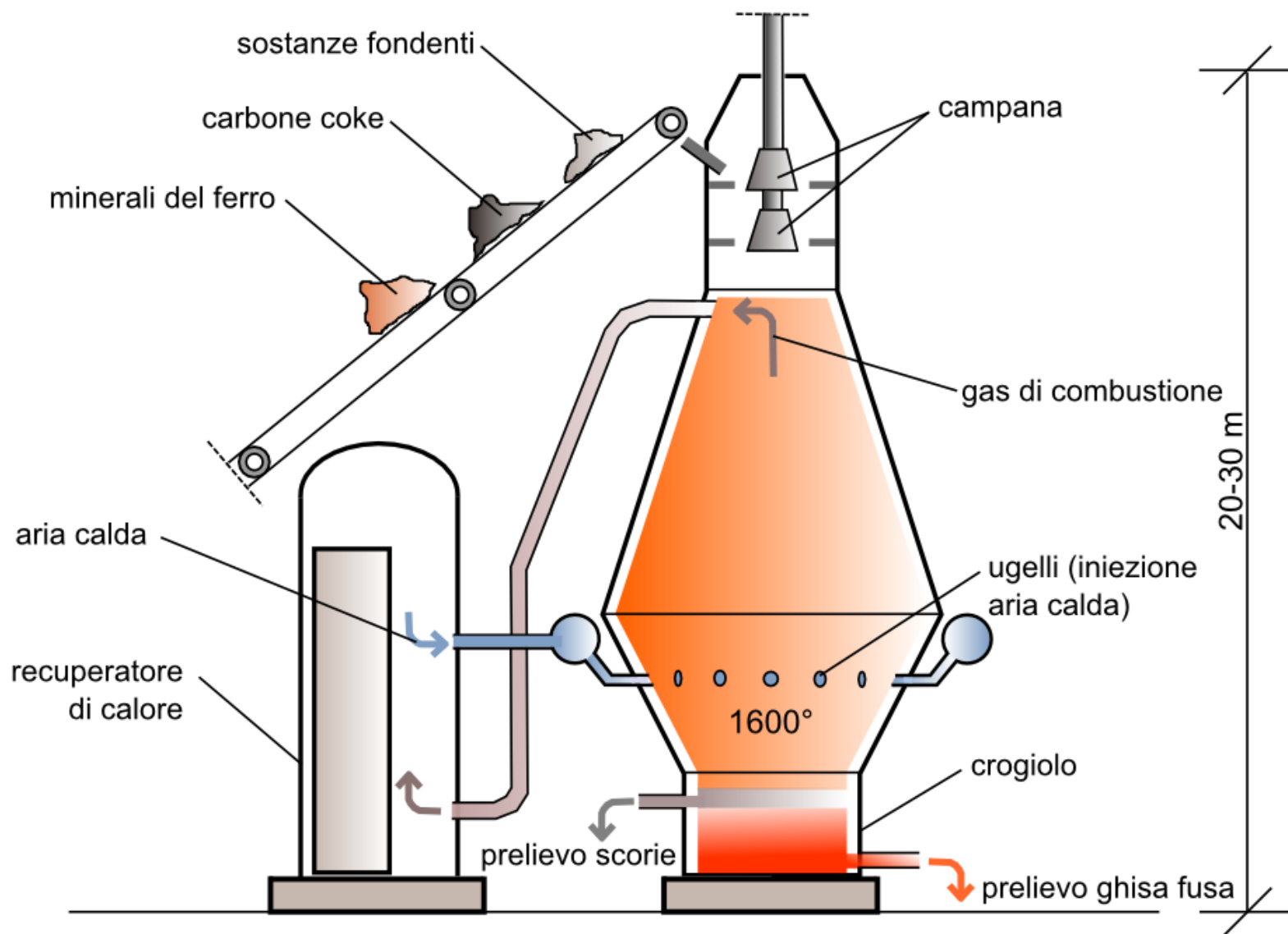
L'estrazione del ferro dai suoi minerali avviene attraverso l'**ALTOFORNO**, un forno gigante che può raggiungere anche più di 30 metri di altezza e al suo interno si sviluppano temperature altissime ($>1500^{\circ}\text{C}$). A tali temperature i minerali fondono liberando il METALLO FERROSO.

Una volta avviato, l'altoforno può rimanere in funzione anche parecchi anni senza spegnersi.

L' ALTOFORNO



- le pareti interne dell'altoforno sono formate da mattoni refrattari (resistenti alle alte temperature)
- l'appoggio è costituito da un ampio basamento nel quale c'è uno sfondo isolato da blocchi di carbonio
- il crogiuolo può raggiungere un diametro di 14 metri e presentare una temperatura massima di 1800°C



Nella parte superiore dell'altoforno vi è la **bocca di carico**, attraverso cui si introducono, a strati alterni, il minerale di ferro, il combustibile e il fondente.

- Il *minerale* deve subire, prima di essere introdotto nell'altoforno, alcune operazioni preliminari. È introdotto nella forma di **ossido**.
- Il *combustibile* impiegato è il **coke** metallurgico, ottenuto dalla distillazione del litantrace.
- Il *fondente* ha il compito di combinarsi con la *ganga* (cioè con le sostanze estranee presenti nel minerale) e le ceneri, e di formare le scorie o **loppe**.

Nel **ventre** avviene la fusione di tutti i materiali: il ferro assorbe carbonio e si trasforma in ghisa.

COSA PRODUCE L'ALTOFORNO

Dall'altoforno si ottiene esclusivamente **GHISA GREZZA**, utilizzata per produrre a sua volta:

- oggetti in ghisa;



- acciaio



COME SI OTTIEN L' ACCIAIO DALLA GHISA

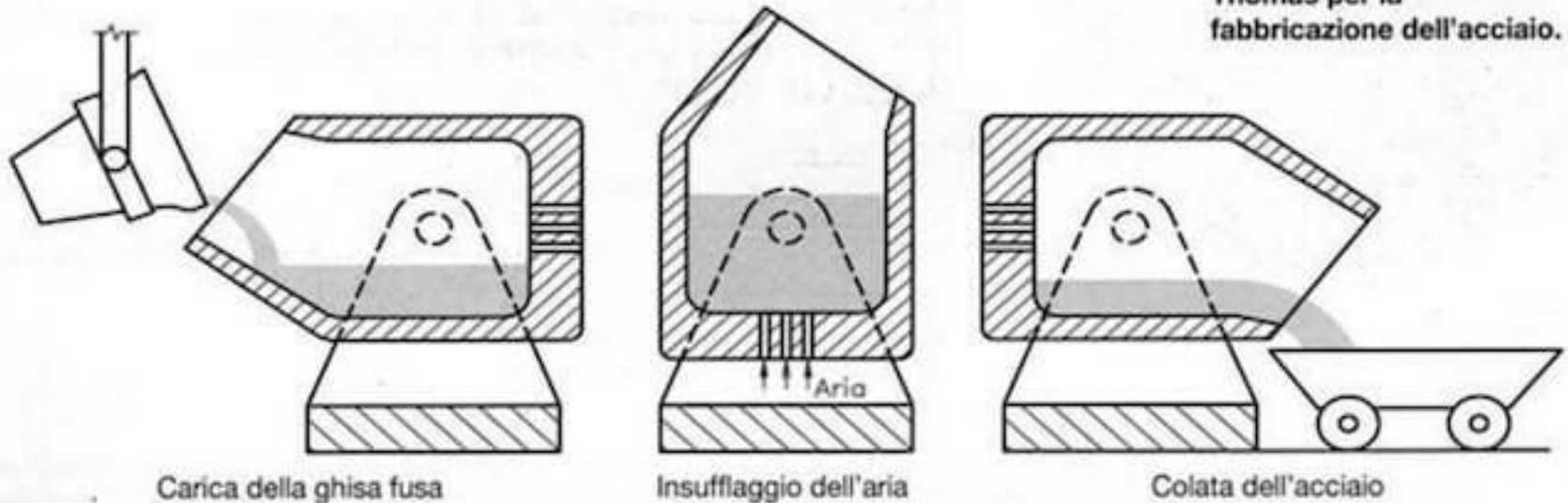
COME GIA' DETTO DALL'ALTOFORNO SI OTTIENE
LA **GHISA GREZZA**. DA QUESTA E' POSSIBILE
OTTENERE L'ACCIAIO. MA COME?

CI SONO 3 POSSIBILI MODI:

- 1) **CONVERTITORE BESSEMER E THOMAS**
- 2) **CONVERTITORE LD**
- 3) **FORNI ELETTRICI**

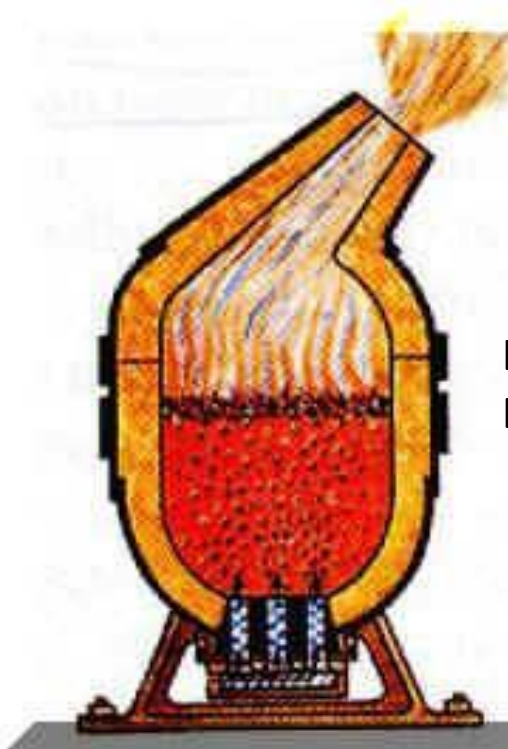
Convertitore Bessemer e Thomas

Convertitori Bessemer e Thomas per la fabbricazione dell'acciaio.



La **carica di ghisa liquida** viene attraversata dall' area insufflata dagli ugelli praticati sul fondo del forno.

Il processo dura circa 25 minuti e la pressione dell' area è di 2 bar
L'Ossigeno dell' area reagisce con il carbonio contenuto nella ghisa formando anidride carbonica che si elimina con i fumi, mentre la ghisa si trasforma in acciaio.



LA CO₂ ESSENDO UN GAS
SI DISPERDE ALLONTANANDOSI
DAL FERRO

L'OSSIGENO SI COMBINA CON IL CARBONIO
DELLA GHISA PRODUCENDO CO₂



**LA GHISA, PERDENDO
CARBONIO, SI TRASFORMA
IN ACCIAIO**

ARIA CONTENENTE OSSIGENO

CONVERTITORE LD

Il convertitore è un recipiente quasi cilindrico formato da un involucro metallico rivestito internamente di materiale refrattario, che può ruotare su 2 perni. Nel convertitore viene messa della ghisa fusa e una certa quantità di rottame di ferro, poi viene soffiato dall'alto, attraverso una lancia, dell'*ossigeno* puro.

L'ossigeno brucia il carbonio e gli altri elementi presenti nella ghisa e la trasforma in acciaio.

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.

Attualmente, circa il 60% della produzione mondiale di acciaio avviene con il processo LD.

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.



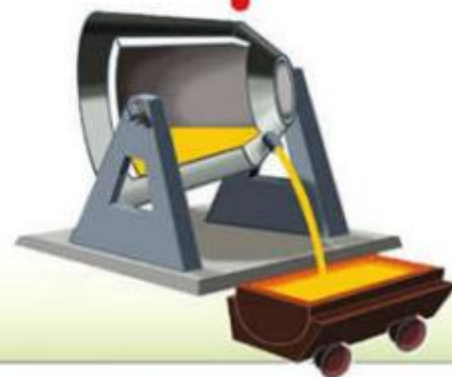
② Viene introdotta della **ghisa fusa** nel convertitore.

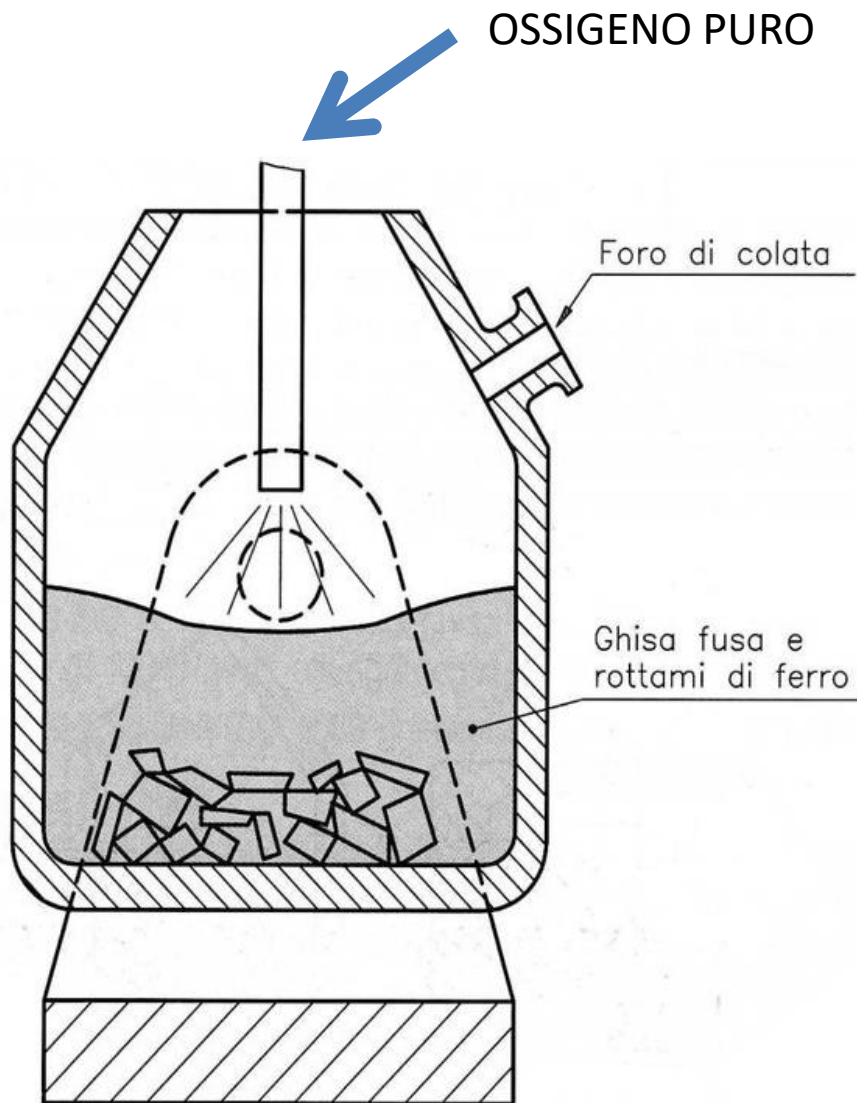


③ Viene soffiato dall'alto, attraverso una lancia, dell'**ossigeno puro** a forte pressione, in modo da rimescolare il metallo liquido. L'ossigeno brucia il carbonio e gli altri elementi presenti nella ghisa e la trasforma in acciaio.



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**.





**RISPETTO AL CONVERTITORE B. T.,
QUELLO LD E' MOLTO PIU'
EFFICIENTE PERCHE UTILIZZA
OSSIGENO PURO CON UNA
MAGGIORE PRODUZIONE DI
ACCIAIO**

FORNI ELETTRICI

I forni elettrici si usano essenzialmente per produrre acciaio a partire dal *rottame di ferro*, anche se possono essere alimentati con ghisa fusa. Possono essere *ad induzione* o *ad arco* (i più diffusi).

Nei forni elettrici ad arco la corrente elettrica passa da un elettrodo al bagno, lo attraversa e ritorna all'altro elettrodo. L'energia elettrica si trasforma in calore e fonde la carica metallica solida. Si possono raggiungere temperature molto elevate, sino a 2800 °C.

I forni elettrici hanno consentito il diffondersi di *piccole acciaierie*, che sono sorte 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 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.



GHISA E ACCIAIO A CONFRONTO

Ghisa

La **ghisa** è una lega di ferro e carbonio, in cui la percentuale di carbonio è circa del 2÷4%, più piccole percentuali di altri elementi come silicio, manganese, zolfo, fosforo. Si ottiene rifondendo la ghisa greggia proveniente dall'altoforno, insieme a rottami di acciaio e di ghisa, con l'aggiunta di altri elementi.

Proprietà della ghisa

- La ghisa è dura e fragile.
- Resiste poco alla trazione ed alla flessione, mentre ha una buona resistenza alla compressione.
- Ha una buona resistenza alla corrosione.
- Non può subire lavorazioni plastiche, in quanto non è malleabile né a caldo né a freddo.
- La sua più importante proprietà è l'ottima *fusibilità*: fonde a temperatura non molto elevata (1100÷1200 °C), è fluida, dà getti sani e compatti e consente una facile realizzazione di pezzi anche molto complicati. È pertanto una lega destinata alla produzione di *pezzi fusi*.

Acciaio

L'**acciaio** è una lega di **ferro** e **carbonio** che contiene una percentuale di carbonio inferiore al 2%, più piccole quantità di altri elementi come silicio, manganese, zolfo e fosforo.

Viene prodotto affinando la ghisa greggia.

La materia prima per la produzione dell'acciaio è costituita da:

- *ghisa greggia*, proveniente dall'altoforno, che è la materia principale;
- *rottame di ferro*, derivato da recuperi civili e industriali;
- *ferroleghes*, contenenti silicio, manganese, cromo, nichel, cobalto ecc., che sono aggiunte agli acciai per migliorarne le caratteristiche.

L'**affinazione** della ghisa greggia consiste nella riduzione del carbonio e delle impurità, mentre vengono aggiunte le ferroleghes.

I moderni procedimenti di produzione sono:

- processo al **convertitore ad ossigeno (LD)**;
- processo ai **forni elettrici** (ad arco, ad induzione).

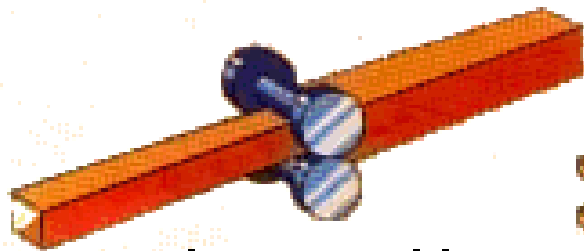
COLATA DELL'ACCIAIO

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

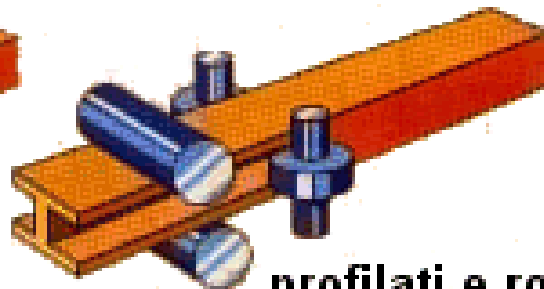


Si ottengono:

- **Lingotti**: che possono essere raffreddati e successivamente lavorati per **laminazione**;



barre e tubi



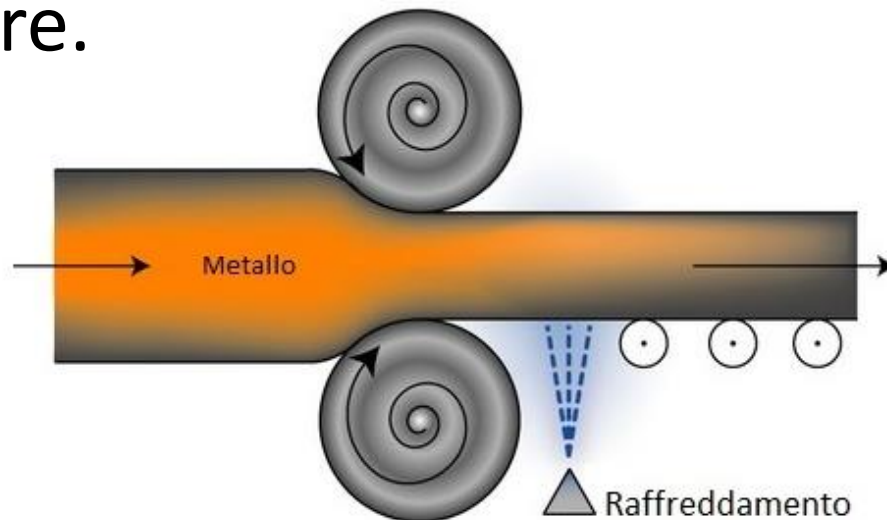
profilati e rotaie



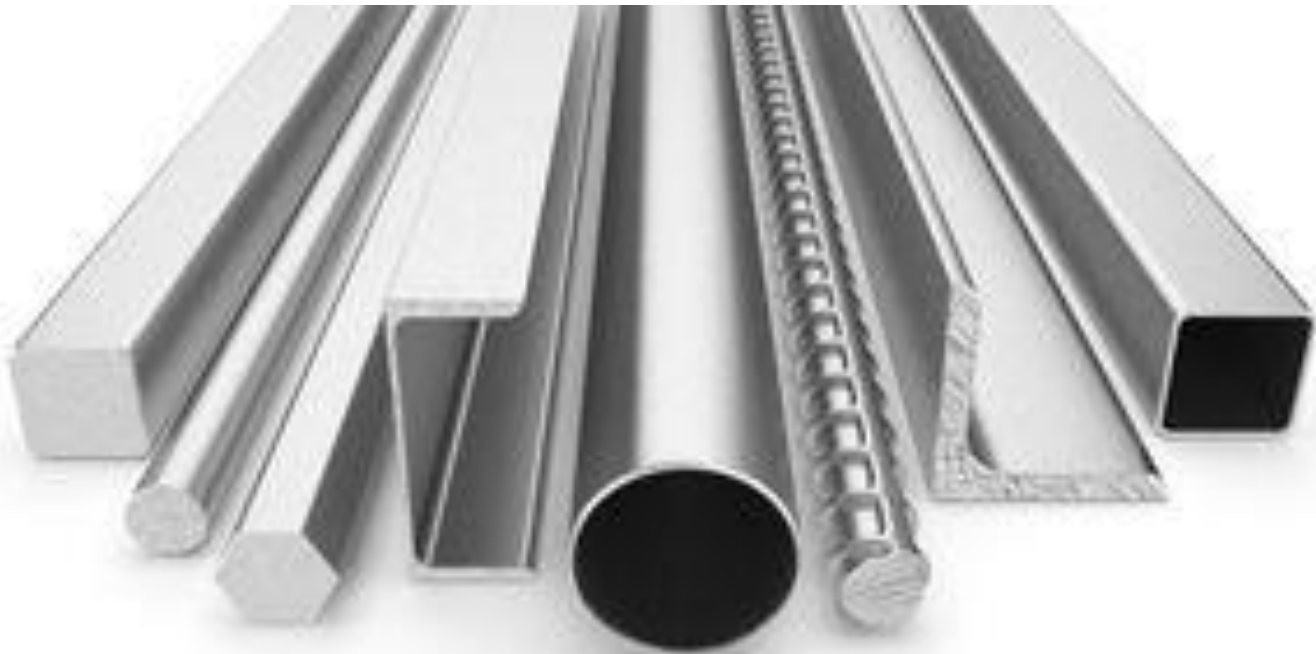
lamiere

LAMINAZIONE SECONDARIA

- **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.



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

