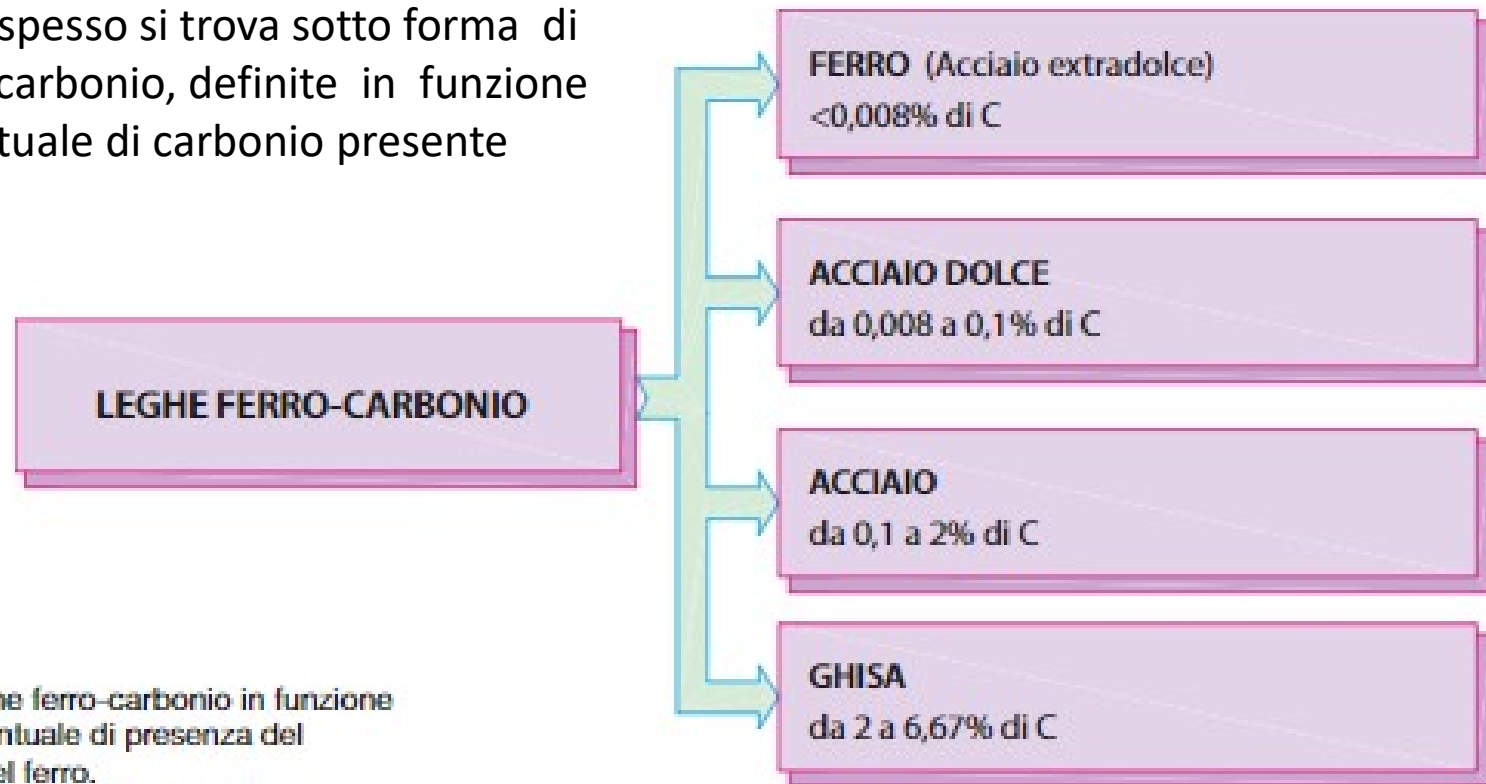


IL FERRO E LE SUE LEGHE

Il ferro (Fe) è un elemento metallico, ha una temperatura di fusione di 1535 °C, duttile, malleabile, magnetizzabile, facilmente ossidabile

Sul mercato spesso si trova sotto forma di leghe ferro-carbonio, definite in funzione della percentuale di carbonio presente



i Leghe ferro-carbonio in funzione percentuale di presenza del carbonio nel ferro.

FASI DEL PROCESSO SIDERURGICO PER RICAVARE IL FERRO E LE SUE LEGHE

PREPARAZIONE

Preparare le
materie prime:

- Minerali di ferro
- Carbon fossile (coke)
- Calcare

TRASFORMAZIONE

Nell'

ALTOFORNO:
grande forno
verticale dove,
dalle materie
prime, si ottiene
la ghisa di prima
fusione
(ghisa madre)

AFFINAZIONE

Nei

CONVERTITORI:
forni che
consentono di
ottenere
l'acciaio dalla
ghisa di prima
fusione

LAMINAZIONE

Eseguita con

I LAMINATOI:

Mediante
deformazione
plastica a caldo
si ottengono i
semilavorati
(billette, blumi,
barre proflate
di di-versa
forma

LE MATERIE PRIME

I minerali da cui si estrae il ferro sono:

MAGNETITE

Ossido di ferro
($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$)
Colore grigio-ferro, aspetto metallico, ferromagnetico

EMATITE

Ossido di ferro
(Fe_2O_3)
Colore grigio-nero o rossastro, lamellare o granulare, fragile

LIMONITE

Idrossido di ferro
($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)
Colore giallo-limone tendente al bruno, fibroso, terroso, opaco

SIDERITE

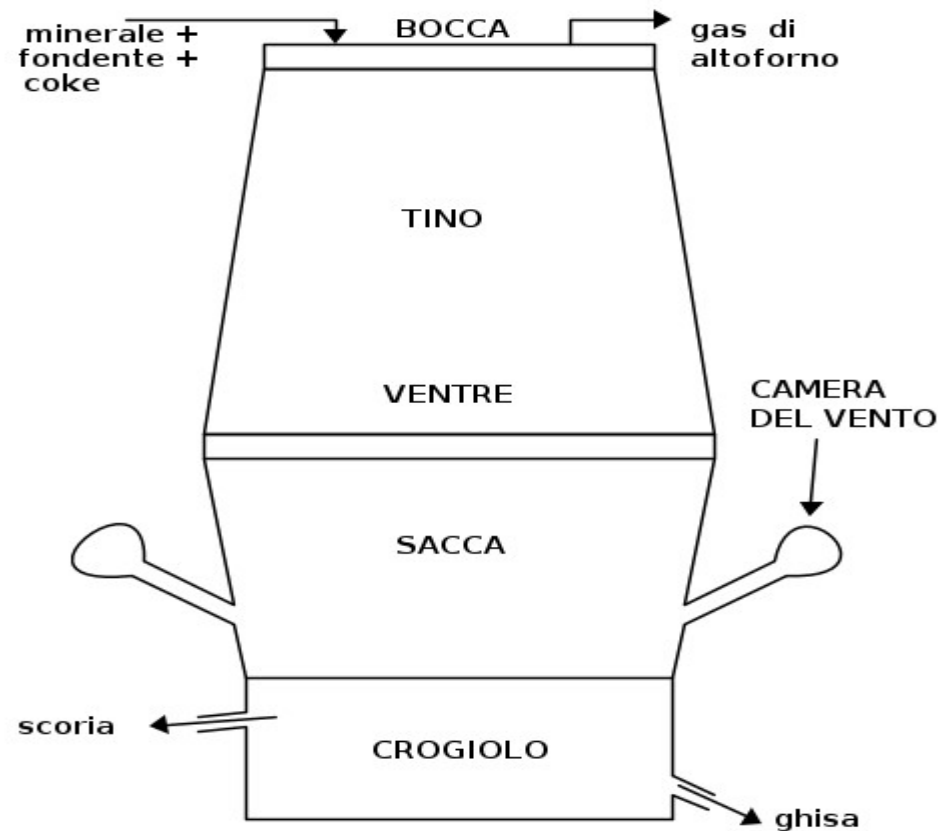
Carbonato di ferro
(FeCO_3)
Colore giallognolo o bruno, lucente, vitreo

PIRITE

Solfuro di ferro
(FeS_2)
colore giallo-ottone, lucente, fragile

L'ALTOFORNO

Grosso forno verticale; altezza pari a $35 \div 40$ m, diametro massimo $10 \div 14$ m, sorretto da robusta incastellatura metallica (mantello) che sostiene una muratura in mattoni refrattari. In media si possono produrre tra le 2000 e le 4500 tonnellate di ghisa al giorno



COMPONENTI DELL'ALTOFORNO

BOCCA

Dispositivi di caricamento, apertura, chiusura, raccolta e convogliamento dei fumi

TINO

Forma tronco-conica divergente verso il basso per facilitare la discesa dei materiali e tenere conto della loro dilatazione

VENTRE

Parte centrale dove si raggiunge il diametro massimo

SACCA

Ha forma tronco-conica, sezione decrescente per compensare la diminuzione del volume di materiale che comincia a fondere e a precipitare sotto forma di grossi goccioloni liquidi. Nella parte inferiore sono disposti gli ugelli dai quali viene insuflata l'aria calda necessaria alla combustione

CROGIOLO

forma cilindrica, raccoglie la ghisa fusa; nella parte superiore c'è un foro per lo scarico delle scorie, nella parte inferiore un altro per la colata della ghisa

I PRODOTTI DELL'ALTOFORNO

I Principali prodotti dell'altoforno sono:

SCORIE

Spillate dal crogiolo attraverso il foro più alto. Contengono parti solide non metalliche. Utilizzate per la costruzione di materiali coibenti, cementi, calce, mattonelle di rivestimento

GAS POVERO

Raccolto nella bocca dell'altoforno ha temperatura di circa 200 °C. Composto da gas ancora combustibili, come ossido di carbonio (25%), idro-geno (2%), metano (0,3%), oltre che da azoto e anidride carbonica. Utilizzato nella produzione di energia elettrica per il consumo interno dell'impianto e per riscaldare l'aria inviata agli ugelli dell'alto-forno

GHISA

LA GHISA

Spillata dal crogiolo dell'altoforno (a circa 1500 °C) viene versata nei carri siluro (recipienti semoventi a forma di botte montati su carrelli) o nelle siviere (grosse brocche rivestite di refrattario), per il trasporto. Viene detta anche

GHISA DI PRIMA FUSIONE

(o ghisa greggia)

Non viene subito utilizzata, ma ulteriormente trasformata in un forno più piccolo (cubilotto) con aggiunta di elementi che ne migliorano le caratteristiche, ottenendo la

GHISA DI SECONDA FUSIONE

(detta semplicemente ghisa)

TIPOLOGIE DI GHISA

Classificate in funzione delle loro caratteristiche meccaniche

Ghisa grigia (UNI EN 1561)

Presenza uniforme di Carbonio sotto forma di grafite lamellare. Lavorabile alle macchine utensili, resistente alla compressione, fragile, media durezza. Molto usata per getti

Ghisa bianca

Presenza di carbonio sotto forma di carburo di ferro Fe_3C (cementite). Durissima, non facilmente lavorabile. Utilizzata per pezzi duri, non soggetti a urti e per produzione ghise malleabili

Ghisa malleabile (UNI EN 1562)

Si ottiene dalla ghisa bianca con un prolungato riscaldamento a temperatura adeguata (ricottura). Discreta resistenza alla trazione, deformabile, buona lavorabilità alle macchine utensili, buona saldabilità

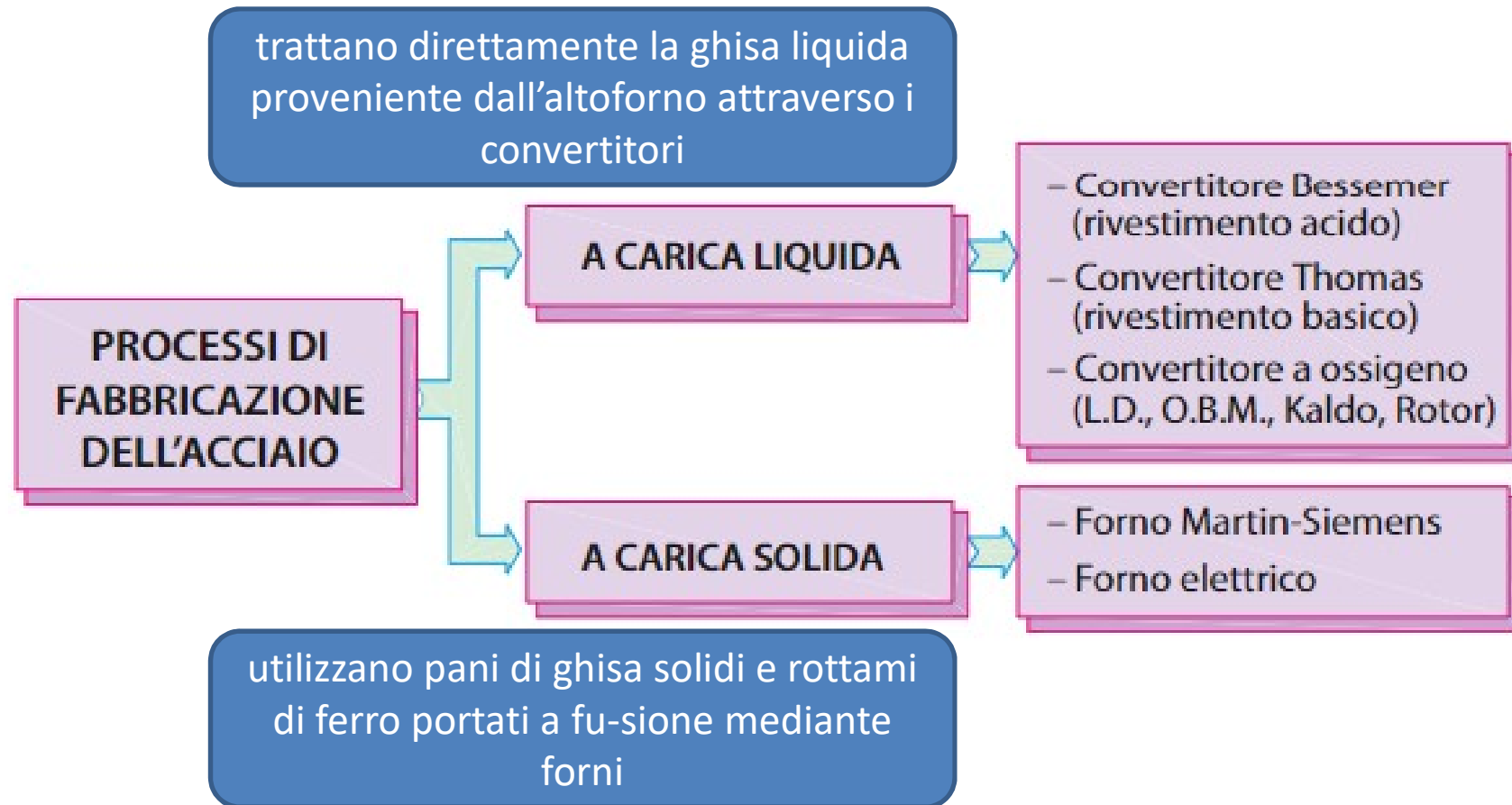
Ghisa sferoidale (UNI EN 1563))

Si ottiene dalla ghisa ordinaria aggiungendo magnesio e nichel per favorire la formazione di noduli di carbonio (sferoidi). Ha proprietà meccaniche e tecnologiche come l'acciaio pur conservando le caratteristiche di fusibilità, resistenza all'usura, alla corrosione e al calore Usata in sostituzione dell'acciaio per pezzi fusi che devono garantire lavorabilità, resistenza, allungamento, resilienza e saldabilità

L'ACCIAIO

Lega ferro-carbonio con percentuale di carbonio inferiore al 2%

Si ottiene dalla ghisa dell'altoforno attraverso processi di sottrazione del carbonio (decarburazione o affinazione della ghisa)



Convertitori Bessemer e Thomas

Non più utilizzati. Composti da grossi recipienti di acciaio a forma di pera, rivestiti internamente di materiale resistente al calore (refrattario). Sostenuti da due perni centrali per la rotazione. La ghisa liquida era attraversata dall'aria insufflata dagli ugelli praticati sul fondo del forno. L'ossigeno dell'aria reagiva con il carbonio contenuto nella ghisa formando anidride carbonica CO_2 , eliminata con i fumi, mentre la ghisa si trasformava in acciaio.

L'acciaio ottenuto non era di grande qualità a causa della rapidità con la quale si compiva il procedimento di trasformazione della ghisa in acciaio.

Convertitori a ossigeno

Analogo ai precedenti ma al posto dell'aria viene insufflato all'interno ossigeno a una pressione di 8 bar mediante apposita lancia introdotta nella bocca del convertitore.

Il getto di ossigeno è puro nel sistema L.D. (Linz e Donawitz) o misto a metano nel sistema O.B.M. (Oxygen Building Metan). In entrambi i casi la reazione con il carbonio è molto energica e produce un notevole innalzamento di temperatura ($1600 \div 1800 \text{ }^\circ\text{C}$). L'acciaio ottenuto con questo processo ha caratteristiche migliori rispetto a quello che si otteneva con i convertitori Bessemer e Thomas, con una più precisa percentuale di carbonio e minori impurezze.

Forno Martin- Siemens

Forno a riverbero, con carica costituita in prevalenza da rottami di ferro (70%) quasi sempre mescolati a ghisa liquida d'altoforno (30%). Il calore di riscaldamento viene ottenuto dalla combustione di gas o nafta con l'aria preriscaldata mediante il recupero del calore dei fumi di uscita. Temperatura intorno ai 1800 °C . La ghisa si decarbura sia per la presenza dei rottami di ferro (poveri di carbonio) sia reagendo con il refrattario della suola di rivestimento che, per questo motivo, periodicamente va ripristinata. L'operazione è molto lunga (8 ore) e consente di ottenere un acciaio di qualità. Con l'aggiunta finale di opportuni additivi è possibile ottenere acciai aventi la composizione e le caratteristiche desiderate.

Questo forno è quasi completamente sostituito dai forni elettrici

Forno elettrico ad arco

Forno con carica costituita da rottami di ferro e pani di ghisa solida. Questi elementi vengono portati alla fusione mediante il calore prodotto dall'arco voltaico fatto scoccare tra la carica stessa e due o tre elettrodi di grafite. Il forno elettrico ad arco garantisce una maggior precisione nel controllo delle condizioni di affinazione della ghisa e perciò risulta più adatto per la produzione di acciai speciali ad alta resistenza.

SEMILAVORATI DI ACCIAIO

L'acciaio viene messo in commercio sotto forma di semilavorati ottenuti con processo di laminazione, effettuata sui lingotti riscaldati o direttamente durante il processo di colata continua dell'acciaio proveniente dai convertitori o dai forni. Si classificano in:

BLUMI

Barre a sezione quadrata
Dimensione del lato superiore a > 120 mm, o a sezione rettangolare con area $S > 14.400 \text{ mm}^2$.

BILLETTE

Barre a sezione quadrata
dimensioni del lato a comprese tra $50 \div 120 \text{ mm}$, o a sezione rettangolare con area S compresa tra $2500 \div 14.400 \text{ mm}^2$.

PROFILATI

Barre di diverse dimensioni con sezione quadrata, rotonda, rettangolare, esagonale, a L, a I, a semplice o doppio T, a U ecc.

TUBI E SCATOLATI

Tubi rotondi, quadrati o rettangolari di diverso spessore

VERGELLE

Prodotti laminati avvolti a caldo in matasse con sezione di forma diversa (tonda, quadrata, rettangolare ecc.) e dimensione maggiore superiore a 5 mm

FILI

Prodotti laminati avvolti a caldo in matasse con sezione circolare di diametro inferiore a 5 mm

LAMIERE

Prodotti laminati forniti in fogli piani quadrati o rettangolari e spessore diverso. Si classificano in sottili ($s < 3$ mm) e grosse ($s = 3$ mm)

NASTRI

Prodotti laminati a caldo e avvolti in rotoli (coil). Si classificano in larghi (larghezza = 600 mm) e stretti (larghezza < 600 mm).

ACCIAI COMUNI AL CARBONIO

Si ipotizza che le loro qualità caratteristiche dipendano soltanto dalla quantità di carbonio presente, che contribuisce ad aumentare la resistenza meccanica, la durezza, la fragilità e a diminuire la malleabilità e la duttilità

Acciai Extradolci	< 0,008%
Acciai Dolci	0,008 ÷ 0,1%
Acciai semidolci	0,1 ÷ 0,40%
Acciai semiduri	0,40 ÷ 0,55%
Acciai duri	0,55 ÷ 0,80%
Acciai extraduri	0,80% ÷ 2%

**Percentuale
Di
Carbonio
presente**

ACCIAI SPECIALI

Acciai che, oltre al carbonio, contengono altri elementi di lega in quantità tali da influire notevolmente sulle proprietà meccaniche e tecnologiche. Gli elementi che solitamente vengono aggiunti all'acciaio sono:

NICHEL

CROMO

MOLIBDENO

VANADIO

SILICIO

MANGANESE

TUNGSTENO

COBALTO

La presenza di questi elementi consente di ottenere la seguente classificazione degli acciai speciali

ACCIAI TERNARI

Si ottengono con l'aggiunta di un elemento.

Per esempio:
Ferro + carbonio + silicio
=
acciaio per molle

ACCIAI QUATERNARI

Si ottengono con l'aggiunta di due elementi.

Per esempio:
Ferro + carbonio + cromo (18%) + nichel (8%)
=
acciaio inossidabile, utilizzato per posateria

ACCIAI COMPLESSI

Si ottengono con l'aggiunta di più di due elementi.

Per esempio: ferro + carbonio + cromo (17%) + nichel (13%) + molibdeno
=
acciaio inossidabile resistente alla corrosione e al calore, utilizzato per caldaie, turbine a gas e applicazioni chimiche.

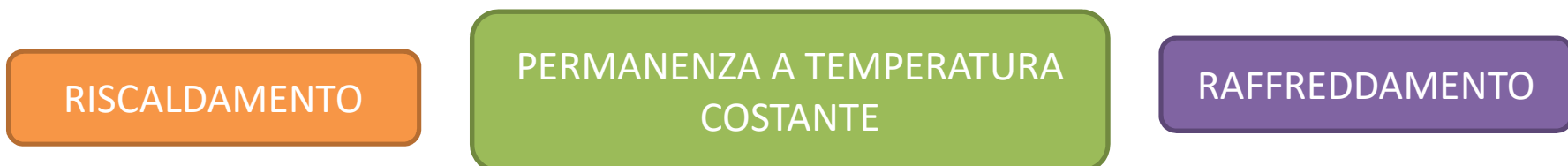
TRATTAMENTI TERMICI DELLE LEGHE DEL FERRO

Il trattamento termico è un insieme di operazioni, eseguite su un materiale solido, che modificano la **struttura interna**, la **composizione chimica**, le **proprietà meccaniche e tecnologiche**.

Le proprietà dei materiali che si possono modificare con i trattamenti termici sono:



Tutti i trattamenti sono caratterizzati dal **ciclo termico**,
cioè dalla successione e dalla durata delle fasi di:



PRINCIPALI TRATTAMENTI TERMICI

eseguiti sulle ghise e sugli acciai

TEMPRA

Si ottiene un aumento della:

- Durezza
- Resistenza alla rottura a trazione
- Diminuzione della resilienza
- Diminuzione della lavorabilità
- Diminuzione dell'allungamento percentuale

RINVENIMENTO

Si esegue sui materiali temprati e consiste in un riscaldamento a una temperatura di molto inferiore a quella di tempra e in un successivo raffreddamento, più o meno lento

BONIFICA

Gli effetti di questo trattamento sono un compromesso tra l'aumento della durezza e della resistenza con il mantenimento di una buona resilienza

RICOTTURA

Soppressione degli effetti di precedenti trattamenti termici e il ripristino di una struttura interna normale

NORMALIZZAZIONE

Ripristino di una struttura interna omogenea, eliminazione delle tensioni interne dovute a precedenti lavorazioni (laminazione, saldatura ecc.) e predisposizione del materiale alle successive lavorazioni o trattamenti.

TRATTAMENTI TERMOCHIMICI

Cementazione o Carbocementazione

Consiste nel riscaldare il materiale in un ambiente ricco di carbonio a una temperatura di circa 950 °C, affinché il carbonio penetri, per diffusione, nella superficie del pezzo.

Si applica sui pezzi che devono presentare elevate caratteristiche di durezza superficiale e, contemporaneamente, malleabilità strutturale
(alberi rotanti, ruote dentate ecc.)

Nitrurazione

Consiste nel riscaldare un materiale, a circa 500 °C, per un tempo sufficientemente lungo da permettere all'azoto (N) di penetrare, per diffusione, nella superficie del pezzo per formare dei nitruri. La profondità di diffusione dell'azoto e la relativa formazione di nitruri è di pochi decimi di millimetro, sufficienti a conferire alla superficie buone caratteristiche di durezza e resistenza all'usura, senza la necessità di ulteriori trattamenti.



www.blogdidattico.it