



 POLITECNICO DI MILANO



ASSOCIAZIONE
ITALIANA
DI METALLURGIA



Acciai Speciali da Costruzione

Prof. Ing. Carlo Mapelli

Dipartimento di Meccanica – Politecnico di Milano

carlo.mapelli@polimi.it



1. Cosa sono gli acciai speciali da costruzione?
2. Dove si applicano?
3. Condizioni di mercato
4. Criticità ed opportunità a livello produttivo





1. In senso lato, anche se non tecnicamente preciso, a volte si definiscono speciali acciai utilizzati per impieghi in cui sono richieste alte prestazioni o impieghi particolari (“speciali”).
2. Per la normativa è un attributo relativo ad una prescrizione tecnica, che prevede si tratti di acciai alligati con elementi chimici (es. Mn, Cr, Ni, Mo, V ecc.) e destinati a subire dei trattamenti termici volti ad incrementare durezza, resistenza meccanica e resistenza alla fatica meccanica.
3. Nel gergo tecnico spesso si utilizza il termine “acciai legati” come sinonimo di “acciai speciali”.





Barre destinate alla cromatura (barre cromate)

4



ASSOCIAZIONE
ITALIANA
DI METALLURGIA



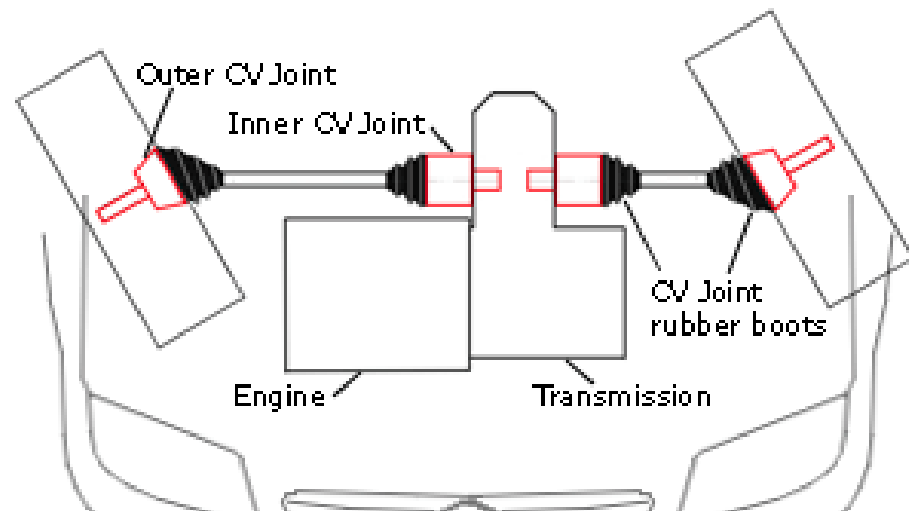
ASSOCIAZIONE
ITALIANA
DI METALLURGIA

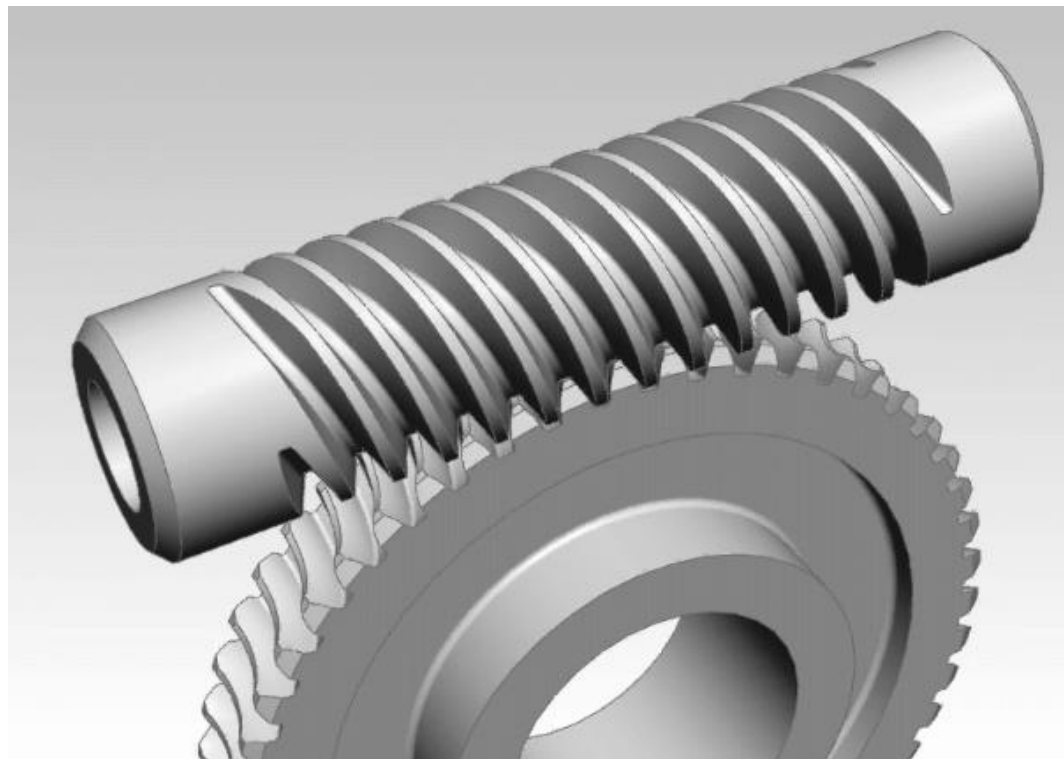


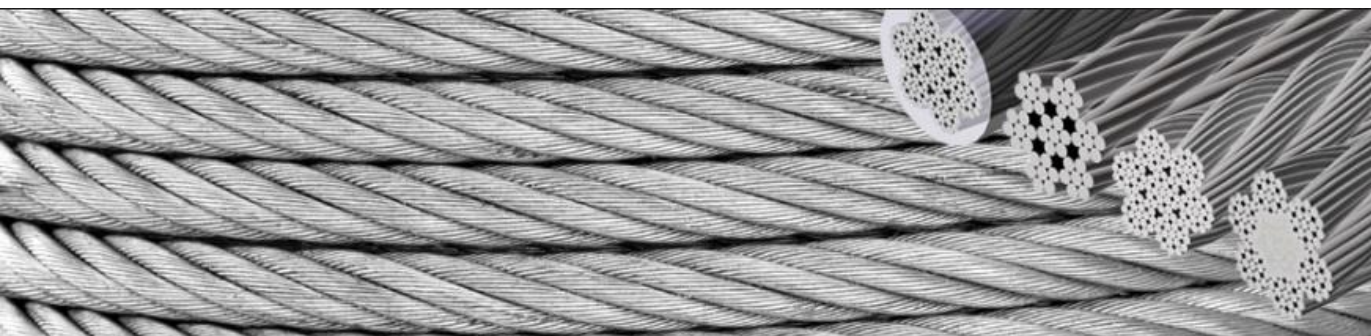
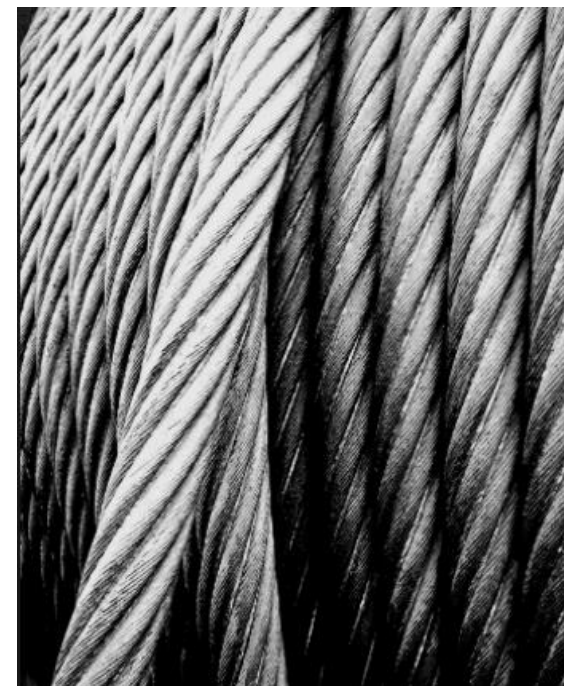








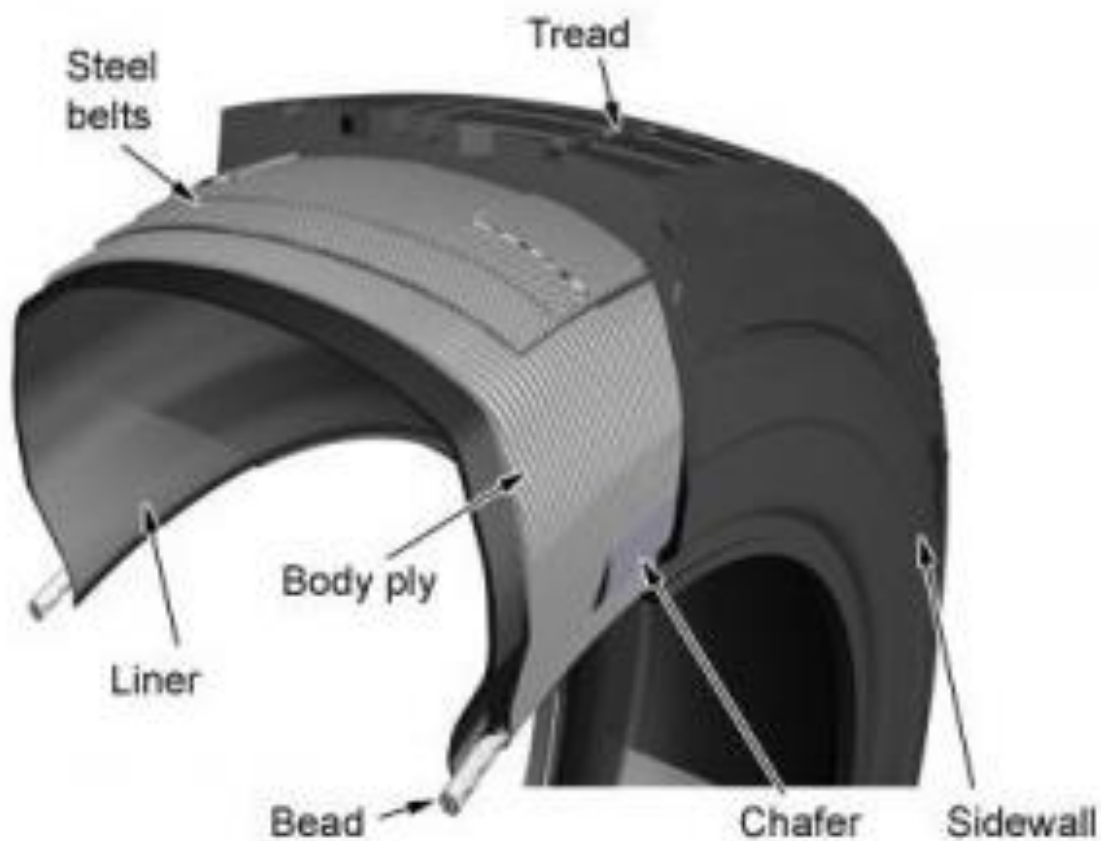




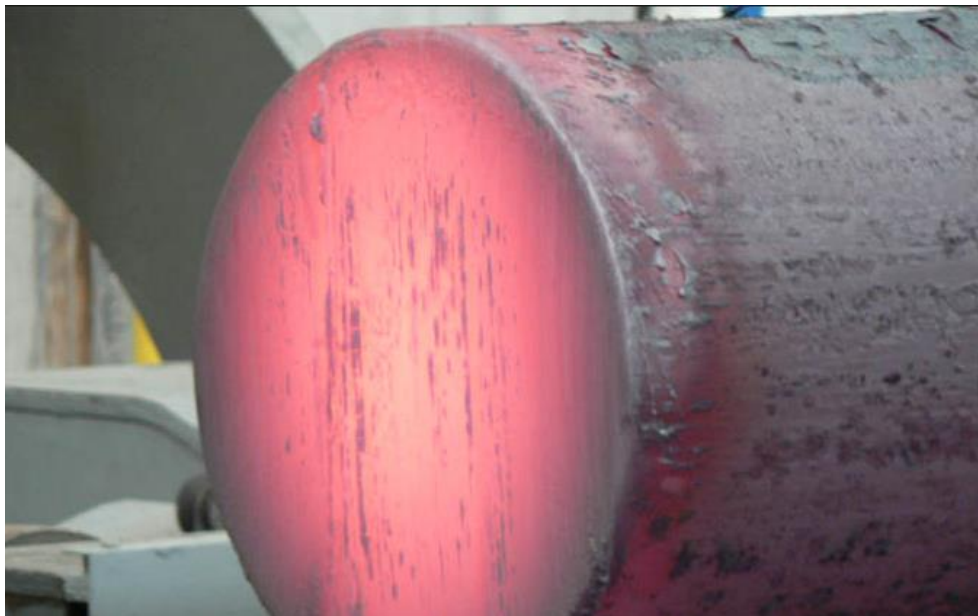
ASSOCIAZIONE
ITALIANA
DI METALLURGIA



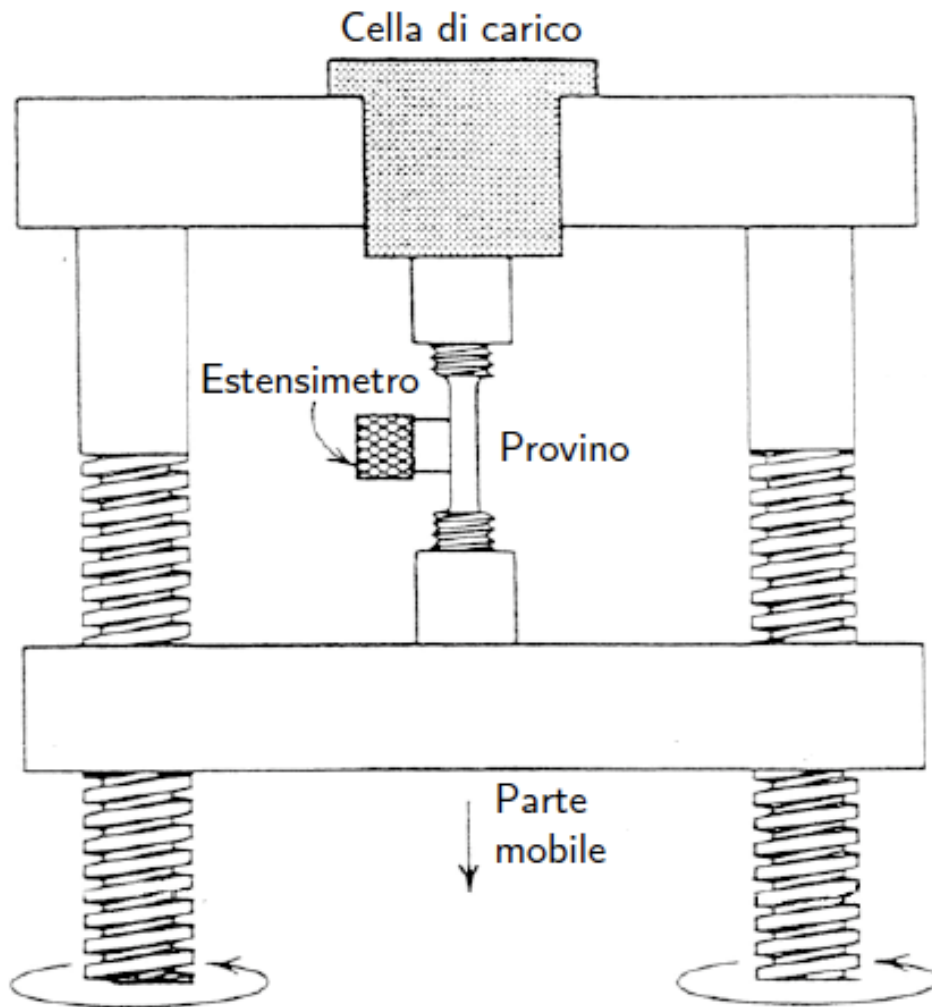
Radial construction

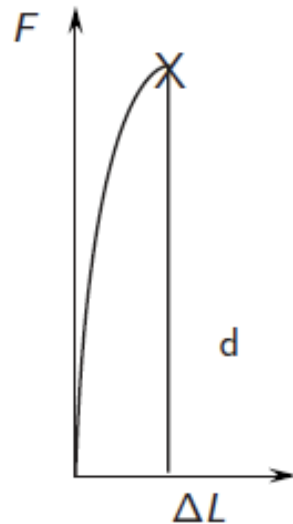
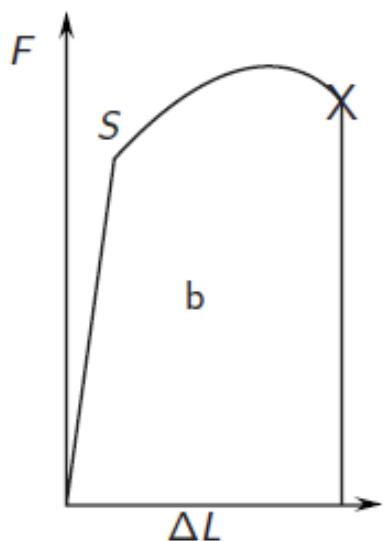
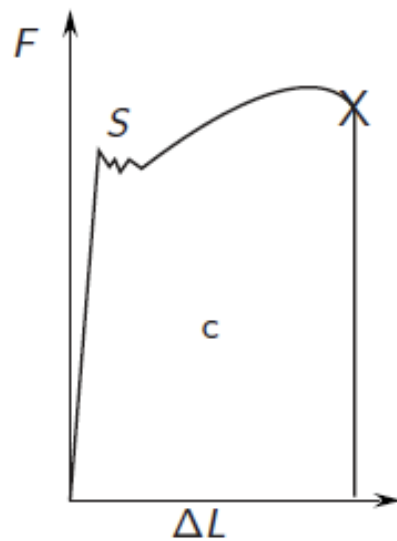
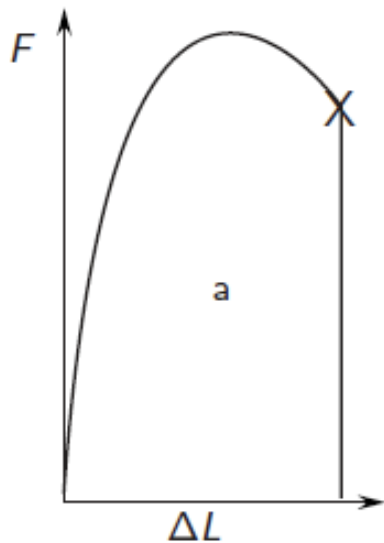






ASSOCIAZIONE
ITALIANA
DI METALLURGIA





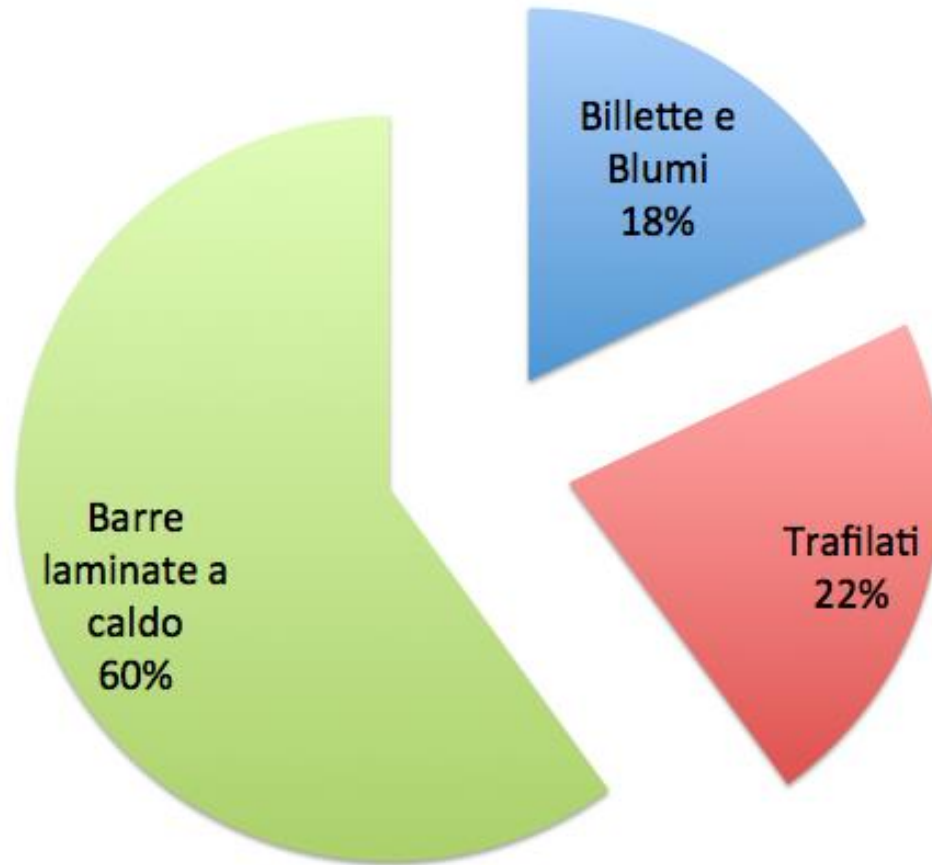
Min	Max
Snervamento (MPa)	
800	1400
Rottura (MPa)	
900	1600
%A	
20	10



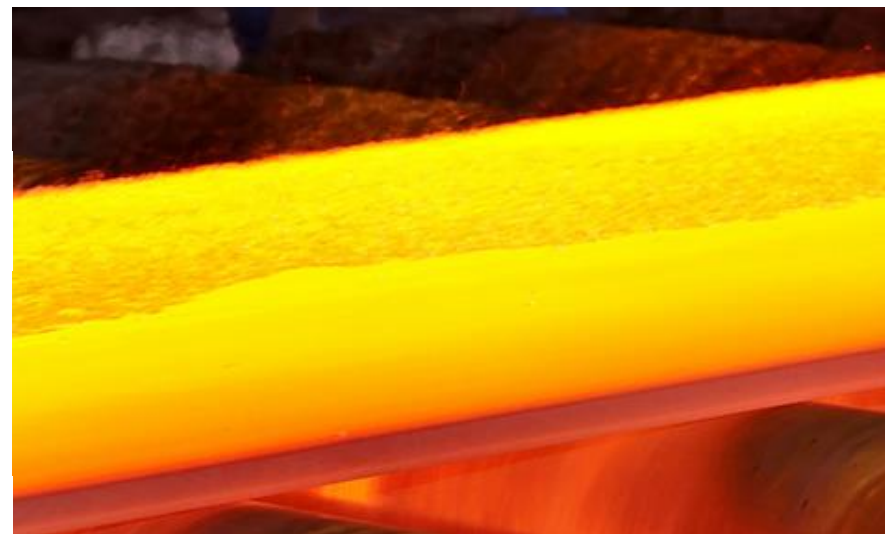
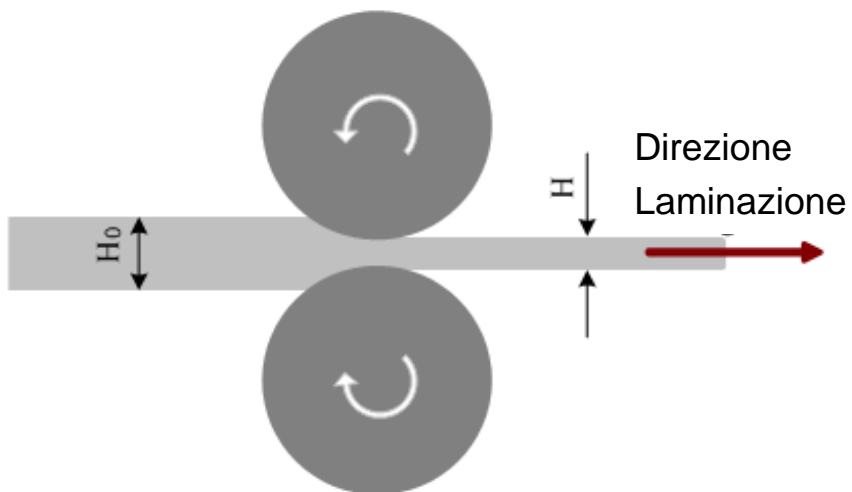


Mercato Europeo 18.000.000t

18

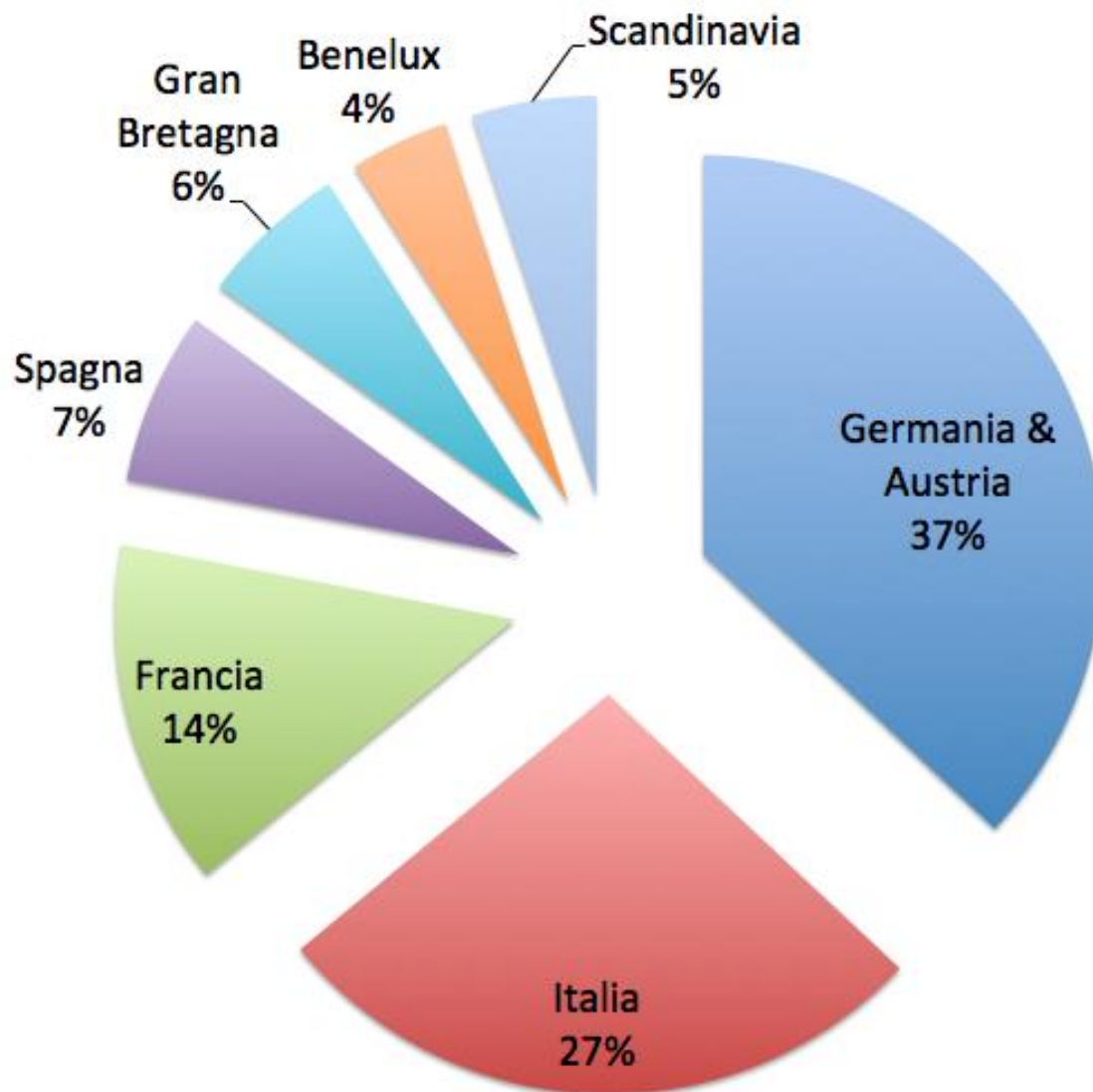


ASSOCIAZIONE
ITALIANA
DI METALLURGIA





Ripartizione tra i maggiori consumatori (apparenti) europei





I principali elementi alliganti

- C, Mn, V, Ti, Nb, B per aumentare la resistenza dell'acciaio;
- Cr e Mo vengono aggiunti sia per migliorare la resistenza anche ad alta temperatura;
- Ni viene aggiunto per migliorare la resistenza e la tenacità dell'acciaio;
- Si viene aggiunto in quantità significative agli acciai per molle per incrementare la resistenza ma deprime molto la tenacità e la duttilità (l'allungamento dell'acciaio prima di arrivare alla frattura).





Gli elementi chimici nocivi

S (zolfo)

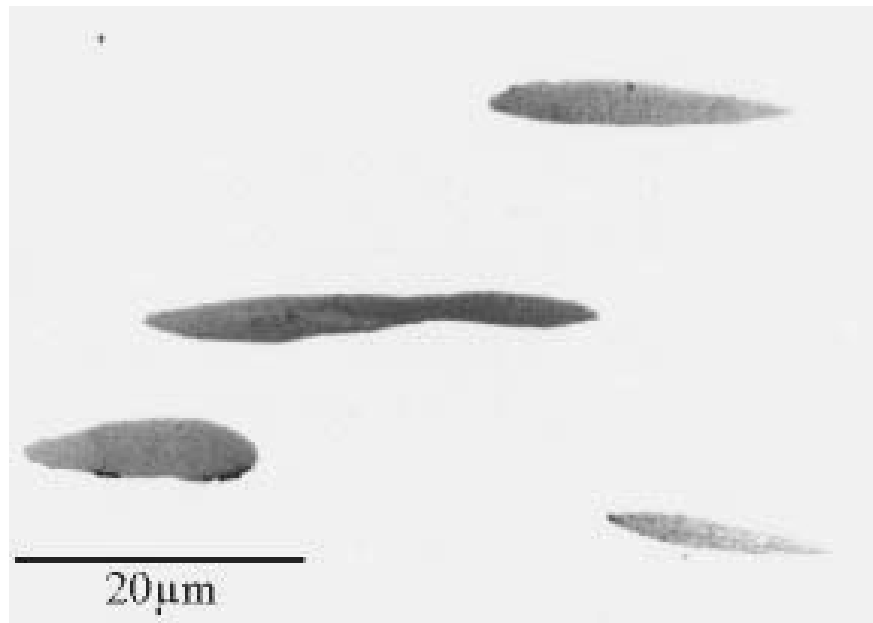
22

Diminuisce la lavorabilità a caldo degli acciai.

Diminuisce la tenacità degli acciai.

A volte viene aggiunto intenzionalmente per migliorare la lavorabilità alle macchine utensili, perché infragilisce i trucioli...ma infragiliscono in generale tutto il materiale.

Lo zolfo proviene dal coke.



Elongated MnS Inclusions



ASSOCIAZIONE
ITALIANA
DI METALLURGIA

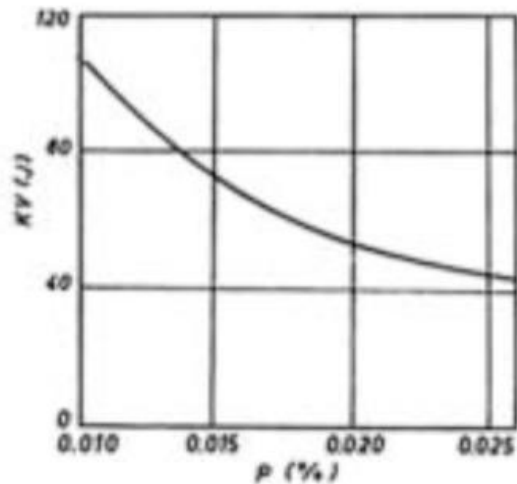


Gli elementi chimici nocivi

P (fosforo)

Diminuisce la duttilità del materiale e la sua tenacità.

Il fosforo proviene dai minerali di ferro.





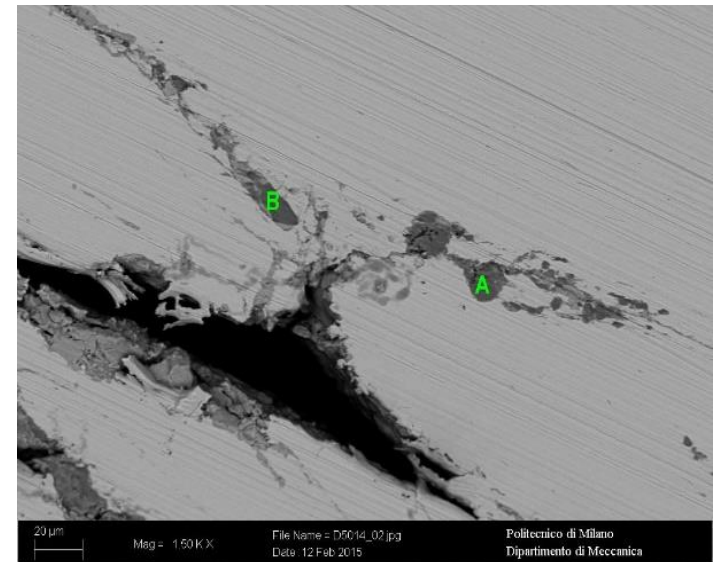
Gli elementi chimici nocivi

Cu (Rame) Sn (Stagno) Sb (Antimonio)

24

Peggiorano la lavorabilità a caldo degli acciai.

Il rame e lo stagno vengono aggiunti a causa dell'inquinamento del rottame caricato nei forni elettrici e non si conosce alcun processo siderurgico in grado di eliminarli.





Gli elementi chimici nocivi Cu (Rame) Sn (Stagno) Sb (Antimonio)

25

Peggiorano la lavorabilità a caldo degli acciai.



Questi elementi chimici non sono presenti nel minerale e quindi non sono presenti né nella ghisa né nel preridotto.

Qualora si parta da rottame, questi elementi non possono essere eliminati ma vanno diluiti:

- con aggiunta di ghisa
- con aggiunta di preridotto
- con l'utilizzo di lamierini e cadute provenienti dal ciclo integrale



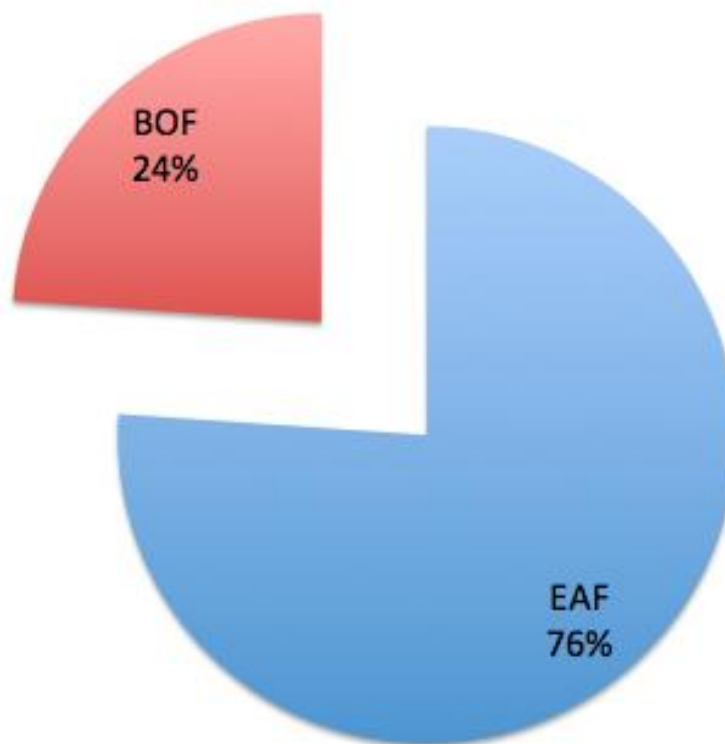
ASSOCIAZIONE
ITALIANA
DI METALLURGIA



Ripartizione tra le filiere tecnologiche Siderurgia Italiana – 2014

26

23Mt



ASSOCIAZIONE
ITALIANA
DI METALLURGIA

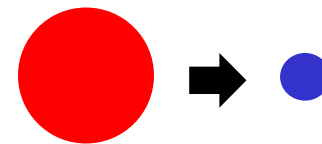
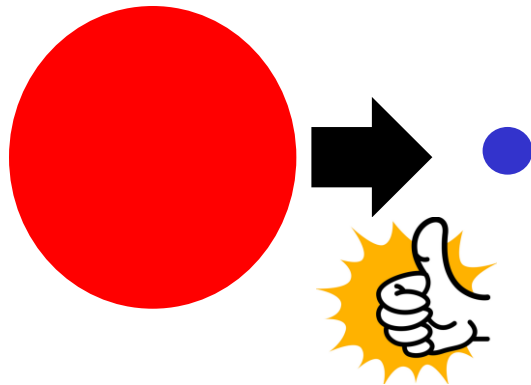


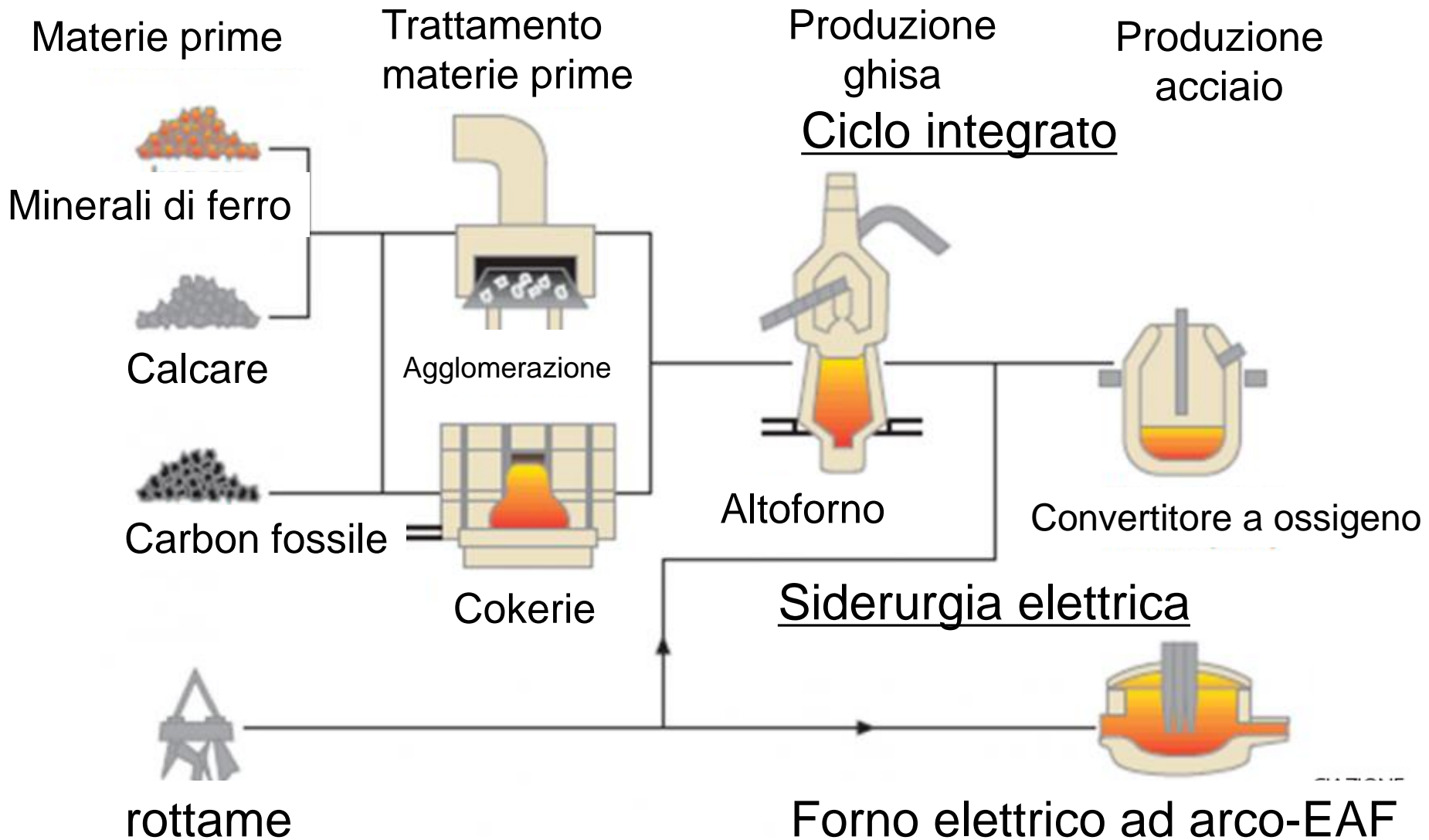
Gli elementi chimici nocivi Cu (Rame) Sn (Stagno) Sb (Antimonio)

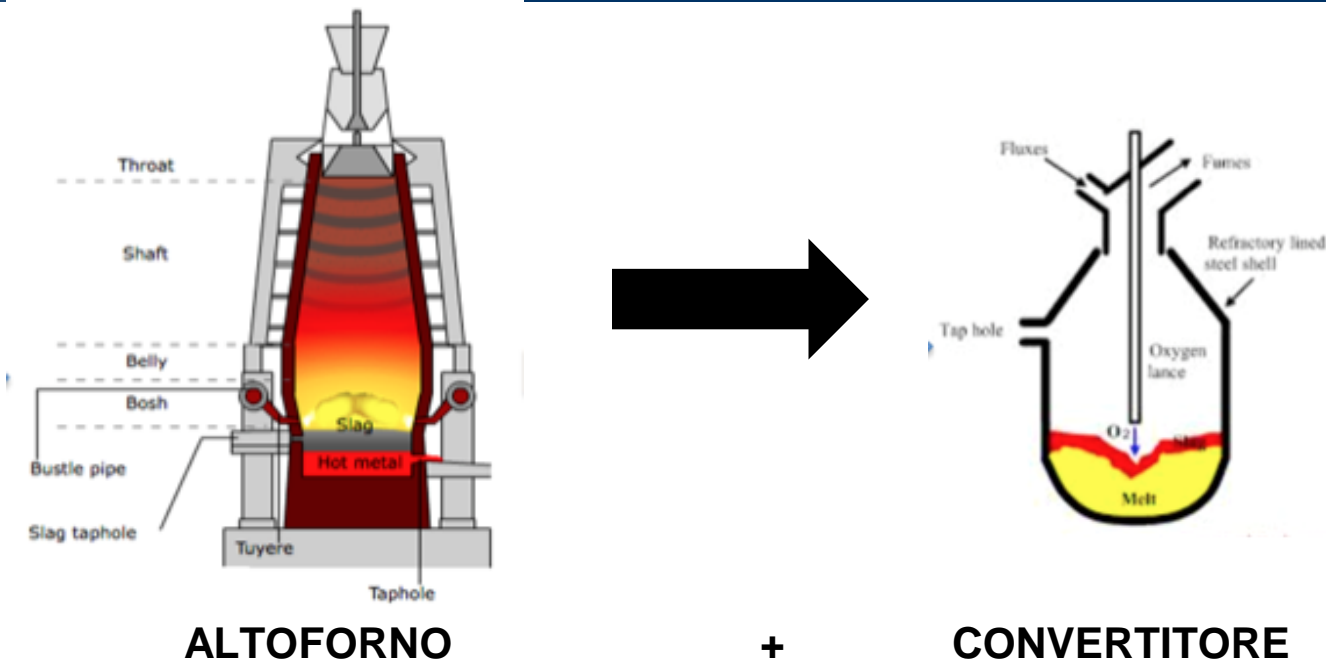
27



L'eliminazione degli effetti di questi elementi nocivi si può realizzare anche con riduzioni maggiori dei semilavorati, per questo diversi produttori (es. ABS, Acciaierie Venete, Duderdofin) partono da blumi di dimensione maggiore.

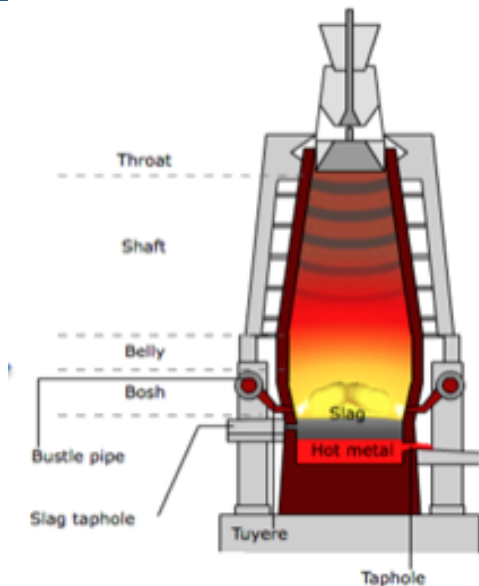




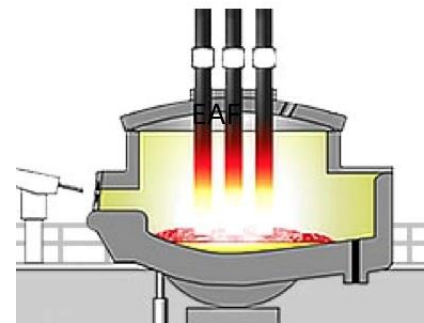


- COMBINAZIONE A PRODUTTIVITA' ELEVATA
- L'ACCIAIO NON CONTIENE RAME E STAGNO
- E' UN SISTEMA RIGIDO CHE VA DIMENSIONATO CORRETTAMENTE NEI VOLUMI (i bilanci mostrano che un impianto profittevole situato nello stesso segmento produttivo di Piombino, Voestalpine Stahl Donawitz, ha un altoforno da 950.000t/anno)
- PER MARCE FLESSIBILI SONO PREFERIBILI I FORNI CON PIASTRE IN RAME (es. AFO4 – Taranto)





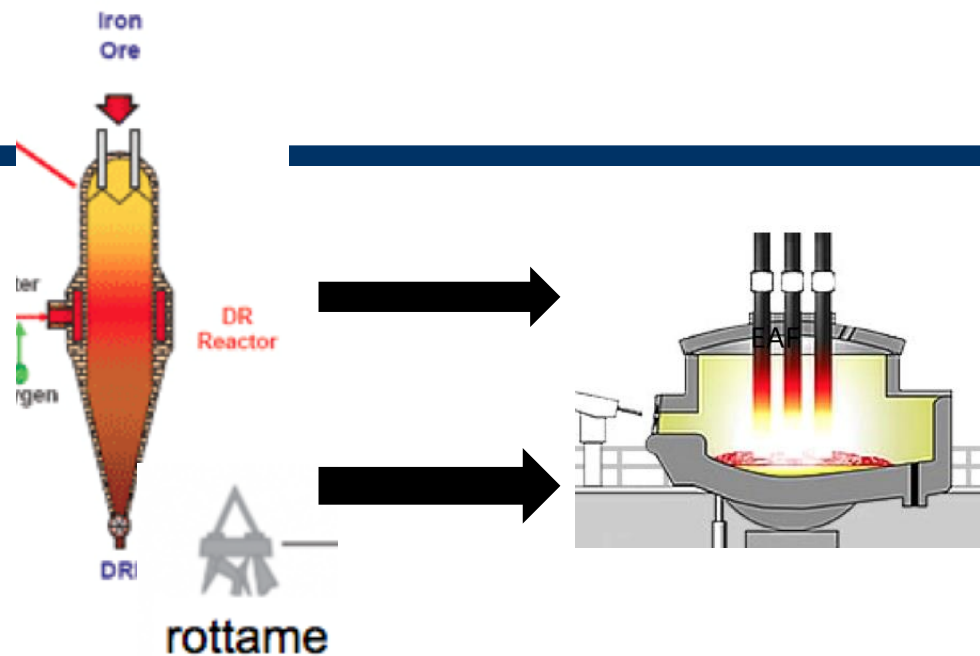
ALTOFORNO



FORNO ELETTRICO AD ARCO (EAF)

- IL FORNO ELETTRICO SE DEVE SMALTIRE LA GHISA DA ALTOFORNO PERDE LA SUA FLESSIBILITA'
- EAF NON RIESCE A RIMUOVERE IN MODO EFFICIENTE IL FOSFORO CONTENUTO NELLA GHISA (perché lavora a regimi termici medi maggiori del convertitore)
- EAF PUO' CARICARE SOLO 36-37% DI GHISA PERCHE' E' CONCEPITO PER FONDERE NON PER DECARBURARE LA GHISA
- QUINDI UN EAF DA 1Mt/anno CARICA UN MASSIMO DI 0.4Mt/anno DI GHISA





FORNO ELETTRICO AD ARCO

- E' UN PROCESSO MOLTO FLESSIBILE CON ELEVATA CAPACITA' DI ADATTARSI ALLA DOMANDA DEL MERCATO
- RICHIEDE ROTTAMI DI QUALITA' IL CUI CONTENUTO DI RAME E STAGNO PUO' ESSERE CONTROLLATO CON AGGIUNTA DI GHISA E/O PRERIDOTTO
- IL PRERIDOTTO CONTIENE ANCHE CONCENTRAZIONI INFERIORI DI FOSFORO E ZOLFO PERCHE' E' PRODOTTO MEDIANTE GAS NATURALE
- A EI MILIA (JIJEL) IN ALGERIA E' IN COSTRUZIONE UN IMPIANTO BASATO SU QUESTO CICLO CON PRERIDUTTORE 2Mt/anno AFFIANCATO DA FORNI ELETTRICI PER 2Mt/anno (2.000 MILIARDI US\$)





ASSOCIAZIONE
ITALIANA
DI METALLURGIA



Cos'è il preridotto (DRI/HBI)

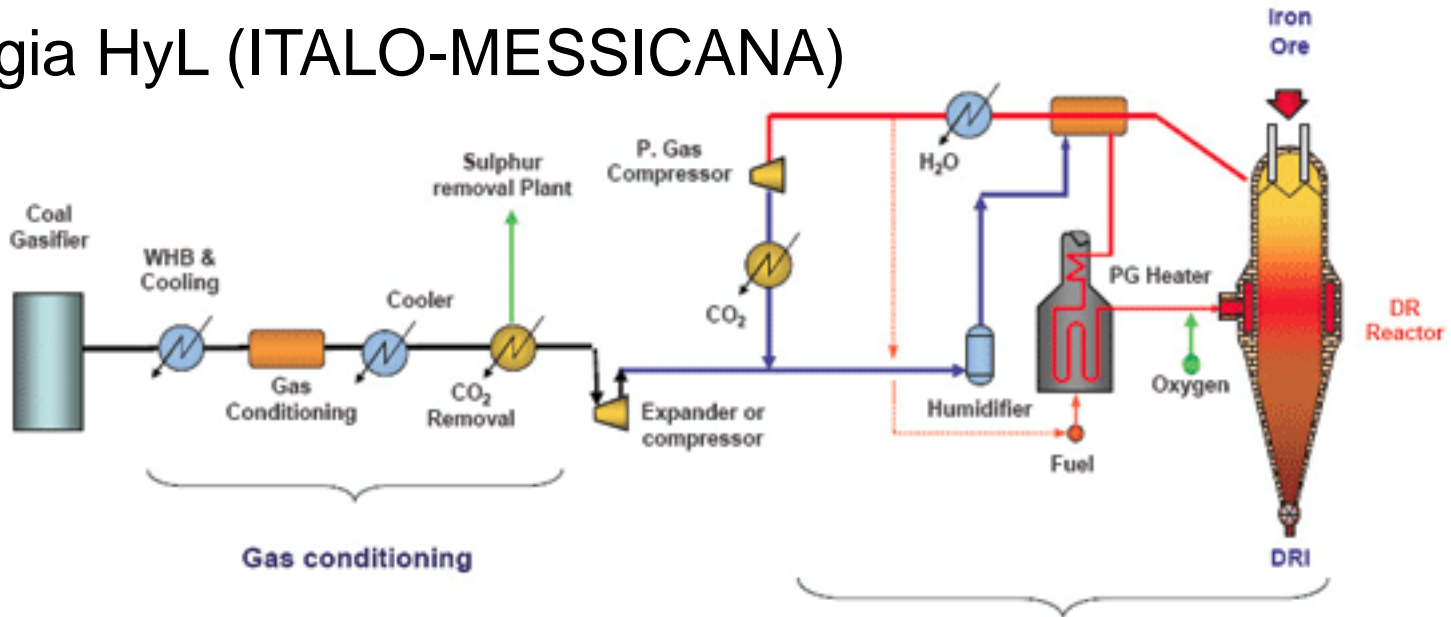
33

E' un semilavorato siderurgico contenente prevalentemente ferro metallico ottenuto a partire da pellets (palline) di minerale ferroso trattate per mezzo di monossido di carbonio (CO) e idrogeno (H₂) .

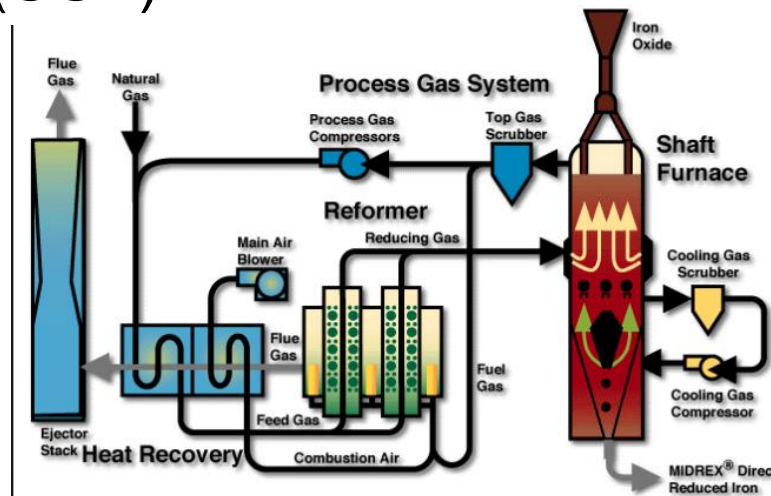


ASSOCIAZIONE
ITALIANA
DI METALLURGIA

Tecnologia HyL (ITALO-MESSICANA)

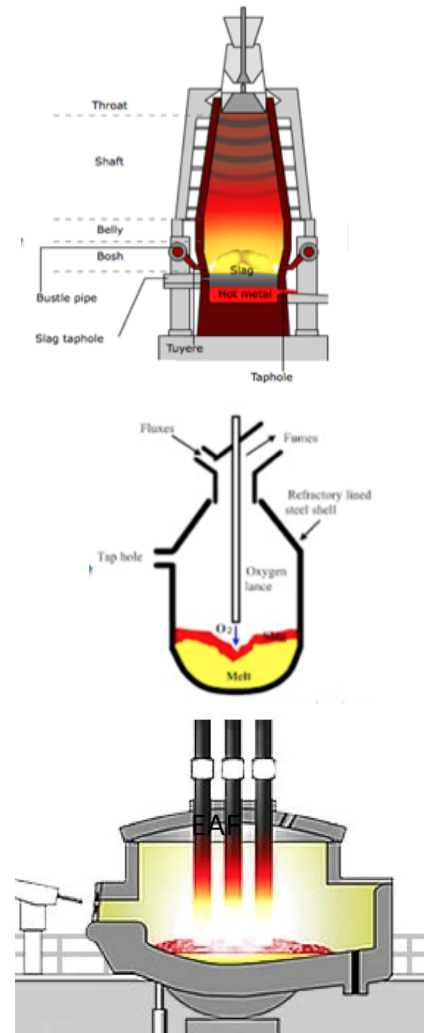


Tecnologia MIDREX (USA)





- E' prodotto mediante processi a basso impatto ambientale, in quanto basati sull'utilizzo del gas naturale che non coinvolgono né il consumo né il trattamento del carbon fossile.
- Può essere utilizzato negli altoforni in sostituzione del minerale e allo scopo di consumare meno coke.
- Può essere utilizzato nei forni convertitori in sostituzione del rottame che funge da raffreddante durante la conversione della ghisa in acciaio.
- Può essere utilizzato nei forni elettrici ad arco al posto del rottame di qualità maggiormente pregiata (lamierino Novi) per l'elevata purezza derivante dalla bassa concentrazione in rame e stagno.



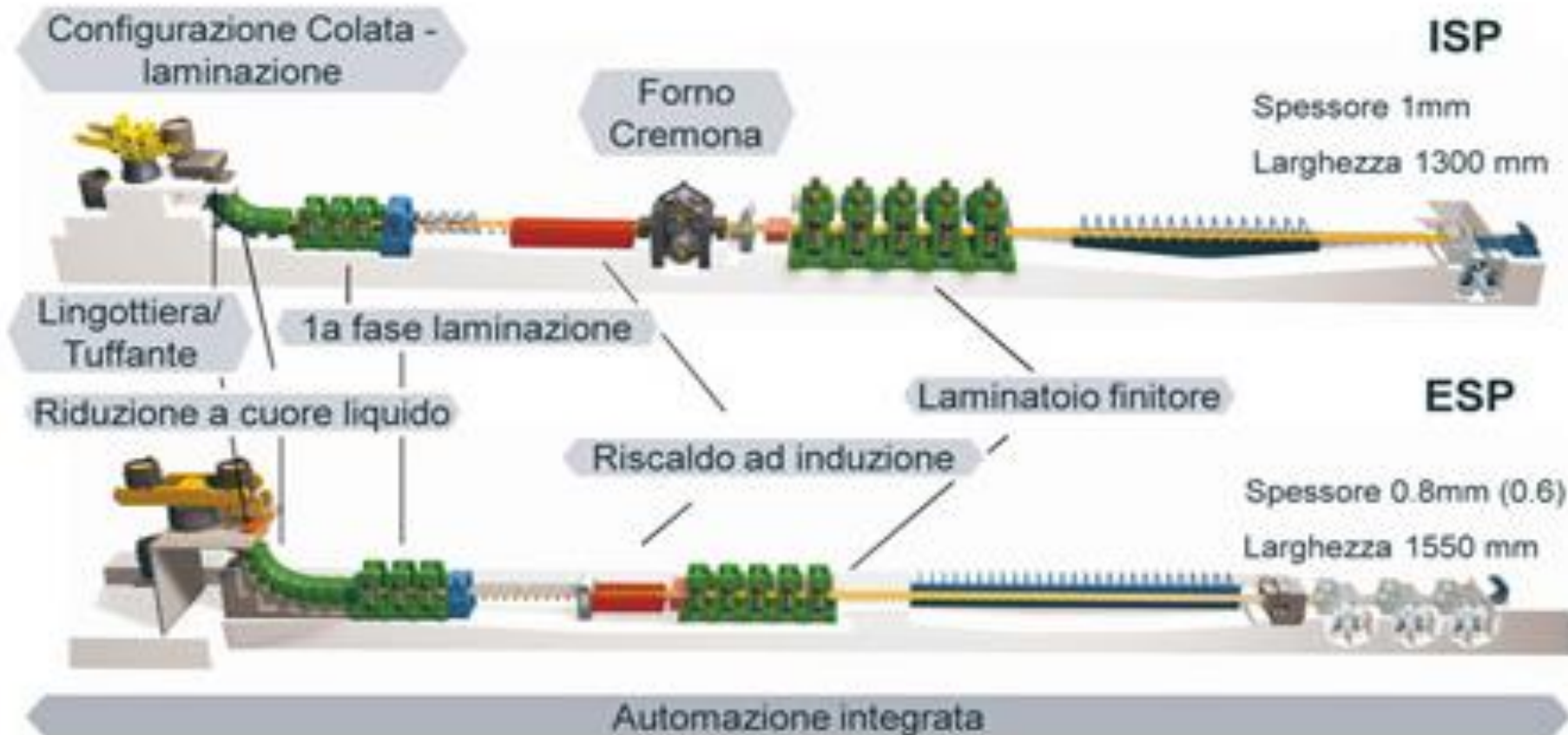


- Corretto dimensionamento degli impianti
- Corretta scelta della materia prima di partenza
- Colate continue in grado di produrre blumi di dimensione elevata per aumentare il rapporto di riduzione
- Investimenti nella formazione continua del personale
- Forte focalizzazione e specializzazione su particolari segmenti produttivi





ASSOCIAZIONE
ITALIANA
DI METALLURGIA





Negli ultimi quindici anni si è manifestata una significativa divaricazione **39** nella metallurgia dei prodotti lunghi ed in quella dei prodotti piani

