

I PROCESSI DI PRODUZIONE DEGLI ACCIAI PER CEMENTO ARMATO

Introduzione

I processi di produzione di alcuni prodotti di acciaio per c.a. sono cambiati considerevolmente negli ultimi 10 anni e i produttori di tutto il mondo ne stanno introducendo dei nuovi, così come stanno continuamente sviluppando processi più accurati per ottimizzare costi e prestazioni.

Il D.M. cogente non contiene specifici riferimenti ai processi di produzione, sebbene questi possano avere un effetto significativo sulle proprietà degli acciai per c.a..

Differenti procedimenti possono produrre diverse caratteristiche meccaniche con risposte differenti per esempio alla duttilità, alla piegatura, alla saldatura e ad altri impieghi specifici.

Qui di seguito la descrizione dei processi più comuni utilizzati oggi in Italia per la produzione degli acciai per c.a. collegandoli alle proprietà meccaniche degli acciai.

I processi di produzione

Le differenti fasi del processo di produzione dell'acciaio possono essere distinte in:

- Produzione dell'acciaio
- Colata continua
- Laminazione a caldo
- Stiratura o ribobinatura
- Laminazione a freddo
- Assemblaggio di reti e tralicci elettrosaldati

Produzione acciaio

La produzione degli acciai per c.a. avviene quasi unicamente nei forni elettrici ad arco (Figura 1) (EAF Electric Arc Furnace) che utilizza normalmente il 100% di rottami ferrosi come materia prima.

I rottami, dopo adeguata selezione e preparazione, sono caricati nel forno e il calore viene applicato tramite la scarica elettrica prodotta dagli elettrodi a grafite, così da fondere il rottame nel minore tempo possibile.

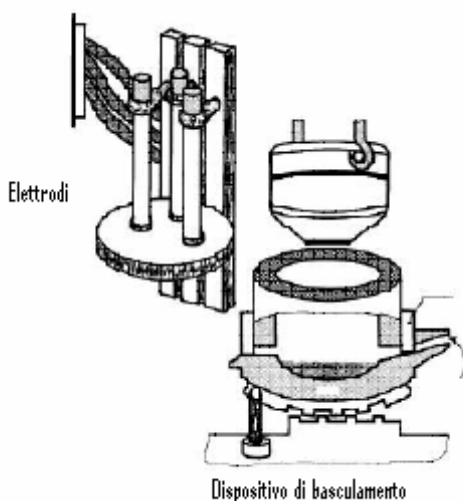


Figura 1 _ Forno elettrico ad arco (EAF), fase di caricamento del rottame.

Un forno EAF generalmente produce da 0,5 a 1 milione di tonnellate all'anno, rendendo questo idealmente adatto per la produzione di acciai per c.a..

L'affinazione dell'acciaio, la disossidazione e l'aggiunta delle ferroleghie avviene dopo lo spillaggio in un impianto dedicato alla cosiddetta elaborazione metallurgica comunemente chiamato forno siviera.

Dal punto di vista metallurgico questo impianto permette di ottenere una omogeneità della composizione chimica dell'acciaio liquido mediante un insufflaggio continuo di gas inerte, un controllo della temperatura ed il controllo e il contenimento delle inclusioni non metalliche.

Normalmente un'acciaieria con forno EAF è legata ad un laminatoio specializzato nella produzione di prodotti lunghi, quali le barre di acciaio per c.a. La maggioranza dell'acciaio per c.a. è prodotto in questa tipologia di aziende; l'acciaio per c.a., prodotto in Europa da quasi il 100% di materiale riciclato, garantisce un significativo beneficio ambientale, utilizzando materiale come il rottame che, se non venisse assorbito in questi processi, si ritroverebbe nell'ambiente, deturpandolo.

Il processo di fabbricazione dell'acciaio avviene per colata. Ogni volta che il forno EAF viene svuotato, viene prodotto un lotto di acciaio liquido di analisi omogenea a cui viene assegnato un numero progressivo di colata.

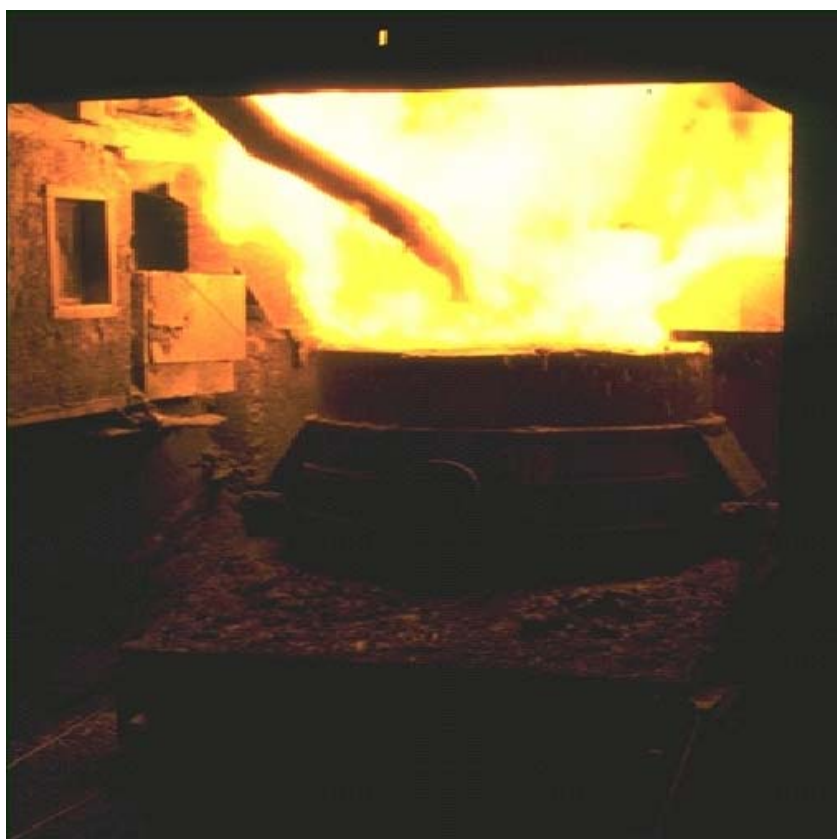


Figura 2_ Spillaggio dell' acciaio nella siviera



Figura 3_ Svuotamento dei residui acciaio scoria dopo il colaggio

Sotto lo schema di certificazione di prodotto SISMIC, la rintracciabilità della colata è mantenuta in tutte le fasi successive fino alla consegna.

Durante il processo di fabbricazione dell'acciaio, alcuni elementi quali il carbonio, il manganese e il silicio vengono aggiunti intenzionalmente. Altri elementi residui derivanti dal processo di produzione dell'acciaio e dal rottame utilizzato, pur dovendo sottostare ai limiti imposti sia dalla normativa italiana che dalla norma europea EN10080 del maggio 2005 per garantire la saldabilità, possono avere un importante effetto sulle proprietà finali dell'acciaio.

Le scorie prodotte dal forno EAF hanno un alto contenuto di silicati e quindi un aspetto vetroso molto simile a quello della lava vulcanica.

Un acciaio è saldabile quando sono garantiti i seguenti limiti analitici :

Analisi	Carbonio (C) max	Zolfo (S) Max	Fosforo (P) max	Rame (Cu) max	Azoto (N) max	Carbonio Equivalente (Ceq) max
di colata	0,22	0,050	0,050	0.80	0,012	0,50
di prodotto	0,24	0,055	0,055	0.85	0,013	0,52

$$Ceq = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

Questo è di particolare rilievo per ottimizzare i successivi processi di laminazione dell'acciaio.

Alcuni esempi di questi effetti si ritrovano nella:

- laminazione a freddo. La presenza di alcuni elementi indurenti residui possono innalzare ulteriormente la resistenza a scapito della già bassa duttilità di questi prodotti;
 - saldabilità. Gli alti livelli di elementi residui, possono causare problemi nella saldatura;
 - piegatura. Gli eccessivi livelli di azoto possono ridurre la capacità alla piegatura, a causa di un effetto chiamato "invecchiamento", che avviene naturalmente dopo deformazione plastica dell'acciaio riducendone anche drasticamente le caratteristiche. Per questa ragione, il livello di azoto nelle norme riportate sopra viene ristretto ad un massimo di 0,012% in peso nel caso in cui non siano presenti elementi quali alluminio e titanio in grado di fissare l'azoto.
- **Colaggio**

Dopo la fusione e l'affinazione, l'acciaio viene solidificato sotto forma di billette. Gran parte dell'acciaio per c.a. prodotto nel mondo viene colato utilizzando il processo di colata continua. In questo caso, l'acciaio viene colato in una lingottiera raffreddata ad acqua, normalmente di sezione quadrata aperta da entrambi i lati e il prodotto, durante tutte le fasi di raffreddamento, segue un percorso dall'alto verso il basso in un'operazione continua.

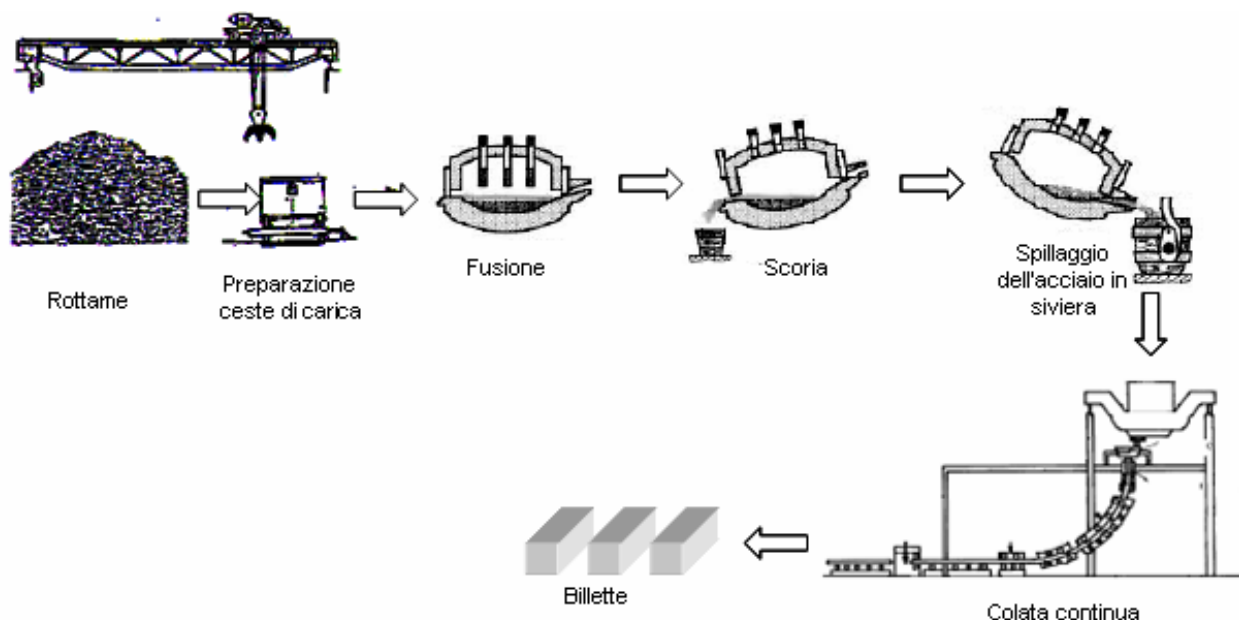


Figura 4_ Schema tipico di fabbricazione acciaio con il ciclo a " carica solida " (rottame)

Per quanto riguarda i processi di laminazione delle billette, come già descritto sul numero 137 della rivista, l'acciaieria produce tipologie di acciaio completamente diverse nella composizione chimica.