



SISMIC

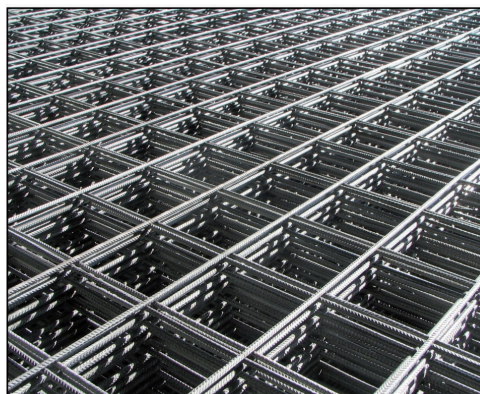
ASSOCIAZIONE TECNICA PER LA
PROMOZIONE DEGLI ACCIAI SISMICI
PER CEMENTO ARMATO

“Un marchio come garanzia di qualità”

BARRE



RETI ELETTROSALDATE



Acciai per calcestruzzo armato

Linee Guida

Edizione marzo 2009

SISMIC - Associazione tecnica per la promozione degli acciai sismici per cemento armato - si è costituita all'inizio del 2004.

Le imprese aderenti (Acciaierie di Sicilia - Alfa Acciai - Dieffe - Feralpi Siderurgica - Ferriera Valsabbia - Industrie Riunite Odolesi IRO - Leali) rappresentano circa il 70% del settore nazionale di appartenenza e producono acciai per cemento armato ad alta duttilità (barre, rotoli, reti elettrosaldate e tralicci).

L'associazione promuove attività di ricerca, sviluppo e innovazione nel campo dell'intera filiera del calcestruzzo armato, con particolare riguardo agli acciai per cemento armato e ai relativi processi produttivi. Specifica attenzione è dedicata ai temi della durabilità delle strutture, della corrosione delle armature e della duttilità in zona sismica.

SISMIC, componente della Consulta per il Calcestruzzo, sostiene i vantaggi del costruire in calcestruzzo, tra i quali: sicurezza sismica, resistenza al fuoco, sostenibilità ambientale, sostenibilità economica propria dei manufatti in c.a., disponibilità e diffusione sul territorio italiano dei prodotti e delle realtà produttive ad essi collegate.

Le aziende associate **SISMIC** sono state tutte abilitate dal Servizio Tecnico Centrale alla produzione del nuovo **acciaio B450C**, ottenendo le necessarie qualificazioni ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14-01-2008.

L'eccellenza del prodotto, ai fini del suo impiego in zona sismica, è ulteriormente garantita dal **Marchio di Qualità Volontario SISMIC**, che assicura all'acciaio per c.a. aggiuntive fondamentali caratteristiche meccaniche e prestazionali. Il prodotto **SISMIC** dispone di certificato di controllo radiometrico in tutte le fasi del processo produttivo, certificato di prova di resistenza alla fatica assiale, certificato di prova di resistenza al carico ciclico, certificati di prove di idoneità alla piega e raddrizzamento, copertura assicurativa connessa al rischio per danni derivanti da prodotto non conforme.

L'acciaio marchiato "**SISMIC**" B450C è quindi idoneo ad essere utilizzato in qualsiasi contesto del territorio italiano e per qualsiasi tipo di struttura, nel rispetto di tutti i Testi Normativi di Progettazione: DM 2008, Circolari Ministeriali, Eurocodici EC 2 ed EC 8.

SISMIC è partner con altre associazioni della filiera italiana del c.a. - **AITEC** (Associazione Italiana Tecnico Economica del Cemento), **ASSIAD** (Associazione Italiana Produttori di Additivi e Prodotti per il Calcestruzzo), **ATECAP** (Associazione Tecnico Economica del Calcestruzzo Preconfezionato), **ASSOBETON** (Associazione Nazionale Industrie Manufatti Cementizi) – di **PROGETTO CONCRETE**, una nuova sfida che ha la finalità di **far crescere la cultura tecnica del calcestruzzo**, migliorando la qualità dei **capitolati** e favorendo una maggiore rispondenza tra caratteristiche tecniche del calcestruzzo armato e condizioni di applicazione.

Obiettivo condiviso anche dalle nuove Norme tecniche per le costruzioni che, con la certificazione del processo di produzione e l'adozione di precisi livelli di durabilità, accrescono sensibilmente la responsabilità di tutti i soggetti che partecipano al processo di costruzione, dai produttori di materiali ai professionisti della progettazione.

Con queste finalità Progetto Concrete si avvale di una **squadra di "ingegneri promotori"** specializzati nella tecnologia del c.a.

Aziende associate

Acciaierie di Sicilia
Alfa Acciai
Dieffe
Feralpi Siderurgica
Ferriera Valsabbia
Industrie Riunite Odolesi I.R.O.
Leali

Cariche sociali

Margherita Stabiumi - **Presidente**
Roberto Treccani - **Direttore Generale**

Comitato Tecnico Scientifico

Donatella Guzzoni - **Presidente**
Giancarlo Braga
Fabrizio Oliva
Danilo Peroni
Italo Piras
Enrico Salvi

Segreteria

Sara Bonera - info@assosismic.it

IL MARCHIO DI QUALITÀ **SISMIC** PER L'ACCIAIO DA CALCESTRUZZO ARMATO

Contenuto tecnico e valore aggiunto

SISMIC ha reso operativo un sistema di certificazione volontaria attraverso il **MARCHIO DI QUALITÀ SISMIC** per l'acciaio da cemento armato.

E' noto che la sicurezza delle strutture in c.a. dipende in maniera primaria dalle caratteristiche meccaniche e chimico-fisiche degli acciai da armatura; tale fatto diventa una certezza quando si pensa alle strutture in zona sismica o a carichi di tipo ciclico, quando cioè vengono richieste alla struttura risorse di duttilità particolarmente elevate.

Le principali norme che riguarderanno gli acciai da c.a. in Italia nel prossimo futuro sono:

- le Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008, pubblicate in G.U. il 04.02.2008;
- l'Eurocodice 2 e l'Eurocodice 8;
- la EN 10080:2005.

SISMIC sostiene da sempre la necessità dell'utilizzo in Italia di un unico tipo di acciaio per tutti gli elementi strutturali degli edifici. Pur condividendo, da un punto di vista teorico, la possibilità di utilizzare acciai con prestazioni diverse per una stessa struttura, **SISMIC** sottolinea che da un punto di vista pratico tale possibilità risulta molto pericolosa.

Pensare che il progettista possa differenziare l'acciaio tra zona e zona è una libertà difficile da realizzare e da gestire in cantiere, così come la possibilità di mescolare acciai diversi (ma "esteticamente" uguali) in una struttura porta ad una incongruenza tecnica altamente rischiosa e anche molto difficile da valutare in sede di collaudo; il risultato potrebbe essere quello di avere strutture che non corrispondono nella realtà a quanto prescritto ai valori di sicurezza richiesti.

Per questi motivi **SISMIC** propone al mercato un unico tipo di acciaio per c.a. laminato a caldo ad alta duttilità, il **B450C**, per tutte le tipologie di prodotto (barre, rotoli, reti e tralicci) in accordo all'EC2 e con le caratteristiche prescritte sia nell'EC8 che nel D.M. 14.01.2008. Questo acciaio è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

$f_{y \text{ nom}}$	450 N/mm ²
$f_{t \text{ nom}}$	540 N/mm ²

e rispetta le condizioni indicate nella tabella seguente:

	CARATTERISTICHE
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y \text{ nom}}$ N/mm ²
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t \text{ nom}}$ N/mm ²
$(f_t/f_y)_k$	$1,15 \leq (f_t/f_y)_k \leq 1,35$
$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1,25$
Allungamento $(A_{gt})_k$:	$\geq 7,5 \%$
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento:	
per $\varnothing \leq 12$ mm	4 $\varnothing$
per $12 < \varnothing \leq 16$ mm	6 $\varnothing$
per $16 < \varnothing \leq 25$ mm	8 $\varnothing$
per $25 < \varnothing \leq 50$ mm	10 $\varnothing$

Si sottolinea che tutti i controlli sui requisiti di duttilità per reti, tralici e barre ottenute dal raddrizzamento di rotoli, vengono realizzati dopo invecchiamento artificiale a 100°C per 60 minuti, come previsto nelle Norme Tecniche sulle Costruzioni e nelle normative della serie UNI EN ISO 15630 che definiscono le modalità delle prove sugli acciai per cemento armato.

Inoltre, per evidenziare l'eccellenza dei prodotti **SISMIC** dando ad essi un valore aggiunto di **garanzia per il professionista e per l'impresa** - distinguendoli da prodotti non sempre chiaramente identificabili e qualificati purtroppo sempre più presenti sul mercato e assicurando il possesso dei requisiti caratterizzanti gli acciai per c.a. laminati a caldo - **SISMIC** garantisce la disponibilità, da parte di tutti gli associati, di altre garanzie aggiuntive quali:

- la certificazione del **sistema di gestione ambientale** in accordo alla norma ISO 14001;
- la certificazione di **conformità radiometrica** dei prodotti, garantita da una serie di controlli effettuati in tutte le fasi del processo produttivo;
- la certificazione della **resistenza alla fatica assiale e alla fatica oligociclica**;
- l'accompagnamento di ogni fornitura di prodotti **SISMIC** con il **certificato tipo 3.1** (in accordo alla norma EN 10204) che contiene: il nome o il marchio del fabbricante, il marchio **SISMIC**, il tipo di acciaio, i numeri delle colate di provenienza e le relative composizioni chimiche, le caratteristiche meccaniche, la dichiarazione del superamento delle prove di piega, la dichiarazione che il prodotto è conforme ai requisiti dell'ordine, la dichiarazione del controllo di radioattività e il riferimento ai documenti di consegna;
- una **copertura assicurativa** per responsabilità civile verso terzi per danni involontariamente causati da vizi del prodotto.

Per una chiara e univoca identificazione del materiale, viene anche applicato ad ogni fascio di barre, ad ogni rotolo, ad ogni pacco di rete e di tralici il cartellino **SISMIC**, riportante il nome o il marchio del fabbricante, il tipo di acciaio, il numero di colata, nonché gli elementi necessari per ricondurre il prodotto allo schema di certificazione **SISMIC**.



Fig. 1 - Facsimile cartellino SISMIC

L'Associazione **SISMIC** offre a professionisti ed imprese attraverso il proprio sito internet www.assosismic.it un qualificato supporto tecnico; è possibile anche dialogare con il Comitato Tecnico Scientifico attraverso l'indirizzo mail info@assosismic.it.

Rilascio e mantenimento del marchio **SISMIC**

Il marchio **SISMIC** viene rilasciato a seguito di severe verifiche ispettive affidate ad un organismo di certificazione riconosciuto da SINCERT.

L'organismo di certificazione e ispezione accreditato è l'**IGQ**. Questo ente è stato selezionato dall'Assemblea di **SISMIC** considerando:

- l'imparzialità nei confronti delle aziende;
- la sua competenza relativamente alla certificazione dei sistemi qualità ed ambiente, ai processi di fabbricazione siderurgica ed al controllo e certificazione di prodotto;
- la garanzia di riservatezza.

La verifica condotta da IGQ consiste nell'esame della documentazione relativa ai diversi prodotti **SISMIC** e in ispezioni condotte all'interno delle aziende associate, per verificare che i requisiti degli schemi certificativi applicati ai prodotti vengano sistematicamente soddisfatti.

Per poter conservare il diritto d'uso del marchio **SISMIC** devono essere mantenute attive e valide le condizioni sopra descritte, in particolare la certificazione ISO 9001 ed ISO 14001.

Inoltre deve essere svolta almeno una verifica all'anno da parte dell'IGQ per accertare:

- il mantenimento delle condizioni di fabbricazione e di controllo del prodotto;
- le azioni correttive e la rimozione di eventuali non conformità;
- i risultati di prove e controlli;
- le registrazioni di eventuali reclami;
- le modalità d'uso del marchio **SISMIC**.

Nel caso in cui si verificasse un'inosservanza delle prescrizioni del Regolamento che ne disciplina l'uso, il marchio di qualità **SISMIC** può essere, a seconda della gravità dell'inadempienza, sospeso temporaneamente o revocato a tempo indeterminato.

Nella tabella riportata di seguito sono sintetizzate le principali caratteristiche dell'acciaio FeB44k, dell'acciaio **B450C** e degli acciai con marchio di qualità **SISMIC**, che prevedono il soddisfacimento di caratteristiche aggiuntive, quali in particolare la resistenza a fatica assiale ed oligociclica e il controllo radiometrico.

Caratteristica	D.M. 9.01.1996 FeB44k	D.M. 14.01.2008 B450C	Acciai SISMIC
Limite di snervamento f_y	≥ 430 MPa	≥ 450 MPa	≥ 450 MPa
Carico di rottura f_t	≥ 540 MPa	≥ 540 MPa	≥ 540 MPa
Allungamento totale al carico massimo A_{gt}	Non prevista	$\geq 7,5\%$	$\geq 7,5\%$
Allungamento A5	≥ 12	Non richiesto	Non prevista
Rapporto f_t/f_y	Non prevista	$1,15 \leq R_m/Re \leq 1,35$	$1,15 \leq R_m/Re \leq 1,35$
Rapporto $f_y/f_{y\text{ nom}}$	Non prevista	$\leq 1,25$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale	Non prevista	Non prevista	2 milioni di cicli
Resistenza a fatica oligociclica	Non prevista	Non prevista	3 cicli/sec con deformazione $\pm 4\%$
Idoneità al raddrizzamento dopo piega	Non prevista	Non prevista	Integrità
Controllo radiometrico	Non previsto	Non previsto	superato, ai sensi del D.Lgs. 230/95

Resistenza alla fatica

Rappresenta il valore limite che un materiale può sopportare quando è sottoposto ad una tensione ciclica ripetuta; la forza applicata nella prova è tale per cui l'acciaio lavora in campo elastico.

Nel caso di un elemento strutturale sottoposto ad azioni variabili ripetute, la resistenza a fatica può garantire che tali azioni non compromettono la sicurezza nel periodo di vita utile previsto.

Resistenza a carichi ciclici

E' la capacità dell'acciaio di sopportare un certo numero di carichi ciclici (trazione – compressione) con forze molto significative vicine alla resistenza massima del materiale, quindi in campo plastico.

E' una prova che viene richiesta nelle situazioni in cui si simula il tipico effetto di una azione sismica.



Fig. 2 - Esempio di prova a fatica oligociclica

Idoneità alla piega e raddrizzamento

E' una prova che garantisce che l'acciaio sottoposto a piegatura e successivo completo raddrizzamento è in grado di mantenere sostanzialmente inalterate le sue proprietà meccaniche principali.

Il confronto dei diagrammi tensioni-deformazioni mostra le differenze tra gli acciai laminati a caldo (B450C) e gli acciai deformati a freddo (B450A.)

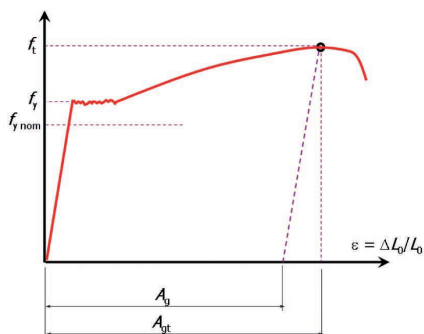


Diagramma tensioni-deformazioni per un acciaio laminato a caldo (B450C)

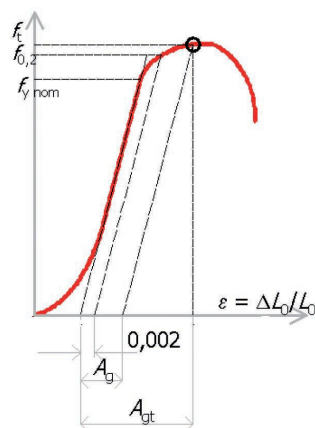


Diagramma tensioni-deformazioni per un acciaio deformato a freddo (B450A)



I PROCESSI DI PRODUZIONE DEGLI ACCIAI PER CALCESTRUZZO ARMATO

L'acciaio per calcestruzzo armato è un prodotto che, a fronte di produzioni e consumi molto elevati in un settore strategico quale è quello delle costruzioni, registra uno scarso livello di attenzione sia da parte delle aziende committenti che degli utilizzatori.

Solitamente il connotato ritenuto maggiormente significativo è il prezzo, a scapito delle caratteristiche tecnico – qualitative che comunemente vengono date per scontate.

Sul nostro territorio alcune di queste caratteristiche, quali ad esempio la duttilità, sono diventate fondamentali al fine di garantire la sicurezza sismica degli edifici e delle opere in calcestruzzo armato in generale.

*Come produttori di acciaio associati a **SISMIC**, presenti su tutti i mercati continentali ed extra-europei, conosciamo perfettamente a quali e a quanti controlli, sperimentazioni e verifiche questi acciai sono sistematicamente sottoposti (in termini quantitativi non esiste un prodotto così controllato).*

*Tuttavia **SISMIC** si è resa conto che molti addetti del settore delle costruzioni (progettisti, direttori lavori, collaudatori) e molti operatori che interagiscono nella filiera del calcestruzzo armato (commercianti, utilizzatori e committenti) spesso non conoscono le caratteristiche tecniche fondamentali e necessarie a garantire che il risultato finale sia quello definito in sede di progetto.*

Vogliamo descrivere qui di seguito i passaggi essenziali dei processi di laminazione che molto spesso determinano le caratteristiche del prodotto finale, i criteri di qualificazione e controllo, sia cogenti che volontari, a cui sono sottoposte le aziende e i prodotti e la metodologia di "identificazione", requisito che è destinato a diventare sempre più importante nell'ambito europeo.

I processi di fabbricazione di alcuni prodotti di acciaio per cemento armato 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.

I Decreti attuali non contengono specifici riferimenti ai processi di produzione, sebbene questi possano avere un effetto significativo sulle proprietà degli acciai per cemento armato.

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

Qui di seguito si descrivono i processi più comuni utilizzati oggi in Italia per la produzione degli acciai per cemento armato, che caratterizzano le proprietà meccaniche degli acciai.

FASI DEL PROCESSO 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**



PRODUZIONE ACCIAIO

La produzione degli acciai per cemento armato avviene quasi unicamente nei forni elettrici ad arco (EAF Electric Arc Furnace – Figura 3) che utilizzano normalmente il 100% di rottami ferrosi come materia prima.

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

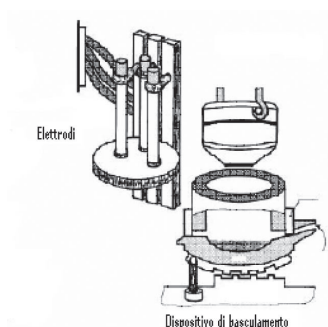


Fig. 3 - Forno elettrico ad arco (EAF), fase di caricamento del rottame.

Un forno EAF generalmente produce da 0,5 a 1 milione di tonnellate all'anno; questa potenzialità lo rende idealmente adatto per la produzione di acciai per cemento armato.

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



Fig. 4 - Spillaggio dell'acciaio nella siviera

L'elaborazione metallurgica permette di ottenere una omogeneità della composizione chimica dell'acciaio liquido mediante l'insufflaggio continuo di gas inerte, il controllo della temperatura e la verifica e il contenimento delle inclusioni non metalliche.

Normalmente un'acciaieria con forno EAF è integrata da un laminatoio specializzato nella fabbricazione di prodotti lunghi, quali le barre di acciaio per cemento armato. La maggioranza dell'acciaio per cemento armato è prodotto in aziende di questa tipologia; in particolare, quello prodotto in Europa, proviene quasi totalmente da materiale riciclato e garantisce un significativo beneficio ambientale, perché utilizza materiale come il rottame che, se non assorbito in questi processi, dovrebbe essere smaltito in discarica, con degrado dell'ambiente. Il processo di fabbricazione dell'acciaio è identificato dalla "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.



Fig. 5 - Svuotamento dei residui acciaio scoria dopo il colaggio

Durante la produzione dell'acciaio alcuni elementi quali il carbonio, il manganese e il silicio, vengono aggiunti intenzionalmente. Altri elementi residui derivanti dal processo di produzione e dal rottame utilizzato, che devono sottostare ai limiti imposti sia dalla normativa italiana che dalla norma europea EN10080 del maggio 2005 per garantirne 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 percentuali:

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

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

Questi requisiti sono di particolare rilievo per ottimizzare i successivi processi di laminazione dell'acciaio.

Alcuni esempi degli effetti dovuti agli elementi si ritrovano nella:

- laminazione a freddo, dove la presenza di alcuni elementi indurenti residui può innalzare ulteriormente la resistenza a scapito della già bassa duttilità di questi prodotti;
- saldabilità, dove un alto livello di elementi residui, può causare problemi nella saldatura;
- piegatura, dove un eccessivo livello di azoto può 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 meccaniche; per questa ragione, la sua concentrazione, come sopra indicato, viene limitata 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 in colata continua

Dopo la fusione e l'affinazione, l'acciaio viene solidificato sotto forma di billette.

Gran parte della produzione mondiale di acciaio per cemento armato utilizza, per questo processo, la tecnologia della colata continua. 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.

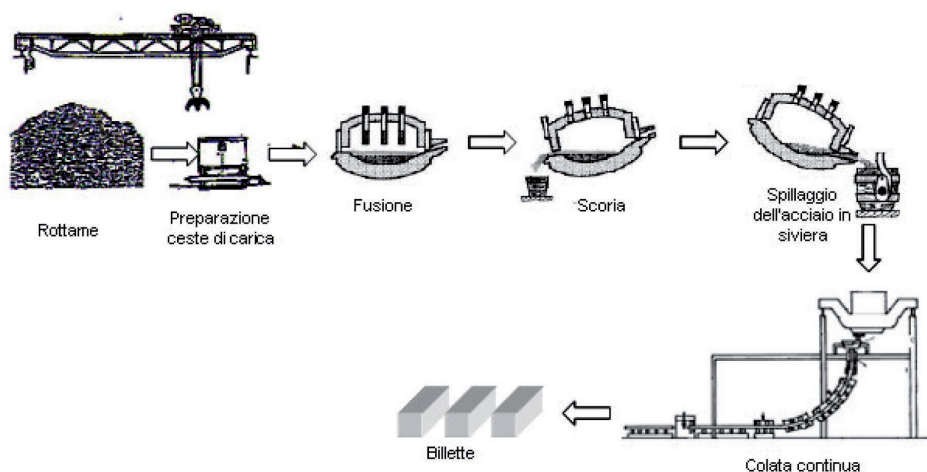


Fig. 6 – Processo di produzione delle billette da colata continua

PROCESSI DI LAMINAZIONE A CALDO

Tipologie di acciai prodotti

In relazione ai processi di laminazione delle billette e in funzione delle tipologie di prodotti finiti da fabbricare, l'acciaieria produce tipi di acciaio completamente diversi nella composizione chimica.

Laminazione a caldo con trattamento termico in linea (tempcore)

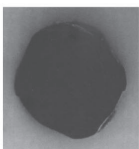
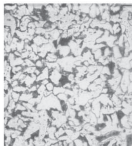
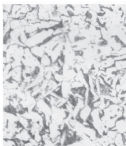
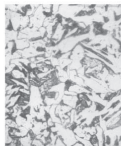
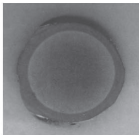
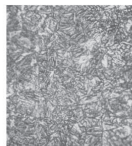
É il processo comunemente usato nella produzione di barre; si sta diffondendo anche nella produzione di rotoli. L'analisi chimica del materiale di base (billette) garantisce la saldabilità grazie al contenuto di carbonio inferiore a 0.22 % ed al contenuto di C_{eq} inferiore a 0.50%.

Le caratteristiche meccaniche dell'acciaio si ottengono mediante un trattamento termico di tempra e rinvenimento durante la laminazione.

In sintesi, la barra, già nervata dopo l'ultimo passaggio della laminazione, viene investita da getti d'acqua ad alta pressione. Il raffreddamento è di breve durata e interessa solo la superficie della barra, trasformandone la struttura metallurgica ed aumentandone la durezza, mentre il cuore rimane caldo, mantenendo la microstruttura originaria e quindi la duttilità propria dell'acciaio originale (Tabella1). Al termine del raffreddamento controllato il calore del cuore produce un effetto di rinvenimento sulla porzione intermedia della sezione riducendo lo strato temprato.

Le caratteristiche meccaniche finali del prodotto sono la somma delle caratteristiche delle tre microstrutture presenti nella barra.

I prodotti che si ottengono da questo processo sono le barre e i rotoli laminati a caldo; i rotoli vengono destinati ai centri di sagomatura, mentre le barre possono essere anche soggette ad impiego diretto.

<i>Esempio macro e micrografico su barra "tempcore"</i>	Macrografia provino Barra Ø 12 mm	Micrografia in superficie	Micrografia in zona "intermedia"	Micrografia a "cuore"
Prima del trattamento		ferrite e perlite 	ferrite e perlite 	ferrite e perlite 
Dopo il trattamento		martensite 	bainite 	ferrite e perlite 

Tab. 1 - Barra "tempcore" prima e dopo il trattamento.

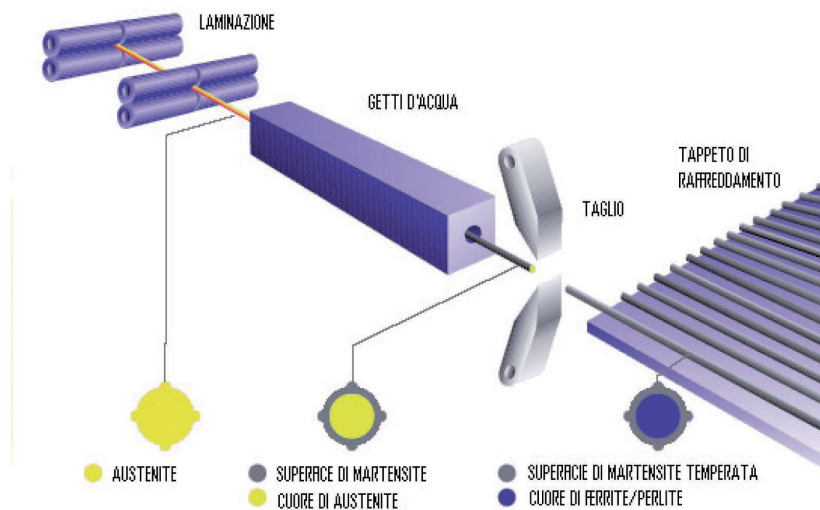


Fig. 7 - Processo "Tempcore"

Laminazione a caldo con acciaio microlegato

La presenza nella composizione chimica del prodotto di base (billette) del vanadio, in piccole percentuali (da cui il nome microlegato), conferisce all'acciaio le caratteristiche meccaniche desiderate, senza intervenire sul raffreddamento in fase di laminazione.

Questo acciaio, normalmente prodotto in rotoli, presenta grazie alla microstruttura omogenea caratteristiche di lavorabilità ottimali.

L'unica limitazione è legata al costo molto elevato del componente di lega.

Da questo processo si ottengono i rotoli laminati a caldo che sono destinati ai centri di sagomatura.

Laminazione a caldo e successiva stiratura o ribobinatura a freddo

E' un processo che si è sviluppato recentemente, soprattutto per risolvere il problema della duttilità degli acciai per reti e tralicci e per tutto il materiale destinato principalmente alla produzione di staffe. L'acciaio di base (billette) è molto simile a quello utilizzato nel processo tempcore, quindi un acciaio saldabile senza l'aggiunta di elementi microleganti.

La lavorazione comporta dapprima la laminazione a caldo delle billette in condizioni di temperatura normali per ottenere rotoli nervati.

Successivamente le bobine vengono srotolate e deformate in misura minima a freddo (nell'ordine del 3 – 5% max). La deformazione si realizza mediante il passaggio in modo controllato in una serie di rulli posti in sequenza; questo procedimento permette di ottenere le caratteristiche meccaniche desiderate mantenendo quasi inalterate le proprietà di duttilità tipiche del laminato a caldo.

Il prodotto viene poi riavvolto e può essere destinato ai centri di sagomatura o utilizzato per la produzione di reti e tralicci.

PROCESSO DI LAMINAZIONE A FREDDO O TRAFILATURA

L'acciaio di base (billette) presenta una composizione chimica con tenori di carbonio molto bassi, normalmente inferiori a 0.10 %.

La prima lavorazione consiste nella laminazione a caldo per ottenere rotoli di vergella liscia le cui caratteristiche meccaniche sono una bassa resistenza ed una elevata duttilità.

Successivamente, a freddo, la vergella liscia viene laminata con riduzioni di sezione molto elevate (nell'ordine del 20%) e contemporaneamente nervata.

L'operazione comporta un notevole incrudimento, con conseguente aumento della resistenza e riduzione rilevante della duttilità.

Il prodotto trafilato a freddo nei diametri da 5 a 10 mm viene utilizzato per la formazione di staffe e sagomati oppure assemblato per la realizzazione di reti e tralicci.

CONCLUSIONI

Nella tabella seguente sono indicati valori medi dei parametri di duttilità rappresentativi degli acciai realizzati con i diversi processi di produzione.

	Acciai SISMIC			Altri Acciai
	Tempcore	Microlegato	Ribobinato	Trafilato
Agt %	10 - 14	12 - 16	10 - 14	3

Il confronto tra acciai laminati a caldo e acciai laminati a freddo mette chiaramente in evidenza le differenze e le possibilità di impiego quando la duttilità è un requisito indispensabile, come nel caso delle costruzioni in cemento armato in zona sismica.

É da sottolineare il fatto che, nei processi di laminazione a caldo, le varie proprietà metallurgiche possono essere "pilotate" in relazione alle caratteristiche meccaniche desiderate per l'acciaio (ad esempio si può aumentare la concentrazione di vanadio); si possono quindi, sostanzialmente, ottenere prodotti con ottime caratteristiche di resistenza e duttilità.

Nella trafilatura, il grosso limite è dato dal processo a freddo, durante il quale viene in pratica annullato tutto il lavoro fatto a monte sui parametri metallurgici, anche se eccellente; questo perché si deve ridurre notevolmente il diametro della vergella liscia per trasformarla in nervata.

Ne è prova il fatto che l'acciaio della billetta di partenza di tale processo ha una duttilità molto elevata, addirittura più elevata di quello utilizzato per gli altri processi; caratteristica che tuttavia viene completamente persa durante la trafilatura. Si arriva così ad un prodotto avente una duttilità molto bassa e quindi non adeguato alle richieste delle nuove normative.

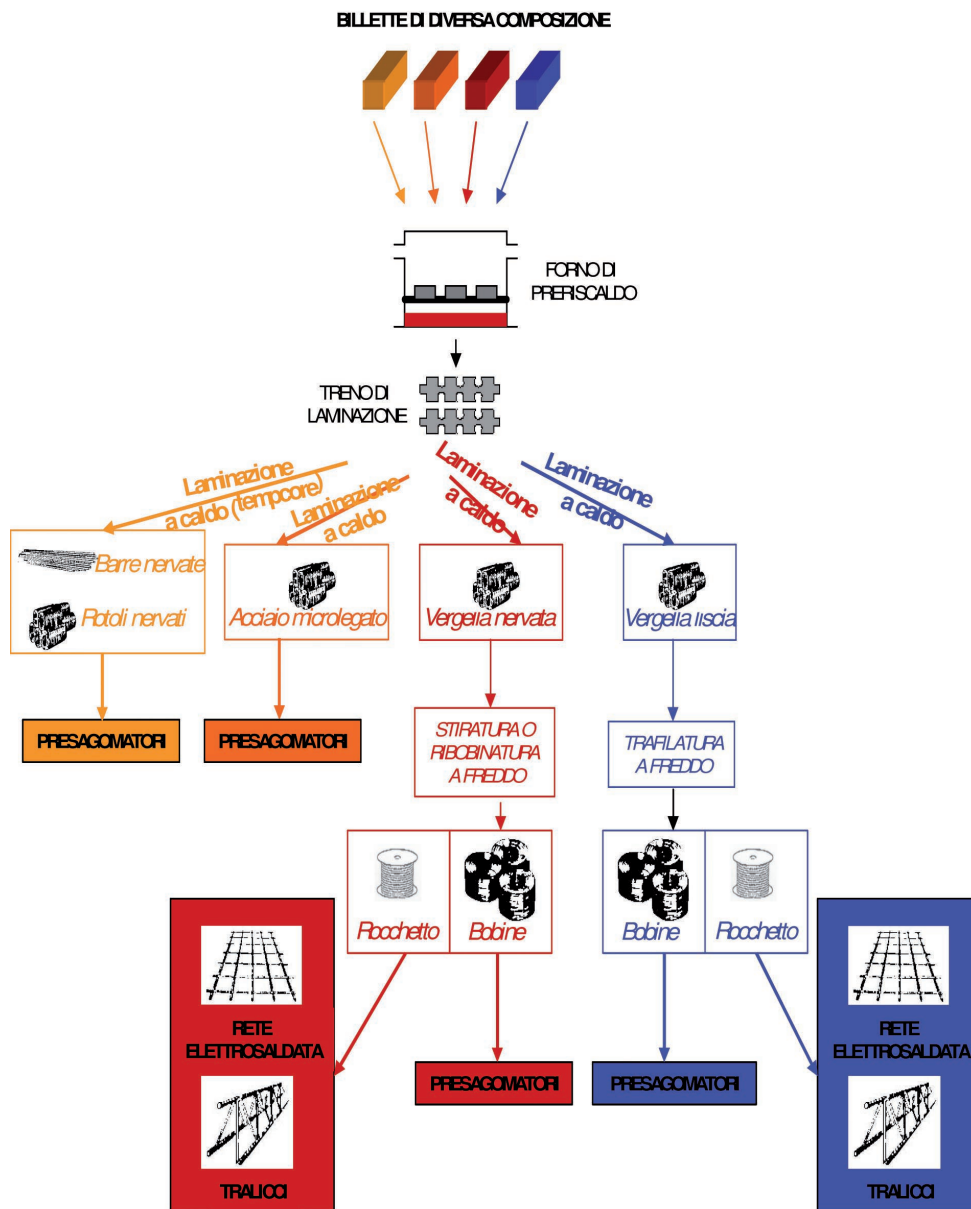


Fig. 8 – I diversi processi di laminazione delle billette

DETERMINAZIONE A_{gt} IN ACCORDO D.M. 14.01.2008

Il Decreto introduce al punto **4.1.2.1.2.3** l'utilizzo del parametro $\mathcal{E}_u$ o **A_{gt}** per la misura dell'allungamento degli acciai, in sostituzione dei parametri A_5 o A_{10} utilizzati nel vecchio D.M. 09/01/1996.

I riferimenti normativi per l'utilizzo del nuovo parametro A_{gt} sono indicati nelle stesse Norme Tecniche di cui al D.M. 14/01/2008 al punto 11.3.2.3, con rinvio alla norma UNI EN ISO 15630-1 che, al suo interno, rimanda a sua volta alla norma ISO 6892.

4.1.2.1.2.3 Diagrammi di calcolo tensione-deformazione dell'acciaio

Per il diagramma tensione-deformazione dell'acciaio è possibile adottare opportuni modelli rappresentativi del reale comportamento del materiale, modelli definiti in base al valore di calcolo $\epsilon_{ud} = 0,9\epsilon_{uk}$ ($\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k$) della deformazione uniforme ultima, al valore di calcolo della tensione di snervamento f_{yd} ed al rapporto di sovrarresistenza $k = (f_t/f_y)_k$ (Tab. 11.3.Ia-b).

In Fig. 4.1.2 sono rappresentati i modelli σ - ϵ per l'acciaio: (a) bilineare finito con incrudimento; (b) elastico-perfettamente plastico indefinito.

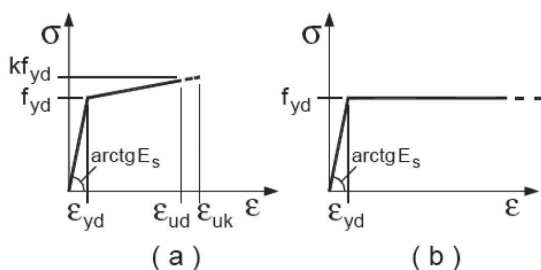


Figura 4.1.2– Modelli σ - ϵ per l'acciaio

11.3.2.3 Accertamento delle proprietà meccaniche

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche di cui alle precedenti tabelle vale quanto indicato nella norma UNI EN ISO 15630-1: 2004.

Per acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche sono determinate su provette mantenute per 60 minuti a 100 ± 10 °C e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.

In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si sostituisce f_y con $f_{(0,2)}$.

La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di 20 ± 5 °C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 60 minuti a 100 ± 10 °C e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

Vediamo quindi nei dettagli i contenuti delle prescrizioni, per conoscere le procedure per una corretta misurazione di questo importante parametro, fondamentale per la definizione del requisito complessivo della duttilità.

Il diagramma sforzo/deformazioni seguente ci mostra graficamente la collocazione di A_g e A_{gt}

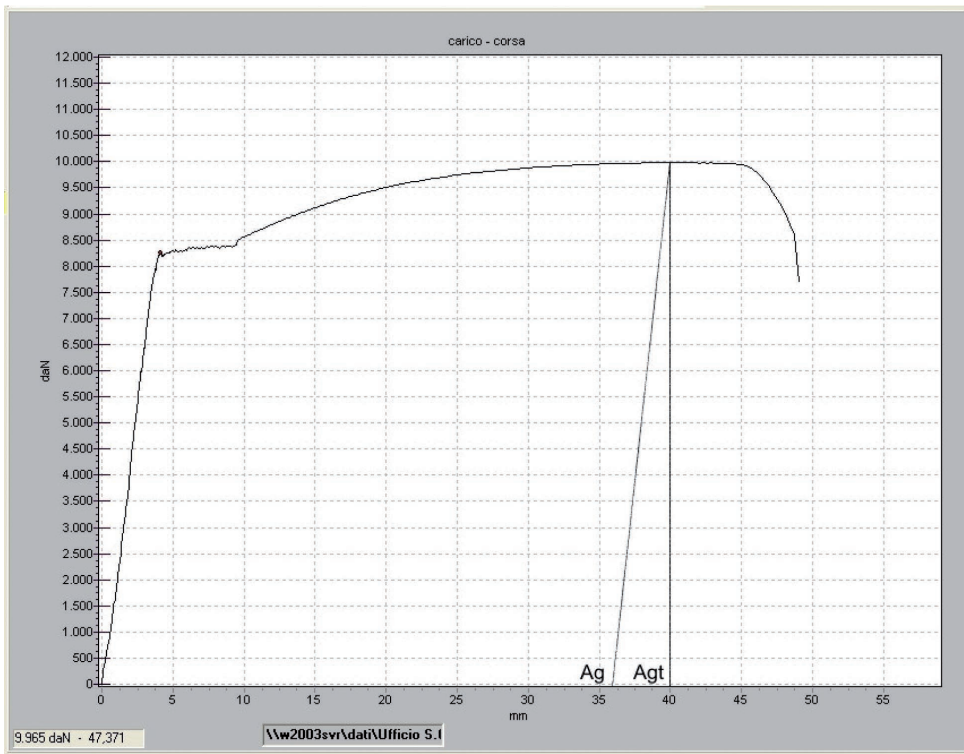


Diagramma sforzo/deformazioni

Da ISO 15630 parte 1 dell'aprile 2002

Per la determinazione di A_{gt} si deve utilizzare un estensimetro almeno di classe 2 (vedere ISO 9513).

Per la determinazione dell'allungamento percentuale totale a carico massimo (A_{gt}), l'ISO 6892 sarà applicata con le modifiche o complementi seguenti:

se A_{gt} è misurato usando un estensimetro, A_{gt} sarà registrato prima che il carico diminuisca più di 0.5 % dal relativo valore massimo;

se A_{gt} è determinato con il metodo manuale dopo la frattura, A_{gt} sarà calcolato dalla seguente formula:

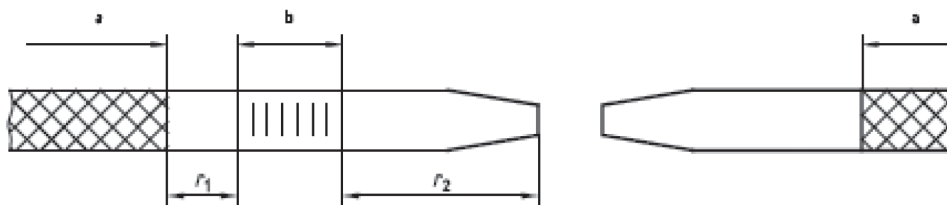
$$A_{gt} = A_g + R_m / 2000$$

dove A_g è l'allungamento percentuale non-proporzionale a carico massimo.

Con riferimento alla figura seguente, la misura di A_g sarà fatta su una lunghezza della parte calibrata di 100 mm ad una distanza, r_2 , di almeno 50 mm o $2d$ (il più grande dei due) lontano dalla frattura.

Questa misura può essere considerata come non valida se la distanza, r_1 , fra le ganasce e la lunghezza della parte calibrata è inferiore a 20 mm o d (il più grande dei due).

In caso di disputa si applicherà il metodo manuale.



a = ganasce

b = tratto di misura

Da ISO 6892-98

Ag = Allungamento percentuale non proporzionale a carico massimo.

Agt = Allungamento percentuale totale a carico massimo (alla massima forza).

Allegato H (informativo)

.... il metodo consiste nella misura, sulla parte più lunga del campione che è stato sottoposto alla prova di trazione, dell'allungamento non proporzionale a carico massimo, dal quale sarà calcolato l'allungamento percentuale totale a carico massimo.

.... la marcatura del tratto utile iniziale (L_0) deve essere eseguito con un'accuratezza di almeno ± 0.5 mm.

.... la misurazione del tratto utile finale (L_u) deve essere eseguito con un'accuratezza di almeno 0.5 mm.

Esempio

L'allungamento Ag viene determinato su un tratto utile L_0 pari a 100 mm.

Dopo la rottura del campione sul più lungo dei due spezzoni la lunghezza ultima L_u misurata sullo stesso tratto rispettando le prescrizioni suddette è stata di 109 mm.

Applicando la formula generale per l'allungamento percentuale avremo che:

$$Ag = \frac{L_u - L_0}{L_0} \times 100$$

$$Ag = \frac{109 - 100}{100} \times 100 = 9$$

$$Agt = Ag + \frac{Rm}{E}$$

Dato che $E = 200000 \text{ N/mm}^2$ (modulo di Young o modulo elastico dell'acciaio)

Avremo che per un campione avente ad esempio carico massimo o Rm di 684 N/mm^2

$$Agt = 9 + \left(\frac{684}{200000} \right) \cdot 100 = 9,3$$

CONFRONTO RAGIONATO TRA IL D.M. 14/01/2008 E IL D.M. 09/01/1996 PARTE ACCIAI PER C.A.

Lo scopo di questo paragrafo è di illustrare gli aspetti innovativi relativi agli acciai per c.a. presenti nelle norme tecniche di cui al D.M. 14/01/2008, effettuando un confronto con i contenuti del D.M. 09/01/1996.

Questo confronto è corredato da alcuni brevi commenti, al fine di rendere chiari e comprensibili i contenuti e riuscire ad illustrare al meglio le principali novità.

D.M. 14/01/2008	Confronto D.M. 09/01/1996 e commenti
11.3.1 Prescrizioni comuni a tutte le tipologie di acciaio (c.a., precompresso e acciai per strutture metalliche). Le norme tecniche per le costruzioni hanno accorpato nel paragrafo 11.3.1 del capitolo 11, le prescrizioni, comuni a tutte le tipologie di acciaio, relative alle fasi di qualificazione e di controllo di produzione in fabbrica, ai criteri di identificazione e rintracciabilità dei prodotti, alla documentazione di accompagnamento alle forniture ed ai requisiti comuni richiesti ai centri di trasformazione.	Nel D.M. '96 LE PRESCRIZIONI COMUNI ERANO SPESSO RIPETUTE NEI PARAGRAFI RELATIVI ALLE DIVERSE TIPOLOGIE DI ACCIAIO. L'IMPIANTO INTRODUTTIVO DELLE NORME TECNICHE 2008 RISULTA PIÙ OMOGENEO E COERENTE CON I PARAGRAFI SUCCESSIVI DELLE 3 DIVERSE TIPOLOGIE DI ACCIAIO.
11.3.1.1 Controlli Vengono definiti i controlli obbligatori così suddivisi: controlli in stabilimento su lotti di produzione (30 – 120 ton) Controlli nei centri di trasformazione su fornitura (max 90 ton) Controlli di accettazione in cantiere su lotti di spedizione (max 30 ton)	I CONTROLLI RISULTANO OBBLIGATORI IN STABILIMENTO E CANTIERE COME NEL D.M. '96 CON LA NOVITA' DEL CONTROLLO OBBLIGATORIO ANCHE IN TUTTI I CENTRI DI TRASFORMAZIONE.
11.3.1.2 Controlli di produzione in fabbrica e procedure di qualificazione Sinteticamente il paragrafo riporta le seguenti prescrizioni e indicazioni: <i>Tutti gli acciai oggetto delle presenti norme (c.a., c.a.p., carpenterie metalliche) devono essere prodotti con un sistema di controllo permanente della produzione.</i> <i>Il sistema di gestione della qualità del prodotto che</i>	Il D.M. '96 trattava gli aspetti relativi alla qualificazione e al controllo in stabilimento in diversi paragrafi ed in relazione alle singole tipologie di acciaio. Ad esempio per gli acciai per c.a. le modalità di controllo in stabilimento sono contenute nel paragrafo 2.2.8.2. Le sostanziali novità sono: l'applicabilità della marcatura CE e quindi delle normative europee armonizzate relativamente alla

<i>sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme UNI EN ISO 9001 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente di adeguata competenza.....</i> <i>Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del DPR n. 246/93 di recepimento della Direttiva 89/106/CE la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione indicata nelle Norme Tecniche.</i> <i>Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, devono essere comunque rispettati, laddove applicabili, i punti delle Norme Tecniche non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.</i> <i>Il STC della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici è organismo abilitato al rilascio dell'attestato di qualificazione per gli acciai.</i> Nel seguito del paragrafo è indicata la procedura di qualificazione valida per i prodotti non in regime di marcatura CE o comunque in fase di periodo transitorio (in questo caso a scelta del produttore) e la parte relativa al mantenimento e rinnovo della qualificazione stessa.	qualificazione ed al controllo. Questa applicabilità potrà essere a scelta del produttore durante il periodo transitorio e obbligatoria quando la norma armonizzata entrerà ufficialmente in vigore. nel caso di qualificazione richiesta al STC, viene capovolto il metodo, in quanto è necessaria la verifica documentale preventiva del STC con eventuale visita ispettiva, segue la comunicazione di inizio delle prove in stabilimento e successivo invio dei risultati di prova ed in caso positivo avviene il rilascio dell'attestato di qualificazione ovvero l'immissione del prodotto sul mercato. Nel D.M. 96 le procedure davano la possibilità al produttore di effettuare le prove ed in caso positivo immettere il prodotto sul mercato; a posteriori doveva essere inviata tutta la documentazione al STC che rilasciava in caso positivo un attestato di deposito della documentazione. Tale deposito di fatto non costituiva un'autorizzazione all'immissione del prodotto sul mercato; era quindi sufficiente disporre del certificato rilasciato dal Laboratorio Ufficiale per commercializzare i prodotti.
11.3.1.4 Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati <i>“Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marcatura indelebile depositata presso il STC.</i> <i>La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile”.</i>	Il D.M. 96 indica che tutti i prodotti debbano essere marcati e che tale marcatura riconduca allo stabilimento di produzione, al tipo di acciaio ed alla saldabilità e debba essere depositata presso il STC. La novità sulla marcatura riportata sulle Norme Tecniche riguarda l'esclusione dall'impiego, quindi il rifiuto dei prodotti, nei casi indicati in cui la marcatura non sia conforme.
11.3.1.5 Forniture e documentazione di accompagnamento <i>“Le forniture devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del STC</i> <i>Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto.</i> <i>Il Direttore Lavori prima della messa in opera, è tenuto a verificare ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi”.</i>	Nel D.M. 96 tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dal certificato rilasciato dal Laboratorio Ufficiale riferito all'armatura consegnata, la cui data non può essere anteriore a 3 mesi rispetto alla data di consegna. L'importante novità introdotta nelle Norme Tecniche è quindi la consegna da parte dei produttori dell'attestato di qualificazione rilasciato dal STC OVVERO IL RIFERIMENTO SUL DOCUMENTO DI CONSEGNA; scompare tra i documenti di consegna il certificato del Laboratorio Ufficiale.

11.3.1.6 Prove di qualificazione e verifiche periodiche della qualità <i>“I laboratori incaricati devono operare secondo uno specifico piano della qualità approvato dal STC ed i certificati di prova dovranno essere uniformati ad un modello standard elaborato dal STC. Le prove possono essere effettuate dai tecnici del Laboratorio incaricato, presso lo stabilimento del produttore qualora le attrezzature utilizzate sono tarate ed idonee”.</i>	La novità rispetto al D.M. 96 riguarda la possibilità anche per i Laboratori autorizzati di effettuare le prove di qualificazione e di verifica periodica (art. 59 del DPR n. 380/2001), possibilità riservata finora solo ai laboratori ufficiali (Università).																										
11.3.2 Acciaio per cemento armato <i>“E’ ammesso unicamente l’impiego di acciai saldabili”.</i>	Rispetto al D.M. 96 viene escluso l’impiego di acciai non saldabili.																										
11.3.2.1 Acciaio per c.a. B450C <table border="1" data-bbox="376 824 639 877"> <tr> <td>$f_{y\ nom}$</td><td>450 N/mm²</td></tr> <tr> <td>$f_{t\ nom}$</td><td>540 N/mm²</td></tr> </table> <table border="1" data-bbox="229 902 694 1220"> <thead> <tr> <th colspan="2">CARATTERISTICHE</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}</td><td>$\geq f_{y\ nom}$ (N/mm²)</td></tr> <tr> <td>Tensione caratteristica di rottura f_{tk}</td><td>$\geq f_{t\ nom}$ (N/mm²)</td></tr> <tr> <td>$(f_t/f_y)_k$</td><td>$\geq 1,15$ $\leq 1,35$</td></tr> <tr> <td>$(f_t/f_{y\ nom})_k$</td><td>$\leq 1,25$</td></tr> <tr> <td>Allungamento $(A_{gt})_k$</td><td>$\geq 7,5\%$</td></tr> <tr> <td>Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:</td><td></td></tr> <tr> <td>$\Phi < 12\ mm$</td><td>4Φ</td></tr> <tr> <td>$12 \leq \Phi \leq 16\ mm$</td><td>5Φ</td></tr> <tr> <td>per $16 < \Phi \leq 25\ mm$</td><td>8Φ</td></tr> <tr> <td>per $25 < \Phi \leq 50\ mm$</td><td>10Φ</td></tr> </tbody> </table>	$f_{y\ nom}$	450 N/mm ²	$f_{t\ nom}$	540 N/mm ²	CARATTERISTICHE		Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\ nom}$ (N/mm ²)	Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\ nom}$ (N/mm ²)	$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$ $\leq 1,35$	$(f_t/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,25$	Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$	Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		$\Phi < 12\ mm$	4 Φ	$12 \leq \Phi \leq 16\ mm$	5 Φ	per $16 < \Phi \leq 25\ mm$	8 Φ	per $25 < \Phi \leq 50\ mm$	10 Φ	Sulle tipologie di acciaio per c.a. ci sono le differenze più marcate ed importanti rispetto al D.M. 96. Saranno disponibili solo due classi di acciaio indipendenti dalla tipologia di prodotto: B450C e B450A caratterizzati dalla stessa tensione nominale di snervamento e rottura. Vengono introdotti per entrambe le nuove classi i limiti dei rapporti espressi come valori Caratteristici: f_t/f_y e $f_y/f_{y\ nom}$ Inoltre viene abolito l’allungamento misurato su 5 e 10 diametri (A5 e A10) e viene introdotta la misura dell’allungamento su carico massimo (A_{gt}) espressa come limite caratteristico. Risulteranno soppressi quindi gli acciai: FeB22K – FeB32K – FeB38K – FeB44K
$f_{y\ nom}$	450 N/mm ²																										
$f_{t\ nom}$	540 N/mm ²																										
CARATTERISTICHE																											
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\ nom}$ (N/mm ²)																										
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\ nom}$ (N/mm ²)																										
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$ $\leq 1,35$																										
$(f_t/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,25$																										
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$																										
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:																											
$\Phi < 12\ mm$	4 Φ																										
$12 \leq \Phi \leq 16\ mm$	5 Φ																										
per $16 < \Phi \leq 25\ mm$	8 Φ																										
per $25 < \Phi \leq 50\ mm$	10 Φ																										
<table border="1" data-bbox="229 1321 694 1599"> <tr> <td>$f_{y\ nom}$</td><td>450 N/mm²</td></tr> <tr> <td>$f_{t\ nom}$</td><td>540 N/mm²</td></tr> <tr> <td colspan="2">CARATTERISTICHE</td></tr> <tr> <td>Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}</td><td>$\geq f_{y\ nom}$ (N/mm²)</td></tr> <tr> <td>Tensione caratteristica di rottura f_{tk}</td><td>$\geq f_{t\ nom}$ (N/mm²)</td></tr> <tr> <td>$(f_t/f_y)_k$</td><td>$\geq 1,05$ $\leq 1,25$</td></tr> <tr> <td>$(f_t/f_{y\ nom})_k$</td><td>$\geq 2,5\%$</td></tr> <tr> <td>Allungamento $(A_{gt})_k$</td><td></td></tr> <tr> <td>Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:</td><td></td></tr> <tr> <td>$\Phi \leq 12\ mm$</td><td>4Φ</td></tr> </table>	$f_{y\ nom}$	450 N/mm ²	$f_{t\ nom}$	540 N/mm ²	CARATTERISTICHE		Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\ nom}$ (N/mm ²)	Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\ nom}$ (N/mm ²)	$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$ $\leq 1,25$	$(f_t/f_{y\ nom})_k$	$\geq 2,5\%$	Allungamento $(A_{gt})_k$		Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		$\Phi \leq 12\ mm$	4 Φ							
$f_{y\ nom}$	450 N/mm ²																										
$f_{t\ nom}$	540 N/mm ²																										
CARATTERISTICHE																											
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\ nom}$ (N/mm ²)																										
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\ nom}$ (N/mm ²)																										
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$ $\leq 1,25$																										
$(f_t/f_{y\ nom})_k$	$\geq 2,5\%$																										
Allungamento $(A_{gt})_k$																											
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:																											
$\Phi \leq 12\ mm$	4 Φ																										

11.3.2.3 Accertamento delle proprietà meccaniche <i>“Per l’accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato nelle UNI EN ISO 15630 – 1:2004.</i> <i>Per acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche sono determinate su provette mantenute per 60 minuti a $100 \pm 10^{\circ}\text{C}$”.</i>	Nelle norme tecniche vengono richiamate le norme della serie 15630 che stabiliscono le modalità di prova sugli acciai per c.a. Cambiano i parametri per l’invecchiamento artificiale: da 250°C per mezz’ora si passa a 100°C per un’ora. Per quanto riguarda in particolare gli acciai B450A la novità oltre a quelle appena indicate rispetto al D.M. 96 riguarda l’obbligo dell’invecchiamento artificiale sulle prove meccaniche di reti e tralicci.
11.3.2.4 Caratteristiche dimensionali e di impiego <i>“Tutti gli acciai per c.a. devono essere ad aderenza migliorata”.</i> <i>Gli acciai B450C in barre di diametro compreso tra 6 e 40 mm.</i> <i>Gli acciai B450C in rotolo di diametro compreso tra 6 e 16 mm.</i> <i>Gli acciai B450C in rete e traliccio di diametro compreso tra 6 e 16 mm.</i> <i>Gli acciai B450A in rotolo di diametro compreso tra 5 e 10 mm.</i> <i>Gli acciai B450A in rete e traliccio di diametro compreso tra 5 e 10 mm.</i> 11.3.2.5 Reti e tralicci elettrosaldati <i>“Le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450C devono avere diametro compreso tra 6 e 16 mm.</i> <i>Le reti ed i tralicci costruiti con acciaio B450A devono avere diametro compreso tra 5 e 10 mm.</i> <i>Ogni pannello o traliccio devono essere inoltre dotati di apposita marcatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.</i> <i>Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento la marcatura del prodotto finito può coincidere con la marcatura dell’elemento base”.</i>	Viene abolito l’acciaio per c.a. liscio. Le caratteristiche dimensionali e di impiego sono ben specificate in relazione alle due classi di duttilità. Classe B450C da 6 a 40 mm Classe B450A da 5 a 10 mm Scompaiono le autorizzazioni all’impiego previste per le barre di $\varnothing > 26\text{ mm}$ e per i rotoli di $\varnothing > 14\text{ mm}$ previste dal D.M. 96. Rispetto al D.M. 96 vengono specificati i criteri di marchiatura per le reti ed i tralicci che in ogni caso devono permettere l’identificazione del produttore o attraverso il marchio di laminazione dei fili componenti oppure mediante etichette o sigilli indelebili.

11.3.2.6 Centri di trasformazione

Si definisce Centro di trasformazione un impianto esterno al produttore e/o al cantiere fisso/mobile che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in c.a.: elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati ecc) o preassemblati (gabbie di armatura) pronti per la messa in opera.

Il Centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista (attestato di qualificazione).

Devono essere predisposte specifiche procedure per la rintracciabilità dei prodotti.

Il trasformatore deve dotarsi di un sistema di controllo della lavorazione.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere certificato da parte di un organismo terzo indipendente.

E' fatto obbligo nominare un Direttore Tecnico dello stabilimento.

I centri di trasformazione sono tenuti a dichiarare al STC la loro attività.

Nelle norme tecniche vengono introdotte molte novità che riguardano i centri di trasformazione per i quali è prevista una specifica procedura di attestazione dell'attività a fronte di documentazione che deve essere depositata presso il STC.

Nei paragrafi specifici delle tipologie di acciaio sono definite le modalità di controllo obbligatorie alle quali i centri si devono attenere.

11.3.2.7 Saldabilità

La composizione chimica deve soddisfare le limitazioni riportate in tabella.

Massimo contenuto di elementi chimici in %			
		Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,013	0,012
Carbonio equivalente	C _{eq}	0,52	0,50

La saldabilità è un requisito obbligatorio e viene definito con delle limitazioni di alcuni elementi chimici.

Rispetto al D.M. 96 le limitazioni non sono cambiate con la sola aggiunta del tenore massimo di rame.

11.3.2.8 Tolleranze dimensionali

“La deviazione ammissibile per la massa nominale deve essere come riportato in tabella”.

Diametro nominale (mm)	5 a ≤ 8	> 8 ≤ 40
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	± 6	± 4,5

Sono state introdotte delle nuove tolleranze dimensionali ammesse per l'impiego, determinate su due classi di diametro e quindi indipendenti dalla tipologia di prodotto.

Nel D.M. 96 le tolleranze della massa nominale erano invece distinte per ogni prodotto (barre rotoli e reti tralicci).

11.3.2.9 Altri tipi di acciai Acciai inossidabili <i>E' ammesso l'impiego di acciai inossidabili purché le caratteristiche meccaniche siano conformi alle prescrizioni relative ai precedenti acciai, sostituendo ft con f7%.</i> <i>La saldabilità di tali acciai va documentata attraverso prove certificate da un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.</i> Acciai zincati <i>E' ammesso l'uso di acciai zincati purché le caratteristiche fisiche, meccaniche e tecnologiche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai normali.</i> <i>La qualificazione e di conseguenza la relativa verifica delle caratteristiche sopra indicate deve essere effettuata sul prodotto finito, dopo il procedimento di zincatura.</i> <i>La marcatura deve consentire l'identificazione sia del produttore dell'elemento base che dello stabilimento di zincatura</i>	Vengono normati in modo chiaro gli acciai inossidabili e zincati ognuno dei quali con le proprie peculiarità. Per gli acciai zincati è d'obbligo la marcatura oltre che dell'elemento base anche quella dello stabilimento di zincatura.
11.3.2.10.3 Controlli nei centri di trasformazione I centri di trasformazione acciai da c.a. sono obbligati a far eseguire presso i laboratori autorizzati delle prove sui materiali, barre e rotoli dopo la lavorazione. Questi controlli riguardano sia le caratteristiche meccaniche sia quelle geometriche (aderenza). I risultati delle prove devono essere registrati e messi a disposizione di quanti ne abbiano titolo (enti di controllo e D.L.).	Questi controlli come detto rappresentano una novità assoluta.
11.3.2.10.4 Controlli di accettazione in cantiere I controlli in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e comunque prima della messa in opera, riguardano 3 spezzoni di uno stesso diametro scelto entro ogni lotto di spedizione (max 30 ton) sempre che risulti la provenienza da uno stesso stabilimento. Per la valutazione dei risultati si deve far riferimento ai valori minimi e massimi riportati nella tabella 11.3.VI - valori di accettazione. In caso di risultato non conforme si deve procedere ad un campionamento maggiore (10 spezzoni) applicando un criterio di valutazione sia del valore medio sia dei singoli risultati. Viene data la possibilità alla D.L. di effettuare o far effettuare i prelievi al Direttore Tecnico del centro di trasformazione qualora il materiale provenga da un centro che possiede i requisiti precedentemente elencati.	Il confronto con il D.M. 96 evidenzia soprattutto un criterio di valutazione dei risultati più coerente ed anche la necessità di effettuare il controllo in tempo utile per evitare l'utilizzo di materiale non conforme. L'altra novità riguarda la possibilità di instaurare un rapporto di collaborazione tra D.L. e centro di trasformazione per quanto concerne il prelievo dei campioni sostitutivi dei controlli in cantiere.



IMPRESE ASSOCIATE **SISMIC** QUALIFICAZIONE IN CONFORMITÀ AL D.M. 14/01/2008

Nel mese di dicembre 2008 sono stati rilasciati i nuovi attestati di qualificazione per l'acciaio **B450C laminato a caldo**.

Le imprese associate **SISMIC** sono state le prime in Italia ad ottemperare alle disposizioni previste per la qualificazione, di conseguenza tutti i loro prodotti oggi risultano qualificati. **SISMIC** è quindi in grado di proporre al mercato un acciaio per cemento armato laminato a caldo ad alta duttilità, il B450C, per tutte le tipologie di prodotto, barre, rotoli, reti e tralicci ai sensi del D.M. 14/01/2008 e con le caratteristiche prescritte sia dalla EC2 che dalla EC8.



AZIENDE **SISMIC** : GLI ATTESTATI DI QUALIFICAZIONE IN ACCORDO AL D.M.14.01.2008

I documenti riportati nelle pagine seguenti sono un fac-simile degli attestati di qualificazione rilasciati dal Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti alle aziende associate **SISMIC**.

Nella descrizione dei prodotti c'è anche il riferimento ai processi di produzione precedentemente descritti.



ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE

00 /08-CA

In conformità al D.M. 14.01.2008 "Norme tecniche per le costruzioni", si attesta che il prodotto da costruzione:

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO LAMINATO A CALDO

*B450C, impiegabile anche come FeB44k,
saldabile in barre laminate a caldo nei diam.
processo di laminazione tempore*

Marchio di laminazione



ovvero, con diversa disposizione delle nervature



prodotto da:

nello stabilimento di:

è stato sottoposto da parte del Produttore alle prove di qualificazione del prodotto effettuate a cura del Laboratorio Ufficiale e il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ha effettuato l'ispezione iniziale dello stabilimento e del controllo di produzione in fabbrica.

Il presente certificato attesta che tutte le disposizioni riguardanti la procedura di qualificazione definita nella norma

D.M. 14.01.2008: "Norme tecniche per le costruzioni"

sono state applicate.

Il presente certificato è stato emesso per la prima volta in data 04.12.2008 ed ha validità 5 anni o sino a che le condizioni di produzione in fabbrica o il controllo di produzione in fabbrica non subiscano modifiche significative.

Roma, 04.12.2008

IL DIRIGENTE DEL
SERVIZIO TECNICO CENTRALE

Dott. Ing. Antonio Lucchese

ORGANISMO DI CERTIFICAZIONE ED ISPEZIONE SUI PRODOTTI DA COSTRUZIONE AI SENSI DELL'ART.8 DEL D.P.R. 246/93 (NOTIFICA COMMISSIONE EUROPEA N. 0969)

ORGANISMO DI BENESTARE TECNICO EUROPEO (MEMBRO EOTA) AI SENSI DELL'ART.5 DEL D.P.R. N.246/93.

ORGANISMO DI BENESTARE TECNICO NAZIONALE AI SENSI DEL D.M. 14.01.2008

VIA Nomentana 2 - 00161 ROMA
TEL. 06.4412.4101, FAX 06.4426.7383
stc@infrastrutture.gov.it
www.csfp.it

Fig. 9 - Attestato di Qualificazione di barre laminate a caldo con processo tempore



ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE

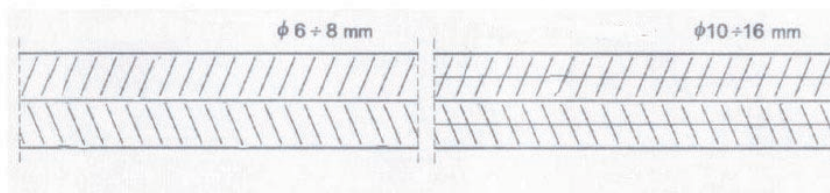
00 /08-CA

In conformità al D.M. 14.01.2008 "Norme tecniche per le costruzioni", si attesta che il prodotto da costruzione:

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO LAMINATO A CALDO

B450C, impiegabile anche come **FeB44k**,
saldabile in rotoli laminati a caldo nei diam. 6-16,
processo al calore di laminazione

Marchio di laminazione



prodotto da:

nello stabilimento di:

è stato sottoposto da parte del Produttore alle prove di qualificazione del prodotto effettuate a cura del Laboratorio Ufficiale e il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ha effettuato l'ispezione iniziale dello stabilimento e del controllo di produzione in fabbrica.

Il presente certificato attesta che tutte le disposizioni riguardanti la procedura di qualificazione definita nella norma

D.M. 14.01.2008: "Norme tecniche per le costruzioni"

sono state applicate.

Il presente certificato è stato emesso per la prima volta in data 04.12.2008 ed ha validità 5 anni o sino a che le condizioni di produzione in fabbrica o il controllo di produzione in fabbrica non subiscano modifiche significative.

Roma, 04.12.2008

IL DIRIGENTE DEL
SERVIZIO TECNICO CENTRALE

Dott. Ing. Antonio Lucchese

ORGANISMO DI CERTIFICAZIONE ED ISPEZIONE SUI PRODOTTI DA COSTRUZIONE AI SENSI DELL'ART.8 DEL D.P.R. 246/93 (NOTIFICA COMMISSIONE EUROPEA N. 0969)

ORGANISMO DI BENESTARE TECNICO EUROPEO (MEMBRO EOTA) AI SENSI DELL'ART.5 DEL D.P.R. N.246/93.

ORGANISMO DI BENESTARE TECNICO NAZIONALE AI SENSI DEL D.M. 14.01.2008

VIA Nomentana 2 - 00161 ROMA
TEL. 06.4412.4101, FAX 06.4426.7383
stc@infrastrutture.gov.it
www.cslp.it

Fig. 11 - Attestato di Qualificazione di **rotolo laminato a caldo microlegato nei diametri 6-16 mm**



Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale

ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE

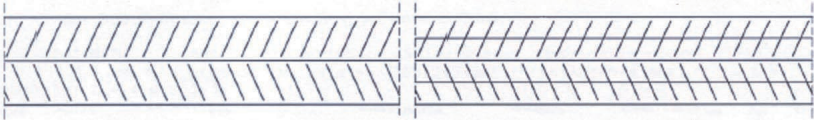
0 /08-CA

In conformità al D.M. 14.01.2008 "Norme tecniche per le costruzioni", si attesta che il prodotto da costruzione:

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO LAMINATO A CALDO

B450C, impiegabile anche come FeB44k,
saldabile in rotoli laminati a caldo nei diam. 6-12, ribobinatura a freddo

Marchio di laminazione



prodotto da:

nello stabilimento di:

è stato sottoposto da parte del Produttore alle prove di qualificazione del prodotto effettuate a cura del Laboratorio Ufficiale e il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ha effettuato l'ispezione iniziale dello stabilimento e del controllo di produzione in fabbrica.

Il presente certificato attesta che tutte le disposizioni riguardanti la procedura di qualificazione definita nella norma

D.M. 14.01.2008: "Norme tecniche per le costruzioni"

sono state applicate.

Il presente certificato è stato emesso per la prima volta in data **04.12.2008** ed ha validità 5 anni o sino a che le condizioni di produzione in fabbrica o il controllo di produzione in fabbrica non subiscano modifiche significative.

Roma, 04.12.2008

IL DIRIGENTE DEL
SERVIZIO TECNICO CENTRALE
Dott Ing. Antonio Lucchese

ORGANISMO DI CERTIFICAZIONE ED ISPEZIONE SUI PRODOTTI DA COSTRUZIONE AI SENSI DELL'ART.8 DEL D.P.R. 246/93 (NOTIFICA COMMISSIONE EUROPEA N. 0969)

ORGANISMO DI BENESTARE TECNICO EUROPEO (MEMBRO EOTA) AI SENSI DELL'ART.5 DEL D.P.R. N.246/93.

ORGANISMO DI BENESTARE TECNICO NAZIONALE AI SENSI DEL D.M. 14.01.2008

VIA Nomentana 2 - 00161 ROMA
TEL. 06.4412.4101, FAX 06.4426.7383
stc@infrastrutture.gov.it
www.cslp.it

Fig. 12 - Attestato di Qualificazione di rotolo laminato a caldo ribobinato a freddo nei diametri 6-12 mm



Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Servizio Tecnico Centrale

ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE

0 /08-CA

In conformità al D.M. 14.01.2008 "Norme tecniche per le costruzioni", si attesta che il prodotto da costruzione:

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO LAMINATO A CALDO

*Rete elettrosaldata prodotta con filo nervato di acciaio **B450C**,
impiegabile anche come **FeB44k**, saldabile,
laminato a caldo, nei diam. 6-12*

Marchio di laminazione

prodotto da:

nello stabilimento di:

è stato sottoposto da parte del Produttore alle prove di qualificazione del prodotto effettuate a cura del Laboratorio Ufficiale e il **Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici** ha effettuato l'ispezione iniziale dello stabilimento e del controllo di produzione in fabbrica.

Il presente certificato attesta che tutte le disposizioni riguardanti la procedura di qualificazione definita nella norma

D.M. 14.01.2008: "Norme tecniche per le costruzioni"

sono state applicate.

Il presente certificato è stato emesso per la prima volta in data **04.12.2008** ed ha validità 5 anni o sino a che le condizioni di produzione in fabbrica o il controllo di produzione in fabbrica non subiscano modifiche significative.

Roma, 04.12.2008

IL DIRIGENTE DEL
SERVIZIO TECNICO CENTRALE
Dott. Ing. Antonio Lucchese

ORGANISMO DI CERTIFICAZIONE ED ISPEZIONE SUI PRODOTTI DA COSTRUZIONE AI SENSI DELL'ART.8 DEL D.P.R. 246/93 (NOTIFICA COMMISSIONE EUROPEA N. 0969)

ORGANISMO DI BENESTARE TECNICO EUROPEO (MEMBRO EOTA) AI SENSI DELL'ART.5 DEL D.P.R. N.246/93.

ORGANISMO DI BENESTARE TECNICO NAZIONALE AI SENSI DEL D.M. 14.01.2008

VIA Nomentana 2 – 00161 ROMA
TEL. 06.4412.4101, FAX 06.4426.7383
stc@infrastrutture.gov.it
www.cslp.it

Fig. 13 - Attestato di Qualificazione di rete elettrosaldata da filo laminato a caldo qualificato (diametri 6-12 mm)



Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Servizio Tecnico Centrale

ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE

/08-CA

In conformità al D.M. 14.01.2008 "Norme tecniche per le costruzioni", si attesta che il prodotto da costruzione:

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO LAMINATO A CALDO

*Rete elettrosaldata prodotta con fili provenienti da rotoli di acciaio **B450C** qualificati, impiegabile anche come **FeB44k**, saldabile, nei diametri da 6 a 12 mm.*

Cartellino identificativo:

prodotto da:

nello stabilimento di:

è stato sottoposto da parte del Produttore alle prove di qualificazione del prodotto effettuate a cura del Laboratorio Ufficiale e
 , il **Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici** ha effettuato l'ispezione iniziale dello stabilimento e del controllo di produzione in fabbrica.

Il presente certificato attesta che tutte le disposizioni riguardanti la procedura di qualificazione definita nella norma

D.M. 14.01.2008: "Norme tecniche per le costruzioni"

sono state applicate.

Il presente certificato è stato emesso per la prima volta in data **04.12.2008** ed ha validità 5 anni o sino a che le condizioni di produzione in fabbrica o il controllo di produzione in fabbrica non subiscano modifiche significative.

Roma,

IL DIRIGENTE DEL
 SERVIZIO TECNICO CENTRALE
Dott. Ing. Antonio Lucchese

ORGANISMO DI CERTIFICAZIONE ED ISPEZIONE SUI PRODOTTI DA COSTRUZIONE AI SENSI DELL'ART.8 DEL D.P.R. 246/93 (NOTIFICA COMMISSIONE EUROPEA N.0969)

ORGANISMO DI BENESTARE TECNICO EUROPEO (MEMBRO EOTA) AI SENSI DELL'ART.5 DEL D.P.R. N.246/93.

ORGANISMO DI BENESTARE TECNICO NAZIONALE AI SENSI DEL D.M. 14.01.2008

Via Nomentana 2 – 00161 ROMA
 TEL. 06.4412.4101, FAX 06.4426.7383
stc@infrastrutturetrasporti.it
www.infrastrutturetrasporti.it/consup.it

Fig. 14 – Attestato di Qualificazione di rete elettrosaldata da filo semilavorato laminato a caldo qualificato (d. 6-12 mm)

SULLA “SALDABILITÀ” DEGLI ACCIAI PER C.A.



La lavorazione delle armature di acciaio per c.a. ha subito negli ultimi tempi una notevole evoluzione. La continua necessità di contenere i costi di manodopera, di ridurre i tempi di esecuzione e di diminuire gli sfridi di acciaio, ha portato con più frequenza ad utilizzare la “saldatura”, nei suoi vari metodi e secondo le necessità pratiche di cantiere, come mezzo sempre più generalizzato per la realizzazione e la connessione delle armature per cemento armato.

Questa tendenza si sta particolarmente sviluppando nei “centri di trasformazione” e di “presagomatura” delle barre in acciaio per c.a., luoghi dove si è ulteriormente evidenziata l'esigenza di una maggiore economicità di tutto il ciclo produttivo.

Giova a questo proposito chiarire brevemente alcuni punti fondamentali riguardanti sia la **SALDABILITA'** di un acciaio - ovvero la sua attitudine alla saldatura – sia i vari **METODI** di saldatura per realizzarla (saldatura a resistenza, saldatura a scintillio, saldatura a pressione, saldatura ad arco elettrico con riporto di materiale, saldatura con filo continuo sotto gas inerte e altri).

Infatti, se da un punto di vista puramente formale tutti gli acciai possono essere sottoposti a saldatura, il loro comportamento risulta tuttavia assai diverso da tipo a tipo e l'affidabilità della saldatura, secondo i vari metodi per i vari tipi di acciaio, assume connotati differenti.

Si deve ritenere, dunque, che lo stato fisico-metallurgico ed il comportamento finale di un acciaio, nella zona sottoposta a saldatura, dipende non solo dal tipo di materiale (composizione chimica), ma anche dalle condizioni di preparazione della zona da saldare e dalla perfetta ed esatta esecuzione dell'intervento di saldatura sull'acciaio dell'elemento

costruttivo. In particolare è sconsigliata la “saldatura ad arco elettrico con riporto di materiale” su giunzioni di barre **per c.a. normale ad alto limite di snervamento**, salvo verifica caso per caso con prove preliminari dirette sul materiale stesso, seguendo modalità ben precise. Tuttavia, secondo alcune vecchie norme (DIN, Euronorm, ecc.), si ritiene che per un acciaio per cemento armato con $C \leq 0,40\%$ e $Si \leq 0,55\%$ possa essere garantita solo la saldabilità a scintillio testa a testa.

La **completa idoneità** dell'acciaio alla saldatura potrà invece **essere garantita** allorquando siano soddisfatte alcune caratteristiche essenziali, prima fra tutte una adeguata composizione chimica.

Nel contesto attuale, con il procedere delle necessità di sicurezza e per una maggior affidabilità di confezionatura delle armature per c.a. nei centri di presagomatura e di trasformazione di tali prodotti, nelle più importanti e recenti norme nazionali ed estere, in generale, viene definita, per tutti i normali acciai per c.a., **la condizione di completa idoneità alla saldatura**.

Le caratteristiche chimiche dovranno quindi adeguarsi a tale idoneità, garantendo tuttavia nel contempo le relative caratteristiche meccaniche e tecniche richieste dalle rispettive norme.

Fondamentale in ogni caso è il rispetto dei limiti massimi del valore dell'elemento “**Carbonio**” (C) e del valore convenzionale del “**Carbonio Equivalente**” ($C_{eq.}$); il valore di quest'ultimo viene ricavato da una semplice disequaglianza i cui limiti possono di poco variare secondo la normativa a cui si riferiscono.

Per gli acciai “sicuramente saldabili” vengono qui sotto elencate (Tabella -1-) alcune di queste disequaglianze, indicandone la norma da cui derivano; viene inoltre riportata la tabella del nuovo D.L. 1086, nella quale è indicato il “massimo contenuto” di elementi chimici in % tollerato per gli acciai “saldabili” (Tabella -2-).

Tabella -1-

EN 10080-2005	B450C $C \leq 24\%$	$C_{eq.} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + V + Mo}{5} + \frac{Cu + Ni}{15} \leq 0,52\%$
BS 4449-1997- Inghilterra	Gr. 250 $C \leq 25\%$	$C_{eq.} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + V + Mo}{5} + \frac{Cu + Ni}{15} \leq 0,42\%$
	Gr. 460 $C \leq 25\%$	$C_{eq.} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + V + Mo}{5} + \frac{Cu + Ni}{15} \leq 0,51\%$
NF-A35-016-1996- Francia	Su prodotto Fe E500 $C \leq 25\%$ $Si \leq 55\%$	$C_{eq.} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + V + Mo}{5} + \frac{Cu + Ni}{15} \leq 0,52\%$
SFS 1215-Finlandia	Su prodotto A 500 Hw $C \leq 22\%$ $Si \leq 60\%$	$C_{eq.} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + V + Mo}{5} + \frac{Cu + Ni}{15} \leq 0,50\%$
D.M. Legge 1086- Italia	Su prodotto $C \leq 24\%$ $Si \leq 65\%$	$C_{eq.} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + V + Mo}{5} + \frac{Cu + Ni}{15} \leq 0,52\%$

Tabella -2-

Massimo contenuto di elementi chimici in %			
		Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,013	0,012
Carbonio equivalente	$C_{eq.}$	0,52	0,50

OSSERVAZIONI

Attualmente, come più sopra accennato, pressoché tutti gli acciai per c.a., forniti in conformità alle più importanti norme nazionali ed essere cogenti, sono del tipo "SALDABILE", ovvero con la garanzia di idoneità generale alla saldatura.

La metodologia produttiva di tali acciai avviene mediante due procedimenti:

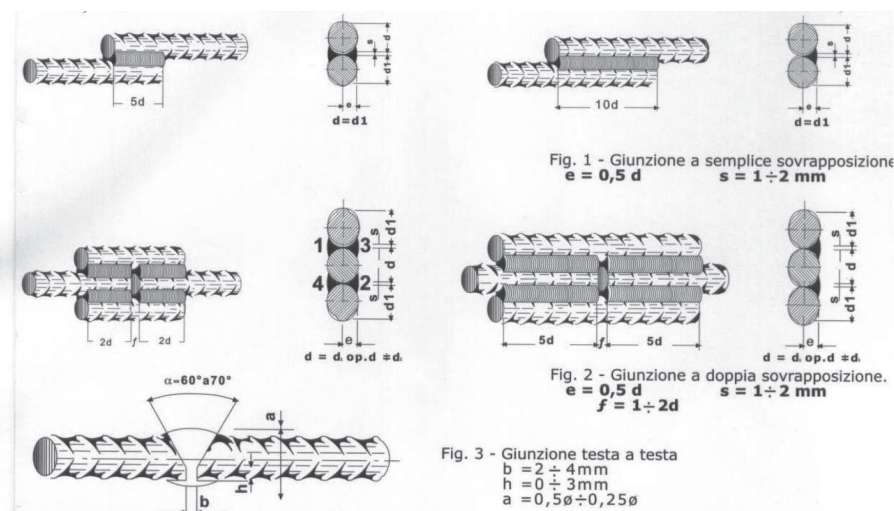
- il primo si basa sul trattamento termico in linea durante la laminazione a caldo (processo tempcore);

- il secondo utilizza elementi di lega (**micro leghe**, per es. Vanadio e Niobio) quali elementi chimici aggiuntivi necessari a compensare la diminuzione degli elementi chimici indurenti (C, Mn, ecc.) che in generale ostacolano la completa saldabilità.

Entrambi i metodi produttivi possono garantire la giunzione delle barre in acciaio per c.a. con i vari metodi di saldatura.

Più in particolare, con il tipo di saldatura che risulta di maggior utilizzo nei cantieri di trasformazione e - nello stesso tempo - per ottemperare a quanto specificato nel punto 11.2.2.7 (Saldabilità) del nuovo D.M., vengono consigliate alcune modalità operative, qui di seguito riportate, per la corretta esecuzione della "saldatura ad arco elettrico con elettrodi ricoperti o con filo continuo" delle barre in c.a. e, più in generale, per la saldatura di tutti gli acciai normali, sia saldabili che parzialmente saldabili.

La tipologia più comune delle giunzioni adottate per la saldatura delle barre di acciaio per c.a., è rappresentata dalle Fig. 1 – 2 – 3 qui sotto riportate:



Per la saldatura all'arco elettrico con elettrodi ricoperti, si consiglia dunque di procedere attenendosi alle condizioni ed alle precauzioni seguenti:

a) Verifica della conformità del materiale e della qualificazione del personale da adibire alla saldatura.

b) Le superfici delle barre nelle parti interessate alla saldatura devono essere perfettamente pulite ed esenti da umidità o da ossidi o grassi.

c) Il tipo di elettrodo da utilizzare (Castolin 66, ESAB, o tipi analoghi di case di primaria importanza) è quello avente circa 55/60 Kg/mm² di carico di rottura a ricopertura basica. Gli elettrodi devono essere perfettamente asciutti. Se così non fosse, mettere ad essiccare in un forno o in una stufetta per circa un'ora a 150°C gli elettrodi da usare. Si devono utilizzare elettrodi di diametro $d = 2,4 - 3,2 - 4 - 5 \text{ mm}$ in relazione alla grossezza del diametro delle barre da saldare (vedere tabella -3-).

Tabella -3-

	Ø		6 mm	16÷20 mm	20÷28 mm	32÷40 mm
Giunto a croce ed a sovrapposizione	d	1,5 o 2 mm	2,5 mm	3,25 mm	4 mm	5 mm
Giunti di testa	d			2,5 (1)	2,5 (1)	3,25 (1)
				3,25 (2)	3,25 (2)	4 (2)
				3,25 (3)	4 (3)	5 (3)

(d) diametro elettrodo in mm

(1) passata di fondo

(2) passata di riempimento

(3) passata di formazione dei cuscinetti di rinforzo

d) Effettuare un preriscaldamento delle barre interessate alla saldatura ad una temperatura di circa 250/300 °C.

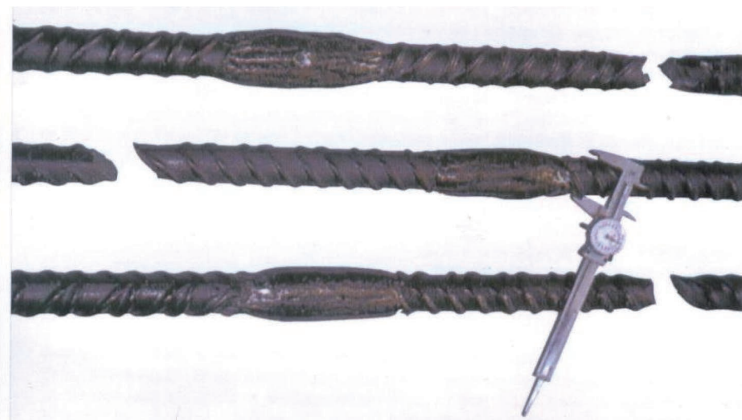
e) Eseguire la saldatura a cordoni alternati, a più riprese e con apporto contenuto di energia termica, per evitare un riscaldamento troppo accentuato della parte interessata alla saldatura.

f) Si deve procedere, dopo la saldatura, ad una normalizzazione o distensione della zona saldata, al fine di affinare e rigenerare la struttura cristallina che potrebbe essersi alterata durante il processo di saldatura. Il riscaldamento dovrà essere effettuato con cannello ossipropano per un tempo di qualche minuto (da 3 a 5 minuti), mantenendo il cannello in movimento sopra la zona interessata fino ad una temperatura non superiore agli 800 °C (ovvero color rosso ciliegia scuro).

g) Lasciar raffreddare lentamente in aria al riparo dalla pioggia o da altro rapido raffreddamento.

h) La lunghezza del ricoprimento delle barre, saldate rispettivamente a semplice o doppia sovrapposizione, deve essere conforme a quanto specificato dalle norme; la sezione del cordone di saldatura deve essere sufficiente ad assicurare la resistenza totale della barra.

Essa sarà dunque funzione del diametro della barra da saldare, delle caratteristiche meccaniche della barra stessa e di quelle dell'elettrodo utilizzato.



Barre di tondo per c.a. saldate "testa a testa" dopo prove di trazione a rottura



N.B. – Le modalità ai punti d) ed f) si possono ritenere non indispensabili per gli acciai “sicuramente saldabili”. Le modalità sopra esposte possono ritenersi orientative anche per gli altri metodi di saldatura.

Per una conoscenza generale più approfondita e per ulteriori informazioni più dettagliate, si rimanda alla norma europea EN ISO 17660 -1-2 “Welding of reinforcing steel”, nella quale vengono definiti i requisiti essenziali e stabilite le procedure per una corretta saldatura delle barre in acciaio.

NOTA INFORMATIVA

Sono attualmente in uso, per svincolarsi da ogni limitazione di analisi chimica dell'acciaio o da eventuali incertezze sul metodo e sulle modalità tecniche di saldatura, anche metodi di giunzione delle barre per c.a. che prescindono da qualsiasi sollecitazione termica dell'acciaio medesimo. Tali sistemi generalmente si basano su connessioni “a manicotto” di acciaio “con” o “senza filettatura continua”:

- nel primo caso, la continuità fisica delle barre connesse viene stabilita dalla resistenza al “taglio” delle nervature a filetto e quindi le barre devono essere necessariamente nervate con nervatura di particolare conformazione “ad elica continua”, per permettere al manicotto di giunzione di avvitarsi su tutta la barra;
- nel secondo caso, tale continuità viene invece stabilita o dall'aderenza del manicotto pressato con dispositivi oleodinamici appositi sulla superficie e sulle nervature delle barre stesse, o tramite altre metodologie più sotto citate.

Le barre quindi devono essere necessariamente nervate con nervatura normale ma sufficientemente pronunciata.

Si possono citare a questo proposito alcuni sistemi di connessione a manicotto, già da tempo in uso in varie nazioni:

- il metodo **CADWELD** che adotta un manicotto internamente sagomato, la cui continuità fisica viene stabilita con l'interposizione, tra questo e la barra nervata, di un metallo portato a fusione con metodo “Alluminotermico” ed iniettato nel manicotto stesso. Tale metodologia, assai diffusa in America, viene usata particolarmente per la giunzione di grossi diametri di barre nervate, in strutture di particolare impegno costruttivo (centrali nucleari, viadotti, ecc.);
- i metodi **PRESSMUFFENSTOSS** e **CCL BARGRIP** che, come sopra accennato, adottano un manicotto a pressione portato ad aderire alla barra nervata da una forte compressione creata sul manicotto stesso per mezzo di una pressa oleodinamica trasportabile;
- il metodo **ERICO** che adotta una giunzione a manicotto con filetto conico avvitabile su barre in c.a. con nervatura normale, sulla cui estremità viene appositamente effettuato lo stesso filetto conico realizzato con particolare utensile appositamente concepito;
- il metodo **DIWIDAG/GEWI** che adotta un manicotto filettato; questo manicotto è costruito in modo tale da potersi avvitare su tutta la barra la cui nervatura, realizzata direttamente durante la laminazione, deve essere appositamente conformata e dimensionata. L'applicazione di tale metodo viene particolarmente utilizzata sia per le barre in acciaio per c.a. normale che per le barre in acciaio per c.a. precompresso.

In generale, gli acciai nervati per c.a. saldabili e non saldabili, prodotti in conformità alle varie normative nazionali ed estere, possono soddisfare alle esigenze dei primi quattro metodi di giunzione a manicotto metallico.

Al contrario, per il metodo DIWIDAG/GEWI a manicotto con filettatura, la conformazione della nervatura delle barre deve essere effettuata ad elica continua compatibile con quella del manicotto e quindi le due serie di nervature ad elica sulla barra devono essere allineate e sincronizzate.







ASSOCIAZIONE TECNICA PER LA PROMOZIONE DEGLI ACCIAI
SISMICI PER CEMENTO ARMATO

www.assoismic.it

Partner in



Componente della



***L'acciaio per c.a.
nel nuovo D.M. 14/01/2008***



FerrieriValsabbia



LE NUOVE CLASSI DI DUTTILITA'

D.M. 14/01/2008
Pubblicato su G.U. il
4 febbraio 2008

B450 C

Laminato a caldo

B450 A

Trafilato a freddo

CARATTERISTICHE MECCANICHE B450 C

	D.M. 14/01/2008 BARRE-ROTOLI-RETI B450 C	D.M. 14/09/2005 BARRE-ROTOLI-RETI- TRALICCI B450 C	D.M. 09/01/1996 BARRE-ROTOLI FeB44 K
fy	≥ 450	≥ 450	≥ 430
ft	≥ 540	≥ 540	≥ 540
ft / fy	≥ 1,15 ≤ 1,35	≥ 1,13 ≤ 1,35	-
fy / fy nom	≤ 1,25	≤ 1,25	-
A5 %	-	-	≥ 12
Agt %	≥ 7,5	≥ 7	-

CARATTERISTICHE MECCANICHE B450 A

	D.M. 14/01/2008 RETI-TRALICCI B450 A	D.M. 14/09/2005 TRAFILATO-RETI- TRALICCI B450 A	D.M. 09/01/1996 TRAFILATO-RETI- TRALICCI
fy	≥ 450	≥ 450	≥ 390
ft	≥ 540	≥ 540	≥ 440
ft / fy	≥ 1,05	≥ 1,05	≥ 1,10 SOLO RETI E TRALICCI
fy / fy nom	≤ 1,25	≤ 1,25	-
A10 %	-	-	≥ 8
Agt %	≥ 2.5	≥ 3	-

CONFRONTO TOLLERANZE DIMENSIONALI

GAMMA DIMENSIONALE		
B450C	BARRE Ø 6-40	ROTOLI, RETI E TRALICCI Ø 6-16
B450A	RETI E TRALICCI Ø 5-10	

Tolleranza in % sulla sezione	
$5 \leq \varnothing \leq 8$	$8 < \varnothing \leq 50$
±6	±4,5

MARCATURA ACCIAI PER C.A.

- La norma armonizzata EN 10080: 2005 è stata ritirata dalla Gazzetta Ufficiale Europea nel mese di Dicembre 2006
- Per " qualche anno " gli acciai per c.a. non saranno coperti dalla marcatura CE
- Importante: è obbligatorio solo l'attestato di qualificazione rilasciato dal STC

Il marchio CE garantisce unicamente il rispetto di alcuni requisiti essenziali finalizzati a garantire la libera circolazione dei prodotti in campo comunitario



***Il marchio CE è una condizione necessaria ma non sufficiente per garantire la qualità dei materiali impiegati.
NON E' UN MARCHIO DI ORIGINE NE' DI QUALITA'***

Diagramma tensioni-deformazioni per un acciaio laminato a caldo (B450 C)

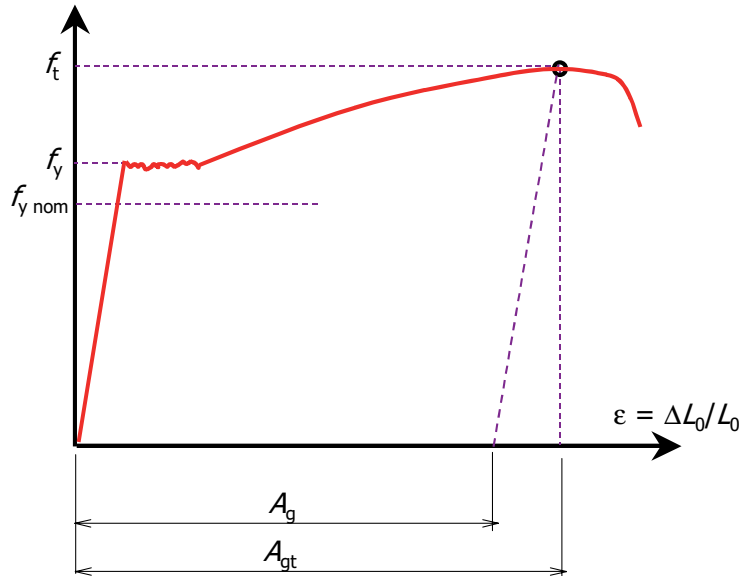
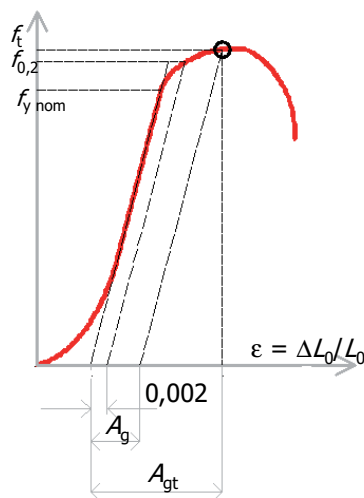
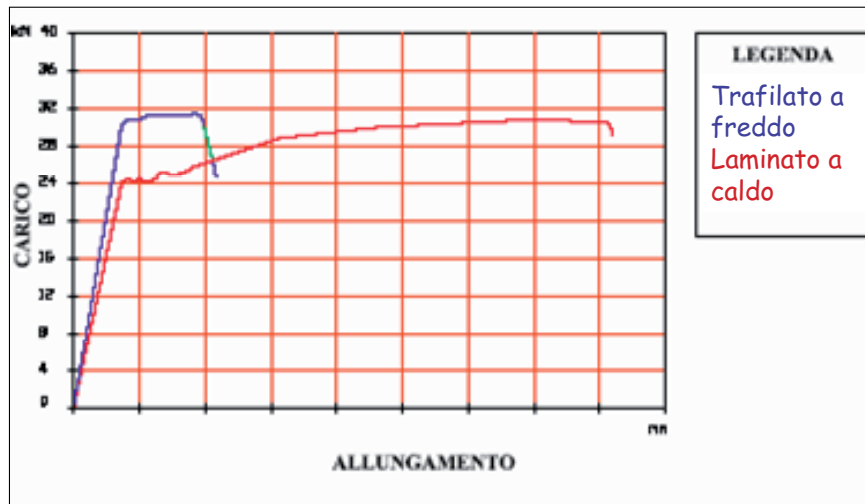


Diagramma tensioni-deformazioni per un acciaio deformato a freddo (B450 A)



CONFRONTO TRA ACCIAIO B 450C E ACCIAIO B 450A



CONFRONTO DM 14/01/2008 CON EC2

NORMA	CLASSE	f_{yk}	f_{tk}	$(f_t/f_y)_k$	$(f_y/f_{ynom})_k$	Agt_k
D.M. 1401/2008	B450A	≥ 450	≥ 540	$\geq 1,05$	$\leq 1,25$	≥ 3
	B450C	≥ 450	≥ 540	$\leq 1,15$ $\geq 1,35$	$\leq 1,25$	$\geq 7,5$
EC2	A			$\geq 1,05$		$\geq 2,5$
	B			$\geq 1,08$		≥ 5
	C	$400 \div 600$		$\geq 1,15$	$\leq 1,30$	$\geq 7,5$
				$\leq 1,35$		

DOCUMENTAZIONE DI ACCOMPAGNAMENTO

Se l'acciaio proviene direttamente dal produttore, la fornitura deve essere accompagnata da:

- Documento di trasporto nel quale deve essere riportato il numero dell'Attestato di Qualificazione, accompagnato dalla copia dell'Attestato medesimo.
- l'attestato è valido 5 anni
- Non deve essere consegnato il certificato del Laboratorio Ufficiale (certificato di verifica periodica della qualità)



PERCHE' PRESCRIVERE ACCIAI B450 C SODDISFA:

- Strutture che necessitano di metodi di calcolo non lineari
- Strutture situate in zone sismiche
- Strutture soggette ad azioni di difficile quantificazione (sovraccarichi accidentali, ecc..)
- Strutture iperstatiche per le quali la duttilità rappresenta una risorsa fondamentale



GARANTISCE OGNI TIPO DI STRUTTURA PERCHE' CHIEDERE ACCIAIO B450C TIPO SISMIC

- Nessun costo aggiuntivo.
- Possibilità di utilizzare i prodotti SISMIC nella realizzazione di progetti redatti in conformità alle principali normative nazionali ed internazionali (come Eurocodici e D.M. 14.01.2008)
- La garanzia di assistenza tecnica pre e post vendita
- Le aziende associate sono presenti sul territorio da più di 50 anni e sono caratterizzate da un'esperienza consolidata e da uno spirito di innovazione e miglioramento continuo.



SISMIC – Via A. Volta, 27a -25020 San Zeno (Brescia)
www.assosismic.it - info@assosismic.it

COSA GARANTISCONO GLI ACCIAI B450C TIPO SISMIC

- *il controllo radiometrico sui prodotti effettuato in tutte le fasi del processo produttivo;*
- *la certificazione del **sistema di gestione per la qualità** in accordo alla norma ISO 9001;*
- *la certificazione del **sistema di gestione ambientale** in accordo alla norma ISO 14001;*
- *alcune **proprietà aggiuntive sul prodotto (verifica di resistenza alla fatica assiale, al carico ciclico, idoneità alla piega e raddrizzamento);***
- *l'accompagnamento di ogni fornitura di prodotti SISMIC del **certificato UNI EN 10204:2005 tipo 3.1***
- *il possesso di una **polizza assicurativa***

LINEE GUIDA VOCI DI CAPITOLATO ACCIAI B450C

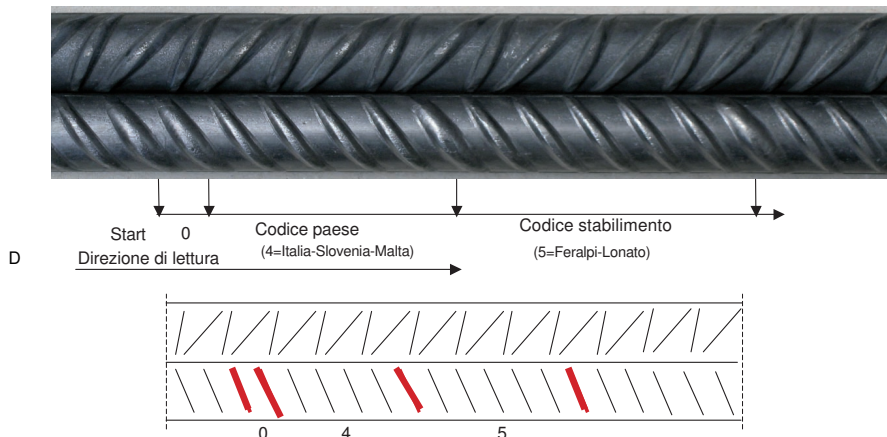
Proprietà	Requisito
Limite di snervamento f_y	450 MPa
Limite di rottura f_t	540 MPa
Allungamento totale al carico massimo A_{gt}	$\geq 7,5\%$
Rapporto f_t/f_y	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{yk \text{ ratio}}/f_y \text{ nom}$	$\leq 1,25$

PROPRIETÀ AGGIUNTIVE ACCIAI "TIPO SISMIC"

Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico**	3 cicli/sec (deformazione 1,5÷4 %)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega	Mantenimento delle proprietà meccaniche
Controllo radiometrico	superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995 D. Lgs. 241/2000
* = in campo elastico ** = in campo plastico	

RICONOSCIMENTO DEGLI ACCIAI

Come leggere il marchio su un acciaio secondo le normative attuali

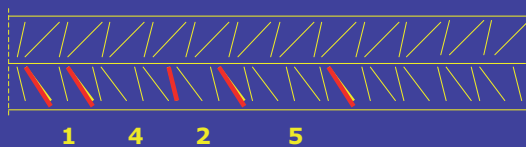
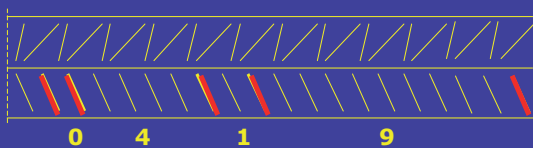
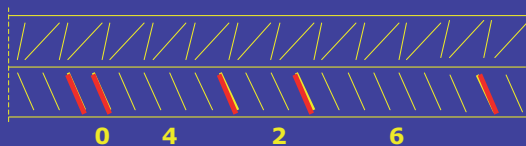


Identificazione del paese di origine

Paese	Numero Paese
<i>Austria, Repubblica Ceca, Germania, Polonia, Repubblica Slovacca</i>	1
<i>Belgio, Olanda, Lussemburgo, Svizzera</i>	2
<i>Francia, Ungheria</i>	3
<i>Italia, Malta, Slovenia</i>	4
<i>Inghilterra, Irlanda, Islanda</i>	5
<i>Danimarca, Estonia, Finlandia, Lettonia, Lituania, Norvegia, Svezia</i>	6
<i>Portogallo, Spagna</i>	7
<i>Cipro, Grecia</i>	8
<i>Altri paesi</i>	9

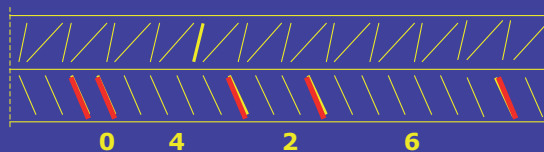
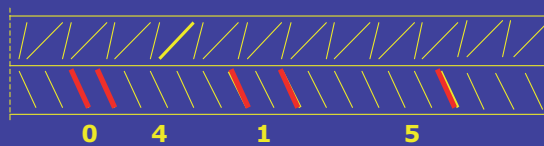
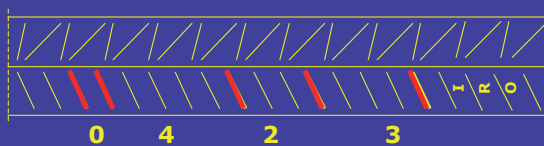
RICONOSCIMENTO DEGLI ACCIAI

Come leggere il marchio



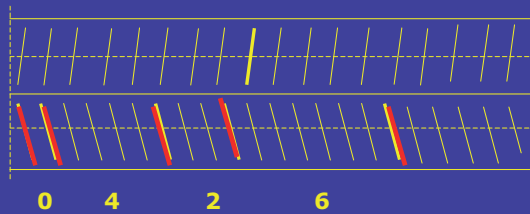
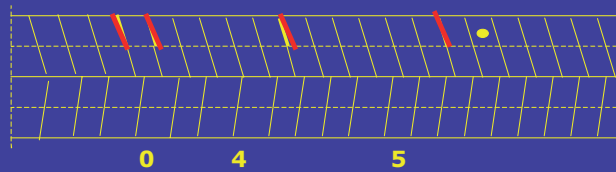
RICONOSCIMENTO DEGLI ACCIAI

Come leggere il marchio



RICONOSCIMENTO DEGLI ACCIAI

Come leggere il marchio



RICONOSCIMENTO DEGLI ACCIAI

Come distinguere un acciaio laminato a caldo da un acciaio laminato a freddo

Laminato a caldo (due facce)



Laminato a caldo (quattro facce)



Trafilato a freddo (tre facce)



ELENCO PRODUTTORI QUALIFICATI

<http://www.infrastrutture.gov.it/consuplp/>



Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

HOME | CHI SIAMO | COSA FACCIAMO | ATTIVITÀ CONSULTIVA E NORMATIVA | CERTIFICAZIONI E QUALIFICAZIONI | CONTATTI

Home

Chi siamo

Cosa facciamo

Attività consultiva e normativa

Certificazioni e qualificazioni

Acciai

Benessere Tecnico Europeo

Centri di trasformazione

Laboratori

Marcatura CE

Organismi di certificazione,

ispezione e prova

Prefabbricati

Qualificazione legno

Contatti

AREA RISERVATA

Username

☐ Ricordami

[Password dimenticata?](#)

[Registrati](#)

Home > Certificazioni e qualificazioni > Acciai > Acciaie da c.a.

Certificazioni e qualificazioni

[A.G. SIDERURGICA BALBOA](#)

[ACCIAIERIE DI SICILIA S.p.A. - Pas. Cav.](#)

[ACCIAIERIE VALBRUNA S.p.A.](#)

[ACCIAIERIE VENETE S.p.A. - Camin](#)

[ACOR](#)

[AL EZZ DEKHEILA COMPANY \(Alessandria - Egitto\)](#)

[AL EZZ STEEL REBARS \(Sadat City - Egitto\)](#)

[ALFA ACCIAI S.p.A. - San Polo](#)

[ALFA DERIVATI S.p.a. - Ozzano](#)

[ALPA - Acieries et laminaires de Paris](#)

[ARCELOR MITTAL RODANGE s.a.](#)

[ARTFER S.r.l.](#)

[B.E.S. - Brandenburger](#)

[CAVANA SERGIO S.n.c. - Trafilerie - Morsasco](#)

[CEBITAS DEMIR CELIK](#)

[CELSA - COMP. ESP. DE LAMINACION s.l.](#)

[CELSA HUTA OSTROWIEC](#)

[COGNE ACCIAI SPECIALI SpA](#)

[COLAKOGLU METALURJİ A.S.](#)

[COSTRUZIONI MECCANICHE LAVENONE S.R.L.](#)

[DIEFFE S.R.L. - Pomezia](#)

[DILER DEMIR CELIK ENDUSTRI ve TICARET A.S.](#)

[DUCTIL S.A.](#)

[EKINCILER Demir](#)

[EMMEDUE S.R.L.](#)

[EREDI BELLINI STEFANO S.P.A. - Pisogne](#)

[EREGE METAL DEMIR CELIK](#)

[ESF ELBE - STAHLWERKE](#)

[FERALPI SIDERURGICA s.r.l. - Lonato](#)

[FERRIERA PONTE CHIESE s.p.a. - Prevalle](#)

[FERRIERA VALSABBIA S.p.a - Prevalle](#)

[FERRIERA VALSABBIA S.P.A. - Odolo](#)

[FERRIERE NORD s.p.a. - Osoppo](#)

[FERRIERE NORD s.p.a. - Potenza](#)

[FERRIERE SCABI S.p.a - Berzo Inferiore](#)

[HABAS SINAI VE TIBBİ GAZLAR](#)

[HALYVOURGIA THESSALIAS S.A.](#)

[HENNINGSDORFER ELEKTROSTAHLWERKE - Hennigsdorf](#)

[ICDAS CELIK TERSANE S.A.](#)

[IMI SUD](#)

[IRO s.p.a. - Odolo](#)

[ITON-SEINE S.A.](#)

[IZMIR DEMIR CELIK SANAY A.S.](#)

[KAPTAN DEMIR CELIK](#)

[LA VENETA RETI S.P.A. - Loreggia](#)

[LANDINI SpA](#)

[LEALI S.P.A. - Odolo](#)

[LECH STAHL, GmbH \(Hammerau\)](#)

[LECH STAHL, GmbH \(Meitingen\)](#)

[MAFER S.R.L.](#)

[MEGASA S.L.](#)

[MITTAL STEEL KRIVROY ROG](#)

[O.R.T. MARTIN s.p.a. - Ceprano](#)

[PIGAZZI PRODOTTI SIDERURGICI](#)

[RIVA ACCIAIO - Lampertheim](#)

[RIVA ACCIAIO - Verona](#)

[RIVA ACCIAIO S.P.A. - ANNONE BRIANZA](#)

[SAM MONTEREAU S.N.C.](#)

[SIDER SIPE S.P.A.](#)

[SIDERUMBRA S.P.A.](#)

[SN MAIA - Siderurgica national s.a](#)

[SOVEL S.A.](#)

[STEFANA S.p.a. - Ospitaletto](#)

[STEFANA s.p.a. - Nave](#)

[STHAL GERLAFINGEN s.a](#)

[TRAFILERIE FRATELLI FRIGERIO S.N.C.](#)

[TRAFILERIE NAVE S.P.A.](#)

[UNIFER S.P.A.](#)

[YESILYURT](#)

CENTRI DI TRASFORMAZIONE (D.M. 14.01.2008)

§11.3.1.7 Si definisce Centro di trasformazione un **impianto esterno alla fabbrica e/o al cantiere**, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona **elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere**, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni...

§11.3.2.6 Si definisce Centro di trasformazione, nell'ambito degli acciai per cemento armato, un **impianto esterno al produttore e/o al cantiere**, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, ecc.) e confeziona **elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in cemento armato** quali, ad esempio, **elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura)**, pronti per la messa in opera.

OBBLIGHI DEL PRESAGOMATORE

1. Rintracciabilità dell'acciaio (§ 11.3.1.7.)
2. Caratteristiche del processo produttivo (§ 11.3.1.7.)
3. Documentazione di accompagnamento delle forniture (§ 11.3.1.7.) (§ 11.3.1.5.)
4. Controlli nei centri di trasformazione (§ 11.3.2.10.3.)
5. Dichiarazione al Servizio Tecnico Centrale (§ 11.3.1.7.)

1. Rintracciabilita' dell'acciaio (§ 11.3.1.7.)

Il Centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista al § 11.3.1.5.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione, vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

Il trasformatore deve dotarsi di un sistema di controllo della lavorazione allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni tali da compromettere le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti originari previste dalle presenti norme.

“È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al precedente § 11.3.1.2. e controllati con le modalità riportate nel § 11.3.2.11.”.

2. Caratteristiche del processo produttivo (§ 11.3.1.7.)

I centri di trasformazione sono identificati, ai sensi delle presenti Norme, come “luogo di lavorazione” e, come tali, sono tenuti ad **effettuare una serie di controlli atti a garantire la permanenza delle caratteristiche, sia meccaniche che geometriche, del materiale originario.**

I controlli devono essere effettuati secondo le disposizioni riportate nel seguito per ciascuna tipologia di acciaio lavorato.

Nell'ambito del processo produttivo deve essere posta **particolare attenzione ai processi di piegatura e di saldatura.** In particolare il Direttore Tecnico del centro di trasformazione deve verificare, tramite opportune prove, **che le piegature e le saldature, anche nel caso di quelle non resistenti, non alterino le caratteristiche meccaniche originarie del prodotto.** Per i processi sia di saldatura che di piegatura, si potrà fare utile riferimento alla normativa europea applicabile.

Per quanto sopra, è fatto obbligo a tali centri di **nominare un Direttore Tecnico dello stabilimento** che opererà secondo il disposto dell'art. 64, comma 3, del DPR 380/01.

3. Documentazione di accompagnamento forniture (§ 11.3.1.7.)

Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

a) da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;

b) dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata.

Qualora il Direttore dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

DPR 380/2001 ...L'esecuzione delle opere deve aver luogo sotto la direzione di un tecnico abilitato, iscritto nel relativo albo, nei limiti delle proprie competenze stabilite dalle leggi sugli ordini e collegi professionali...

4. Controlli nei centri di trasformazione (§ 11.3.2.10.3)

I controlli sono obbligatori e devono essere effettuati:

a) in caso di utilizzo di barre, su ciascuna fornitura, o comunque ogni 90 t;

b) in caso di utilizzo di rotoli, ogni dieci rotoli impiegati.

Qualora non si raggiungano le quantità sopra riportate, in ogni caso deve essere effettuato almeno un controllo per ogni giorno di lavorazione.

Ciascun controllo è costituito da 3 spezzoni di uno stesso diametro per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi alle eventuali forniture provenienti da altri stabilimenti.

I controlli devono consistere in prove di trazione e piegamento e devono essere eseguiti dopo il raddrizzamento.

In caso di utilizzo di rotoli deve altresì essere effettuata, con frequenza almeno mensile, la verifica dell'area relativa di nervatura o di dentellatura, secondo il metodo geometrico di cui alla seconda parte del punto 11.3.2.10.5.

Tutte le prove suddette devono essere eseguite dopo le lavorazioni e le piegature atte a dare ad esse le forme volute per il particolare tipo di impiego previsto.

Le prove di cui sopra devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

5. Dichiarazione al servizio tecnico centrale (§ 11.3.1.7)

I centri di trasformazione sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, indicando l'organizzazione, i procedimenti di lavorazione, le massime dimensioni degli elementi base utilizzati, nonché fornire copia della certificazione del sistema di gestione della qualità che sovrintende al processo di trasformazione. Ogni centro di trasformazione dovrà inoltre indicare un proprio logo o marchio che identifichi in modo inequivocabile il centro stesso.

Nella dichiarazione deve essere indicato l'impegno ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine.

Alla dichiarazione deve essere allegata la nota di incarico al Direttore Tecnico del centro di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità, ai sensi delle presenti norme, sui controlli sui materiali. La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al Servizio Tecnico Centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato rispetto al precedente deposito, ovvero siano descritte le avvenute variazioni.

I COMPITI DELLA D.L. IN ACCORDO AL D.M. 14.01.2008

- **acquisizione della DOCUMENTAZIONE nei tre possibili casi di provenienza**

**FERRIERA
(PRODUTTORE)**



- Attestato di Qualificazione (valido per 5 anni)
- sostituisce il certificato di qualità emesso dal Laboratorio Ufficiale

**PRESAGOMATORE
(CENTRO DI TRASFORMAZIONE)**



- Attestato di Qualificazione dei prodotti lavorati
- su Ddt deve essere riportato l'estremo della certificazione del CT
- Attestato di esecuzione delle prove

RIVENDITORE



- Attestato di Qualificazione dei prodotti su cui è riportato saranno riportati i riferimenti al Ddt di consegna del produttore e in aggiunta il riferimento al DDT di consegna da parte del commerciante

• Le ultime Leggi a confronto

	LEGGE 1086/71	NORME TECNICHE 14/09/2005	NORME TECNICHE 14/01/2008
OGNI QUANTO FARE I CONTROLLI	ogni partita	ogni consegna di max 30 t	ogni lotto di spedizione di max 30 t
QUANDO FARE I CONTROLLI	nessuna scadenza	entro 30 giorni dalla consegna e comunque prima della messa in opera	entro 30 giorni dalla consegna e comunque prima della messa in opera
MARCHIATURA BARRE	in assenza, annotazione sul certificato di prova	in assenza, rifiuto del materiale	in assenza, rifiuto del materiale
COSA CONTROLLARE			
- numero di spezzoni	3 spezzoni di uno stesso diametro	3 spezzoni di uno stesso diametro	3 spezzoni per 3 diversi diametri
- provenienza	una serie per ogni gruppo di diametri e per ogni stabilimento di provenienza	per ogni stabilimento di provenienza	per ogni stabilimento di provenienza
- gruppi di diametri	Ø5≤gruppo 1≤Ø10 Ø12≤gruppo 2≤Ø18 gruppo 3≥Ø20	Ø5≤gruppo 1≤Ø32 gruppo 2>Ø32 gruppo 3 (rotoli)≤Ø16	non previsti
- diametro barra	rotazioni non previste	a rotazione dopo ogni consegna	a rotazione dopo ogni consegna

CONTROLLI IN CANTIERE **di cui al 11.3.2.1.4 (D.M. 14/01/2008)**

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale

Se lo stabilimento di provenienza è unico si prelevano 3 campioni di uno stesso Ø per lotto di fornitura (30 ton) da sottoporre a prove di resistenza e duttilità: il lotto è conforme se i tre risultati soddisfano la tabella precedente, in caso contrario viene respinto.

Se i precedenti criteri non sono soddisfatti si può eseguire un prelievo di 10 provini da prodotti diversi del lotto.

Il criterio di accettazione è che la media dei risultati sui 10 provini sia maggiore del valore caratteristico ed i singoli valori sono compresi tra i valori minimi e massimi (come da tabella pag. seguente).

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove all laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonchè sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Il D.L. può recarsi presso il Centro di Trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori

=>attenzione al marchio dei prodotti (barre o rotoli) in quanto i campioni prelevati in cantiere ricavati da rotolo raddrizzato prevedono delle diverse condizioni di prova (invecchiamento a 100 ° c per 1 ora).

CONTROLLO DI ACCETTAZIONE

<i>Valori di accettazione</i>	D.M. 14/01/2008	NOTE
fy minimo	425 N/mm ²	(450-25) N/mm ²
fy massimo	572 N/mm ²	[450x(1.25+0.02)] N/mm ²
Agt minimo	≥ 6,0 %	Per acciai B450 C
Agt minimo	≥ 2,0 %	Per acciai B450 A
Rottura/snervamento ft/fy	$1,13 \leq ft/fy \leq 1,37$	Per acciai B450 C
Rottura/snervamento ft/fy	$ft/fy \geq 1,03$	Per acciai B450 A
Piegamento Raddrizzamento	Assenza di cricche	Per tutti





ATECAP



AITEC



ASSIAD



ASSOBETON



SISMIC



con il Patrocinio del



Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

**La prescrizione
delle opere in
calcestruzzo armato
con il DM 14.01.08**



Per diffondere la normativa sul cemento armato

SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE

2.4 VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

La **vita nominale di un'opera** strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è stata destinata. ~~La vita nominale di un'opera~~

Tab. 2.4.1 e

deve essere precisata nei documenti di progetto.

Tabella 2.4.1 – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE	Vita Nominale V_N (in anni)
1 Opere provvisorie – Opere provvisionali – Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2 Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3 Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100



**DURABILITA' DELLE
STRUTTURE DI
CALCESTRUZZO
ARMATO**

vedere la normativa sul cemento armato

PRESCRIZIONI MINIME PREVISTE DALLE NORME

➡ **Classe di esposizione ambientale calcestruzzo (UNI 11104)**
si prescrivono i valori di Resistenza min, rapporto a/c max, contenuto minimo di cemento



➡ **Copriferro**

$$c_{nom} [mm] = c_{min} + \Delta c = \max (c_{min,b}; c_{min,dur}; c_{min, fuoco}) + 10$$

➡ **Classe di Consistenza**
si prescrivono i valori della lavorabilità al getto



➡ **Diametro max degli aggregati**

$$\left. \begin{array}{l} D_{max} \leq 1/5 m \\ D_{max} \leq 1/3 \epsilon \\ D_{max} \leq 1/4 \text{ sez min} \end{array} \right\} \text{max 32 mm} \quad [D_{max} = 8 - 12 - 16 - 20 - 22 - 32 - 40 - 63 \text{ mm}] \text{ serie 1 e 2 precise dalla EN 12620}$$

➡ **Regole di maturazione e procedura di posa in opera**

DALLA PARTE DEL PRESCRITTORE

PROPRIETA' DEL CALCESTRUZZO

prospetto 4 Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Classi di esposizione																	Ambiente aggressivo per attacco chimico
		Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri									Attacco da cicli di gelo/degelo				
						Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti										
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	
Massimo rapporto a/c	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	
Minima classe di resistenza ¹⁾	C12/15	C25/30	C28/35	C32/40	C32/40	C32/40	C32/40	C32/40	C28/35	C32/40	C32/40	C32/40	C32/40	25/30	28/35	28,35	32/40	35/45	
Minimo contenuto in cemento (kg/m³)	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360	
Contenuto minimo in aria (%)															3,0 ²⁾				
Altri requisiti															Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/degelo			È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati ³⁾	
a)	Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe C8/10 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati a sottofondazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovrebbero essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acque o terreni aggressivi.																		
b)	Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aereo per il quale è provata la resistenza al gelo/degelo, da determinarsi secondo UNI 7087, per la relativa classe di esposizione.																		
c)	Qualora la presenza di soffiati comporti le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai soffiati secondo UNI 9156.																		

ERRORI COMUNI

$R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$; $a/c = 0,5$;



Per diffondere la normativa sul cemento armato

ESEMPIO DI CORRETTA PRESCRIZIONE DELL'OPERA IN C.A.

CALCESTRUZZO

- CALCESTRUZZO A PRESTAZIONE GARANTITA (UNI EN 206-1)
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE: XC4 (UNI 11104)
- RESISTENZA MINIMA: CLASSE C32/40 ($R_{ck} 40 \text{ N/mm}^2$)
- RAPPORTO ACQUA/CEMENTO MAX: 0,50
- CONTENUTO MINIMO DI CEMENTO: 340 Kg/m³
- COPRIFERRO MINIMO (Ricoprimento armature più esterne): $c = 40 \text{ mm}$
- CLASSE DI CONSISTENZA: S4/S5
- (Slump $230 \pm 30 \text{ mm}$)
- DIAMETRO MASSIMO DEGLI AGGREGATI 32 mm
- PROCEDURA DI MESSA IN OPERA:
 - Tempo di attesa massimo del cls in betoniera: 60 minuti dall'arrivo in cantiere
 - Altezza massima di caduta del getto: 90 minuti dalla preparazione dell'imposto all'impianto
 - Altezza massima di caduta del getto: 60 cm
- REGOLE DI MATURAZIONE UMIDA:
 - Durata minima della maturazione umida : 7 gg dal getto
 - Tempo minimo di disarmo strutture: 28 gg dal getto



ACCIAIO

- ACCIAIO PER C.A.: TIPO B450 C
- Limite di snervamento: $f_y \geq 450 \text{ N/mm}^2$
- Limite di rottura: $f_t \geq 540 \text{ N/mm}^2$

per gentile concessione STUDIO SPIN UP



Norme richiamate nel D.M. 14/01/2008

Paragrafo	Norme, decreti, leggi citate	Argomento
	Sigla	
2,4,2	D.M. 05/11/01	Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade
2,7	D.M. LL.PP. 14/02/02	Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
	D.M. LL.PP. 20/11/87	Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento
	D.M. LL.PP. 11/03/88	Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e le rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo per le opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione.
	D.M. LL.PP. 16/01/96	Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi
3,6,1,2	DPR 29/07/82 n.577	Approvazione del regolamento concernente l'espletamento dei servizi di prevenzione e di vigilanza antincendi
4,1	UNI EN 206-1:2006	Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità
	UNI 11104:2004	Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
4,1,7	UNI EN 13670-1:2001	Esecuzione di strutture di calcestruzzo - Requisiti comuni
4,1,8	UNI EN 1992-1-1	Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
4,1,10	Direttiva 89/106/CEE	Direttiva Prodotti da costruzione
4,1,10,1	Direttiva 89/106/CEE	Direttiva Prodotti da costruzione
4,1,10,2	art.9 legge 05/11/71 N.1086	Produzione in serie in stabilimenti di manufatti in conglomerato normale e precompresso e di manufatti complessi in metallo
	art. 1 e 7 legge 02/02/74 n.64	Tipo di strutture e norme tecniche - Abitati da consolidare
4,1,12	UNI EN 206-1:2006	Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità
4,1,12,1	UNI EN 1992-1-1	Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
4,1,13	UNI EN 1992-1-2	Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio
4,2,1,2	UNI 5132:1974	Elettrodi rivestiti per la saldatura ad arco degli acciai non legati e debolmente legati al manganese. Condizioni tecniche generali, simbologgiatura e modalità di prova
4,2,4,1,1	UNI EN 1993-1-5	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-5: Elementi strutturali a lastra
	UNI EN 1993-1-3	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-3: Regole generali - Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo
4,2,4,1,2	UNI EN 1993-1-5	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-5: Elementi strutturali a lastra
4,2,4,1,4	UNI EN 1993-1-9	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-9: Fatica
4,2,4,1,5	UNI EN 1993-1-10	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-10: Resilienza del materiale e proprietà attraverso lo spessore
4,2,7	EN 1990	Eurocodice - Criteri generali di progettazione strutturale

4,2,8,2,2	UNI EN ISO 9692-1:2005	Saldatura e procedimenti connessi - Raccomandazioni per la preparazione dei giunti - Parte 1: Saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco con elettrodo fusibile sotto protezione di gas, saldatura a gas, saldatura TIG e saldatura mediante fascio degli acciai
4,2,8,3	UNI EN 1993-1-9	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-9: Fatica
4,2,9,6	UNI EN 10025-5:2005	Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica
4,2,11	UNI EN 1993-1-2	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio
4,3,3,1,1	UNI EN 10025-5:2005	Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica
4,3,4,2	UNI EN 1994-1-1	Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
4,3,6,4,1	UNI EN 1993-1-3	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-3: Regole generali - Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo
4,3,9	UNI EN 1994-1-2	Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio
4,4,9	UNI EN 1075:2002	Strutture di legno - Metodi di prova - Giunti realizzati con elementi di collegamento di lamiera metallica punzonata
	UNI EN 1380:2001	Strutture di legno - Metodi di prova - Giunti strutturali eseguiti mediante chiodi
	UNI EN 1381:2001	Strutture di legno - Metodi di prova - Giunti strutturali eseguiti mediante graffe
	UNI EN 26891:1991	Strutture di legno. Assemblaggi realizzati tramite elementi meccanici di collegamento. Principi generali per la determinazione delle caratteristiche di resistenza e deformabilità
	UNI EN 28970:1991	Strutture di legno. Prova degli assemblaggi realizzati tramite elementi meccanici di collegamento. Prescrizioni relative alla massa volumica del legno.
4,4,1,4	UNI EN 1995-1-2	Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio
4,5,2,2	UNI EN 772-9:2001	Metodi di prova per elementi di muratura - Determinazione del volume e della percentuale dei vuoti e del volume netto degli elementi di muratura in silicato di calcio mediante riempimento con sabbia.
4,5,10	UNI EN 1996-1-2	Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio
5,1,3,10	D.M. 21-06-04 n.2367	Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali
6,2,2	art. 59 DPR 06/06/2001 n.380	Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia Art. 59 - Laboratori
8,4	art. 59 DL 22/01/04 n.42	Codice dei beni culturali e del paesaggio
9,1	DPR 06/06/2001 n.380	Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia
	leggi n.1086/71	Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica

	leggi n.64/74	Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
11,1	Direttiva 89/106/CEE	Direttiva Prodotti da costruzione
	DPR 21/04/93 n.246	Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione
	DPR 10/12/97 n.499	Regolamento recante norme di attuazione della direttiva 93/68/CEE per la parte che modifica la direttiva 89/106/CEE in materia di prodotti da costruzione
	art. 11 DPR n.246/93	Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione - art. 11 vigilanza
	art. 18 Direttiva n.89/106/CEE art. 59 DPR n.380/2001	Direttiva Prodotti da costruzione - Art.18 Organismi riconosciuti Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia Art. 59 - Laboratori
11,2,1	UNI ENV 13670-1:2001	Esecuzione di strutture di calcestruzzo - Requisiti comuni
	UNI EN 206-1:2006	Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità
11,2,2	art. 59 DPR n.380/2001	Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia Art. 59 - Laboratori
11,2,4	UNI EN 12390-1:2002	Prova sul calcestruzzo indurito - Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme
	UNI EN 12390-2:2002	Prova sul calcestruzzo indurito - Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza
	UNI EN 12390-3:2003	Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza alla compressione dei provini
	UNI EN 12390-4:2002	Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza alla compressione - Specifiche per macchine di prova
	UNI EN 12390-7:2002	Prova sul calcestruzzo indurito - Massa volumica del calcestruzzo indurito
11,2,5,3	UNI EN 12390-3:2003	Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza alla compressione dei provini
11,2,6	UNI EN 12504-1:2002	Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Carote - Prelievo, esame e prova di compressione
	UNI EN 12504-2:2001	Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Prove non distruttive - Determinazione dell'indice sclerometrico
	UNI EN 12504-3:2005	Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 3: Determinazione della forza di estrazione
	UNI EN 12504-4:2005	Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 4: Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici
11,2,8	UNI EN ISO 9001:2000	Sistemi di gestione per la qualità - Requisiti
	UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006	Valutazione della conformità - Requisiti per gli organismi che forniscono audit e certificazione di sistemi di gestione
	D.M. 09/05/2003 n.156	Criteri e modalità per il rilascio dell'abilitazione degli organismi di certificazione, ispezione e prova nel settore dei prodotti da costruzione, ai sensi dell'articolo 9, comma 2, del decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246
11,2,9,1	UNI EN 197	Cemento - Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni.
	UNI EN 14216	Cemento - Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi speciali a calore di idratazione molto basso
	legge 26/05/1965 n.595	Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici
11,2,9,2	UNI EN 12620	Aggregati per calcestruzzo
	UNI EN 13055-1	Aggregati leggeri - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione
	DPR n.246/93	Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione
	UNI 8520-1:2005	Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620 - Parte 1: Designazione e criteri di conformità
	UNI 8520-2:2005	Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per

		l'applicazione della EN 12620 - Requisiti
11,2,9,3	UNI EN 450-1	Ceneri volanti per calcestruzzo - Parte 1: Definizione, specificazioni e criteri di conformità
	UNI EN 206-1:2006	Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità
	UNI EN 11104:2004	Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
	UNI EN 13263-1	Fumi di silice per calcestruzzo - Parte 1: Definizioni, requisiti e criteri di conformità
11,2,9,4	UNI EN 934-2	Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 2: Additivi per calcestruzzo - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura
11,2,9,5	UNI EN 1008:2003	Acqua d'impasto per il calcestruzzo - Specifiche di campionamento, di prova e di valutazione dell'idoneità dell'acqua, incluse le acque di ricupero dei processi dell'industria del calcestruzzo, come acqua d'impasto del calcestruzzo
11,2,10	UNI EN 1992-1-1	Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
11,2,10,2	UNI EN 12390-2:2002	Prova sul calcestruzzo indurito - Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza
	UNI EN 12390-6:2002	Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza a trazione indiretta dei provini
	UNI EN 12390-5:2002	Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza a flessione dei provini
11,2,10,3	UNI 6556:1976	Prove sui calcestruzzi. Determinazione del modulo elastico secante a compressione
11,2,10,5	UNI EN 1770:2000	Prodotti e sistemi per la protezione e riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Determinazione del coefficiente di dilatazione termica
11,2,10,6	UNI 6555:1973	Calcestruzzo confezionato con inerti della dimensione massima fino a 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico.
	UNI 7086:1972	Calcestruzzo confezionato con inerti con dimensione massima oltre 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico
11,2,10,7	UNI EN 1992-1-1	Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
11,2,11	UNI EN 12390-8:2002	Prova sul calcestruzzo indurito - Profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione
	UNI EN 206-1:2006	Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità
	UNI 11104:2004	Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
11,3,1,2	UNI EN ISO 9001:2000	Sistemi di gestione per la qualità - Requisiti
	UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006	Valutazione della conformità - Requisiti per gli organismi che forniscono audit e certificazione di sistemi di gestione
	UNI EN 10080:2005	Acciaio d'armatura per calcestruzzo - Acciaio d'armatura saldabile - Generalità
	UNI EN 10025:2005	Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali.
	UNI EN 10210:2006	Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali.
	UNI EN 10219:2006	Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate.
	DPR n.249/93	Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione
	Direttiva 89/106/CEE art. 59 DPR n.380/2001	Direttiva Prodotti da costruzione Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia Art. 59 - Laboratori

11,3,1,3	UNI 6809:1972	Metodi statistici per il controllo della qualità. Confronto fra le dispersioni di due serie mediante il confronto delle varianze
	UNI 6806:1972	Metodi statistici per il controllo della qualità. Confronto fra due serie di dati. Significatività della differenza fra due medie
11,3,1,7	UNI EN ISO 9001:2000	Sistemi di gestione per la qualità - Requisiti
	UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006	Valutazione della conformità - Requisiti per gli organismi che forniscono audit e certificazione di sistemi di gestione
	art. 64 DPR 308/01	Cemento Armato, Precompresso e Strutture Metalliche. L'esecuzione delle opere deve aver luogo sotto la direzione di un tecnico abilitato, iscritto nel relativo albo, nei limiti delle proprie competenze stabilite dalle leggi sugli ordini e collegi professionali
11,3,2,3	UNI EN ISO 15630-1:2004	Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso - Metodi di prova - Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato
11,3,2,9,1	art. 59 DPR 380/2001	Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia. Art. 59 - Laboratori
11,3,2,10,2	art. 59 DPR 380/2001	Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia. Art. 59 - Laboratori
11,3,2,10,3	art. 59 DPR 380/2001	Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia. Art. 59 - Laboratori
11,3,2,10,4	art. 59 DPR 380/2001	Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia. Art. 59 - Laboratori
11,3,2,10,5	UNI EN 10080:2005	Acciaio d'armatura per calcestruzzo - Acciaio d'armatura saldabile - Generalità
	UNI EN ISO 15630-1:2004	Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. - Metodi di prova - Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato
11,3,2,11,1,1	art. 59 DPR 380/2001	Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia. Art. 59 - Laboratori
11,3,3,5,2,3	UNI EN ISO 15630-3:2004	Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso - Metodi di prova - Parte 3: Acciaio per calcestruzzo armato precompresso
11,3,4,1	UNI EN 10025	Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali.
	UNI EN 10210	Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali.
	UNI EN 10219-1	Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate.
	UNI 552:1986	Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni
	UNI EN ISO 377:1999	Acciaio e prodotti di acciaio - Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche
	EN 10002-1:2004	Materiali metallici - Prova di trazione - Parte 1: Metodo di prova a temperatura ambiente
	UNI EN 10045-1:1992	Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova
11,3,4,3	UNI EN 10293:2006	Getti di acciaio per impieghi tecnici generali
11,3,4,5	UNI EN ISO 4063:2001	Saldatura, brasatura forte, brasatura dolce e saldobrasatura dei metalli - Nomenclatura dei procedimenti e relativa codificazione numerica per la rappresentazione simbolica sui disegni
	UNI EN 287-1:2004	Prove di qualificazione dei saldatori - Saldatura per fusione - Parte 1: Acciai
	UNI EN 1418:1999	Personale di saldatura - Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata ed automatica di materiali metallici

	UNI EN ISO 15614-1:2005	Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Prove di qualificazione della procedura di saldatura - Parte 1: Saldatura ad arco e a gas degli acciai e saldatura ad arco del nichel e leghe di nichel
	UNI EN ISO 14555:2001	Saldatura - Saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici
	UNI EN 1011:2005	Saldatura - Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici
	UNI EN ISO 9692-1:2005	Saldatura e procedimenti connessi - Raccomandazioni per la preparazione dei giunti - Parte 1: Saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco con elettrodo fusibile sotto protezione di gas, saldatura a gas, saldatura TIG e saldatura mediante fascio degli acciai
	UNI EN ISO 5817:2004	Saldatura - Giunti saldati per fusione di acciaio, nichel, titanio e loro leghe (esclusa la saldatura a fascio di energia) - Livelli di qualità delle imperfezioni
	UNI EN ISO 12062:2004	Controllo non distruttivo delle saldature - Regole generali per i materiali metallici
	UNI EN 473:2001	Prove non distruttive - Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive - Principi generali
	UNI EN ISO 3834:2006	Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici
11,3,4,6,1	UNI EN ISO 4016:2002	Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato - Categoria C
	UNI 5592:1968	Dadi esagonali normali. Filettatura metrica ISO a passo grosso e a passo fine. Categoria C
	UNI EN ISO 898-1:2001	Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio - Viti e viti prigioniere
11,3,4,6,2	UNI EN ISO 898-1:2001	Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio - Viti e viti prigioniere
	UNI EN 20898-2:1994	Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso
	UNI EN 10083-2:2006	Acciai da bonifica - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura per acciai non legati
	UNI EN 14399:2005	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 1: Requisiti generali
11,3,4,6,3	UNI 7356	Prodotti finiti di acciaio laminati a caldo. Vergella e tondi per bulloneria e chiodi da ribadire, stampati a freddo o a caldo
11,3,4,11,1	UNI EN 10025	Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali.
	UNI EN 10210-1	Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali
	UNI EN 10219-1	Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate.
	art. 59 DPR n.380/2001	Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia Art. 59 - Laboratori
11,3,4,11,2	UNI EN 10326:2004	Nastri e lamiere di acciaio per impieghi strutturali rivestiti per immersione a caldo in continuo - Condizioni tecniche di fornitura
	UNI EN 10149:1997	Prodotti piani laminati a caldo di acciai ad alto limite di snervamento per formatura a freddo.
	UNI EN 1994-1-1:2005	Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
	UNI EN 10025	Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali.



	UNI EN 10210-1	Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali.
	UNI EN 10219-1	Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate.
	UNI EN ISO 9001:2000	Sistemi di gestione per la qualità - Requisiti
	UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006	Valutazione della conformità - Requisiti per gli organismi che forniscono audit e certificazione di sistemi di gestione.
11,6	UNI EN 1337	Appoggi strutturali - Regole generali di progetto.
11,7,1	art. 59 DPR n.380/2001	Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia Art. 59 - Laboratori
	DPR n.246/93	Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione
11,7,2	UNI EN 14081	Strutture di legno - Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza - Parte 1: Requisiti generali
	UNI EN 338:2004	Legno strutturale - Classi di resistenza
	UNI EN 1912:2005	Legno strutturale - Classi di resistenza - Assegnazione delle categorie visuali e delle specie
	UNI 11035:2003	Legno strutturale - Classificazione a vista di legnami italiani secondo la resistenza meccanica: terminologia e misurazione delle caratteristiche
	UNI EN 384:2005	Legno strutturale - Determinazione dei valori caratteristici delle proprietà meccaniche e della massa volumica
11,7,3	UNI EN 385:2003	Legno strutturale con giunti a dita - Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione
	UNI EN 387:2003	Legno lamellare incollato - Giunti a dita a tutta sezione - Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione
11,7,4,1	UNI EN 14080	Strutture di legno - Legno lamellare incollato - Requisiti
	DPR n.246/93	Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione
	UNI EN ISO 9001:2000	Sistemi di gestione per la qualità - Requisiti
	UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006	Valutazione della conformità - Requisiti per gli organismi che forniscono audit e certificazione di sistemi di gestione
	UNI EN 386:2003	Legno lamellare incollato - Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione
	UNI EN 387:2003	Legno lamellare incollato - Giunti a dita a tutta sezione - Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione
11,7,4,2,1	UNI EN 1194:2000	Strutture di legno - Legno lamellare incollato - Classi di resistenza e determinazione dei valori caratteristici
11,7,4,2,2	UNI EN 1194:2000	Strutture di legno - Legno lamellare incollato - Classi di resistenza e determinazione dei valori caratteristici
	UNI EN 14080	Strutture di legno - Legno lamellare incollato - Requisiti
11,7,5	UNI EN 13986	Pannelli a base di legno per l'utilizzo nelle costruzioni - Caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura
	UNI EN 12369-1:2002	Pannelli a base di legno - Valori caratteristici per la progettazione strutturale - OSB, pannelli di particelle e pannelli di fibra
	UNI EN 12369-2:2005	Pannelli a base di legno - Valori caratteristici per la progettazione strutturale - Parte 2: Pannelli di legno compensato
11,7,7,1	UNI EN 301:2006	Adesivi fenolici e amminoplastici per strutture portanti di legno - Classificazione e requisiti prestazionali
11,7,7,2	UNI EN 301:2006	Adesivi fenolici e amminoplastici per strutture portanti di legno - Classificazione e requisiti prestazionali
11,7,9,2	UNI EN 350:1996	Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Durabilità naturale del legno massiccio. Guida ai principi di prova e classificazione della durabilità naturale del legno
	UNI EN 460:1996	Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno. Durabilità naturale del legno massiccio. Guida ai requisiti di durabilità per legno da utilizzare nelle classi di rischio
	UNI EN 335-1:2006	Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno - Definizione delle classi di utilizzo - Parte 1: Generalità



	UNI EN 335-2:2006	Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno - Definizione delle classi di utilizzo - Parte 2: Applicazione al legno massiccio
	UNI EN 335-3:1998	Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno - Definizione delle classi di rischio di attacco biologico - Applicazione ai pannelli a base di legno
	UNI EN 351:1998	Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno - Legno massiccio trattato con i preservanti - Classificazione di penetrazione e ritenzione del preservante
	UNI EN 599-1:1999	Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno - Prestazioni dei preservanti del legno, utilizzati a scopo preventivo, determinate mediante prove biologiche - Specifiche secondo le classi di rischio
	UNI EN 599-2:1998	Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno - Prestazioni dei preservanti del legno, utilizzati a scopo preventivo, determinate mediante prove biologiche - Classificazione ed etichettatura
11,8,1	legge 05/11/71 n.1086	Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica
	legge 02/02/74 n.64	Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
11,8,3	UNI EN ISO 9001:2000	Sistemi di gestione per la qualità - Requisiti
	UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006	Valutazione della conformità - Requisiti per gli organismi che forniscono audit e certificazione di sistemi di gestione
11,8,3,1	art. 59 DPR n.380/2001	Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia Art. 59 - Laboratori
11,8,3,3	art. 59 DPR n.380/2001	Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia Art. 59 - Laboratori
11,8,4	art. 59 DPR n.380/2001	Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia Art. 59 - Laboratori
11,8,5	art. 59 DPR n.380/2001	Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia Art. 59 - Laboratori
11,9,2	UNI EN ISO 9001:2000	Sistemi di gestione per la qualità - Requisiti
	UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006	Valutazione della conformità - Requisiti per gli organismi che forniscono audit e certificazione di sistemi di gestione
11,9,3	DPR n.246/93	Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione
11,10,1	UNI EN 771	Specifiche per elementi per muratura - Elementi per muratura di laterizio
11,10,1,1	art. 59 DPR n.380/2001	Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia Art. 59 - Laboratori
11,10,1,1,1	UNI EN 772-1:2002	Metodi di prova per elementi di muratura - Determinazione della resistenza a compressione
11,10,2,1	UNI EN 998-2	Specifiche per malte per opere murarie - Malte da muratura
	UNI EN 1015-11:2007	Metodi di prova per malte per opere murarie - Parte 11: Determinazione della resistenza a flessione e a compressione della malta indurita
11,10,2,2	UNI EN 1015-11:2007	Metodi di prova per malte per opere murarie - Parte 11: Determinazione della resistenza a flessione e a compressione della malta indurita
11,10,3,1,1	UNI EN 998-2	Specifiche per malte per opere murarie - Malte da muratura
11,10,3,2,1	UNI EN 1052-3:2007	Metodi di prova per muratura - Parte 3: Determinazione della resistenza iniziale a taglio
	UNI EN 1052-4:2001	Metodi di prova per muratura - Determinazione della resistenza al taglio inclusi gli strati impermeabili all'umidità
11,10,3,3	UNI EN 771	Specifiche per elementi per muratura - Elementi per muratura di laterizio
11,10,3,4	UNI EN 1052-1:2001	Metodi di prova per muratura - Determinazione della resistenza a compressione

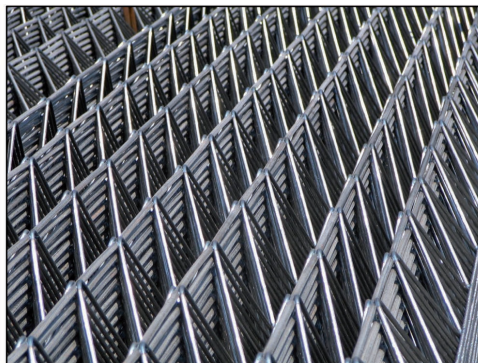
 **SISMIC** via A. Volta 27/a
25010 San Zeno Naviglio (Bs)
Tel. +39 030.3539354
fax. +39 030.3546766
fax. +39 030.3546766

www.assosismic.it

ROTOLI



TRALICCI



Acciaierie di Sicilia

Alfa Acciai

Dieffe

Feralpi Siderurgica

Ferriera Valsabbia

Industrie Riunite Odolesi I.R.O.

Leali

Catania

Brescia

Pomezia (ROMA)

Lonato (BS)

Odolo (BS)

Odolo (BS)

Odolo (BS)