



PROVINCIA DI MODENA

Area Lavori Pubblici

Direttore Ing. Alessandro Manni

Servizio Lavori speciali Opere Pubbliche

telefono 059 209 623 fax 059 343 706

via J.Barozzi 340, 41124 Modena c.f. e p.i. 01375710363

centralino 059 209 111 www.provincia.modena.it provinciadi Modena@cert.provincia.modena.it

Servizio Certificato UNI EN ISO 9001:2008 - Registrazione N. 3256 -A-

I.S.T.A.S. LAZZARO SPALLANZANI DI CASTELFRANCO EMILIA (MO) POSIZIONAMENTO MODULI PREFABBRICATI AD USO LABORATORI

PROGETTO ESECUTIVO

RIFERIMENTO ELABORATO

PE014

RELAZIONE SUI MATERIALI STRUTTURALI

PROT. n°

SCALA

DATA DICEMBRE 2016

CL.

revisione

data

descrizione

redatto

controllato

approvato

DEL

FASC.

SUB

N



ubicazione intervento

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Alessandro Manni

PROGETTISTA GENERALE

Ing. Daniele Gaudio

PROGETTISTA STRUTTURALE DELLE FONDAZIONI

Ing. Vincenzo Chianese

CONSULENTE GEOLOGICO

Dott. geol. Luca Rossi

VISTO IL DIRETTORE DEI LAVORI

RELAZIONE SUI MATERIALI STRUTTURALI

GENERALITÀ.....	1
ACCIAI PER STRUTTURE METALLICHE.....	2
CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER LE FONDAZIONI XC2.....	6
ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO.....	8

GENERALITÀ

La presente relazione descrive i materiali strutturali nuovi da introdurre nel cantiere in oggetto. Per quanto concerne le strutture in elevazione sono già state assunte agli atti le certificazioni dei materiali, che pertanto non saranno riportate nella presente relazione; invece sono riportati le descrizioni di quelle operazioni che riguardano direttamente tali materiali. per quanto non espressamente specificato si faccia riferimento al capitolato speciale di appalto II parte.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- *identificati* univocamente a cura del produttore, secondo quanto indicato al punto 11.1 del D.M. 14/01/2008;
- *qualificati* sotto la responsabilità del produttore, secondo quanto indicato al punto 11.1 del D.M. 14/01/2008;
- *accettati* dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

Si precisa che per i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE sarà onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benessere Tecnico Europeo, per quanto applicabile.

Sarà inoltre onere del Direttore dei Lavori verificare che tali prodotti rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella detta documentazione.

Per i prodotti non recanti la Marcatura CE, il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità dell'Attestato di Qualificazione (caso B) o del Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego (caso C) rilasciato del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Le prove su materiali e prodotti, a seconda delle specifiche procedure applicabili, come specificato di volta in volta nel seguito, devono generalmente essere effettuate da:

- a) laboratori di prova notificati ai sensi dell'art.18 della Direttiva n.89/106/CEE;
- b) laboratori di cui all'art.59 del DPR n.380/2001;
- c) altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, appositamente abilitati dal Servizio Tecnico Centrale.

ACCIAI PER STRUTTURE METALLICHE

modulo elastico $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$

modulo di elasticità trasversale $G = E / [2 (1 + \nu)] \text{ N/mm}^2$

coefficiente di Poisson $\nu = 0,3$

coefficiente di espansione termica lineare $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$
(per temperature fino a $100 \text{ } ^\circ\text{C}$)

densità $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550

PROCESSO DI SALDATURA -dm 14/01/2008 e uni 10090/11 parte II

La saldatura deve essere effettuata in conformità ai requisiti della parte pertinente della EN ISO 3834 o della EN ISO 14554 se applicabile.

Sarà cura dell'impresa produrre un piano di saldatura con i contenuti di cui al punto 7.2.2 delle uni 10090.

La saldatura può essere eseguita secondo i seguenti processi di saldatura definiti nella EN ISO 4063: la saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati ed è ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale e solo se espressamente specificato nelle direttive progettuali ed autorizzato dalla Direzione Lavori. La saldatura a punti, a linea continua e per rilievi è utilizzata solo per eseguire la saldatura di componenti in acciaio di spessore sottile; in tal caso le norme sono sotto riportate:

- EN ISO 14373 per il processo 21 (saldatura a punti);
- EN ISO 16433 per il processo 22 (saldatura a linea continua);
- EN ISO 16432 per il processo 23 (saldatura per rilievi).

Il diametro dei punti e dei rilievi delle saldature deve essere controllato durante la realizzazione per mezzo della prova di strappo sul punto saldato o con lo scalpello secondo la EN ISO 10447.

La saldatura deve essere effettuata con procedure qualificate utilizzando una specifica procedura di saldatura (WPS) in conformità alle parti pertinenti della EN ISO 15609 o della EN ISO 14555 o della EN ISO 15620, se pertinente.

Vale quanto riportato al punto 7.4.1.2, 7.4.1.3 UNI 10090/11 parte II.

Al fine di poter ritenere una procedura di saldatura valida essa deve essere qualificata anche attraverso test di produzione di saldatura in conformità alla pertinente norma 10090/11, nonché EN ISO 14555. In aggiunta la d.l. potrà richiedere prove aggiuntive per una procedura di qualifica di saldatura in conformità alla EN ISO 15614-1 ovvero EN ISO 10447. Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta) si applica la norma UNI EN ISO 14555:2001; valgono perciò i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 della appendice A della stessa norma.

I saldatori devono essere qualificati in conformità alla EN 287-1 da parte di un Ente terzo e gli operatori di saldatura in conformità alla EN 1418. A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN287-1:2004, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Le saldature di sezioni cave con angoli minori di 60° , come definite nella EN 1993-1-8 devono essere "qualificate con prove specifiche.

Le registrazioni delle prove di qualificazione di tutti i saldatori e degli operatori di saldatura devono essere tenute a disposizione e messe a disposizione del D.L.

Il coordinamento di saldatura deve essere mantenuto durante l'esecuzione della saldatura da parte di personale adeguatamente qualificato per il coordinamento della saldatura, e con esperienza nelle operazioni di saldatura, che vigilano come specificato nella EN ISO 14731.

Per quanto riguarda le operazioni di saldatura e la loro supervisione, il personale di coordinamento della saldatura deve avere le conoscenze tecniche secondo i prospetti 14 e 15 della UNI10090 parte II.

Conoscenze tecniche del personale di coordinamento - Acciai strutturali al carbonio

EXC	Acciaio (gruppo di acciaio)	Norma di riferimento	Spessore (mm)		
			$t \leq 25$ ^{a)}	$25 < t \leq 50$ ^{b)}	$t > 50$
EXC2	da S235 a S355 (1.1, 1.2, 1.4)	EN 10025-2, EN 10025-3, EN 10025-4 EN 10025-5, EN 10149-2, EN 10149-3 EN 10210-1, EN 10219-1	B	S	C ^{d)}
	da S420 a S700 (1.3, 2, 3)	EN 10025-3, EN 10025-4, EN 10025-6 EN 10149-2, EN 10149-3 EN 10210-1, EN 10219-1	S	C ^{d)}	C
EXC3	da S235 a S355 (1.1, 1.2, 1.4)	EN 10025-2, EN 10025-3, EN 10025-4 EN 10025-5, EN 10149-2, EN 10149-3 EN 10210-1, EN 10219-1	S	C	C
	da S420 a S700 (1.3, 2, 3)	EN 10025-3, EN 10025-4, EN 10025-6 EN 10149-2, EN 10149-3 EN 10210-1, EN 10219-1	C	C	C
EXC4	Tutti	Tutti	C	C	C

a) Piatti per base di colonna e piatti terminali ≤ 50 mm.
b) Piatti per base di colonna e piatti terminali ≤ 75 mm.
c) Per acciai fino al S275, il livello S è sufficiente.
d) Per gli acciai N, NL, M e ML, il livello S è sufficiente.

Conoscenze tecniche del personale di coordinamento - Acciai inossidabili

EXC	Acciaio (gruppo di acciaio)	Norma di riferimento	Spessore (mm)		
			$t \leq 25$	$25 < t \leq 50$	$t > 50$
EXC2	Austenitico (8)	EN 10088-2:2005, prospetto 3 EN 10088-3:2005, prospetto 4 EN 10296-2:2005, prospetto 1 EN 10297-2:2005, prospetto 2	B	S	C
	Austenitico-ferritico (10)	EN 10088-2:2005, prospetto 4 EN 10088-3:2005, prospetto 5 EN 10296-2:2005, prospetto 1 EN 10297-2:2005, prospetto 3	S	C	C
EXC3	Austenitico (8)	EN 10088-2:2005, prospetto 3 EN 10088-3:2005, prospetto 4 EN 10296-2:2005, prospetto 1 EN 10297-2:2005, prospetto 2	S	C	C
	Austenitico-ferritico (10)	EN 10088-2:2005, prospetto 4 EN 10088-3:2005, prospetto 5 EN 10296-2:2005, prospetto 1 EN 10297-2:2005, prospetto 3	C	C	C
EXC4	Tutti	Tutti	C	C	C

Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1:2005.

I criteri di accettazione per le imperfezioni delle saldature devono essere eseguite con riferimento alla EN ISO 5817 (normalmente livello di qualità C), ad eccezione di "punta non corretta" e "mancanza micro di fusione", che non vanno presi in considerazione. Eventuali ulteriori requisiti specificati per la geometria della saldatura e del profilo devono essere presi in considerazione.

Le durezza eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme UNI EN 1011:2005 parti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1:2005.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione.

In assenza di tali dati per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma UNI EN ISO 5817:2004 e il livello B per strutture soggette a fatica.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal Collaudatore e dal Direttore dei Lavori; per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione si useranno metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), mentre per i giunti a piena penetrazione, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Le caratteristiche dei prodotti componenti forniti devono essere documentate in modo da permetterne la comparazione con le caratteristiche specifiche. La loro conformità con la pertinente norma di prodotto deve essere verificata in conformità al punto 12.2 delle norme uni 10090 parte II.

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN 12062:2004.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 473:2001 almeno di secondo livello.

Oltre alle prescrizioni applicabili di cui al precedente § 11.3.1.7, il costruttore deve corrispondere ai seguenti requisiti.

In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006 parti 2 e 4; il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità. I requisiti sono riassunti nel Tab. 11.3.XI di seguito riportata.

La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un Ente terzo, scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore secondo criteri di indipendenza e di competenza.

Tutti i materiali di apporto per saldatura devono essere conformi ai requisiti della EN 13479 ed alle appropriate norme di prodotto opportune come elencate nel prospetto 5 delle norme uni 10090 parte II. tipo di materiale di apporto per la saldatura deve essere appropriato al processo di saldatura, al materiale che deve essere saldato ed alla procedura di saldatura. Se devono essere saldati gli acciai prodotti secondo la EN 10025-5, come materiali di apporto per la saldatura devono essere utilizzati quelli che assicurino all'intera saldatura una resistenza alle condizioni climatiche almeno equivalente a quella del metallo di base. Se non diversamente specificato, deve essere utilizzata una delle opzioni fornite nel prospetto 6 delle norme uni 10090 parte II. ***Per quanto non indicato nel presente paragrafo si faccia riferimento al punto 7 delle norme uni 10090 parte II in quanto compatibili con classe di esecuzione 2.***

Tipo di azione sulle strutture	Strutture soggette a fatica in modo non significativo			Strutture soggette a fatica in modo significativo
	A	B	C	
Riferimento				D
Materiale Base: Spessore minimo delle membrature	S235, s ≤ 30mm S275, s ≤ 30mm	S355, s ≤ 30mm S235 S275	S235 S275 S355 S460, s ≤ 30mm	S235 S275 S355 S460 (Nota 1) Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati (Nota 1)
Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006	Elementare EN ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3	Medio EN ISO 3834-3	Completo EN ISO 3834-2
Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma UNI EN 719:1996	Di base	Specifico	Completo	Completo

BULLONI

I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968 devono appartenere alle sotto indicate classi della norma UNI EN ISO 898-1:2001. Sono ammessi esclusivamente bulloni ad alta resistenza come riportato negli elaborati grafici.

	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10

Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm ²)	240	300	480	649	900
f_{tb} (N/mm ²)	400	500	600	800	1000

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica devono essere dotati un sistema di gestione della qualità del processo produttivo per assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di bulloni o chiodi da carpenteria devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità.

Ogni fornitura in cantiere o nell'officina di formazione delle carpenterie metalliche, di bulloni o chiodi deve essere accompagnata da copia della dichiarazione di attività al Servizio Tecnico Centrale e della relativa attestazione da parte del Servizio Tecnico Centrale.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

PROCEDURE DI CONTROLLO SU ACCIAI DA CARPENTERIA

I prodotti assoggettabili al procedimento di qualificazione sono, suddivisi per gamma merceologica, i seguenti:

- laminati mercantili, travi ad ali parallele del tipo IPE e HE, travi a I e profilati a U;
- lamiere e nastri, travi saldate e profilati aperti saldati;
- profilati cavi circolari, quadrati o rettangolari senza saldature o saldati.

PER QUANTO NON ESPRESSAMENTE INDICATO SI FACCI RIFERIMENTO ALLE ATTUALI NORME TECNICHE CON PARTICOLARE RIGUARDO AL D.M. 14/01/2008, ALLE NORME UNI 10090 (CON PREVALENZA DI QUESTE ULTIME SUL CAP 11 DEL DM 14/01/2008) ED A QUANTO RIPIORTATO SUL CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO.

CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER LE FONDAZIONI XC2

- classe di resistenza: **C28/35**
- classe di consistenza s3
- diametro massimo dell'aggregato 2mm.

La classe di resistenza è contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cubica R_{ck} e cilindrica f_{ck} a compressione uniassiale, misurate su provini normalizzati e cioè rispettivamente su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm e su cubi di spigolo 150 mm. Al fine delle verifiche sperimentali i provini prismatici di base 150'150 mm e di altezza 300 mm sono equiparati ai cilindri di cui sopra. La resistenza caratteristica a compressione è definita come la resistenza per la quale si ha il 5% di probabilità di trovare valori inferiori. la resistenza caratteristica designa quella dedotta da prove su provini come sopra descritti, confezionati e stagionati eseguite a 28 giorni di maturazione

Leganti

Dovranno impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità - rilasciato da un organismo europeo notificato - ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA), purché idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26/05/1965 n.595. È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

Aggregati

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620. Il sistema di attestazione della conformità di tali aggregati, ai sensi del DPR n.246/93 è del tipo 2+. Non è consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, Nella fattispecie per quanto riguarda gli eventuali controlli di accettazione da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori, questi sono finalizzati almeno alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate

- Descrizione petrografica semplificata
- Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)
- Indice di appiattimento
- Dimensione per il filler

Aggiunte

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1.

Additivi

Gli additivi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

Acqua di impasto

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN1008: 2003.

Miscele preconfezionate di componenti per calcestruzzo

Il produttore di miscele preconfezionate di componenti per calcestruzzi, cui sia da aggiungere in cantiere l'acqua di impasto, deve documentare per ogni componente utilizzato la conformità alla relativa norma armonizzata europea.

CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO

Resistenza a compressione

R_{ck}

$f_{ck} = 0,83 \times R_{ck}$

$f_{cm} = f_{ck} + 8$ [N/mm²]

Resistenza a trazione

$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{2/3}$

$f_{ctm} = 1, 2 f_{ctm}$

Modulo elastico

$E_{cm} = 22.000 \times [f_{cm}/10]^{0,3}$ [N/mm²]

Coefficiente di Poisson

Per il coefficiente di *Poisson* può adottarsi, a seconda dello stato di sollecitazione, un valore di 0,1

Coefficiente di dilatazione termica

può assumersi un valor medio pari a 10×10^{-6}
°C⁻¹, f

DURABILITÀ XC2

Al fine di garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo esposte all'azione dell'ambiente, valutate opportunamente le condizioni ambientali del sito ove sorgerà la costruzione o quelle di impiego, si sono fissate, oltre a quanto già detto in precedenza, le caratteristiche del calcestruzzo da impiegare:

- valori del copriferro 3cm

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

ACCIAIO PER C.A. LAMINATO A CALDO

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui AL D.M. 14/01/2008 e controllati.

L'acciaio per cemento armato laminato a caldo, denominato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura, (utilizzati nei calcoli):

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

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tabella:

		CARATTERISTICHE
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	$\geq f_{y \text{ nom}} \text{ (N/mm}^2\text{)}$
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	$\geq f_{t \text{ nom}} \text{ (N/mm}^2\text{)}$
	$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,13$
	$(f_y/f_{y \text{ nom}})_k$	$\leq 1,35$
Allungamento	$(A_{gt})_k$	$\geq 7 \%$
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
	$\phi < 12 \text{ mm}$	4 ϕ
	$12 \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$	5 ϕ
	per $16 < \phi \leq 25 \text{ mm}$	8 ϕ
	per $25 < \phi \leq 50 \text{ mm}$	10 ϕ

ACCERTAMENTO DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato nelle UNI EN ISO 15630-1 e UNI EN ISO 15630-2.

Per acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche sono determinate su provette mantenute per 60 +15 -0 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 30 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.

CARATTERISTICHE DIMENSIONALI

L'acciaio per cemento armato dovrà essere prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati o preassemblati in appositi centri di trasformazione, a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera, quali:

- elementi presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.);
- elementi preassemblati (gabbie di armatura, ecc.)

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

Per quanto riguarda la marcatura dei prodotti e la documentazione di accompagnamento vale quanto indicato ai punti precedenti e da quanto attualmente riportato dalla attuale normativa,

BARRE E ROTOLI

Le barre sono caratterizzate dal diametro ϕ della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm³.

Il diametro ϕ delle barre deve essere compreso tra 6 e 40 mm.

L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a $\phi \leq 16$ mm.

Nel luogo di lavorazione, dove avviene il raddrizzamento, per tenere in conto del danneggiamento della superficie del tondo ai fini dell'aderenza, opportune prove dovranno essere condotte così come indicato ai punti successivi. Quando il raddrizzamento avviene a caldo, bisogna verificare che siano mantenute le caratteristiche meccaniche dell'acciaio.

RETI E TRALICCI ELETTROSALDATI

Si intendono per reti elettrosaldate le armature costituite da due sistemi di barre parallele ortogonali equidistanziate, assemblate per saldatura negli incroci chiamati nodi. Gli acciai delle reti elettrosaldate devono essere saldabili.

La equidistanza non può superare 330 mm.

I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre ed assemblati mediante saldature.

Gli acciai per i tralicci elettrosaldati devono essere saldabili.

Le reti ed i tralicci costituiti con acciaio devono avere diametro \varnothing compreso tra 5 e 12 mm.

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la UNI EN ISO 15630-2 pari al 30% della forza di snervamento della barra. Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo, va controllata e certificata dal produttore di reti.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche.

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento.

Le reti ed i tralicci elettrosaldati devono essere formati partendo da barre o rotoli dotate di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile lo stabilimento del produttore della rete o traliccio elettrosaldato, seguita da una marcatura che identifichi il produttore dell'elemento base (barra o rotolo).

La marcatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marcatura supplementare indelebile identificabile in modo permanente anche dopo annegamento nel calcestruzzo.

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.

CENTRI DI TRASFORMAZIONE

Si definisce Centro di trasformazione un impianto 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.

Il Centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista ai punti precedenti

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

Il trasformatore deve essere dotato 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 previste dalle presenti norme.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi degli attestati di qualificazione del prodotto di origine.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

I centri di trasformazione sono identificati, anche come "luogo di lavorazione" e, come tali, sono tenuti ad effettuare i controlli obbligatori previsti in cantiere, secondo le indicazioni di legge

Tali centri debbono obbligatoriamente aver nominato un Direttore Tecnico dello stabilimento, che assume le responsabilità affidate, per norma, al direttore dei lavori.

L'esecuzione delle prove presso il centro di trasformazione non esclude che il direttore dei lavori dell'opera, nell'ambito della propria discrezionalità, possa effettuare in cantiere tutti gli eventuali ulteriori controlli che ritenga opportuni.

Nell'ambito del processo produttivo deve essere posta particolare attenzione ai processi di saldatura. In particolare il Direttore di stabilimento deve verificare, tramite opportune prove, che le saldature, anche nel caso di quelle non resistenti, non alterino le caratteristiche meccaniche del prodotto.

Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata, in aggiunta alla documentazione prevista per legge, da copia dei certificati delle prove fatte eseguire dal direttore dello stabilimento e della dichiarazione che si effettua a favore del Servizio Tecnico Centrale. In tale dichiarazione è riportata:

- l'attività,
- la propria organizzazione,
- i procedimenti di saldatura e di sagomatura impiegati,
- le massime dimensioni delle barre e/o dei rotoli utilizzati,
- le modalità di marcatura per l'identificazione del centro,
- come allegato copia della certificazione del sistema di gestione della qualità che sovrintende al processo produttivo,
- l'impegno ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine,
- come allegato la nota di incarico al direttore dello stabilimento, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità, sui controlli sui materiali,
- l'accettazione annuale del Servizio Tecnico Centrale,

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

SALDABILITÀ

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito deve soddisfare le limitazioni riportate in Tabella 11.2.II dove il calcolo del carbonio equivalente C_{eq} è effettuato con la seguente formula:

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

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

Tabella 11.2.II

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

È possibile eccedere il valore max. di C dello 0,03% in massa, a patto che il valore del C_{eq} venga ridotto dello 0,02% in massa.

Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano l'azoto stesso.

TOLLERANZE DIMENSIONALI

La deviazione ammissibile per la massa nominale deve essere come riportato in Tabella seguente.

Tabella 11.2.III

Diametro nominale, (mm)	5 a ≤8	>8 ≤ 50
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	± 6	± 4,5