

COMUNE DI FERRARA



RESTAURO CONSERVATIVO E RISTRUTTURAZIONE DEI FABBRICATI ANNESSI ALL'IMPIANTO IDROVORO SANT'ANTONINO PER LA
 REALIZZAZIONE DI ARCHIVIO E BIBLIOTECA DEL CONSORZIO.
 IMPORTO COMPLESSIVO DELL'OPERA € 610.296,00.

Progetto Esecutivo

RIFERIMENTO LCF 9. Progetto esecutivo		DESCRIZIONE RELAZIONE SUI MATERIALI	
DISCIPLINA Strutture	SCALA -		
IDENTIFICATIVO ELABORATO ST All. C	PLOT -		

Committente



Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara
 Via Borgo dei Leoni, 28 - 44121 Ferrara
 tel 0532/218121/2/3/4 - fax 0532 218166, C.F.
 93076450381
 RUP: geom. Marco Ardizzoni
 Collaboratore: geom. Luigi Marchesini

Timbri e firme

Il progettista

Il progettista

Il responsabile del procedimento
 Geom. Marco Ardizzoni

Progettisti opere civili

LCFE

LABORATORIO
 CITTÀ DI FERRARA
 ENGINEERING

Ing. Giovanni Bertoli
 Arch. Daniele Spoletini

Gruppo di lavoro:
 Ing. Sergio Fantoni
 Arch. Barbara Bolognesi
 Ing. Daniela Trambaolli
 Arch. Laura Dussini
 Ing. Alessia Assirelli
 Arch. Sara Voltani

Progettisti impianti

Ing. Giovanni Paolazzi
 Per. ind. Enrico Lambertini

via Frescobaldi, 51 - Ferrara

Revisioni

N°	data	redatto	contr.	approv.		Motivo della revisione
0	01/2018	AA	GB	...	EMISSIONE	
1						
2						
3						

Pos. archivio **LCF**

1704

ST A I I . C

1.	Acciaio	1
1.1.	Prescrizioni comuni a tutte le tipologie di acciaio	1
1.1.1.	Controlli	1
1.1.1.1.	Controlli di produzione in stabilimento e procedure di qualificazione	1
1.2.	Principi di progettazione (ex Eurocodice 3).....	3
1.2.1.	Requisiti fondamentali	3
1.3.	Materiali	4
1.3.1.	Acciaio strutturale	4
1.3.1.1.	Proprietà dei materiali per acciaio laminato a caldo.....	4
1.3.2.	Elementi di giunzione	5
1.3.2.1.	Generalità	5
1.3.2.2.	Bulloni, dadi e rosette.....	5
1.4.	Fabbricazione e montaggio	6
1.4.1.	Generalità	6
1.4.2.	Specifica di progetto.....	6
1.4.3.	Limitazioni per la fabbricazione.....	7
1.4.4.	Preparazione del materiale	7
1.4.5.	Collegamenti bullonati	7
1.4.5.1.	Fori	7
1.4.5.2.	Tolleranze nei fori per i dispositivi di giunzione	7
1.4.5.3.	Bulloni.....	8
1.4.5.4.	Dadi.....	9
1.4.5.5.	Rosette.....	9
1.4.5.6.	Serraggio dei bulloni	9
1.4.5.7.	Superfici di contatto resistenti allo scorrimento	10
1.4.5.8.	Accoppiamento delle superfici di contatto	10
1.4.6.	Collegamenti saldati	10
1.4.7.	Tolleranze	11

1.4.7.1.	Tipi di tolleranze	11
1.4.7.2.	Applicazione delle tolleranze.....	11
1.4.7.3.	Tolleranze di montaggio normali.....	12
2.	Acciaio per strutture e opere provvisionali	14

1. Acciaio

1.1. Prescrizioni comuni a tutte le tipologie di acciaio

1.1.1. Controlli

Tre forme di controllo obbligatorie:

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

- Lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.).
- Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 tonnellate.
- Forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.
- Lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

1.1.1.1. Controlli di produzione in stabilimento e procedure di qualificazione

Tutti gli acciai, siano essi destinati ad utilizzo come armature per cemento armato ordinario o precompresso o ad utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

Fatto salvo quanto disposto dalle norme europee armonizzate, ove applicabili, il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006.

Ai fini della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme disponibili UNI EN 10080:2005, della serie UNI EN 10025:2005, UNI EN 10210:2006 e UNI EN 10219:2006.

Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del DPR n.246/93 di recepimento della direttiva 89/106/CEE, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.

Il Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei lavori pubblici è organismo abilitato al rilascio dell'attestato di qualificazione per gli acciai di cui sopra.

L'inizio della procedura di qualificazione deve essere preventivamente comunicato al Servizio Tecnico Centrale allegando una relazione ove siano riportati:

- 1) elenco e caratteristiche dei prodotti che si intende qualificare (tipo, dimensioni, caratteristiche meccaniche e chimiche, ecc.);
- 2) indicazione dello stabilimento e descrizione degli impianti e dei processi di produzione;
- 3) descrizione dell'organizzazione del controllo interno di qualità con indicazione delle responsabilità aziendali;
- 4) copia della certificazione del sistema di gestione della qualità;
- 5) indicazione dei responsabili aziendali incaricati della firma dei certificati;
- 6) descrizione particolareggiata delle apparecchiature e degli strumenti del Laboratorio interno di stabilimento per il controllo continuo di qualità;
- 7) dichiarazione con la quale si attesti che il servizio di controllo interno della qualità sovrintende ai controlli di produzione ed è indipendente dai servizi di produzione;
- 8) modalità di marchiatura che si intende adottare per l'identificazione del prodotto finito;
- 9) descrizione delle condizioni generali di fabbricazione del prodotto nonché dell'approvvigionamento delle materie prime e del prodotto intermedio (billette, rotoli, vergella, lamiere, laminati, ecc.);
- 10) copia controllata del manuale di qualità aziendale, coerente alla norma UNI EN ISO 9001:2000.

Il Servizio Tecnico Centrale verifica la completezza e congruità della documentazione presentata e procede a una verifica documentale preliminare della idoneità dei processi produttivi e del Sistema di Gestione della Qualità nel suo complesso.

Se tale verifica preliminare ha esito positivo, il Servizio Tecnico Centrale potrà effettuare una verifica ispettiva presso lo stabilimento di produzione.

Il risultato della Verifica Documentale Preliminare unitamente al risultato della Verifica Ispettiva saranno oggetto di successiva valutazione da parte del Servizio Tecnico Centrale per la necessaria ratifica e notifica al produttore. In caso di esito positivo il Produttore potrà proseguire nella Procedura di Qualificazione del Prodotto. In caso negativo saranno richieste al Produttore le opportune azioni correttive che dovranno essere implementate.

La Procedura di Qualificazione del Prodotto continua con:

- esecuzione delle Prove di Qualificazione a cura di un Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 incaricato dal Servizio Tecnico Centrale su proposta del
- invio dei risultati delle prove di qualificazione da sottoporre a giudizio di conformità al Servizio Tecnico Centrale da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 incaricato;

- in caso di giudizio positivo il Servizio Tecnico Centrale provvede al rilascio dell'Attestato di Qualificazione al produttore e inserisce il Produttore nel Catalogo Ufficiale dei Prodotti Qualificati che sarà reso pubblicamente disponibile;
- in caso di giudizio negativo, il Produttore può individuare le cause delle non conformità, apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione sia al Servizio Tecnico Centrale che al Laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di qualificazione.

Il prodotto può essere immesso sul mercato solo dopo il rilascio dell'Attestato di Qualificazione. La qualificazione ha validità 5 (cinque) anni.

1.2. Principi di progettazione (ex Eurocodice 3)

1.2.1. Requisiti fondamentali

- (1) Una struttura deve essere progettata e costruita in modo tale che:
 - con una probabilità accettabile essa rimarrà idonea all'uso al quale è destinata tenendo conto della sua durata prevista e del suo costo; inoltre:
 - essa sopporterà, con un adeguato grado di affidabilità, tutte le azioni e tutti gli effetti che hanno probabilità di intervenire durante l'esecuzione e l'esercizio ed avrà una durata adeguata in relazione ai costi di manutenzione.
- (2) La struttura deve inoltre essere progettata in modo tale che, a seguito di esplosioni, urti o conseguenze di errori umani, il suo danneggiamento non sia sproporzionato rispetto alla causa originaria.
- (3) Il danno potenziale deve essere limitato o evitato attraverso la scelta di una o più delle seguenti precauzioni:
 - evitare, eliminare o ridurre i rischi che la struttura deve sostenere;
 - selezionare una tipologia strutturale che abbia ridotta sensibilità ai rischi considerati;
 - selezionare una tipologia strutturale ed un progetto capaci di resistere adeguatamente alla rimozione accidentale di un singolo elemento;
 - assicurare il collegamento della struttura nel suo insieme.
- (4) Le caratteristiche sopra indicate possono essere soddisfatte attraverso la scelta di materiali idonei, attraverso un adeguato progetto e studio dei dettagli costruttivi ed attraverso l'indicazione delle procedure per il controllo della produzione, costruzione ed uso, come necessario per il particolare progetto.

1.3. Materiali

1.3.1. Acciaio strutturale

1.3.1.1. Proprietà dei materiali per acciaio laminato a caldo

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la Marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+.

Per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210 ed UNI EN 10219-1, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità, ed in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} da utilizzare nei calcoli si assumono i valori nominali $f_y = R_{eH}$ e $f_t = R_m$ riportati nelle relative norme di prodotto.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377:1999, UNI 552:1986, EN 10002-I:2004, UNI EN 10045-1:1992.

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

- 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 = 0,3
- coefficiente di espansione termica lineare = 12×10^{-6} per °C-1 (per temperature fino a 100 °C)
- densità = 7850 kg/m^3

Sempre in sede di progettazione, per gli acciai di cui alle norme europee EN 10025, EN 10210 ed EN 10219-1, si possono assumere nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} riportati nelle tabelle seguenti.

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [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
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Tabella 1 - Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S 460 MH/MLH	460	530		

Tabella 2 - Laminati a caldo con profili a sezione cava

1.3.2. Elementi di giunzione

1.3.2.1. Generalità

- (1) I dispositivi di giunzione devono essere adatti all'impiego al quale sono destinati.
- (2) I dispositivi idonei di giunzione includono bulloni, elementi di giunzione ad attrito, chiodi e saldature.

1.3.2.2. Bulloni, dadi e rosette

- (1) Bulloni di classe minore di 4.6 o maggiore di 10.9 non devono essere utilizzati se non viene fatta dimostrazione, per via sperimentale, della loro accettabilità per una particolare applicazione.

(2) I valori nominali della resistenza di snervamento f_{yb} e della resistenza a rottura per trazione f_{ub} (da impiegarsi quali valori caratteristici nei calcoli) sono dati in Tabella 3.

Classe del bullone	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm ²)	240	320	300	400	480	680	900
f_{ub} (N/mm ²)	400	400	500	500	600	800	1000

Tabella 3 - Valori nominali della resistenza allo snervamento f_{yb} e della resistenza a rottura per trazione f_{ub} per i bulloni

1.4. Fabbricazione e montaggio

1.4.1. Generalità

Questo punto specifica i requisiti minimi delle lavorazioni richiesti per la fabbricazione ed il montaggio al fine di garantire che le ipotesi di progetto siano soddisfatte e che, quindi, il livello di sicurezza strutturale desiderato possa essere raggiunto.

I requisiti minimi si riferiscono a strutture soggette prevalentemente a carichi statici e/o sismici. Qualità delle lavorazioni più elevate e livelli di controllo e prove più rigorosi possono rendersi necessari per le strutture nelle quali prevale il fenomeno della fatica, in funzione dei dettagli di progetto e della resistenza a fatica richiesta o per altre ragioni.

Qualsiasi requisito addizionale specifico per strutture particolari dovrà essere dichiarato nella specifica di progetto.

1.4.2. Specifica di progetto

Il progettista dovrà fornire, o adottare, una specifica di progetto contenente i dettagli di tutti i requisiti per i materiali, la fabbricazione ed il montaggio necessari ad assicurare la conformità alle ipotesi di progetto in relazione alla particolare struttura.

La specifica di progetto dovrà contenere sufficienti dettagli dei requisiti specifici riguardanti:

- 1) la fabbricazione;
- 2) il montaggio;
- 3) i controlli;
- 4) l'accettazione.

La specifica di progetto dovrà comprendere tutte le prescrizioni competenti.

La specifica di progetto può includere dei disegni in aggiunta al testo.

La specifica di progetto può integrare i requisiti delle norme di riferimento, ma non dovrà ridurre i loro requisiti tecnologici e non dovrà trascurare quelli minimi specificati in questo punto.

Dopo l'approvazione, la specifica di progetto non dovrà essere alterata senza il benestare del progettista e delle autorità responsabili del controllo.

1.4.3. Limitazioni per la fabbricazione

È necessario evitare o eliminare il materiale incrudito; nel qual caso si dovrà evitare di eseguire:

- 1) bordi tagliati alla fiamma o tranciati;
- 2) fori punzonati;
- 3) marcatura;
- 4) attacchi provvisori saldati;
- 5) riparazioni della superficie mediante saldatura.

Nota - La condizione (e) influenza le condizioni di fornitura del materiale

1.4.4. Preparazione del materiale

Qualsiasi raddrizzatura o sagomatura necessaria dovrà essere eseguita usando metodi che non riducano le proprietà del materiale al di sotto di quelle specificate. Le strutture in acciaio che sono state zincate dovranno essere raddrizzate o sagomate nuovamente, se necessario, per soddisfare i limiti di tolleranza specificati. Tutte le superfici ed i bordi dovranno essere esenti da difetti che abbiano probabilità di compromettere l'efficacia del metodo di protezione superficiale prescritto nella specifica di progetto.

Per le superfici di appoggio a contatto dovranno essere specificati i livelli di qualità della spianatura necessari per trasmettere le forze di progetto lungo le superfici di contatto. Qualsiasi trattamento speciale richiesto per gli smussi dovrà essere prescritto nella specifica di progetto.

1.4.5. Collegamenti bullonati

1.4.5.1. Fori

I fori per i bulloni dovranno essere trapanati, salvo diversa specifica.

Quando sono richiesti fori a testa svasata, l'angolo di svasatura dovrà corrispondere a quello dei bulloni a testa svasata normalizzati, salvo che siano prescritti bulloni a testa svasata speciali non normalizzati.

Si deve curare che la profondità della svasatura sia sufficiente ad ospitare la testa del bullone. Qualora ciò implichi la svasatura di più di uno strato di piatti, le modalità per l'esecuzione devono essere stabilite nella specifica di progetto.

I fori asolati dovranno essere, in alternativa, o asolati in una sola operazione, oppure realizzati trapanando due o più fori circolari e rifinitura di alta qualità in modo da assicurare che il bullone possa muoversi liberamente per tutta la lunghezza dell'asola.

1.4.5.2. Tolleranze nei fori per i dispositivi di giunzione

Ad eccezione dei bulloni calibrati oppure dove sono specificate tolleranze ridotte o fori maggiorati, la tolleranza nominale per fori normali dovrà essere:

- 1 mm per bulloni fino a $\varnothing 20$;
- 1.5 mm per bulloni oltre $\varnothing 20$;

Possono essere prescritti fori con tolleranza ridotta rispetto a quella normale.

Per bulloni M12 e M14 possono pure essere prescritti fori con 2 mm di tolleranza nominale purché il progetto corrisponda ai requisiti indicati in 6.5.5(8) Eurocodice 3.

I fori maggiorati ed asolati possono essere impiegati per i collegamenti ad attrito solo ove specificato. La tolleranza nominale nei fori maggiorati per i collegamenti ad attrito dovrà essere:

- 3 mm per bulloni M12;
- 4 mm per bulloni da M14 a M22;
- 6 mm per bulloni M24;
- 8 mm per bulloni M27 ed oltre.

I fori maggiorati nei piatti dello strato esterno di un collegamento ad attrito dovranno essere coperti da rosette temprate.

I fori per bulloni di fondazione possono essere maggiorati con le tolleranze prescritte nella specifica di progetto purché questi fori siano coperti da piastre di rinforzo di dimensioni e spessore adeguati. I fori nelle piastre di rinforzo non dovranno avere dimensioni maggiori dei fori normali.

Le dimensioni nominali dei fori ad asola corta per i collegamenti ad attrito non dovranno essere maggiori di:

- $(d + 1)$ mm per $(d + 4)$ mm per bulloni M12 e M14;
- $(d + 2)$ mm per $(d + 6)$ mm per bulloni da M16 a M22
- $(d + 2)$ mm per $(d + 8)$ mm per bulloni M24;
- $(d + 3)$ mm per $(d + 10)$ mm per bulloni M27 e oltre;

dove:

d è il diametro nominale del bullone, in millimetri.

Le dimensioni nominali dei fori ad asola lunga per i collegamenti ad attrito non dovranno essere maggiori di:

- $(d + 1)$ mm per $2,5 d$ per bulloni M12 e M14;
- $(d + 2)$ mm per $2,5 d$ per bulloni da M16 a M22;
- $(d + 3)$ mm per $2,5 d$ per bulloni M27 ed oltre.

Le asole lunghe nei piatti dello strato esterno dovranno essere coperte da piastre di rinforzo di dimensioni e spessore adeguati. I fori nelle piastre di rinforzo non dovranno avere dimensioni maggiori dei fori normali.

Le dimensioni richieste per i fori ad asola lunga di giunzioni soggette a movimento dovranno essere specificate. Le asole nei piatti dello strato esterno dovranno essere ricoperte da piastre di rinforzo di dimensioni e spessore adeguati.

1.4.5.3. Bulloni

Quando il progetto è basato su bulloni aventi il gambo non filettato disposto nel piano di taglio, dovranno essere specificate le appropriate misure per assicurare che, dopo aver tenuto conto delle tolleranze, né la parte filettata, né l'avvio della filettatura giacciono nel piano di taglio.

Esclusi i casi proibiti dalla specifica di progetto, possono essere usati bulloni con la filettatura fino alla testa.

La lunghezza di un bullone non precaricato dovrà essere tale che, dopo aver tenuto conto delle tolleranze:

- la parte filettata del gambo dopo il serraggio sporga oltre il dado; e

- almeno un intero filetto (oltre all'avvio della filettatura) rimanga libero fra il dado ed il tratto non filettato del gambo.

La lunghezza di un bullone precaricato dovrà essere tale che, dopo aver tenuto conto delle tolleranze:

- la parte filettata del gambo dopo il serraggio sporga oltre il dado; e
- almeno quattro filetti (in aggiunta all'avvio della filettatura) rimangano liberi fra il dado e la parte non filettata del gambo.

1.4.5.4. Dadi

Nelle strutture soggette a vibrazioni saranno presi provvedimenti per evitare l'allentamento dei dadi. Se nelle strutture soggette a vibrazioni sono impiegati bulloni non precaricati, i dadi devono essere resi fissi attraverso dispositivi che evitano l'allentamento od altri dispositivi meccanici. Per i dadi dei bulloni precaricati si può assumere che siano sufficientemente resi fissi dalla normale procedura di serraggio.

1.4.5.5. Rosette

Le rosette non sono richieste per i bulloni non precaricati, ad eccezione dei seguenti casi.

- a) Dovrà essere usata una rosetta rastremata qualora la superficie sia inclinata di oltre 3° rispetto ad un piano perpendicolare all'asse del bullone.
- b) Le rosette dovranno essere usate dove ciò sia necessario a causa del requisito, prescritto dalla specifica di progetto, di impiegare un bullone più lungo al fine di tenere i filetti del bullone fuori dal piano di taglio o fuori da un foro calibrato.

Per i bulloni precaricati dovranno essere usate rosette temprate nei seguenti casi.

- a) Una rosetta temprata dovrà essere disposta sotto la testa del bullone o sotto il dado, secondo quale sarà la parte che verrà girata.
- b) Una rosetta temprata dovrà pure essere disposta sotto la parte che non gira (testa del bullone o dado) se prescritto nella specifica di progetto.
- c) Una rosetta rastremata temprata dovrà essere usata, se necessario, per assicurare che la parte che gira gravi su una superficie perpendicolare all'asse del bullone.
- d) Una rosetta rastremata temprata dovrà essere usata sotto la parte che non gira quando la superficie è inclinata di oltre 3° rispetto ad un piano perpendicolare all'asse del bullone.

1.4.5.6. Serraggio dei bulloni

I dadi dei bulloni precaricati dovranno essere serrati con coppia di serraggio come da CNR UNI 10011. I bulloni non precaricati dovranno essere adeguatamente serrati per assicurare che si raggiunga un contatto sufficiente fra le parti assemblate. Non è necessario serrare i bulloni non precaricati ad un valore predeterminato. Tuttavia, quale indicazione, il

serraggio richiesto deve essere:

- quello che può essere raggiunto da un uomo che usa una normale chiave da montatore;
- fino al punto dove un avvitatore pneumatico inizia a scorrere.

1.4.5.7. Superfici di contatto resistenti allo scorrimento

Qualora sia richiesta una condizione particolare delle superfici di attrito nelle giunzioni bullonate, si dovrà prescrivere nella specifica di progetto la condizione richiesta per la superficie. Se in una giunzione resistente ad attrito sono usate imbottiture in acciaio, bisogna assicurare che anche le loro superfici di contatto siano preparate nella condizione specificata.

1.4.5.8. Accoppiamento delle superfici di contatto

Salvo che valori inferiori siano prescritti dalla specifica di progetto, il massimo dislivello fra le superfici adiacenti di una giunzione (Figura 1) non dovrà superare:

- 2 mm quando si usano bulloni non precaricati;
- 1 mm quando si usano bulloni precaricati.

Dove necessario, si dovranno usare imbottiture in acciaio per assicurare che il dislivello rimanente non superi i limiti indicati.

Salvo il caso in cui siano specificati valori maggiori, lo spessore minimo di una imbottitura in acciaio deve essere:

- 2 mm per condizioni di impiego al chiuso, in assenza di esposizione a fattori che provochino corrosione;
- 4 mm per condizioni di impiego all'aperto o nel caso di esposizione a fattori che provochino corrosione.

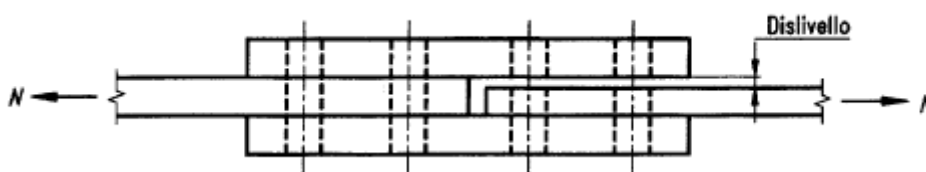


Figura 1 - Massimo dislivello tra superfici adiacenti

1.4.6. Collegamenti saldati

L'assemblaggio e la saldatura dovranno essere svolti in modo tale che le dimensioni finali siano entro i limiti di tolleranza appropriati.

La specifica di progetto dovrà includere i dettagli di qualsiasi collegamento saldato che richieda:

- a) particolari procedure di saldatura;
- b) particolari livelli di controllo di qualità;
- c) particolari procedure per i controlli;
- d) particolari procedure per le prove.

Le saldature possono essere effettuate in cantiere salvo divieto della specifica di progetto. I disegni devono chiaramente indicare se le saldature di testa sono intese a completa penetrazione od a parziale

penetrazione. Nel caso di saldatura di testa a parziale penetrazione si deve specificare la sezione di gola richiesta.

1.4.7. Tolleranze

1.4.7.1. Tipi di tolleranze

Le tolleranze “normali” sono i limiti basilari per gli scostamenti dimensionali necessari:

- per soddisfare le ipotesi di progetto per le strutture caricate staticamente;
- per definire le tolleranze accettabili per le strutture di edifici in assenza di altri requisiti.

Le tolleranze “speciali” sono tolleranze più restrittive necessarie per soddisfare le ipotesi di progetto:

- per strutture diverse dalle normali strutture degli edifici;
- per strutture nelle quali predominano i fenomeni di fatica.

Le tolleranze “particolari” sono tolleranze più restrittive, necessarie per soddisfare i requisiti funzionali di strutture particolari o componenti strutturali in relazione a:

- aggiunte di altri componenti strutturali o non strutturali;
- guide per ascensori (montacarichi);
- rotaie per carroporti;
- altri criteri di verifica quale il rispetto di certe distanze;
- allineamento della facciata esterna di un edificio.

1.4.7.2. Applicazione delle tolleranze

Tutti i valori di tolleranza specificati in 1.4.7 dovranno essere considerati come tolleranze “normali”.

Le tolleranze “normali” si applicano alle usuali strutture di acciaio a telaio monopiano e multipiano di edifici residenziali, amministrativi, commerciali ed industriali, ad eccezione dei casi in cui siano specificate tolleranze “speciali” o “particolari”. Tutte le tolleranze “speciali” o “particolari” richieste dovranno essere dettagliate nella specifica di progetto. Tutte le tolleranze “speciali” o “particolari” richieste devono pure essere indicate nei disegni pertinenti.

Criterio di verifica	Scostamento ammissibile
Scostamento della distanza fra le colonne adiacenti	$\pm 5 \text{ mm}$
Inclinazione di una colonna in un edificio multipiano fra livelli di impalcato adiacenti	$0,002 h$ dove: h è l'altezza di piano
Scostamento nel posizionamento di una colonna in un edificio multipiano, a ciascun livello di impalcato, dalla verticale che passa attraverso la posizione prevista per la base della colonna	$0,0035 \sum \frac{h}{\sqrt{n}}$ dove: $\sum h$ è l'altezza totale dalla base al livello di impalcato in oggetto; n è il numero dei piani dalla base al livello di impalcato in oggetto.
Inclinazione di una colonna in un edificio monopiano (che non regge un carroponete) diverso da un portale a telaio	$0,0035 h$ dove: h è l'altezza della colonna
Inclinazione delle colonne in un telaio a portale (che non reggono un carroponete)	Media: $0,002 h$ Individuale: $0,010 h$

Tabella 4 - Tolleranze normali dopo il montaggio

1.4.7.3. Tolleranze di montaggio normali

La struttura in acciaio scarica, quando eretta, dovrà soddisfare i criteri di verifica indicati nel prospetto 2 e rispettare i limiti di tolleranza specificati

Ciascun criterio di verifica indicato nei prospetti dovrà essere considerato come un requisito separato, da soddisfare indipendentemente da ogni altro criterio di verifica. Le tolleranze di montaggio specificate nel prospetto 2 si applicano ai seguenti punti di riferimento:

- per una colonna, l'effettiva mezzeria della colonna a ciascun livello di piano ed alla base, escludendo qualsiasi piastra di base o piastra di sommità;
- per una trave, l'effettiva mezzeria della superficie superiore in corrispondenza di ciascuna estremità della trave, escludendo qualsiasi piastra di estremità.

Critero di verifica	Descrizione	Scostamento ammissibile
Inclinazione di una colonna fra livelli di impalcato adiacenti		$e \leq 0,002 h$
Posizione di una colonna, a ciascun livello di impalcato, dalla verticale che passa attraverso la posizione prevista per la base della colonna		$e \leq \frac{0,0035 \sum h}{\sqrt{n}}$
Inclinazione di una colonna in un edificio monopiano, che non regge un carro ponte, non appartenente ad un portale a telaio		$e \leq 0,0035 h$

Figura 2 - Tolleranze normali dopo il montaggio - Parte 1°

Critero di verifica	Inclinazione delle colonne di un telaio a portale che non reggono un carro ponte
Descrizione	
Scostamento ammissibile	<p><u>Inclinazione individuale delle colonne:</u> $e_1 \leq 0,010 h$; $e_2 \leq 0,010 h$</p> <p><u>Inclinazione media di un telaio:</u> $\frac{e_1 + e_2}{2} \leq 0,002 h$ dove: $e_1 \geq e_2$</p>

Figura 3 - Tolleranze normali dopo il montaggio - Parte 2°

Criterio di verifica	Scostamento ammissibile
Rettilinearità di una colonna (o altra membratura compressa) fra i punti che disporranno di ritegni laterali a montaggio completato	$\pm 0,001 L$ in generale $\pm 0,002 L$ per membrature con sezioni trasversali cave dove: L è la lunghezza fra i punti che avranno ritegni laterali
Rettilinearità della piattabanda compressa di una trave, rispetto all'asse minore, fra i punti che disporranno di ritegni laterali a montaggio completato	$\pm 0,001 L$ in generale $\pm 0,002 L$ per travi a sezione cava dove: L è la lunghezza fra i punti che avranno ritegni laterali

Figura 4 - Tolleranze di rettilinearità incorporate nelle regole di progettazione

Gli scostamenti dell'interasse fra i singoli bulloni appartenenti al gruppo di bulloni di fondazione per ciascuna membratura non dovranno eccedere i seguenti valori:

- per i bulloni annegati rigidamente, fra i centri dei bulloni: ± 5 mm;
- per i bulloni alloggiati in manicotti, fra i centri dei manicotti: ± 10 mm.

2. Acciaio per strutture e opere provvisionali

Con l'entrata in vigore del D.M. del 14 gennaio 2008 gli acciai da carpenteria (laminati a caldo con profili a sezione aperta) devono appartenere al grado da S235 a S460 secondo le UNI EN 10025 - 95 (il numero alla destra della S indica la tensione caratteristica di snervamento espressa in MPa). Nel caso di laminati a caldo con profili a sezione cava l'acciaio viene indicato come nel caso precedente con l'aggiunta finale di H: es. S275H. Qui di seguito è riportata la tabella con le caratteristiche degli acciai impiegati.

Classe	Tensione di <u>snervamento</u> caratteristica	Tensione a rottura caratteristica
Fe 430/S275	275 MPa	430 MPa