

Progetto

Programma europeo Urban Innovative Actions (UIA)- Prato Urban Jungle (PUJ).

“Progetto Pilota 3 - Macrolotto Zero interventi mediante NBS indoor e outdoor al mercato metropolitano”

COMUNE DI PRATO

Sindaco – Matteo Biffoni
Assessore all'Urbanistica e Ambiente – Valerio Barberis
Dirigente Servizio Urbanistica e Protezione Civile – Arch. Pamela Bracciotti
Coordinamento Tecnico per l'AC – Arch. Antonella Perretta
Responsabile Unico del Procedimento – Arch. Luca Piantini

Progettazione opere architettoniche e verde



PNAT
INSPIRED
BY PLANTS

Pnat Srl
Manifattura Tabacchi, via delle Cascine 33, 50129 Firenze - It
t +39 055 457 40 54
info@pnat.net

Arch. Cristiana Favretto, Arch. Antonio Girardi, Dott. Agr. Camilla Pandolfi,
Dott. Agr. Elisa Azzarello, Arch. Antonio Sarpatò, Arch. Matteo De Rossi,
Ing. Matteo Masi, Ing. Livia Pacini, Dott. Agr. Werther Guidi Nissim.

Progettazione opere strutturali



SCE project
viale Sarca, 336/f - 20126 Milano - It
t +39 02 700 065 30 fax: +39 02 710 911 87
info@sceproject.it

Ing. Manuela Fantini

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI FIRENZE
C.O.P. 1/105 MANUELA FANTINI
N. 1077

Progettazione impianti



DELTA S.R.L.
via dei Tigli, 14 - 06083 Bastia Umbra (PG) - It
t +39 075 800 08 48
info@verduccimpianti.com

Ing. Leonardo Verducci

Agronomo

Alessandro Trivisonno
via A. La Marmorata 22 - 50121 Firenze - It
t +39 055 384 33 64 - cell +39 339 5818404
ale.trivi@inwind.it

Dott. For. Alessandro Trivisonno

Computo metrico estimativo



andrej mikuz architetto

Andrej Mikuz Architetto
piazza Irnerio 6 - 20146 Milano - It
t +39 348 3101 444
info@andrejmikuz.com

Arch. Andrej Mikuz

Progettazione impianti e coordinamento sicurezza



Studio Associato ATRE INGEGNERIA
via L. Landucci 5r - 50136 Firenze - It
t +39 055 476 528 fax 0553986924 Cell. 3391538023
l.braccesi@atreingegneria.net

Dott. Ing. Luisa Braccesi

Impianto antincendio

Ing. Cristina Gorrone

Coordinamento progetto PUJ

**Rosanna Tocco, Antonella Perretta, Tommaso Bigagli, Paolo Guarnieri, Letizia Benigni,
Besnik Mehmeti, Lorena Vidas**

F

E

D

C

B

A

revisione data

emissione 25/06/2021

livello

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

elaborato

SPECIFICHE TECNICHE OPERE STRUTTURALI

commessa

Macrolotto zero - Mercato coperto

scala

formato

-

A4

n tavola

PE-S-SP-R-03

Fase - Ambito - Edificio - Categoria - Numero - Emissione

Spazio riservato agli uffici



PNAT
INSPIRED
BY PLANTS



BOERI
STUDIO
ARCHITETTI



estra



GREENAPES
YOU ARE NOT ALONE IN THE JUNGLE



treadom
let's green the planet



Il Mercato Coperto

Specifiche tecniche opere strutturali

Status: Progetto Definitivo/Esecutivo

Data: 25/06/2021

Urban Innovative Actions, Les
Arcuriales,
45D rue de Tournai, F59000 Lille,
France

www.uia-initiative.eu



EUROPEAN UNION
European Regional Development Fund



Région
Hauts-de-France

Le seguenti descrizioni, che definiscono in modo univoco le lavorazioni oggetto dell'appalto, sono da intendersi vincolanti ai fini della quotazione delle opere e vanno lette in associazione ai disegni di progetto ed alle voci di lavorazioni contenute nei documenti economici.

NOTA 1 - GENERALITA'

Le seguenti specifiche tecniche forniscono i riferimenti normativi, prescrizioni esecutive e metodi di controllo su lavorazioni tipiche da imprenditore edile presenti nell'appalto in oggetto.

Le seguenti specifiche vanno lette in associazione ai documenti progettuali che definiscono in modo univoco le lavorazioni oggetto dell'appalto e alle specifiche tecniche/capitolati delle altre discipline.

NOTA 2 - APPLICABILITA'

Le prescrizioni contenute nel presente documento devono essere applicate a tutte le opere strutturali, ove non in contrasto con prescrizioni particolari contenute nei documenti di descrizione delle opere strutturali. Ogni mancata e non corretta applicazione delle prescrizioni contenute in questo documento è considerata una non conformità di esecuzione delle opere.

Il progetto prevede l'impiego di componenti e prodotti di costruttori specializzati, contrassegnati nei documenti di progetto con l'indicazione "tipo" seguita da marca e modello. La posa in opera di questi elementi sarà eseguita in accordo con le specifiche e raccomandazioni indicate dal costruttore specializzato; l'Appaltatore fornirà copia di tali specifiche alla DL prima della posa per gli opportuni riscontri.

È facoltà dell'Appaltatore utilizzare componenti e prodotti diversi da quelli specificati, purché di natura equivalente e di non minore qualità; l'impiego di tali prodotti è subordinato alla approvazione scritta della DL. L'Appaltatore si obbliga a fornire tutti gli elementi che la DL ritiene necessari per la valutazione tecnica di idoneità del prodotto, in particolare:

- Specifiche tecniche;

- Certificati di prova presso Laboratori Ufficiali;
- Campioni di prodotto;
- Campioni di lavorazione o applicazione da eseguirsi in loco.

Non sono intese opere strutturali e quindi escluse dal progetto delle strutture e che esulano dalle seguenti specifiche le opere che non appartengono alle strutture portanti primarie, a titolo esemplificativo e non esaustivo si intende:

- Facciate, divisori, murature in genere non indicate nel progetto strutturale;
- Strutture secondarie connesse alle principali di supporto delle finiture o degli impianti e non espressamente indicate nel progetto strutturale;
- I marciapiedi, i cordoli, i pozzetti, le caditoie, i muretti di recinzione e in genere tutte le opere di carattere civile.

NOTA 3 – RIFERIMENTI NORMATIVI

Ogni indicazione deve essere letta in associazione a quanto prescritto dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 17.01.2018.

Riferimenti a Normative superate potranno essere sostituiti da quanto prescritto dalle Norme Tecniche verificando compatibilità delle informazioni ed eventuali indicazioni aggiuntive, viste le citazioni iniziali fatte nelle nuove Norme Tecniche.

Per norme tecniche integrative e/o complementari alle N.T.C. 2018 si faccia riferimento a quanto contenuto nel Cap.12 "Riferimenti tecnici" delle N.T.C. 2018.

NOTA 4 – PRESCRIZIONI PER ELEMENTI NON STRUTTURALI

I componenti non strutturali e di conseguenza non trattati nelle seguenti specifiche dovranno comunque essere progettati, per quanto riguarda le loro caratteristiche di resistenza e deformabilità, secondo quanto prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M.17 Gennaio 2018).

In particolare, secondo quanto prescritto ai paragrafi: 7.2.3, 7.2.4, 7.3.6.2, 7.3.6.3.

NOTA 5 – OBBLIGHI DELL'APPALTATORE

L'appaltatore ha l'obbligo dello sviluppo del progetto costruttivo strutturale, soggetto ad approvazione della DL, sulla base del progetto d'appalto e di tutte le altre lavorazioni descritte nel presente capitolato tecnico. A fine lavori l'Appaltatore dovrà consegnare

gli elaborati as-built di tutti i componenti edilizi impiegati. Gli elaborati dovranno contenere:

- Relazioni di calcolo, disegni e schemi di montaggio rigorosamente conformi all'eseguito;
- tipologia e descrizione di tutti i materiali e componenti posti in opera corredati di schede tecniche, indicazioni di provenienza e certificazioni;
- manuali d'uso e manutenzione.

NOTA 6 - ACCETTAZIONE E COLLAUDI

Se non diversamente specificato nel presente Capitolato Tecnico, si faccia riferimento a quanto indicato nelle NTC 2018:

- per prove di accettazione materiali vedi NTC 2018, cap. 11 "Materiali e prodotti per uso strutturale";
- per collaudi vedi NTC 2018, cap. 9 "Collaudo statico".

NOTA 7 - CERTIFICAZIONI LEED E WELL

Il Committente intende ottenere la certificazione LEED v4 Core & Shell livello Platinum. I materiali inseriti a progetto, quali acciai di armatura, carpenterie metalliche, calcestruzzi, malte, etc contribuiranno per la loro quota parte al raggiungimento dei crediti dei materiali "Building Product Disclosure" e della qualità dell'aria interna, per quanto riguarda i "Low emitting material". Nella scelta dei materiali, fatte salve le prescrizioni di progetto, l'Appaltatore, come indicato nel documento "Oneri LEED per l'Appaltatore", deve dare la precedenza a materiali che rispettino le prescrizioni LEED.

Il Committente intende anche perseguire la certificazione WELL v2 core con obiettivo Bronze.

Indice

1.	OGGETTO DELL'APPALTO.....	7
2.	STRUTTURE OPERE ED IMPIANTI	7
	2.1. GENERALITÀ	7
	2.2. OPERE PROVVISORIALI, MACCHINARI E MEZZI D'OPERA	8
	2.3. PROTEZIONE DAGLI AGENTI ATMOSFERICI	9
-	ACCIAI PER STRUTTURE METALLICHE	10
	3.1. classificazione acciaio strutturale	10
	3.2. Acciaio per getti	12
	3.3. Acciaio per strutture saldate	12
	3.4. Bulloni non precaricati	12
	3.5. Bulloni precaricati	14
	3.6. Tirafondi.....	14
	3.7. Lamiera grecate.....	15
	3.8. Grigliati metallici e lamiera striate o bugnate	16
	3.9. Connettori per il taglio	16
	3.10. ANCORAGGI	17
	3.10.1. Malte per ancoraggi.....	17
	3.10.2. Tasselli chimici.....	17
	3.11. PROFILATI, BARRE E LARGHI PIATTI DI USO GENERALE	18
	3.12. Lamiera di acciaio.....	21
	3.13. Lamiera zincate	21
	3.14. ACCIAIO INOSSIDABILE	27
	3.15. LAMIERE GRECATE.....	27
4.	modalità di esecuzione delle opere	28
	4.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	28
	4.2. Lavorazioni d'officina	40
	4.2.1. Identificazione, documenti d'ispezione e tracciabilità dei prodotti	40

4.2.2. Marcatura delle strutture.....	41
4.2.3. Movimentazione e stoccaggio	42
4.2.4. Taglio	42
4.2.5. Formatura.....	43
4.2.6. Forature	44
4.2.7. Assemblaggio e premontaggi	46
4.3. Saldatura	48
4.3.1. Generalità	48
4.3.2. Qualifica dei saldatori	50
4.3.3. Preparazione dei lembi e tecniche di esecuzione	51
4.3.4. Materiali di consumo	52
4.3.5. Controlli non distruttivi	53
4.3.6. Criteri di accettabilità delle saldature	58
4.4. Bullonatura	59
4.4.1. Generalità	59
4.4.2. Serraggio dei bulloni precaricati	60
4.4.3. Serraggio dei bulloni non precaricati	65
4.4.4. Controllo del serraggio dei bulloni precaricati	68
4.5. Tolleranze di fabbricazione	71
4.6. Montaggio.....	92
4.6.1. VERIFICA DELLE STRUTTURE MURARIE	97
4.6.2. COLLOCAMENTO E MONTAGGIO IN OPERA – ONERI CONNESSI.....	98
4.7. Tolleranze di montaggio	99
4.8. Trasporto	113
4.9. Stoccaggio	113
4.10. trattamenti protettivi	114
4.11. GENERALITÀ	114
4.12. ZINCATURA A CALDO.....	121

4.13. VERNICIATURA	127
4.13.1. GENERALITÀ	127
4.13.2. Scelta dei dettagli costruttivi	128
4.13.3. Preparazione dell'acciaio	130
4.13.4. Preparazione delle superfici.....	131
4.13.5. Cicli di pitturaione	133
4.13.6. Controlli ed accettabilità dei cicli di pitturaione.....	135
4.14. PROTEZIONE INTUMESCENTE	135
4.14.1. Vernici intumescenti.....	135
4.14.2. Intonaci intumescenti	136
4.15. Gestione della qualità.....	137
4.15.1. Documentazione relativa alla qualità.....	137
4.15.2. Piano della qualità	138
4.16. Norme di misurazione	138
4.16.1. Oneri compresi nei prezzi	138
4.16.2. Bulloni d'ancoraggio	139
4.16.3. Strutture in acciaio	139
4.16.4. Lamiera grecate, lamiera striate o bugnate	140
4.16.5. Grigliati.....	141
4.16.6. Cicli di pitturaione	141

1. OGGETTO DELL'APPALTO

Le prestazioni richieste alle strutture sono le seguenti:

- Classe di esecuzione delle strutture metalliche richiesta, secondo UNI EN 1090-2:

Tutte le strutture metalliche saldate e/o composte e/o realizzate con normal profili in acciaio S355J0.

EXC2

A questa categoria di strutture si applica la Classe 1 di tolleranze funzionali secondo UNI EN 1090-2

- Classe di corrosività, secondo UNI EN ISO 12944-2 (Verniciatura) e UNI EN ISO 14713-1 (Zincatura): Classe C3
- Classe di durabilità, secondo UNI EN ISO 12944-2 (Verniciatura) e UNI EN ISO 14713-1 (Zincatura): Alta (>15 anni)

2. STRUTTURE OPERE ED IMPIANTI

2.1. GENERALITÀ

All'atto della consegna dei lavori l'Appaltatore dovrà prendere visione del progetto delle opere, delle strutture e degli impianti in particolare, nonché degli eventuali esecutivi di dettaglio e dovrà esaminare e valutare in tutti gli aspetti, i metodi ed i procedimenti costruttivi prescritti in progetto. Quanto ai metodi ed ai procedimenti non prescritti la scelta spetterà all'Appaltatore, salvo

L'approvazione della Direzione Lavori che deciderà in via definitiva dopo aver esaminato la proposta e la documentazione presentatagli.

L'Appaltatore sarà tenuto a verificare la stabilità e l'efficienza di tutte le opere e strutture, dei procedimenti provvisori, degli scavi liberi od armati, delle strutture di sostegno, rigide e flessibili, dei rilevati ed argini, degli effetti di falda, ecc. e ciò anche nei riguardi dei manufatti già esistenti in prossimità dell'opera in costruzione.

Qualsiasi variante proposta dall'Appaltatore ai dimensionamenti esecutivi od ai metodi costruttivi prescritti in progetto, che rientrano nell'ambito della discrezionalità della Direzione Lavori dovrà essere giustificata e documentata tecnicamente mediante uno specifico studio.

2.2. OPERE PROVVISORIE, MACCHINARI E MEZZI D'OPERA

Tutte le opere provvisorie occorrenti per l'esecuzione dei lavori, quali ponteggi, impalcature, armature, centinature, casseri, puntellature, ecc. dovranno essere progettate e realizzate in modo da garantire le migliori condizioni di stabilità, sia delle stesse, che delle opere ad esse relative. Inoltre, ove le opere provvisorie dovessero risultare particolarmente impegnative, l'Appaltatore dovrà predisporre apposito progetto esecutivo, accompagnato da calcoli statici, da sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori. Resta stabilito comunque che l'Appaltatore rimane unico responsabile degli eventuali danni ai lavori, alle cose, alle proprietà ed alle persone, che potessero derivare dalla mancanza o dalla non idonea esecuzione di dette opere.

Tali considerazioni si ritengono estese anche ai macchinari e mezzi d'opera.

2.3. PROTEZIONE DAGLI AGENTI ATMOSFERICI

Tutte le strutture, le murature, le rifiniture, le installazioni e gli impianti dovranno essere adeguatamente protetti (sia in fase di esecuzione, che a costruzione ultimata) dall'azione degli agenti atmosferici, in particolare pioggia, vento e temperature eccessivamente basse od alte.

Le protezioni saranno rapportate al manufatto da proteggere, all'elemento agente, ai tempi di azione ed alla durata degli effetti protettivi (provvisori o definitivi); potranno essere di tipo attivo o diretto (additivi, anticorrosivi, bagnature, antievaporanti, ecc.) o di tipo passivo od indiretto (coperture impermeabili, schermature, ecc.). Resta perciò inteso che nessun compenso potrà richiedere l'Appaltatore per danni conseguenti alla mancanza od insufficienza delle protezioni in argomento, risultando anzi lo stesso obbligato al rifacimento od alla sostituzione di quanto deteriorato, salvo il risarcimento all'Amministrazione od a terzi degli eventuali danni dipendenti.

ACCIAI PER STRUTTURE METALLICHE

3.1. classificazione acciaio strutturale

I materiali da impiegare in tali tipi di strutture dovranno rispettare le prescrizioni contenute nelle norme tecniche di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

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+, e per i quali si rimanda a quanto specificato al punto A del par. 11.1 del D.M. 17 gennaio 2018.

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, EN 6892-1, UNI EN 148 nelle loro ultime versioni.

Gli acciai da impiegare, di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti, lamiere e tubi, dovranno essere del tipo S275, S355 e S460 definiti come riportato di seguito:

Urban Innovative Actions, Les
Arcuriales,
45D rue de Tournai, F59000 Lille,
France

Tabella 1 Acciai per strutture metalliche. Caratteristiche meccaniche dei 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 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 2 Acciai per strutture metalliche. Caratteristiche meccaniche dei profili a sezione cava.

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		
S460 MH/MLH	460	530		

3.2. Acciaio per getti

Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare acciai conformi alla norma UNI EN 10293:2006. Quando tali acciai debbano essere saldati, valgono le stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza similare.

3.3. Acciaio per strutture saldate

Gli acciai per strutture saldate devono avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili, di cui al punto 11.3.4.1 del D.M. 17 gennaio 2018.

3.4. Bulloni non precaricati

I bulloni non precaricati sono quelli da impiegare generalmente in unioni a taglio e trazione salvo diversamente specificato negli elaborati di progetto.

Possono essere impiegati bulloni di classe 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8, 8.8 e 10.9

Le caratteristiche generali devono essere conformi alla UNI EN 15048-1; le caratteristiche meccaniche delle viti devono essere secondo la UNI EN ISO 898-1, quelle dei dadi secondo la UNI EN 20898-2, le prove d'idoneità d'impiego secondo UNI EN 15048-2. Le rondelle devono avere durezza minima 100 HV secondo UNI EN ISO 6507-1.

Gli accoppiamenti vite-dado-rondella consentiti sono riportati in tabella 8.2.1.

I bulloni possono essere in accordo alle UNI EN ISO 4014 e 4016 (gambo parzialmente filettato) o UNI EN ISO 4017 e 4018 (gambo interamente filettato). Se si adottano bulloni con vite con gambo interamente filettato, occorre avere specifica autorizzazione da parte del Progettista.

E' opportuno l'uso di una rondella al fine di non rovinare il trattamento protettivo con la rotazione del dado.

I bulloni non precaricati possono essere zincati a freddo secondo la UNI EN ISO 4042 o a caldo secondo UNI EN ISO 10684. Non è ammessa la zincatura a caldo per i bulloni classe 10.9. In alternativa possono adottarsi altri metodi di protezione purché approvati dal Produttore.

Accoppiamenti vite-dado-rondella per bulloni non precaricati

Vite [classe]	Dado [classe]	Rondella [durezza]
4.6, 4.8	4, 5, 6 oppure 8	100 HV min.
5.6, 5.8	5, 6 oppure 8	
6.8	6 oppure 8	

8.8	8 oppure 10	100 HV min; 300 HV min (*)
10.9	10 oppure 12	
(*) Per giunti a semplice sovrapposizione con una sola fila di bulloni (cfr. UNI EN 1993-1-8 §3.6.1)		

3.5. Bulloni precaricati

I bulloni precaricati sono quelli da impiegare nelle unioni ad attrito. Possono essere impiegati bulloni di classe 8.8 e 10.9.

Essi devono essere conformi alla UNI EN 14399-1; le caratteristiche meccaniche devono essere secondo la UNI EN ISO 898-1. Possono essere impiegati bulloni tipo HR secondo UNI EN 14399-3 (assieme vite-dado), o del tipo HV secondo UNI EN 14399-4 (assieme vite-dado). Le rondelle devono essere secondo UNI EN 14399-5 (rondelle piane) oppure UNI EN 14399-6 (rondelle piane smussate).

Possono anche essere impiegati bulloni del tipo HRC a serraggio calibrato secondo UNI EN 14399-10. I bulloni del tipo HR e HV possono anche essere impiegati con rondelle con indicazione di carico secondo UNI EN 14399-9.

I bulloni precaricati possono essere zincati a freddo secondo la UNI EN ISO 4042 o a caldo secondo UNI EN ISO 10684. Non è ammessa la zincatura a caldo per i bulloni classe 10.9. In alternativa possono adottarsi altri metodi di protezione purché approvati dal Produttore.

3.6. Tirafondi

I tirafondi devono essere ricavati da acciaio laminato a caldo secondo UNI EN 10025-2/4.

In alternativa essi possono essere in accordo a UNI EN ISO 898-1. Per l'impiego in strutture con duttilità media o alta (DC"B" o DC"A") questa seconda possibilità non è raccomandata.

Se richiesto, possono essere impiegati tirafondi ricavati da barre di armature per cemento armato non precompresso, con caratteristiche conformi a quanto indicato nella normativa NTC2018.

3.7. Lamiera grecate

Le lamiere grecate devono conformarsi alla norma di prodotto UNI EN 14782: 2006 "Lastre metalliche autoportanti per coperture, rivestimenti esterni e interni - Specifica di prodotto e requisiti" che fornisce tra l'altro indicazioni delle tolleranze dimensionali. Le tolleranze sullo spessore devono essere secondo la UNI EN 10143:2006 "Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento applicato per immersione a caldo in continuo

- Tolleranze sulla dimensione e sulla forma". I materiali saranno in conformità alla UNI EN 10346:2009 "Prodotti piani di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo - Condizioni tecniche di fornitura".

Se sono da impiegare come lamiera collaboranti nel getto di solai composti, il produttore deve dare evidenza di aver effettuato una specifica sperimentazione al fine di determinare la resistenza al taglio longitudinale di progetto $t_{u,Rd}$ della lamiera grecata. La sperimentazione e la elaborazione dei risultati sperimentali devono essere conformi alle prescrizioni dell'Appendice B.3 della norma UNI EN 1994-1-1:2005.

3.8. Grigliati metallici e lamiera striate o bugnate

I grigliati saranno in acciaio zincato a caldo S 235 JR (UNI EN 10025) colore naturale di tipo "pedonale" o "carrabile", prodotti per elettrofusione con totale compenetrazione di barre principali portanti (piatti) e barre trasversali secondarie (tondi). I distanziali avranno il filo superiore posizionato sullo stesso piano dei piatti portanti. Lo spessore minimo della zincatura sarà pari a 100 µm. Tutte le superfici dei grigliati dovranno essere fornite zincate a caldo e dimensionate come da progetto esecutivo, in maniera tale da limitare a casi eccezionali il ricorso in cantiere a tagli, saldature o forature. In tutti i casi in cui lo strato di zincatura a caldo sia per qualsiasi ragione compromesso, l'Appaltatore dovrà, previa autorizzazione della D.L., ripristinare la protezione mediante trattamento di zincatura a freddo.

3.9. Connettori per il taglio

I connettori per il taglio da impiegare nelle strutture composte acciaio-calcestruzzo devono essere conformi ai requisiti della norma UNI EN ISO 13918.

E' possibile l'impiego di connettori collegati a freddo a mezzo di chiodi speciali, infissi mediante una chiodatrice a sparo o pneumatica. La capacità portante di questi connettori e l'efficacia del collegamento chiodato alla trave in acciaio devono essere indagate sperimentalmente seguendo le procedure delle normative di progetto per strutture miste acciaio-calcestruzzo: le CNR 10016/98 e/o l'Eurocodice 4 UNI - EN 1994-1-1 "Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo" Annex B.

3.10. ANCORAGGI

3.10.1. Malte per ancoraggi

La malta usata attorno ai bulloni di fondazione, sotto le piastre delle basi delle colonne, e dietro le piastre di collegamento tra strutture metalliche e strutture in calcestruzzo armato, deve essere caratterizzata da alta resistenza e da ritiro compensato.

Si userà malta di produzione specialistica, con le caratteristiche sopracitate, approvata dalla D.L. ed usata in stretta osservanza delle prescrizioni del produttore.

L'Appaltatore deve fornire conferma scritta alla D.L. che ogni eventuale malta speciale proposta per i lavori non contenga cemento con agenti aggressivi né cemento alluminoso.

3.10.2. Tasselli chimici

Per i dettagli dove fosse previsto l'utilizzo di tasselli chimici, si richiede che nella posa vengano seguite scrupolosamente le specifiche e le modalità prescritte dal produttore.

La scelta di un tipo di connettore chimico diverso da quello indicato sugli elaborati grafici da parte del Fabbricatore Appaltatore deve essere fatta in base ai carichi e le funzioni che il tassello deve assolvere, previa approvazione della DL.

3.11. PROFILATI, BARRE E LARGHI PIATTI DI USO GENERALE

I profili laminati a caldo, le lamiere ed i profili cavi finiti a caldo o formati a freddo per impiego strutturale devono essere conformi alle norme applicabili indicate nella tabella seguente:

Prodotti	Condizioni tecniche di fornitura	Dimensioni	Tolleranze
Sezioni ad I ed H	UNI EN 10025-1/6 Per quanto applicabili ⁽¹⁾	UNI 5397-5398 ⁽³⁾	UNI EN 10034
Profili ad I laminati a caldo ad ala rastremata		UNI 5679	UNI EN 10024
Profili a C o U		UNI EU 54	UNI EN 10279
Angolari		UNI EN 10056-1	UNI EN 10056-2
Sezioni a T		UNI EN 10055	UNI EN 10055
Piatti e lamiere		N/A	UNI EN 10029 ⁽²⁾ UNI EN 10051
Barre		UNI EN 10017, 10058, 10059, 10060, 10061	UNI EN 10017, 10058, 10059, 10060, 10061
Profili cavi finiti a caldo	UNI EN 10210-1	UNI EN 10210-2	UNI EN 10210-2
Profili cavi formati a freddo	UNI EN 10219-1	UNI EN 10219-2	UNI EN 10219-2

NOTE:

(1)Materiali da impiegare:

S235, S275 e S355 JR, J0, J2 e K2 (UNI EN 10025-2, acciai non legati); S275, S355, S420 e S460 N e NL (UNI EN 10025-3, acciai a grana fine); S275, S355, S420 e S460 M e ML (UNI EN 10025-4, acciai a grana fine);

S235J0W, S235J2W, S355J0W, S355J2W e S355K2W (UNI EN 10025-5, acciai con resistenza alla corrosione miglio- rata).

(2)Tolleranza sullo spessore: Classe B; per serbatoi e ciminiere: Classe C.

(3)Valide soltanto per le dimensioni; per le tolleranze di laminazione vale la UNI EN 10034.

I prodotti in acciaio strutturale, lamiere e nastri, da usare per la produzione di profilati piegati a freddo devono

avere proprietà idonee per le lavorazioni di piegatura a freddo. Gli acciai al carbonio adatti per tale scopo

sono elencati in tabella seguente:

Prodotti	Condizioni tecniche di fornitura	Tolleranze
Acciai strutturali non legati	UNI EN 10025-2	UNI EN 10051
Acciai strutturali a grana fine	UNI EN 10025-3/4	UNI EN 10051
Acciai ad alto limite di snervamento per piegatura a freddo	UNI EN 10149-1/3 UNI EN 10268	UNI EN 10029, 10048, 10051, 10131, 10140
Lamiere di acciaio di qualità strutturale ridotte a freddo	ISO 4997	UNI EN 10131
Nastri e lamiere di acciaio ad alto limite di snervamento rivestiti per immersione a caldo in	UNI EN 10346	UNI EN 10143

continuo per formatu- ra a freddo		
Prodotti piani di acciaio rivestiti in con- tinuo con materiale organico (nastri rivestiti)	UNI EN 10169	UNI EN 10169
Nastri stretti non rivestiti laminati a freddo di acciaio dolce per formatura a freddo	UNI EN 10139	UNI EN 10048 UNI EN 10140

Per profilati e lamiere da utilizzare in elementi dissipativi di strutture in classe di duttilità bassa o alta (CD" B " e CD" A ") in zone a sismicità media o alta, dovrà risultare, dai documenti di controllo che accompagnano la fornitura o da risultati di idonee prove, che il valore della tensione di snervamento massima $f_{y,max}$

dell'acciaio non superi il valore caratteristico di più del 20%.

Se i componenti devono essere zincati a caldo, al fine di ottenere rivestimenti con aspetto lucido ed omogeneo e con tessitura fine dello strato di zinco, ed allo scopo di evitare il rischio della formazione di rivestimenti eccessivamente spessi, con conseguente possibile danneggiamento del rivestimento in seguito ad urti, è preferibile utilizzare acciai appartenenti alle categorie A e B di cui al prospetto 1 della norma UNI EN ISO 14713-2, e precisamente:

- Categoria A: acciai con contenuto di silicio (Si) $\leq 0,04\%$, e fosforo (P) $< 0,02\%$;

- Categoria B: acciai con contenuto di silicio (Si) $> 0,14\%$ e $\leq 0,25\%$, e fosforo (P) $< 0,035\%$.

I profili ed i piatti in genere dovranno essere conformi alle prescrizioni di cui alla seguente norma di unificazione UNI EN 10025 - Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.

Le superfici dei laminati dovranno essere esenti da cretti, scaglie, paglie, ripiegature, cricche od altri difetti tali che ne possano pregiudicare ragionevolmente le possibilità d'impiego. Sarà tollerata la presenza di lievi sporgenze o rientranze, di leggere rigature e vaiolature, purché non venga superata la tolleranza in meno prescritta sullo spessore. Valgono sull'argomento le norme UNI EN 10163/1/2/3.

3.12. Lamiera di acciaio

Saranno conformi per qualità e caratteristiche, alle norme e prescrizioni della UNI 10025 ed inoltre della UNI EN 10029.

3.13. Lamiera zincate

Fornite in fogli, rotoli od in profilati vari per lavorazione dopo zincatura, le lamiere zincate avranno come base acciaio non legato, piatto, laminato a freddo. Qualità e tolleranze saranno conformi alla UNI EN 10143 con la prescrizione che, salvo diversa specifica, la base sarà costituita da lamiera Fe KP GZ UNI EN 10142. Per gli impieghi strutturali la lamiera dovrà essere invece almeno di categoria Fe 34 GZ UNI EN 10147.

La zincatura dovrà essere effettuata per immersione a caldo nello zinco allo stato fuso. Questo sarà di prima fusione, almeno del tipo ZN A 98, 25 UNI 2013.

Con riguardo al procedimento di zincatura questo potrà essere di tipo normale a bagno continuo o discontinuo (più idoneamente indicato

quest'ultimo per manufatti lavorati pre-zincatura e per i quali si rimanda alla norma EN ISO 1461), o continuo Sendzimir.

La finitura della superficie potrà venire richiesta, in rapporto all'impiego, a cristallizzazione (stellatura) normale, levigata (skin-passata) od a cristallizzazione ridotta (minimized splangle), questa ultima risultando particolarmente indicata per i laminati zincati da sottoporre a successive operazioni di profilatura e/o di verniciatura.

In ogni caso le lamiere sottili zincate non dovranno presentare zone prive di rivestimento, ossidazione bianca, grossi grumi di zinco, soffiature od altri difetti superficiali.

Con riguardo poi al grado di protezione superficiale i prodotti zincati, se non sottoposti a verniciatura industriale, potranno venire richiesti secchi, oliati o trattati dall'acido cromico (passivazione) con esclusione, per tale ultima operazione, dei prodotti a superficie levigata.

3.13.1.1. Lamiere zincate con bagno continuo o discontinuo a caldo

Avranno strato di zincatura conforme ai tipi indicati nel prospetto che segue Tabella 3 con la prescrizione che, in nessun caso, la fornitura potrà prevedere manufatti con grado di zincatura inferiore a Z 275.

Esempio di designazione per lamiere Fe KP GZ con strato di zincatura tipo Z 275.

Lamiera Fe KP GZ 275 UNI EN 10142.

Tabella 3 Lamiere zincate a caldo - Tipologia degli strati di zincatura.

TIPO DI RIVESTIMENTO	Massa complessiva di zinco sulle due superfici (g/m ²)	
	Media di 3 determinazioni (minimo)	Singole determinazioni (minimo)
Z 600	600	525
Z 450	450	400
Z 350	350	300
Z 275	275	245
Z 200	200	175
Z 150	150	135
Z 100	100	90

3.13.1.2. Lamiere zincate con procedimento continuo Sendzimir

Salvo diversa prescrizione, per tutti i manufatti previsti in lamiera zincata quali coperture, rivestimenti, infissi, serrande, gronde, converse, serbatoi di acqua, ecc., dovrà essere impiegata lamiera zincata trattata secondo il procedimento di zincatura continua Sendzimir, consentendo tale procedimento, che prevede tra l'altro la preventiva normalizzazione dell'acciaio ed un'accurata preparazione delle superfici, di ottenere una perfetta aderenza dello zinco all'acciaio base e la formazione di uno strato di lega ferro-zinco molto sottile ed uniforme.

Nelle zincature effettuate con sistema Sendzimir i rivestimenti nominali di protezione corrente, ottenuto con azione a rulli zincatori od a lama d'aria (jet process) e definiti dal consumo di zinco per unità di superficie, dovranno risultare conformi a quanto riportato nella seguente Tabella 4.

Tabella 4 Lamiere zincate con procedimento Sendzimir - Tipologia degli strati di zincatura

RIVESTIMENTO (1)

Extra leggero g/m ²	Leggero g/m ²	Normale g/m ²	Medio pesante g/m ²	Pesante g/m ²
152 e 229	305	381	458	610
(100) e (150)	(200)	(275)	(350)	(450)
(1) I valori riportati tra parentesi corrispondono alla nuova designazione del peso del rivestimento dei laminati zincati in corso di adozione su scala internazionale. Tale metodo fa riferimento non più al peso di zinco consumato nel processo di zincatura ma alla massa minima di zinco depositata sulle superfici zincate (vedi tabella precedente).				

Non sarà ammessa, in ogni caso, la fornitura di lamiere con strato di zincatura inferiore al "normale".

3.13.1.3. Lamiere zincate preverniciate

Saranno ottenute con procedimento industriale di verniciatura continua, previa fosfatizzazione a caldo ed essiccazione in forno a temperature rapportate al processo di polimerizzazione. Tra le finiture più adottate sono da annoverare quelle a base di resine alchidiche - ammidiche, acriliche termoplastiche e termoindurenti, epossidelaminiche o ureiche, epossiacriliche e viniliche, poliestere siliconate.

Qualunque sia comunque il prodotto verniciante, lo spessore reso dello stesso dovrà risultare per la faccia esposta, non inferiore a 30 micron, mentre per l'altra faccia dovrà essere non inferiore a 10 micron, qualora per la faccia non esposta non fosse richiesta la verniciatura, questa sarà quanto meno trattata con una mano di fondo (primer).

I controlli di qualità accerteranno il grado di polimerizzazione, lo spessore e la durezza del rivestimento, la resistenza all'abrasione al distacco ed il grado di brillantezza. Per le priorità più indicative si riporta di seguito, in tabella comparativa Tabella 5, una sintesi dei diversi tipi di rivestimento.

Tabella 5 Lamiere zincate preverniciate. Comparazione indicativa dei diversi rivestimenti protettivi

TIPO DI RIVESTIMENTO	Flessibilità	Resistenza chimica	Durezza film	Adesione	Resistenza al calore	Durata in esterno
Vinilico	E	E	B	E	S	E
Alchilico	D	S	B	B	D	O
Plastisol e organosol	E	E	D	E	S	E
Epossidico	E	E	E	E	D	S
Fenolico	S	E	B	E	B	S
Vinilalchidico	O	B	B	B	S	O
Acrilico	B	B	B	E	B	O

Fluoruro di polivinile	E	E	B	B	E	E
Poliesteri	B	D	E	B	E	B
Alchidico siliconico	D	B	B	B	E	E
Acrilico siliconico	E	B	B	B	B	E
<p>E = eccellente; O = ottima; B = buona; D = discreta; S = scarsa; Per i rivestimenti vinilico e plastisol la resistenza chimica è classificata con eccezione ai solventi</p>						

3.14. ACCIAIO INOSSIDABILE

Caratterizzato da un contenuto di cromo superiore al 12%, dovrà presentare elevata resistenza alla

ossidazione ed alla corrosione e rispondere alle prescrizioni di cui alla norma UNI 10020.

Oltre alla classificazione UNI verrà abitualmente usata anche la classificazione (AISI) (American Iron and Steel Institute) per la quale si riporta di seguito la Tabella 6 di approssimativa corrispondenza.

Tabella 6 Acciai inossidabili AISI ed UNI - Tabella di corrispondenza approssimativa

NOMENCLATURA AISI		NOMENCLATURA UNI		GRUPPO UNI
Serie 300	301	x 12 CrNi	17 07	austenitico
	302	x 10 CrNi	18 09	austenitico
	304	x 5 CrNi	18 10	austenitico
	316	x 5 CrNiMO	17 12	austenitico
Serie 400	430	x 8 Cr	17	ferritico

Per la designazione si farà riferimento alla UNI EN 10027, specificando che trattasi di acciai designati per composizione chimica, dove X sta per "acciaio legato", il primo numero indica la percentuale di carbonio moltiplicata per 100, ed i numeri finali indicano i tenori degli elementi di lega, in %.

3.15. LAMIERE GRECATE

Qualunque sia il materiale di formazione (acciaio lucido, zincato, preverniciato, plastificato, inossidabile; alluminio naturale, smaltato; rame, ecc.) saranno ottenute tramite profilatura a freddo e

tranciatura con stampo e controstampo: di conseguenza le lamiere saranno fornite, per lunghezze anche superiori a 10 m, in unico pezzo. Le lamiere si presenteranno prive di svergolamenti, deformazioni e difetti superficiali di qualunque genere; i rivestimenti dovranno essere ben aderenti e continui e senza danni di sorta.

La tolleranza sullo spessore dovrà essere contenuta entro il $\pm 10\%$.

Le lamiere zincate proverranno da trattamento con sistema continuo Sendzimir su nastro di categoria non inferiore a Fe 34 Gz UNI EN 10143.

La zincatura sarà conforme ad uno dei tipi riportati nella Tabella 4 con l'esclusione, in ogni caso, del tipo "extra leggero".

Lo spessore non sarà mai inferiore a 0,6 mm per le lamiere impiegate nei manti di copertura mentre, per l'impiego nei solai, lo spessore non sarà inferiore a 0,7 mm (solai con soletta collaborante) od a 0,8 mm (solai a secco).

Le lamiere di alluminio saranno formate con materiale ALP 99,5 UNI EN ISO 4507; potranno comunque essere usate, salvo diversa disposizione, anche particolari leghe tra cui la 3103 UNI 3568 e la 3004 UNI 6361 od altre speciali di provate ed idonee caratteristiche tecnologiche.

4. modalita' di esecuzione delle opere

4.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. 17.01.2018

Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2018)

Circolare Ministero
Infrastrutture 21.01.2019

Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17.01.2018

Urban Innovative Actions, Les
Arcuriales,
45D rue de Tournai, F59000 Lille,
France

www.uia-initiative.eu

UNI EN 1090-1	Esecuzione di strutture in acciaio ed alluminio - Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali
UNI EN 1090-2	Esecuzione di strutture in acciaio ed alluminio - Parte 2: Requisiti tecnici per strutture in acciaio
UNI EN 10025	Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali
UNI EN 1993-1-1	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
UNI EN 1993-1-1	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
UNI EN 1993-1-2	Eurocodice 3: Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-2: Regole Generali - Structural fire design
UNI EN 1993-1-8	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
UNI EN 10020	Definizione e classificazione dei tipi di acciaio.
UNI EN 10027-1	Sistemi di designazione degli acciai. Designazione alfanumerica, simboli principali.
UNI EN 10027-2	Sistemi di designazione degli acciai. Designazione numerica.
UNI 5397	Prodotti finiti di acciaio laminati a caldo. Travi HE ad ali larghe parallele. Dimensioni e tolleranze.

UNI 5398	Prodotti finiti di acciaio laminati a caldo. Travi IPE ad ali strette parallele. Dimensioni e tolleranze.
UNI 5679	Prodotti finiti di acciaio laminati a caldo. Travi IPN. Dimensioni e tolleranze.
UNI EU 54	Piccoli profilati di acciaio a U laminati a caldo
UNI EN 10034 .	Travi ad I e ad H di acciaio per impieghi strutturali. Tolleranze dimensionali e di forma
UNI EN 10279	Profilati a U di acciaio laminati a caldo - Tolleranze sulla forma, sulle dimensioni e sulla massa
UNI EN 10279	Profilati a U di acciaio laminati a caldo - Tolleranze sulla forma, sulle dimensioni e sulla massa
UNI EN 10056-1	Angolari ad ali uguali e disuguali di acciaio per impieghi strutturali - Dimensioni
UNI EN 10056-2	Angolari ad ali uguali e disuguali di acciaio per impieghi strutturali. Tolleranze dimensionali e di forma.
UNI EN 10055	Profilati a T ad ali uguali e a spigoli arrotondati di acciaio, laminati a caldo - Dimensioni e tolleranze dimensionali e di forma.
UNI EN 10029	Lamiere di acciaio laminate a caldo, di spessore \geq di 3 mm. Tolleranze dimensionali, di forma e sulla massa
UNI EN 10017	Vergella di acciaio destinata alla trafilatura e/o alla laminazione a freddo - Dimensioni e tolleranze.
UNI EN 10048	Nastri stretti di acciaio laminati a caldo - Tolleranze sulle dimensioni e sulla forma

UNI EN 10051	Lamiere e nastri laminati a caldo in continuo, non rivestiti, di acciai non legati e legati - Tolleranze dimensionali e di forma.
UNI EN 10058	Barre di acciaio piane laminate a caldo per impieghi generali - Dimensioni e tolleranze sulla forma e sulle dimensioni
UNI EN 10059	Barre di acciaio quadre laminate a caldo per impieghi generali - Dimensioni e tolleranze sulla forma e sulle dimensioni.
UNI EN 10060	Barre di acciaio tonde laminate a caldo per impieghi generali - Dimensioni e tolleranze sulla forma e sulle dimensioni
UNI EN 10061	Barre di acciaio esagone laminate a caldo per impieghi generali - Dimensioni e tolleranze sulla forma e sulle dimensioni.
UNI EN 10031	Prodotti semilavorati per forgiatura - Tolleranze sulle dimensioni sulla forma e sulla massa.
UNI EN 10140	Nastri stretti di acciaio laminati a freddo - Tolleranze sulle dimensioni e sulla forma
UNI EN 10143:2006	Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento applicato per immersione a caldo in continuo - Tolleranze sulla dimensione e sulla forma.
UNI EN 10149-1:1997	Prodotti piani laminati a caldo di acciai ad alto limite di snervamento per formatura a freddo. Condizioni generali di fornitura.
UNI EN 10149-2:1997	Prodotti piani laminati a caldo di acciai ad alto limite di snervamento per formatura a freddo. Condizioni di fornitura degli acciai ottenuti mediante laminazione termomeccanica.

UNI EN 10149-3:1997	Prodotti piani laminati a caldo di acciai ad alto limite di snervamento per formatura a freddo. Condizioni di fornitura degli acciai normalizzati o laminati normalizzati.
UNI EN 10169-1:2007	Prodotti piani di acciaio rivestiti in continuo con materiale organico (nastri larghi rivestiti) - Parte 1: Informazioni generali (definizioni, materiali, tolleranze, metodi di prova).
UNI EN 10169-2:2007	Prodotti piani di acciaio rivestiti in continuo con materiale organico (nastri rivestiti) - Parte 2: Prodotti per applicazioni esterne negli edifici.
UNI EN 10169-3:2007	Prodotti piani di acciaio rivestiti in continuo con materiale organico (nastri larghi rivestiti) - Parte 3: Prodotti per applicazioni interne negli edifici
UNI EN 10210-1:2006	Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura.
UNI EN 10210-2:2006	Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali - Parte 2: Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo.
UNI EN 10219-1:2006	Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura.
UNI EN 10219-2:2006	Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Parte 2: Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo
UNI EN 10268:2006	Prodotti piani laminati a freddo di acciaio ad alto limite di snervamento per formatura a freddo - Condizioni tecniche di fornitura.
ISO 4997:2007	Cold-reduced carbon steel sheet of structural quality.

UNI EN 10346:2009	Prodotti piani di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo - Condizioni tecniche di fornitura.
UNI EN ISO 898-1:2009	Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio - Parte 1: Viti e viti prigioniere con classi di resistenza specificate - Filettature a passo grosso e a passo fine.
UNI EN 14782:2006	Lastre metalliche autoportanti per coperture, rivestimenti esterni e interni - Specifica di prodotto e requisiti
UNI EN 508-1:2008	Prodotti di lastre metalliche per coperture - Specifiche per prodotti autoportanti in lastre di acciaio, alluminio o acciaio inossidabile - Parte 1: Acciaio
UNI EN 15048-1:2007	Bulloneria strutturale non a serraggio controllato - Parte 1: Requisiti generali.
UNI EN ISO 4014:2003	Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato - Categorie A e B
UNI EN ISO 4016:2002	Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato - Categoria C
UNI EN ISO 4017:2002	Viti a testa esagonale con gambo interamente filettato - Categorie A e B
UNI EN ISO 4018:2002	Viti a testa esagonale con gambo interamente filettato - Categoria C
UNI EN 20898-2:1994	Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso.
UNI EN ISO 6507-1:2006	

Materiali metallici - Prova di durezza Vickers - Parte 1:
Metodo di prova.

UNI EN 14399-1:2005	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 1: Requisiti generali.
UNI EN 14399-3:2005	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato Parte 3: Sistema HR - Assieme vite e dado esagonali.
UNI EN 14399-4:2005	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 4: Sistema HV - Assieme vite e dado esagonali.
UNI EN 14399-5:2005	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 5: Rondelle piane.
UNI EN 14399-6:2005	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 6: Rondelle piane smussate.
UNI EN 14399-10:2009	Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 10: Sistema HRC - Assieme vite e dado con serraggio calibrato
UNI EN ISO 10684:2005	Elementi di collegamento - Rivestimenti di zinco per immersione a caldo
UNI EN ISO 4042	Elementi di collegamento - rivestimenti elettrolitici
UNI EN ISO 13918:2009	Saldatura - Prigionieri e ferrule ceramiche per la saldatura ad arco dei prigionieri.
UNI EN 10204:2005	Prodotti metallici - Tipi di documenti di controllo.

UNI EN ISO 9013	Taglio termico - Classificazione dei tagli termici - Specificazione geometrica del prodotto e tolleranze relative alla qualità.
UNI EN ISO 3834-1:2006	Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 1: Criteri per la scelta del livello appropriato dei requisiti di qualità.
UNI EN ISO 3834-2:2006	Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 2: Requisiti di qualità estesi
UNI EN ISO 3834-3:2006	Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 3: Requisiti di qualità normali.
UNI EN ISO 3834-4:2006	Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 3: Requisiti di qualità normali.
UNI EN ISO 3834-5:2006	Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 5: Documenti ai quali è necessario conformarsi per poter dichiarare la conformità ai requisiti di qualità di cui alle parti 2, 3 o 4 della ISO 3834.
UNI EN ISO 15609-1/5	Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Specificazione della procedura di saldatura.
UNI EN ISO 15613:2005	Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Qualificazione sulla base di prove di saldatura di preproduzione
UNI EN ISO 15614-1:2008	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 9606-1	Prove di qualificazione dei saldatori - Saldatura per fusione - Parte 1: Acciai
UNI EN ISO 14732	Personale di saldatura - Prove di qualificazione degli operatori di saldatura e dei preparatori di saldatura per la saldatura completamente meccanizzata ed automatica di 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 9692-2:2001	Saldatura e procedimenti connessi - Preparazione dei giunti - Saldatura ad arco sommerso degli acciai.
UNI EN ISO 17637:2011	Controllo non distruttivo delle saldature - Esame visivo di giunti saldati per fusione.
UNI EN 1714:2005	Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati
UNI EN ISO 17638:2010	Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo con particelle magnetiche.
UNI EN 1291:2006	Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature - Livelli di accettabilità.
UNI EN ISO 6789:2004	Attrezzi di manovra per viti e dadi - Attrezzi dinamometrici a mano - Requisiti e metodi di prova per verificare la rispondenza al progetto, la conformità alla qualità e la procedura per la ricalibrazione.
UNI EN ISO 3452-1:2013	Prove non distruttive - Esame con liquidi penetranti - Parte 1: Principi generali.

UNI EN 1289:2006	Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo delle saldature mediante liquidi penetranti - Livelli di accettabilità.
UNI EN 473:2008-11	Prove non distruttive - Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive - Principi generali.
UNI EN ISO 17640:2011	Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo mediante ultrasuoni - Tecniche di controllo, livelli di prova e valutazione.
UNI EN ISO 23279:2010	Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo mediante ultrasuoni - Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature.
UNI EN ISO 17636-1:2013	Prove non distruttive delle saldature - Controllo radiografico - Parte 1: Tecniche a raggi -X e gamma mediante pellicola.
UNI EN ISO 17636-2:2013	Prove non distruttive delle saldature - Controllo radiografico - Parte 2: Tecniche a raggi -X e gamma con rivelatore digitale.
UNI EN ISO 5817:2008	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 17635:2010	Controllo non distruttivo delle saldature - Regole generali per i materiali metallici.
UNI EN 10160	Controllo con ultrasuoni di prodotti piani di acciaio con spessore maggiore o uguale a 6 mm (metodo per riflessione)
UNI UN ISO 12944-1	Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Introduzione generale.

UNI UN ISO 12944-2	Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Classificazione degli ambienti.
UNI UN ISO 12944-3	Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Considerazioni sulla progettazione.
UNI UN ISO 12944-4	Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Tipi di superficie e loro preparazione.
UNI UN ISO 12944-5	Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Sistemi di verniciatura protettiva.
UNI UN ISO 12944-6	Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Prove di laboratorio per le prestazioni.
UNI UN ISO 12944-7	Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura.
UNI EN ISO 1461:2009	Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova.
UNI EN ISO 14713-1	Rivestimenti di zinco - Linee guida e raccomandazioni per la protezione contro la corrosione di strutture di acciaio e di materiali ferrosi - Parte 1: Principi generali di progettazione e di resistenza alla corrosione.
UNI EN ISO 14713-2	Rivestimenti di zinco - Linee guida e raccomandazioni per la protezione contro la corrosione di strutture di acciaio e di materiali ferrosi - Parte 2: Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo.

UNI EN ISO 8501-2	Preparazione delle superfici di acciaio prima dell'applicazione di pitture e prodotti affini - Valutazione visiva del grado di pulitura della Parte 2: Gradi di preparazione di superfici di acciaio già rivestite dopo rimozione locale dei rivestimenti precedenti
UNI EN ISO 8501-3	Preparazione di substrati di acciaio prima dell'applicazione di pitture e prodotti correlati - Valutazione visiva del grado di pulitura della superficie - Parte 3: Gradi di preparazione di saldature, bordi e altre aree con imperfezioni superficiali
UNI EN ISO 8501-4	Preparazione dei substrati di acciaio prima dell'applicazione di pitture e prodotti correlati - Valutazione visiva del grado di pulitura della superficie - Parte 4: Condizioni della superficie, gradi di preparazione e gradi di ruggine immediata in seguito a spruzzatura di acqua ad alta pressione
UNI EN ISO 8503-1	Preparazione di supporti di acciaio prima dell'applicazione di prodotti vernicianti e prodotti simili - Caratteristiche di rugosità superficiale di supporti di acciaio puliti mediante sabbiatura - Parte 1: Requisiti e definizioni relative a campioni di comparazione visottatile ISO per la valutazione delle superfici sabbiate dopo il trattamento abrasivo
UNI EN ISO 8503-2	Preparazione di supporti di acciaio prima dell'applicazione di prodotti vernicianti e prodotti simili - Caratteristiche di rugosità superficiale di supporti di acciaio puliti mediante sabbiatura - Parte 2: Metodo per classificare il profilo della superficie di acciaio che è stata trattata mediante sabbiatura - Procedimento di confronto
UNI EN ISO 8503-3	Preparazione di supporti di acciaio prima dell'applicazione di prodotti vernicianti e prodotti simili - Caratteristiche di rugosità superficiale di supporti di acciaio puliti mediante sabbiatura - Parte 3: Metodo per la taratura dei campioni di comparazione visottatile ISO e per la determinazione del profilo della superficie - Procedimento al microscopio ottico

UNI EN ISO 8503-4	Preparazione di supporti di acciaio prima dell'applicazione di prodotti vernicianti e prodotti simili - Caratteristiche di rugosità superficiale di supporti di acciaio puliti mediante sabbiatura - Parte 4: Metodo per la taratura dei campioni di comparazione visotattile ISO e per la determinazione del profilo della superficie - Procedimento con strumento a stilo
ISO 19840	Paints and varnishes -- Corrosion protection of steel structures by protective paint systems -- Measurement of, and acceptance criteria for, the thickness of dry films on rough surfaces

4.2. Lavorazioni d'officina

4.2.1. Identificazione, documenti d'ispezione e tracciabilità dei prodotti

Le caratteristiche tecniche dei componenti (profilati, lamiere, bulloni, elettrodi, lamiere grecate, grigliati, etc.) approvvigionati per le successive lavorazioni, devono essere documentate in modo da poter controllare se tali componenti soddisfano i requisiti richiesti dalle specifiche e norme applicabili.

I documenti d'ispezione di cui alla UNI EN 10204, relativi ai controlli sui materiali da parte del Produttore, devono essere conformi ai requisiti minimi riportati sulla UNI EN 1090-2 Tabella 1 con la seguente modifica:

sono richiesti controlli specifici (documenti d'ispezione del tipo 3.1, secondo UNI EN 10204), cioè analisi chimiche, prove meccaniche e di resilienza, relativi alle unità di prova specifiche alle quali

appartengono i materiali oggetto della fornitura, per tutti gli acciai strutturali di cui alle Tabelle 8.1 e 8.2.

L'officina di trasformazione dell'Appaltatore deve possedere i requisiti di legge stabiliti nel paragrafo 11.3.1.7 delle NTC.

Per le classi di esecuzione EXC3 ed EXC4 deve essere garantita la tracciabilità completa dei componenti, dal momento dell'approvvigionamento e ingresso in officina al momento della spedizione in cantiere e montaggio. Ogni componente cioè, contraddistinto da una marca nei disegni costruttivi d'officina, deve poter essere collegato, in tutte le parti principali costituenti la marca completa, al corrispondente lotto di fornitura ed ai documenti d'ispezione ad esso legati. L'Appaltatore deve essere dotato di un sistema di acquisizione, trattamento ed archiviazione di tali dati.

La tracciabilità completa dovrà in particolare essere garantita per ogni parte costituente un componente da impiegare come elemento dissipativo in una struttura calcolata secondo le regole del *capacity design* in zone a media o alta sismicità.

Per le classi di esecuzione EXC1 ed EXC2 si dovrà garantire che i materiali in ingresso (lamiere, profilati, bulloni, etc.) siano riconducibili ai rispettivi documenti d'ispezione di cui alla UNI EN 10204. Non è richiesta la tracciabilità dei singoli pezzi lavorati.

4.2.2. Marcatura delle strutture

Ciascun componente deve essere identificabile ad ogni stadio della lavorazione. I componenti completati devono essere marcati in modo

permanente, senza danneggiare il materiale, in modo da essere chiaramente identificabili. Per acciai di classe inferiore o uguale alla S355, possono essere impiegate incisioni, ad eccezione dei casi indicati nelle specifiche di produzione. Qualora nei disegni di progetto, o nelle informazioni di fabbricazione siano individuate delle zone sulla struttura in acciaio non marcabili, esse devono essere lasciate libere da ogni sorta di marcatura o incisione.

4.2.3. Movimentazione e stoccaggio

Le strutture in acciaio devono essere imballate, movimentate e trasportate (in relazione ai casi) con cura, in maniera tale da non provocare deformazioni permanenti e minimizzare eventuali danni superficiali. Particolare cura deve essere posta per irrigidire le estremità libere e proteggere le superfici lavorate. Le misure preventive riportate nella Tabella 8 della UNI EN 1090-2 vanno applicate se pertinenti.

4.2.4. Taglio

Il taglio e la preparazione dei lembi dell'acciaio possono essere ottenuti mediante utilizzo di sega a disco, tranciatrice, taglio automatico, piallatura, fresatura o altri tipi di lavorazioni. Il taglio manuale può essere impiegato solamente qualora sia impraticabile l'utilizzo del taglio automatico.

I bordi dovuti ai tagli termici che sono privi di notevoli irregolarità possono essere accettati senza ulteriori trattamenti, eccetto la rimozione delle sbavature. Diversamente, i bordi devono essere levigati per rimuovere le eventuali irregolarità. I livelli

accettabili della qualità del taglio, definiti in accordo alla UNI EN ISO 9013, sono riportati nella Tabella 9 della UNI EN 1090-2 per le classi di esecuzione EXC2, EXC3 ed EXC4.

Gli intagli non possono essere a spigoli vivi. Essi devono essere raccordati con raggio di curvatura di 5 mm per classi di esecuzione EXC2 ed EXC3, e di 10 mm per classe di esecuzione EXC4.

Sono da evitare le operazioni di taglio in componenti già sottoposti a zincatura a caldo. Se comunque tali operazioni vengono effettuate, si deve procedere ad un idoneo ripristino della zincatura.

4.2.5. Formatura

La curvatura o il raddrizzamento degli elementi durante la produzione possono essere eseguiti secondo uno dei seguenti metodi:

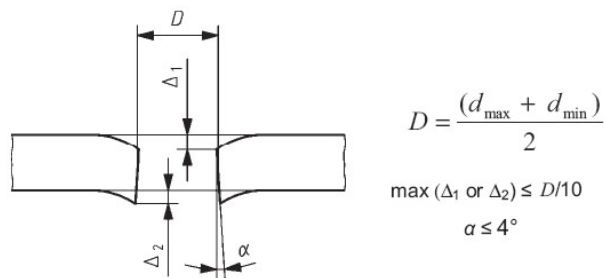
- I. Meccanicamente, avendo cura di ridurre al minimo le intaccature o le variazioni della sezione trasversale;
- II. Mediante applicazioni locali di calore, garantendo che la temperatura del metallo sia accuratamente controllata. Per le strutture in classe EXC3 ed EXC4 deve essere sviluppata una procedura e devono essere eseguiti dei casi-test per poterla approvare.
- III. Utilizzando un processo di calandratura, nel caso in cui la procedura utilizzata comprenda il controllo accurato della temperatura e sia validata anticipatamente in termini di mantenimento delle proprietà meccaniche dell'elemento curvato o raddrizzato. Profili piegati a freddo che raggiungono lo sforzo nominale di snervamento a seguito del processo di piegatura, non possono essere sottoposti a questo trattamento.

4.2.6. Forature

E' permessa la foratura con trapano attraverso più elementi qualora le differenti parti siano strettamente serrate fra di loro. Le parti devono essere separate dopo la foratura e ogni sbavatura deve essere rimossa.

La punzonatura completa del foro è permessa se le seguenti condizioni sono soddisfatte:

- la tolleranza sulla distorsione del foro punzonato non deve eccedere i limiti indicati nella figura seguente (tratta dal §6.6.3 della UNI EN 1090-2):



- i fori devono essere privi di sbavature che potrebbero ostacolare l'assemblaggio delle parti quando messe a contatto;
- lo spessore degli elementi non deve essere maggiore del diametro del foro punzonato.

Particolare attenzione va riservata alle operazioni di foratura in componenti da zincare a caldo, controllando accuratamente che i bordi dei fori punzonati siano esenti da microfratture che vanno eventualmente rimosse, ed eliminando eventuali ribave.

Sono da evitare le operazioni di foratura in componenti già sottoposti a zincatura a caldo. Se comunque tali operazioni vengono effettuate, si deve procedere ad un idoneo ripristino della zincatura.

Per gli elementi in classe di esecuzione EXC3 ed EXC4 la punzonatura deve essere eseguita garantendo che i fori presentino un diametro inferiore di 2 mm rispetto alla dimensione richiesta e che siano successivamente alesati fino ad ottenere il diametro finale richiesto per l'assemblaggio.

I fori asolati possono essere realizzati per punzonatura, per taglio termico o per mezzo di trapanatura, eseguendo due fori ed asportando per taglio la parte fra di essi.

I diametri dei fori devono essere in accordo alla NTC, e precisamente:

- I fori devono avere diametro uguale a quello del bullone maggiorato di 1 mm fino a 20 mm di diametro, e di 1,5 mm per bulloni di diametro maggiore di 20 mm.

Se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, si possono adottare i diametri dei "fori normali" stabiliti dalla UNI EN 1090-2 e riportati in tabella 9.6.1.

Giochi foro-bullone secondo EN 1090-2 - Valori in [mm]

Diametro nominale del bullone d [mm]	12	14	16	18	20	22	24	27 e oltre
Fori normali	1		2				3	

Fori maggiorati	3	4	6	8
Asole corte	4	6	8	10
Asole lunghe	1,5 d			

La tolleranza ammessa sul diametro dei fori è di $\pm 0,5$ mm, dove per diametro si intende la media dei diametri misurati sulle due facce.

Le tolleranze ammesse sulla posizione dei fori rispetto agli assi teorici di foratura sono riportate nel capitolo relativo alle tolleranze di fabbricazione.

Se l'Appaltatore approvvigiona componenti prelaborati (componenti tagliati a misura e forati) da un Centro Servizi, questo deve fornire, insieme al materiale lavorato, un documento di ispezione che certifichi il rispetto per le forature eseguite delle tolleranze di diametro e posizione sopra riportate. I controlli dovranno essere effettuati sul 25% almeno dei fori. Tale documento, consegnato dal Centro Servizi all'Appaltatore, dovrà da questi essere consegnato al Committente ed al Direttore dei Lavori. In mancanza di tale documento, l'Appaltatore dovrà farsi carico di redigerlo e di eseguire i controlli relativi.

4.2.7. Assemblaggio e premontaggi

Le parti da assemblare devono essere posizionate in modo tale da realizzare un contatto stabile, conforme ai requisiti di assemblaggio o di vincolo richiesti.

È consentita una lieve variazione della posizione dei fori al fine di permettere l'allineamento dei diversi elementi, ma ciò non deve causare danni o distorsioni all'assemblaggio finale. Qualora le parti non possano essere unite senza movimenti che possono causare la distorsione della struttura metallica, nel caso in cui il progetto della connessione consenta l'utilizzo di fori e bulloni di diametro maggiore, si prevede una rettifica che può essere fatta mediante alesatura dei fori.

Per garantire la certezza di poter correttamente assemblare in opera i componenti bullonati, l'Appaltatore deve mettere in atto gli opportuni accorgimenti, in funzione della importanza dell'opera e della criticità dell'accoppiamento, quali:

- ricorso a dime di posizionamento;
- rilievi accurati tridimensionali della posizione dei fori con adeguati strumenti;
- premontaggi parziali o totali.

Il Committente e/o il Progettista, o il Direttore dei lavori possono richiedere all'Appaltatore il premontaggio in officina di parti di struttura, in funzione delle criticità di montaggio individuate.

Se il Committente non affida all'Appaltatore il montaggio in opera delle strutture, l'Appaltatore deve consegnare al Committente ed al Direttore dei Lavori, oltre a tutta la documentazione d'obbligo richiamata al §11.3 delle NTC, una Dichiarazione di Conformità al

Montaggio delle strutture, dove si elencano i controlli eseguiti al fine di garantire la fattibilità del montaggio.

4.3. Saldatura

4.3.1. Generalità

L'Appaltatore deve garantire di effettuare saldature con adeguato livello di qualità, come definito nella norma UNI EN ISO 3834, ed in funzione della classe di esecuzione delle strutture, secondo quanto riportato nella tabella seguente. Tali prescrizioni non devono comunque risultare meno cautelative di quelle previste dalle NTC2018 al paragrafo 11.3.4.5.

Requisiti di qualità applicabili

Classe di esecuzione	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4
Requisiti di qualità del Costruttore secondo UNI EN ISO 3834	Elementare ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3	Esteso EN ISO 3834-2	Esteso EN ISO 3834-2

Per le classi di esecuzione EXC2, EXC3 e EXC4 il coordinamento delle attività di saldatura deve essere mantenuto da appositi Coordinatori di Saldatura, qualificati secondo UNI EN ISO 14731.

Con riferimento alle operazioni di saldatura da supervisionare, i coordinatori di saldatura devono avere il livello di conoscenza prescritto nella tabella sottostante.

Livello di conoscenza tecnica di Coordinatori di Saldatura secondo UNI EN ISO 14731

Classe	Acciaio	Spessori [mm]		
		$t \leq 25$ (¹)	$25 < t \leq 50$ (²)	$t > 50$
EXC2	S235-S355	B	S	C (³)
	S420-S700	S	C (⁴)	C
EXC3	S235-S355	S	C	C
	S420-S700	S	C	C
EXC4	Tutti	C	C	C

NOTE:
 B = di base; S = specifico; C = completo (¹) Piastre di base delle colonne ≤ 50 mm
 (²)Piastre di base delle colonne ≤ 75 mm
 (³)Per acciai S235-S275 è sufficiente il grado S
 (⁴)Per acciai di qualità N, NL, M, ML è sufficiente il grado S

Tutte le giunzioni saldate devono essere eseguite con procedimenti qualificati. L'Appaltatore deve sviluppare delle idonee Specifiche di Saldatura (WPS) per ciascuna delle procedure che intende adottare secondo UNI EN ISO 15609. Le procedure devono essere qualificate secondo quanto prescritto da UNI EN ISO 15613, UNI EN ISO 15614-1 e UNI EN ISO 14555.

L'Appaltatore deve fornire al Committente ed al Direttore dei Lavori un Piano della Saldatura che contenga, oltre le WPS, i seguenti

requisiti: misure da prendere per evitare distorsioni degli elementi durante e dopo la saldatura, requisiti per controlli intermedi, sequenze di saldatura, rotazione dei pezzi durante la saldatura, dettagli dei vincoli da applicare, misure per evitare il *lamellar tearing*, speciali accorgimenti ed attrezzature per i materiali di consumo, requisiti di accettazione delle saldature, requisiti per l'identificazione delle saldature, requisiti relativi ai trattamenti superficiali dei pezzi da saldare.

I principali procedimenti di saldatura ammessi sono:

- saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura automatica ad arco sommerso;
- saldatura automatica o semiautomatica in gas protettivo a filo pieno e/o filo animato; □ saldatura automatica dei connettori (*stud welding*).

Le saldature testa a testa, prima di essere riprese dalla parte opposta devono essere solcate a rovescio con mola o con *arc air* seguito da molatura.

4.3.2. Qualifica dei saldatori

Tutti i saldatori impiegati devono essere certificati e qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9606-1, gli operatori secondo la UNI EN 14732. A deroga parziale della norma UNI EN 9606-1, 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 operazioni di saldatura per classi di esecuzione EXC2, EXC3 ed EXC4, devono essere coordinate da apposito personale di coordinamento qualificato per lo scopo e dotato della necessaria esperienza nei procedimenti di saldatura, come definito nella UNI EN ISO 14731.

4.3.3. Preparazione dei lembi e tecniche di esecuzione

I lembi devono essere preparati in modo conforme alle preparazioni usate nei test di validazione delle WPS. Le superfici da saldare devono essere asciutte e libere da ogni sostanza che possa compromettere la qualità della saldatura (ruggine, materiali organici o zincatura). Esse devono risultare prive di fessurazione visibile.

Esempi di preparazione dei lembi sono riportate nelle norme UNI EN ISO 9692-1 e UNI EN ISO 9692-2. Deve essere eseguito il controllo visivo secondo UNI EN ISO 17637 sul 100% dei lembi da saldare, al fine di accertare lo stato delle superfici, l'assenza di difetti affioranti e la corretta pulizia. Eventuali discontinuità riscontrate sul cianfrino devono essere riparate mediante molatura o molatura e saldatura, in accordo ai criteri riportati sulla tabella 0.3.2.3 delle AWS D.1.1.

Il controllo dimensionale deve essere eseguito sul 100% dei lembi, al fine di accertare la corretta geometria ed il rispetto delle tolleranze dimensionali.

Per i cianfrini di lamiera di spessore superiore od uguale a 40 mm, o anche per spessori minori se l'esame visivo lo consigliasse, e comunque su cianfrini per saldature a completa penetrazione, deve essere eseguito sull'intero sviluppo controllo magnetoscopico (preferenziale) o con liquidi penetranti (alternativo).

Devono essere adottate le sequenze di saldatura e le condizioni di vincolo più opportune al fine di ridurre il più possibile le tensioni residue da saldature facilitare le esecuzioni dei giunti saldati; devono essere osservate anche le prescrizioni che verranno stabilite per il preriscaldamento locale in funzione degli spessori, ai tipi di acciaio e alla temperatura dell'ambiente durante la costruzione.

La superficie di ogni passata deve essere liberata da ogni scoria prima che vengano effettuate le passate successive; egualmente la scoria deve essere localmente asportata in corrispondenza delle riprese di una medesima passata.

In tutti i casi in cui lo spessore eccede certi limiti è necessario preriscaldare localmente la parte su cui si salda; la temperatura deve essere adeguata al procedimento che si impiega e comunque risultare non inferiore a quanto precisato nella tabella seguente.

Spessore parti da unire t(mm) (somma di tutti gli spessori secondo schema)	Procedimento ad arco sommerso, saldatura sotto gas protettivo o con elettrodi basici
$20 < t \leq 40$	20° C
$40 < t \leq 60$	70° C
$t > 60$	100° C

Qualora sui pezzi da saldare siano presenti tracce di umidità deve comunque essere dato ad essi l'apporto di calore necessario per eliminarla.

4.3.4. Materiali di consumo

I materiali di consumo per saldature devono essere conservati secondo le prescrizioni del Produttore. Elettrodi e flussi per arco sommerso, salvo diversa indicazione da parte del Produttore, devono essere essiccati, se previsto, a 300-400 °C, quindi mantenuti in forno a

temperatura di almeno 150 °C e conservati durante le operazioni di saldatura in fornelli portatili a non meno di 100 °C.

Gli elettrodi non usati devono essere essiccati ancora. L'essiccazione non può essere ripetuta più di due volte.

4.3.5. Controlli non distruttivi

I controlli non distruttivi (NDT) delle saldature devono essere eseguiti da personale qualificato secondo il livello 2 definito dalla UNI EN 473.

I controlli da eseguire sono in genere:

- controlli volumetrici: ultrasonici (UT) secondo UNI EN ISO 17640:2011 e UNI EN ISO 23279:2010, o radiografici (RT) secondo UNI EN ISO 17636:2013 (di massima solo per saldature a completa penetrazione, salvo se diversamente indicato);
- controlli superficiali: magnetoscopici (MT) secondo UNI EN ISO 17638:2010, o con liquidi penetranti (PT) secondo UNI EN ISO 3452-1:2013 (per saldature a completa penetrazione, parziale penetrazione e a cordoni d'angolo).

Il controllo visivo deve essere eseguito sul 100% delle saldature, con lo scopo di rilevare eventuali difetti di profilo e/o irregolarità

superficiali. Se vengono trovati difetti, essi vanno investigati mediante successivi controlli MT o PT.

Per le strutture in classe di esecuzione EXC2, EXC3 ed EXC4, vanno comunque effettuati dei controlli sia superficiali (preferibilmente MT, o PT in alternativa) che volumetrici (UT), nella percentuale dello sviluppo totale delle saldature indicata nelle tabelle riportate nel presente paragrafo. Indicando con $p\%$ l'entità percentuale di cui alle suddette tabelle, si possono applicare, in assenza di altri criteri, le regole seguenti:

- ciascuna saldatura del lotto di esame deve essere esaminata per una lunghezza minima $p\%$ della singola lunghezza. La zona da esaminare deve essere scelta sulla base della verifica visiva;
- se la lunghezza totale di tutte le saldature di un lotto di esame è minore di 900 mm, almeno una saldatura deve essere esaminata per l'intera lunghezza indipendentemente dal valore $p\%$;
- se un lotto di esame è costituito da parecchie saldature identiche, ciascuna di lunghezza minore di 900 mm, si devono esaminare per l'intera lunghezza un certo numero di saldature scelte a caso per una lunghezza totale minima $p\%$ della lunghezza totale di tutte le saldature del lotto di esame.

I controlli non potranno essere di entità inferiore a quanto previsto nelle tabelle e in linea con le prescrizioni della UNI EN 1090-2. Su richiesta del Cliente e/o del Direttore dei Lavori e/o del Collaudatore, possono essere prescritti controlli aggiuntivi (vedi tabella Estensione dei controlli non distruttivi per saldature di strutture di particolare impegno) o anche di entità maggiore, se ritenuto opportuno in base alle caratteristiche dell'opera.



Macrolotto 0 – Mercato Coperto
Specifiche tecniche opere strutturali

Urban Innovative Actions, Les
Arcuriales,
45D rue de Tournai, F59000 Lille,
France

www.uia-initiative.eu



Estensione minima dei controlli non distruttivi per saldature

Tipologia di saldatura	Controllo					
	MT / LT			UT / RT (***)		
	EXC2	EXC3	EXC4	EXC2	EXC3	EXC4
Giunti testa a testa o a T a completa penetrazione	10%	20%	100%	10%	20%	100%
Giunti a parziale penetrazione a croce	10%	20%	100%	-	-	-
Saldatura longitudinale a completa penetrazione o a cordoni d'angolo tra la piattabanda superiore e l'anima di travi di scorrimento di carroponti	10%	20%	100%	10%	20%	100%
Giunti a parziale penetrazione a T	5%	10%	50%	-	-	-
Saldature a cordoni d'angolo di lato > 12 mm e/o su spessore > 20 mm	5%	10%	20%	-	-	-
Saldature a cordoni d'angolo di lato ≤ 12 mm e/o su spessore ≤ 20 mm	-	5%	10%	-	-	-

Estensione dei controlli non distruttivi per saldature di strutture di particolare impegno

Tipologia di saldatura	Controllo					
	MT / LT			UT / RT (***)		
	EXC2	EXC3	EXC4	EXC2	EXC3	EXC4
Giunti testa a testa o a T a completa penetrazione	25%	50%	100%	25%	50%	100%
Giunti a parziale penetrazione	10%	20%	100%	5% (*)	10% (*)	20% (*)
Saldatura longitudinale a completa penetrazione o a cordoni d'angolo tra la piattabanda superiore e l'anima di travi di scorrimento di carroponti	25%	50%	100%	25%	50%	100%

Saldature a cordon d'angolo	5%	10%	20%	5% (**)	10% (**)	20% (**)
<p>(*) Se la profondità di penetrazione della saldatura è ≥ 8 mm. (**) Per cordoni d'angolo di lato ≥ 20 mm. (***) I controlli RT, in alternativa ai controlli UT, potranno essere impiegati preferibilmente in giunti testa a testa con spessori minori o uguali a 20 mm.</p>						

Nel caso in cui si rilevi un difetto volumetrico, il controllo va esteso per un metro a cavallo della posizione di esso, o a due giunti vicini se l'estensione della saldatura è minore di un metro. Nel caso di difetti planari, il controllo va esteso al 100% del giunto, o dei giunti contigui dello stesso tipo, se l'estensione delle saldature è limitata.

Per le saldature a completa penetrazione effettuate in cantiere, l'estensione dei controlli da applicare è la seguente:

- Controlli MT / PT: 100%
- Controlli UT / RT: 100%

L'esecuzione di tali controlli va programmata in accordo con il Direttore dei Lavori.

Tutte le lamiere costituenti le piastre di base e tutte le lamiere di spessore maggiore o uguale a 60 mm devono essere controllate con ultrasuoni per la ricerca di eventuali sfogliature o sdoppiature. I controlli devono essere in accordo con la UNI EN 10160 classe S2 per il corpo della lamiera e classe E3 per i bordi. Prescrizioni più severe (S3 per la lamiera e E4 per i bordi) potranno essere richieste in casi particolari.

Per le classi di esecuzione EXC3 ed EXC4 devono essere controllati con classe S1 tutti i giunti cruciformi nei quali una lamiera trasmette prevalentemente sforzi di trazione attraverso un'altra lamiera di spessore quattro volte maggiore.

4.3.6. Criteri di accettabilità delle saldature

I criteri di accettabilità delle saldature sono i seguenti, con riferimento alla norma UNI EN ISO 5817:

- Livello di qualità C per la classe di esecuzione EXC1 ed EXC2;
- Livello di qualità B per la classe di esecuzione EXC3;
- Livello di qualità B per la classe di esecuzione EXC4 più i requisiti addizionali della tabella 17 della norma UNI EN 1090-2.

Tutti i giunti non conformi ai criteri di accettabilità devono essere riparati.

Le attività di riparazione devono essere eseguiti nel seguente modo:

- asportazione del difetto e rifinitura con mola;
- verifica dell'eliminazione del difetto mediante MT, secondo UNI EN ISO 17638:2010;
- esecuzione della saldatura di riparazione secondo WPS approvata;
 - controllo della saldatura di riparazione mediante lo stesso metodo di NDT con cui era stato rilevato il difetto;
- emissione del certificato di riparazione.

Se vengono riscontrati tratti di saldatura non conformi ai criteri di accettabilità, occorre eseguire ulteriori controlli, per esempio secondo i criteri dell'Appendice C della UNI EN ISO 17635:2010.

4.4. Bullonatura

4.4.1. Generalità

Non possono essere impiegati bulloni strutturali di diametro inferiore all'M12.

Nei bulloni non precaricati la lunghezza del gambo deve essere scelta in modo tale che, dopo il serraggio, almeno un giro completo del filetto sia visibile tra il dado e la parte non filettata del gambo, ed almeno un filetto sia visibile tra la faccia esterna del dado e il termine del gambo.

Nei bulloni precaricati tipo HR (UNI EN 14399-3 e UNI EN 14399-7) dopo il serraggio devono essere visibili almeno quattro filetti completi tra la superficie di serraggio del dado e l'inizio del gambo non filettato. Nei bulloni precaricati tipo HV (UNI EN 14399-4 e UNI EN 14399-8) lo spessore di serraggio deve essere in accordo alla tabella A.1 della norma UNI EN 14399-4.

Per i bulloni non precaricati è richiesta una sola rondella sotto il dado, o comunque sotto la parte (dado o testa) che viene ruotata per il serraggio.

Per i bulloni classe 8.8, se usati come precaricati, si richiede l'uso di una sola rondella sotto la parte (testa o dado) che viene ruotata: smussata se sotto la testa (in accordo a UNI EN 14399-6), piana se sotto il dado (UNI EN 14399-5).

Per i bulloni 10.9, se usati come precaricati, si richiede l'uso di 2 rondelle: una smussata sotto la testa (secondo

UNI EN 14399-6) ed una piana sotto il dado (secondo UNI EN 14399-5).

I bulloni non precaricati devono avere un tratto non filettato di lunghezza tale che le sezioni di taglio (tra un elemento collegato e l'altro) rientrino in tale tratto. L'eventuale uso di bulloni non precaricati con il gambo totalmente filettato deve essere subordinato alla approvazione del Progettista. Deve essere lasciata evidenza di tale approvazione. La lunghezza del gambo di tali bulloni dovrà consentire che, dopo il serraggio, rimanga almeno un passo del filetto tra la fine del gambo e la faccia del dado.

4.4.2. Serraggio dei bulloni precaricati

Il serraggio dei bulloni precaricati deve generare nel gambo una forza di precarico F_{pC} , pari a:

$$F_{pC} = 0,7 * f_{ub} * A_s$$

Dove f_{ub} è la tensione nominale di rottura dei bulloni ed A_s è l'area netta del gambo.

Per generare tale precarico deve essere applicata una coppia di serraggio M_r , pari a:

$$M_r = k * d * F_{pC}$$

Dove d è il diametro nominale del gambo e k è il *coefficiente di rendimento di coppia* che deve essere determinato sperimentalmente dal Produttore e indicato sulla confezione dei bulloni.

In accordo alla UNI EN 14399-1 il Produttore può indicare il coefficiente k secondo uno dei tre metodi seguenti:

K0: nessuna indicazione per il valore k ;

K1: indicato campo di variabilità di k da un minimo ad un massimo (deve essere: $0,10 \leq k \leq 0,16$); K2: indicato valor medio k_m più coefficiente di variazione V_k (deve essere: $0,10 \leq k_m \leq 0,23$; $V_k \leq 0,10$),

La modalità K0 non è ammessa con i bulloni HR ed HV, a meno che non vengano impiegati con rondelle ad indicazione di carico (DTI), secondo UNI EN 14399-9.

Nelle tabelle seguenti sono riportati, per i bulloni di classe 8.8 e 10.9, per i diametri da 12 a 36 mm e per i valori di k da 0,10 a 0,16, i valori della coppia di serraggio M_r da applicare.

Coppie di serraggio per bulloni 8.8 UNI EN 14399 [Nm]

Bulloni 8.8		k				
Diam.	A_s [mm ²]	$F_{p,c}$ [kN]	0,10	0,12	0,14	0,16
12	84,3	47,2	56,6	68,0	79,3	90,6
14	115	64,4	90,2	108,2	126,2	144,3
16	157	87,9	140,7	168,8	196,9	225,1
18	192	107,5	193,5	232,2	271,0	309,7
20	245	137,2	274,4	329,3	384,2	439,0
22	303	169,7	373,3	448,0	522,6	597,3
24	353	197,7	474,4	569,3	664,2	759,1
27	459	257,0	694,0	832,8	971,6	1110,4

30	561	314,2	942,5	1131,0	1319,5	1508,0
36	817	457,5	1647,1	1976,5	2305,9	2635,3

Coppie di serraggio per bulloni 10.9 UNI EN 14399 [Nm]

Bulloni 10.9		k				
Diam.	A_s [mm ²]	$F_{p,c}$ [kN]	0,10	0,12	0,14	0,16
12	84,3	59,0	70,8	85,0	99,1	113,3
14	115	80,5	112,7	135,2	157,8	180,3
16	157	109,9	175,8	211,0	246,2	281,3
18	192	134,4	241,9	290,3	338,7	387,1
20	245	171,5	343,0	411,6	480,2	548,8
22	303	212,1	466,6	559,9	653,3	746,6
24	353	247,1	593,0	711,6	830,3	948,9
27	459	321,3	867,5	1041,0	1214,5	1388,0
30	561	392,7	1178,1	1413,7	1649,3	1885,0
36	817	571,9	2058,8	2470,6	2882,4	3294,1

Possono essere applicati i seguenti metodi di serraggio:

- *Metodo della coppia* (da usare quando il coefficiente k è fornito in modalità K2): si serrano con chiave dinamometrica tutti i bulloni di una connessione a circa $0,75 M_r$, poi in un secondo passo a $1,1 M_r$. Nel calcolare M_r si applica il valor medio del coefficiente k fornito.

-
- *Metodo combinato* (da usare quando il coefficiente k è fornito in modalità K1 o K2): si serrano con chiave dinamometrica tutti i bulloni di una connessione a circa $0,75 M_r$, poi si impone una rotazione al dado che, a seconda degli spessori serrati dal bullone, vale:

60° per $t < 2d$

90° per $2d \leq t < 6d$

120° per $6d \leq t < 10d$

Dove t è la somma degli spessori da serrare, comprese le rondelle.

Se è disponibile una procedura del Produttore relativa al serraggio dei bulloni e/o ai controlli da effettuare durante e dopo il serraggio, essa dovrà essere applicata.

- *Metodo dell'indicatore diretto della pretensione DTI* (da usare quando il coefficiente k è fornito in modalità K0, K1 o K2), consistente nell'uso di speciali rondelle comprimibili secondo UNI EN 143999, e in accordo a quanto prescritto nell'Appendice J della UNI EN 1090-2, e/o in conformità alle prescrizioni del Produttore.
-
- *Metodo HRC*, da usare con bulloneria HRC secondo UNI EN 14399-10, in accordo al §8.5.5 delle UNI EN 1090-2 e/o in conformità alle prescrizioni del Produttore.

Le chiavi dinamometriche usate per il serraggio dei bulloni precaricati devono avere una precisione di $\pm 4\%$ con il metodo della coppia e di $\pm 10\%$ con il metodo combinato, secondo UNI EN ISO 6789, e

devono essere sottoposte a taratura in accordo a quanto prescritto dalla norma citata. L'Appaltatore deve consegnare al Direttore dei Lavori il certificato attestante l'avvenuta taratura.

Coefficienti d'attrito μ in funzione del trattamento superficiale

Trattamento superficiale	μ
Superfici sabbiate, esenti da qualsiasi incrostazione di ruggine, non pitturate	0,50
Superfici sabbiate con applicazione a spruzzo di primer a base di alluminio o zinco	0,40
Superfici pulite con spazzolatura a filo o con pulitura a fiamma, con rimozione di tutta la ruggine libera	0,30
Superfici non trattate	0,20

Le superfici di contatto per unioni ad attrito devono essere prive di sostanze quali olio, pittura, sporco che possano ridurre il coefficiente di attrito. Il coefficiente d'attrito μ da assumere sarà conforme ai valori riportati in tabella.

Il Progettista deve fornire all'Appaltatore i valori dei coefficienti d'attrito che ha usato nel calcolo delle connessioni ad attrito, se presenti. L'Appaltatore deve preparare le superfici in modo da poter raggiungere valori non minori di quelli richiesti.

L'adozione di giunzioni ad attrito per connettere elementi zincati a caldo non è in genere ammessa.

Se comunque, in condizioni particolari e per espressa indicazione da parte del Progettista, si adottano giunzioni ad attrito con elementi zincati, occorre trattare le superfici zincate in modo opportuno,

mediante spazzolatura o leggera sabbiatura per rimuovere lo strato superficiale di zinco puro (zincatura lucida) ed esporre gli strati di lega zinco-ferro sottostanti. E' altresì necessario procedere alla determinazione sperimentale del coefficiente di attrito, in accordo all'Annex G della norma UNI EN 1090-2. Il Progettista dovrà verificare le connessioni usando un coefficiente d'attrito non superiore a quello determinato sperimentalmente.

4.4.3. Serraggio dei bulloni non precaricati

Prima dell'inizio delle operazioni di serraggio tutte le connessioni devono essere sottoposte a controllo visivo.

I bulloni non precaricati devono essere avvitati fino a portare le parti che costituiscono il giunto a pieno contatto. Quindi i bulloni devono essere serrati con la normale forza che un uomo riesce ad applicare usando una chiave senza prolunga. Speciale cura deve essere posta nel serraggio dei bulloni di basso diametro per evitare il raggiungimento della tensione di snervamento.

In alternativa i bulloni non precaricati soggetti a trazione o solo taglio possono essere serrati applicando le coppie di cui alle tabelle seguenti.

Tali coppie sono state calcolate con un coefficiente $k = 0,20$. Se per i bulloni di classe 8.8 è specificato un valore di k diverso, si dovranno calcolare gli opportuni valori.

Tali coppie sono da applicarsi per bulloni bruniti. Per bulloni zincati i valori vanno ridotti del 25%.

Coppie di serraggio per bulloni non precaricati soggetti a trazione [Nm]

Diametro [mm]	A _s [mm ²]	Classe bullone					
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8
12	84.3	39	45	48	57	68	91
14	115	62	72	77	90	108	144
16	157	96	113	121	141	169	225
18	192	133	155	166	194	232	310
20	245	188	220	235	274	329	439
22	303	256	299	320	373	448	597
24	353	325	380	407	474	569	759
27	459	476	555	595	694	833	1110
30	561	646	754	808	943	1131	1508
36	817	1130	1318	1412	1647	1976	2635

Coppie di serraggio per bulloni non precaricati soggetti solo a taglio
[Nm]

Diametro [mm]	A _s [mm ²]	Classe bullone					
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8
12	84.3	31	36	39	45	54	73
14	115	50	58	62	72	86	115
16	157	77	90	97	113	135	180
18	192	106	124	133	155	186	248
20	245	150	176	188	220	263	351
22	303	205	239	256	298	358	478
24	353	260	304	325	379	455	607
27	459	381	444	476	555	666	888
30	561	517	603	646	754	905	1206
36	817	904	1054	1130	1318	1581	2108



Macrolotto 0 – Mercato Coperto
Specifiche tecniche opere strutturali

Urban Innovative Actions, Les
Arcuriales,
45D rue de Tournai, F59000 Lille,
France

www.uia-initiative.eu



4.4.4. Controllo del serraggio dei bulloni precaricati

Per le unioni ad attrito in classe di esecuzione EXC2, EXC3 ed EXC4, devono essere svolti controlli durante e dopo il serraggio dei giunti, secondo quanto prescritto nella tabella sottostante.

Prescrizioni per il controllo del serraggio dei bulloni precaricati

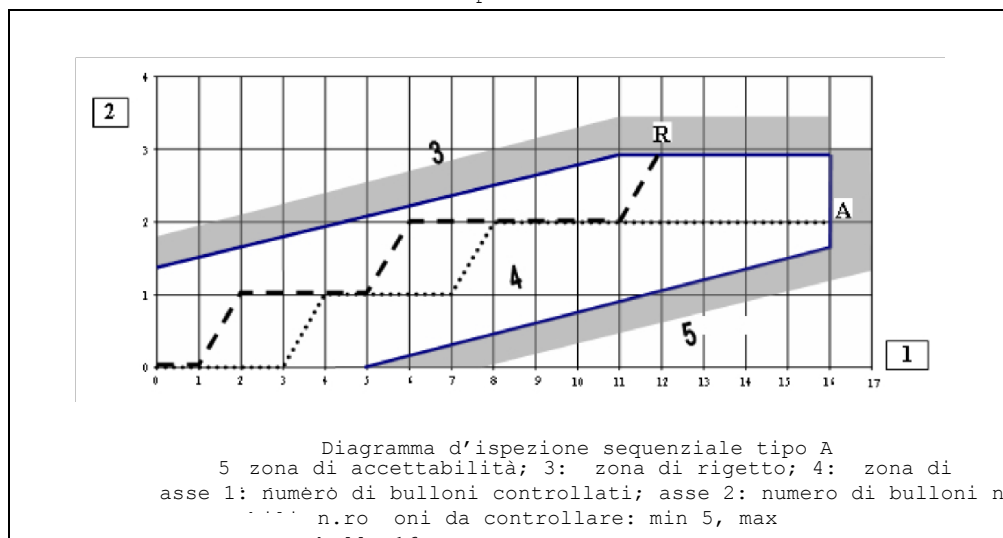
FASE	ESTENSIONE	AZIONE
Ispezione delle superfici di contatto	100% per tutte le classi EXC	Controllo visivo
Connessioni prima del serraggio	100% per tutte le classi EXC	Controllo visivo - Eventuali aggiustaggi mediante spessoramento
	EXC2, EXC3 ed EXC4	Controllo dei certificati di taratura delle chiavi dinamometriche
Metodo della coppia - 2. fase	EXC2 : 5% EXC3, EXC4: 10%	Applicazione con chiave dinamometrica di $1,05 M_r$ e verifica che ci sia un inizio di rotazione; se rotazione $> 15^\circ$ il bullone deve essere serrato ancora
Metodo combinato - 1. fase	EXC2 : --- EXC3, EXC4: 5%	Applicazione con chiave dinamometrica di $0,75 M_r$ e verifica che ci sia un inizio di rotazione; se rotazione $> 15^\circ$ il bullone deve essere serrato ancora
Metodo combinato - 2. fase	EXC2 : 5% EXC3, EXC4: 10%	Se l'angolo di rotazione è sotto il valore specificato di più di 15° , correggere l'angolo; se l'angolo di rotazione è sopra il valore specificato di più di 30° , sostituire il bullone.

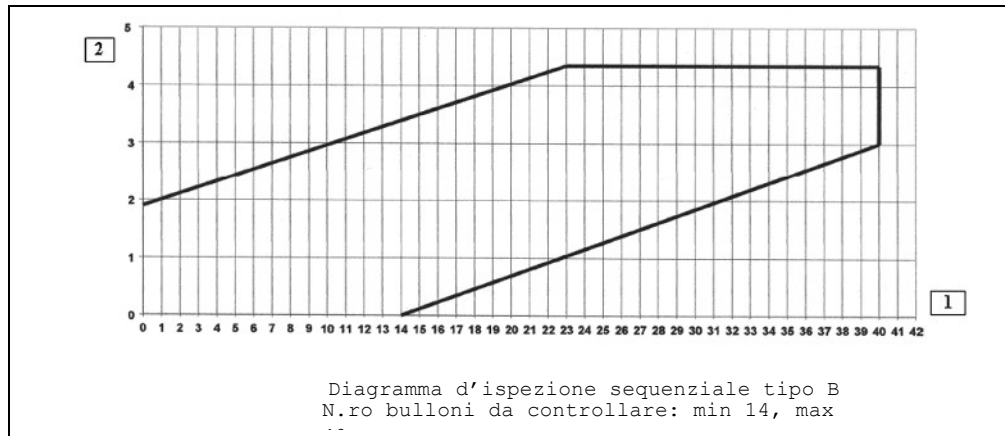
I controlli sul serraggio vanno eseguiti secondo il metodo sequenziale illustrato in tabella impiegando il diagramma tipo A per le classi di esecuzione EXC2 ed EXC3, e il diagramma tipo B per la classe di esecuzione EXC4.

Si riporta di seguito a titolo esemplificativo un esempio d'uso del diagramma d'ispezione tipo A.

- a) Linea punteggiata: il controllo dei primi 3 bulloni ha dato esito positivo, il 4° negativo, il 5°, 6° e 7° ancora positivo, il controllo è continuato dall'8° al 14° bullone con esito positivo, finché la linea punteggiata ha incrociato la linea di confine verticale. Il risultato globale è: accettazione.
- b) Linea tratteggiata: il primo bullone è risultato positivo, il 2° negativo, il 3°, 4° e 5° positivi, il 6° negativo, dal 7° all'11° positivi, il 12° negativo. La linea tratteggiata ha intersecato il confine nella zona di rigetto, perciò il risultato globale è: rigetto.

Diagrammi d'ispezione sequenziale per il controllo del serraggio dei bulloni pretesi





4.5. Tolleranze di fabbricazione

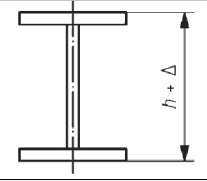
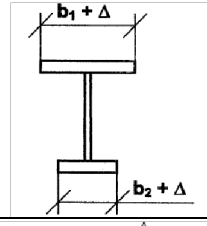
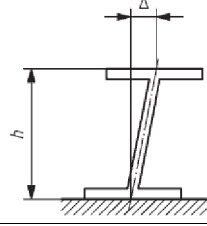
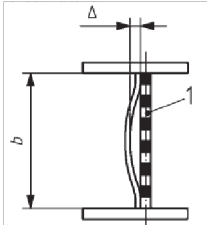
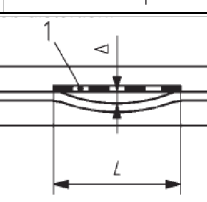
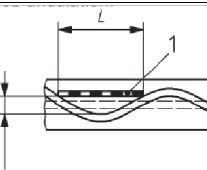
Le tolleranze di fabbricazione definite “essenziali” di cui alla UNI EN 1090-2, §11.1 e tabelle D.1.1 - D.1.10, sono quelle il cui mancato rispetto può alterare alcune ipotesi sulle quali le strutture sono state calcolate.

Esse devono essere in ogni caso rispettate nel corso del processo di fabbricazione. Per i componenti per i quali risultasse il mancato rispetto di una o più di tali limiti, dovrà essere emessa una azione di non conformità ed esaminate le opportune azioni correttive da intraprendere, che potrebbero consistere anche soltanto in un ricalcolo dell'elemento strutturale interessato, che dimostri, nonostante le non conformità geometriche, comunque il rispetto dei requisiti di stabilità e resistenza stabiliti dalle norme. Delle non conformità e della azione correttiva adottata dovrà essere data comunicazione al Committente e al Direttore dei Lavori.

Le tolleranze di fabbricazione “funzionali” di cui alla UNI EN 1090-2 tabelle D.2.1 - D.2.13 sono quelle che attengono ai problemi di compatibilità con altri materiali, di estetica, etc. le cui classi di adozione sono definite nel par. 1 del presente capitolato (Oggetto dell'Appalto).

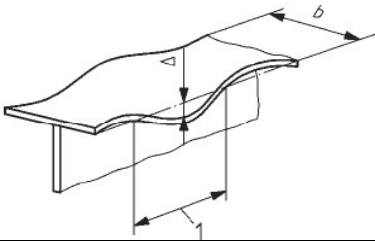
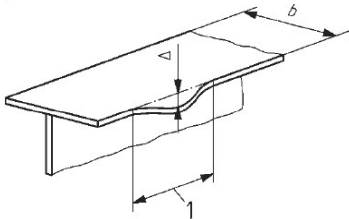
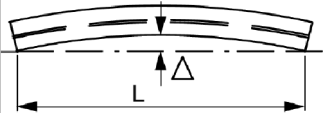
Nelle tabelle seguenti vengono riportate le principali tolleranze di fabbricazione, sia essenziali che funzionali, da rispettare.

Profili composti saldati – Tolleranze di fabbricazione essenziali

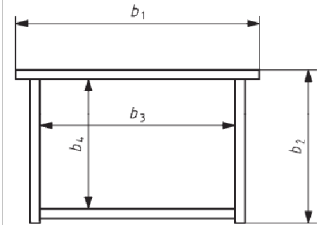
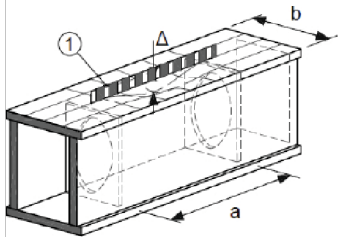
N.	Descrizione	Tolleranza ammessa
1	 Altezza globale h	$\Delta = -\frac{h}{50}$ nessun valore positivo
2	 Larghezza delle flange ($b = b_1$ o b_2)	$\Delta = -\frac{b}{100}$ nessun valore positivo
3	 Verticalità dell'anima agli appoggi, per componenti senza irrigidimenti agli appoggi	$\Delta = \pm \frac{h}{200}$ $ \Delta = t_w$ (*) (t_w = spessore anima)
4	 Deviazione Δ sull'altezza dell'anima b	$\Delta = \pm \frac{b}{200}$ se $b/t_w \leq 80$ $\Delta = \pm b^2 / (16000 t_w)$ se $80 \leq b/t_w \leq 200$ $\Delta = \pm b/80$ se $b/t_w > 200$ $ \Delta = t_w$
5	 Deviazione Δ sulla lunghezza di misura L uguale all'altezza dell'anima b (distorsione dell'anima)	$\Delta = \pm \frac{b}{100}$ $ \Delta = t_w$
6	 Deviazione Δ sulla lunghezza di misura L uguale all'altezza dell'anima b (ondulazione dell'anima)	$\Delta = \pm \frac{b}{100}$ $ \Delta = t_w$

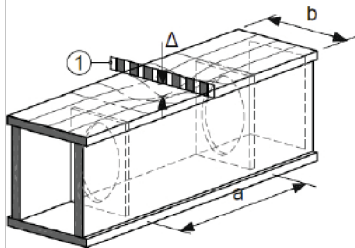
(*) (Nota generale) Una espressione del tipo: " $\Delta = \pm h/200$; $|\Delta| = t_w$ " significa: il maggiore tra i 2 valori calcolabili per Δ , $h/200$ oppure t_w , è accettabile.

Flange di profili composti saldati - tolleranze di fabbricazione essenziali

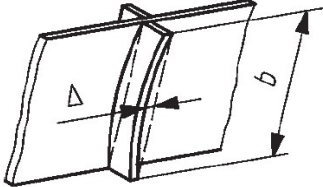
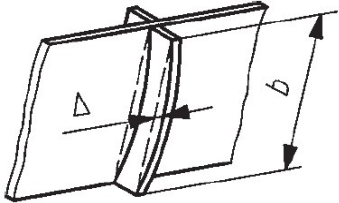
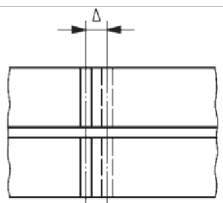
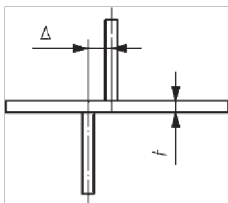
N.	Descrizione	Tolleranza ammessa
1	 <p>Deviazione Δ sulla lunghezza di misura 1 uguale alla larghezza della flangia b (ondulazione della flangia)</p>	$\Delta = \pm \frac{b}{150} \text{ se } b/t \leq 20$ $\Delta = \pm b^2 / (3000t) \text{ se } b/t > 20$ <p>t = spessore flangia</p>
2	 <p>Deviazione Δ sulla lunghezza di misura 1 uguale alla larghezza della flangia b (ondulazione della flangia)</p>	$\Delta = \pm \frac{b}{150} \text{ se } b/t \leq 20$ $\Delta = \pm b^2 / (3000t) \text{ se } b/t > 20$ <p>t = spessore flangia</p>
3	 <p>Deviazione Δ delle singole flange dalla rettilinearità</p>	$\Delta = \pm \frac{L}{750}$

Flange di profili scatolati saldati - tolleranze di fabbricazione essenziali

N.	Descrizione	Tolleranza ammessa
1	 <p>Dimensioni interne od esterne</p>	$\Delta = - \frac{b_i}{100}$ <p>$i=1,2,3,4$ nessun valore positivo</p>
2	 <p>Imperfezioni fuori dal piano dei piatti, tra anime o irrigidenti, caso generale: Distorsione Δ perpendicolare al piano del piatto</p>	$a \leq 2b:$ $\Delta = \pm \frac{a}{250}$ $a > 2b:$ $\Delta = \pm \frac{b}{125}$

3		<p>Imperfezioni fuori dal piano dei piatti, tra anime o irrigidimenti, caso speciale con compressione in direz. ortogonale: Distorsione Δ perpendicolare al piano del piatto</p>	$b \leq 2a :$ $\Delta = \pm \frac{b}{250}$ $b > 2a :$ $\Delta = \pm \frac{a}{125}$
---	---	--	--

Irrigidimenti d'anima di profili composti o scatolati saldati - tolleranze di fabbricazione essenziali

N.	Descrizione	Tolleranza ammessa
1		$\Delta = \pm \frac{b}{250}$ $ \Delta = 4 \text{ mm}$
2		$\Delta = \pm \frac{b}{500}$ $ \Delta = 4 \text{ mm}$
3		<p>Distanza di un irrigidimento dell'anima dalla posizione teorica, posiz. generica</p> $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$
4		<p>Distanza di un irrigidimento dell'anima dalla posizione teorica, agli appoggi</p> $\Delta = \pm 3 \text{ mm}$
5		<p>Eccentricità tra una coppia di irrigidimenti, posiz. qualsiasi</p> $\Delta = \pm \frac{t}{2}$
6		<p>Eccentricità tra una coppia di irrigidimenti, agli appoggi</p> $\Delta = \pm \frac{t}{3}$



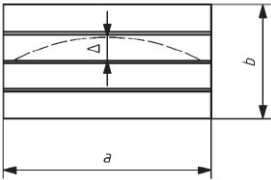
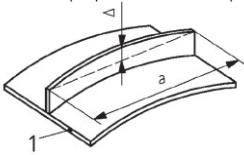
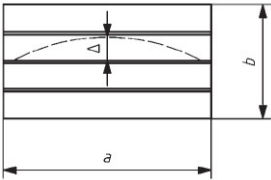
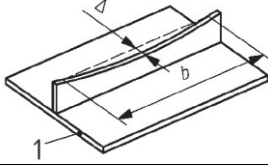
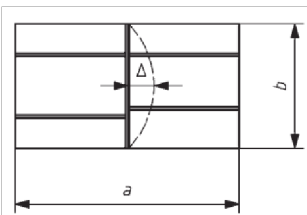
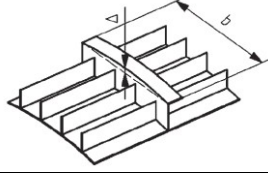
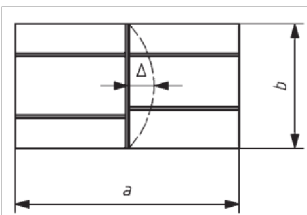
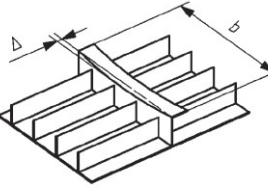
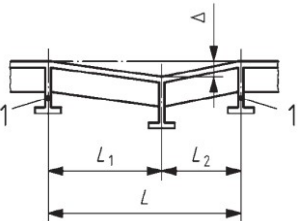
Macrolotto 0 – Mercato Coperto
Specifiche tecniche opere strutturali

Urban Innovative Actions, Les
Arcuriales,
45D rue de Tournai, F59000 Lille,
France

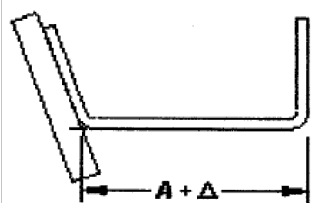
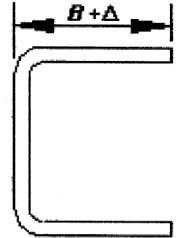
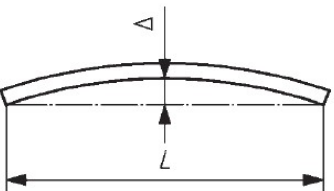
www.uia-initiative.eu



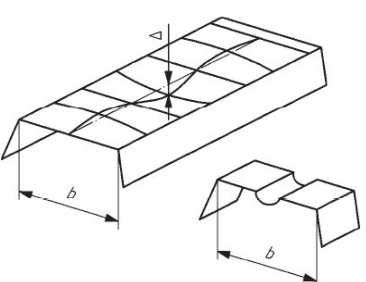
Piastre nervate - tolleranze di fabbricazione essenziali

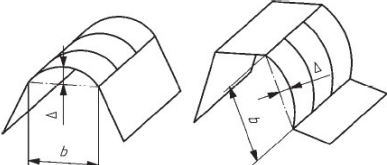
N.	Descrizione		Tolleranza ammessa
1	Rettilinearità degli irrigidimenti: irrigid. long. in piastre irrigidite longitudinalmente 		Deviazione Δ perpendicolare alla piastra: $\Delta = \pm a/400$
2			Deviazione Δ parallela alla piastra, su una lunghezza di misura uguale alla larghezza b : $\Delta = \pm b/400$
3	Rettilinearità degli irrigidimenti: irrigid. trasv. in piastre irrigidite longitudinalmente e trasversalmente 		Deviazione Δ perpendicolare alla piastra: Il minore tra: $\Delta = \pm a/400$; $\Delta = \pm b/400$
4			Deviazione Δ parallela alla piastra: $\Delta = \pm b/400$
5		Differenza di quota tra irrigidimenti trasversali adiacenti	$\Delta = \pm L/400$

Profili piegati a freddo - tolleranze di fabbricazione essenziali

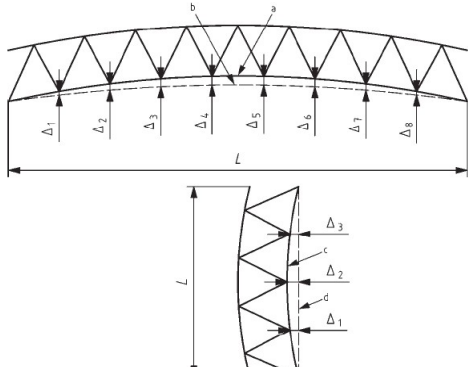
N.	Descrizione	Tolleranza ammessa
1	 <p>Larghezza A tra due piegature</p>	$\Delta = -\frac{A}{50}$ <p>nessun valore positivo</p>
2	 <p>Larghezza B tra una piegatura ed un bordo libero</p>	$\Delta = -\frac{B}{80}$ <p>nessun valore positivo</p>
3	 <p>Deviazione Δ dalla rettilineità</p>	$\Delta = \pm \frac{L}{750}$

Lamiere piegate a freddo - tolleranze di fabbricazione essenziali

N.	Descrizione	Tolleranza ammessa
1	 <p>Planarità di flange o anime irrigidite o non irrigidite: Deviazione Δ dalla planarità</p>	$\Delta = \pm \frac{b}{50}$

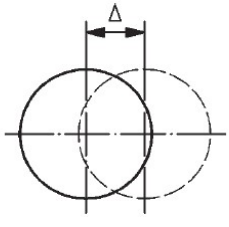
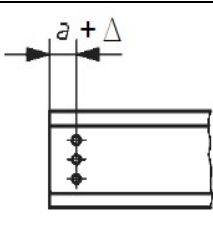
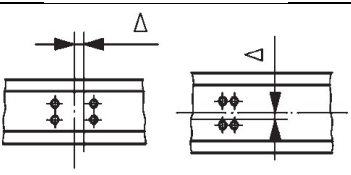
2		<p>Curvatura di flange o anime: Deviazione Δ dalla superficie teorica</p>	$\Delta = \pm \frac{b}{50}$
---	---	---	-----------------------------

Strutture tralicciate - tolleranze di fabbricazione essenziali

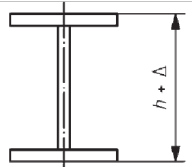
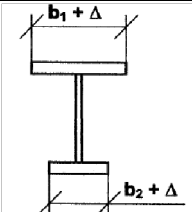
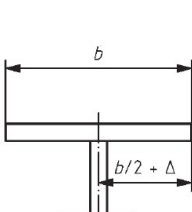
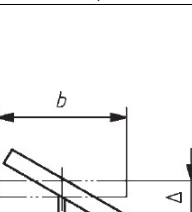
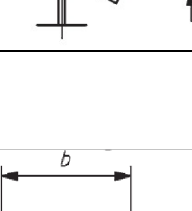
N.	Descrizione	Tolleranza ammessa
1		<p>Scostamento Δ_i di ciascun nodo dalla posizione teorica lungo una linea retta o lungo il profilo di premonta, se previsto, misurato con struttura adagiata in piano</p> $\Delta_i = \pm \frac{L}{500}$ <p>$\Delta_i = 12 \text{ mm}$ il valore maggiore dei due</p>

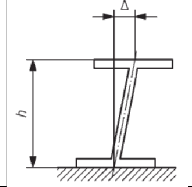
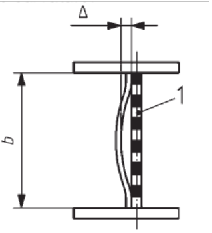
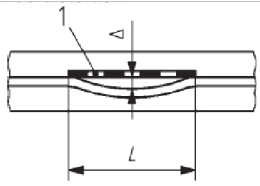
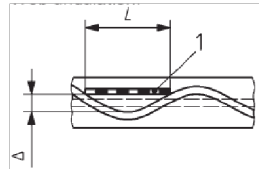
Forature - tolleranze di fabbricazione essenziali

N.	Descrizione	Tolleranza ammessa
----	-------------	--------------------

1		<p>Deviazione Δ dell'asse di un singolo foro dalla posizione teorica all'interno di un gruppo di fori</p>	<p>$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$</p>
2		<p>Variazione Δ della distanza a di un foro da un bordo libero</p>	<p>$\Delta = - 0 \text{ mm}$ (Nessun valore positivo prescritto)</p>
3		<p>Deviazione Δ di un gruppo di fori dalla posizione teorica</p>	<p>$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$</p>

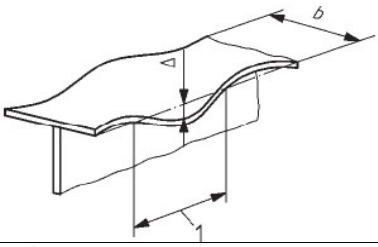
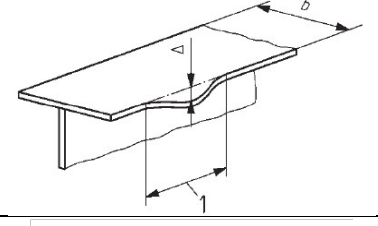
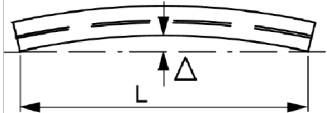
Profili composti saldati - tolleranze di fabbricazione funzionali

N.	Descrizione	Tolleranza ammessa	
		Classe 1	Classe 2
1	 <p>Altezza globale h: $h \leq 900$ mm: 900 < $h \leq 1800$ mm: $h > 1800$ mm:</p>	$\Delta = \pm 3$ mm $\Delta = \pm h / 300$ $\Delta = \pm 6$ mm	$\Delta = \pm 2$ mm $\Delta = \pm h / 450$ $\Delta = \pm 4$ mm
2	 <p>Larghezza delle flange ($b = b_1$ o b_2)</p>	$\Delta = + b / 100$ $ \Delta = 3$ mm	$\Delta = + b / 100$ $ \Delta = 2$ mm
3	 <p>Eccentricità dell'anima: - in generale: - flangia in contatto con appoggi strutturali:</p>	$\Delta = \pm 5$ mm $\Delta = \pm 3$ mm	$\Delta = \pm 4$ mm $\Delta = \pm 2$ mm
4	 <p>Non perpendicolarità flangia-anima: - in generale: - flangia in contatto con appoggi strutturali:</p>	$\Delta = \pm b / 100$ $ \Delta = 5$ mm $\Delta = \pm b / 400$	$\Delta = \pm b / 100$ $ \Delta = 3$ mm $\Delta = \pm b / 400$
5	 <p>Fuori piano flangia: - in generale: - flangia in contatto con appoggi strutturali:</p>	$\Delta = \pm b / 150$ $ \Delta = 3$ mm $\Delta = \pm b / 400$	$\Delta = \pm b / 150$ $ \Delta = 2$ mm $\Delta = \pm b / 400$

6		Verticalità dell'anima agli appoggi, per componenti senza irrigidimenti agli appoggi	$\Delta = \pm b / 300$ $ \Delta = 3 \text{ mm}$	$\Delta = \pm b / 500$ $ \Delta = 2 \text{ mm}$
7		Deviazione Δ sull'altezza dell'anima b (*)	$\Delta = \pm b / 100$ $ \Delta = 5 \text{ mm}$	$\Delta = \pm b / 150$ $ \Delta = 3 \text{ mm}$
8		Deviazione Δ sulla lunghezza di misura L uguale all'altezza dell'anima b (distorsione dell'anima) (*)	$\Delta = \pm b / 100$ $ \Delta = 5 \text{ mm}$	$\Delta = \pm b / 150$ $ \Delta = 3 \text{ mm}$
9		Deviazione Δ sulla lunghezza di misura L uguale all'altezza dell'anima b (ondulazione dell'anima) (*)	$\Delta = \pm b / 100$ $ \Delta = 5 \text{ mm}$	$\Delta = \pm b / 150$ $ \Delta = 3 \text{ mm}$

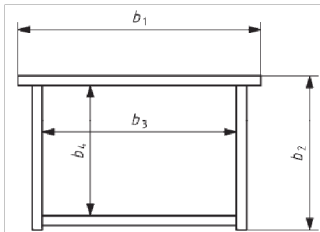
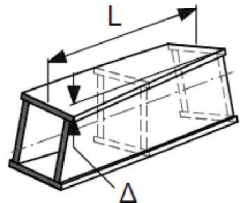
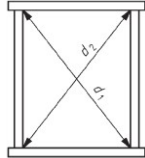
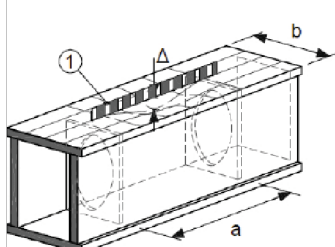
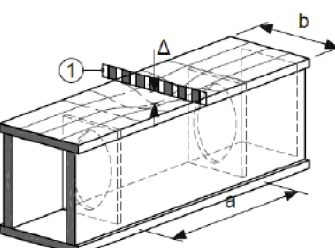
(*) Valori validi anche per anime di profili scatolari

Flange di profili composti saldati - tolleranze di fabbricazione funzionali

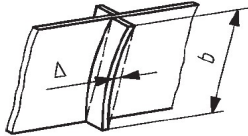
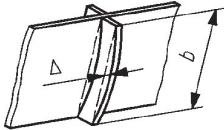

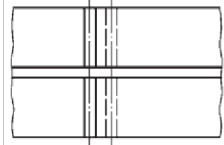
N.	Descrizione	Tolleranza ammessa	
		Classe 1	Classe 2
1	 <p>Deviazione Δ sulla lunghezza di misura l uguale alla larghezza della flangia b (ondulazione della flangia)</p>	$\Delta = \pm \frac{b}{100}$	$\Delta = \pm \frac{b}{150}$
2	 <p>Deviazione Δ sulla lunghezza di misura l uguale alla larghezza della flangia b (ondulazione della flangia)</p>	$\Delta = \pm \frac{b}{100}$	$\Delta = \pm \frac{b}{150}$
3	 <p>Deviazione Δ delle singole flange dalla rettilineità</p>	$\Delta = \pm \frac{L}{750}$	$\Delta = \pm \frac{L}{1000}$

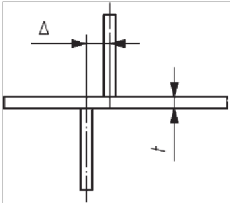
Profili scatolati saldati - tolleranze di fabbricazione funzionali

N.	Descrizione	Tolleranza ammessa	
		Classe 1	Classe 2

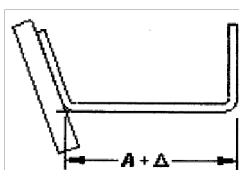
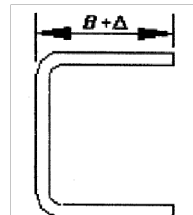
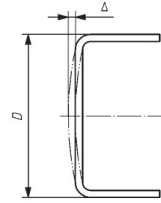
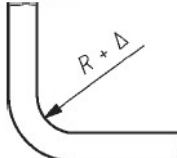
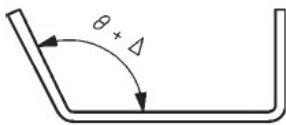
1		<p>Dimensioni interne od esterne:</p> <p>$b_i \leq 900$ mm: $900 < b_i \leq 1800$ mm: $b_i > 1800$ mm:</p>	<p>$\Delta = \pm 3$ mm $\Delta = \pm b_i / 300$ $\Delta = \pm 6$ mm</p>	<p>$\Delta = \pm 2$ mm $\Delta = \pm b_i / 450$ $\Delta = \pm 4$ mm</p>
2		<p>Torsione:</p> <p>Deviazione globale Δ sulla lunghezza L</p>	<p>$\Delta = \pm \frac{L}{700}$ $\Delta \geq 4$ mm $\Delta \leq 10$ mm</p>	<p>$\Delta = \pm \frac{L}{1000}$ $\Delta \geq 3$ mm $\Delta \leq 8$ mm</p>
3		<p>Differenza Δ tra le dimensioni delle diagonali nelle sezioni diaframmate:</p> <p>$\Delta = d_1 - d_2$</p>	<p>$\Delta = \frac{ d_1 + d_2 }{400}$ $\Delta \geq 6$ mm</p>	<p>$\Delta = \frac{ d_1 + d_2 }{600}$ $\Delta \geq 4$ mm</p>
4		<p>Imperfezioni fuori dal piano dei piatti, tra anime o irrigidenti, caso generale: Distorsione Δ perpendicolare al piano del piatto</p>	<p>$a \leq 2b$: $\Delta = \pm a / 250$ $a > 2b$: $\Delta = \pm b / 125$</p>	<p>$a \leq 2b$: $\Delta = \pm a / 250$ $a > 2b$: $\Delta = \pm b / 125$</p>
5		<p>Imperfezioni fuori dal piano dei piatti, tra anime o irrigidenti, caso speciale con compressione in direz. ortogonale: Distorsione Δ perpendicolare al piano del piatto</p>	<p>$b \leq 2a$: $\Delta = \pm b / 250$ $b > 2a$: $\Delta = \pm a / 125$</p>	<p>$b \leq 2a$: $\Delta = \pm b / 250$ $b > 2a$: $\Delta = \pm a / 125$</p>

Irrigidimenti d'anima di profili composti o scatolari saldati - tolleranze di fabbricazione funzionali

N.	Descrizione	Tolleranza ammessa	
		Classe 1	Classe 2
1	 <p>Deviazione Δ sulla rettilineità nel piano dell'anima</p>	$\Delta = \pm \frac{b}{250}$ $ \Delta = 4 \text{ mm}$	$\Delta = \pm \frac{b}{375}$ $ \Delta = 2 \text{ mm}$
2	 <p>Deviazione Δ dalla rettilineità in direzione ortogonale al piano dell'anima</p>	$\Delta = \pm \frac{b}{500}$ <p>ma</p> $ \Delta = 4 \text{ mm}$	$\Delta = \pm \frac{b}{750}$ <p>ma</p> $ \Delta = 2 \text{ mm}$
3	 <p>Distanza di un irrigidimento dell'anima dalla posizione teorica, posiz. generica</p>	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$
4	 <p>Distanza di un irrigidimento dell'anima dalla posizione teorica, agli appoggi</p>	$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$
5	<p>Eccentricità tra una coppia di irrigidimenti, posiz. qualsiasi</p>	$\Delta = \pm \frac{t}{2}$	$\Delta = \pm \frac{t}{3}$

6		<p>Eccentricità tra una coppia di irrigidimenti, agli appoggi</p>	$\Delta = \pm \frac{t}{3}$	$\Delta = \pm \frac{t}{4}$
---	---	---	----------------------------	----------------------------

Profili piegati a freddo - tolleranze di fabbricazione funzionali

N.	Descrizione	Tolleranza ammessa	
		Classe 1	Classe 2
1	 <p>Larghezza A tra due piegature:</p> <p>$t < 3 \text{ mm}; L < 7 \text{ m}: t < 3 \text{ mm};$ $L \geq 7 \text{ m}: t \geq 3 \text{ mm}; L < 7 \text{ m}: t \geq 3 \text{ mm}; L \geq 7 \text{ m}:$</p>	$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$ $\Delta = -3/+5 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$ $\Delta = -5/+9 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$ $\Delta = -2/+4 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 3 \text{ mm}$ $\Delta = -3/+6 \text{ mm}$
2	 <p>Larghezza B tra una piegatura ed un bordo libero - bordo laminato: $t < 3 \text{ mm}:$ $t \geq 3 \text{ mm}:$ - bordo tagliato: $t < 3 \text{ mm}: t \geq 3 \text{ mm}:$</p>	$\Delta = -3/+6 \text{ mm}$ $\Delta = -5/+7 \text{ mm}$ $\Delta = -2/+5 \text{ mm}$ $\Delta = -3/+6 \text{ mm}$	$\Delta = -2/+4 \text{ mm}$ $\Delta = -3/+5 \text{ mm}$ $\Delta = -1/+3 \text{ mm}$ $\Delta = -2/+4 \text{ mm}$
3	 <p>Convessità o concavità</p>	$\Delta = \pm D/50$	$\Delta = \pm D/100$
4	 <p>Raggio interno di piegatura R</p>	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$
5	 <p>Angolo θ tra componenti adiacenti</p>	$\Delta = \pm 3^\circ$	$\Delta = \pm 2^\circ$



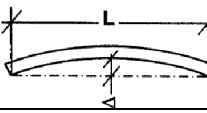
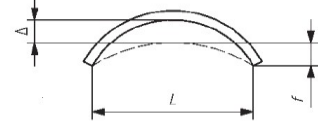
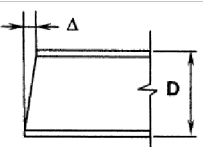
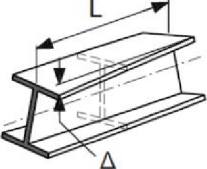
Macrolotto 0 – Mercato Coperto
Specifiche tecniche opere strutturali

Urban Innovative Actions, Les
Arcuriales,
45D rue de Tournai, F59000 Lille,
France

www.uia-initiative.eu



Componenti lavorati - tolleranze di fabbricazione funzionali

N.	Descrizione		Tolleranza ammessa	
			Classe 1	Classe 2
1	Lunghezza dei profilati L caso generale	Lunghezza L misurata includendo lo spessore di eventuali piastre saldate alle estremità	$\Delta = \pm \left(\frac{L}{5000} + 2 \right) \text{ mm}$	$\Delta = \pm \left(\frac{L}{10000} + 2 \right) \text{ mm}$
2	Lunghezza dei profilati L superfici spianate a contatto		$\Delta \pm 1 \text{ mm}$	$\Delta \pm 1 \text{ mm}$
3		(Deviazione dalla rettilineità di un profilato, laminato o saldato, entrambi gli assi)	$\Delta = \pm \frac{L}{750}$ $ \Delta = 5 \text{ mm}$	$\Delta = \pm \frac{L}{750}$ $ \Delta = 3 \text{ mm}$
4		Elementi curvi o calandrati	$\Delta = \pm \frac{L}{500}$ $ \Delta = 6 \text{ mm}$	$\Delta = \pm \frac{L}{1000}$ $ \Delta = 4 \text{ mm}$
5	Superficie finita per appoggio a contatto. Scostamento Δ max dalla sup. piana		$\Delta \pm 0,5 \text{ mm}$	$\Delta \pm 0,25 \text{ mm}$
6		Ortogonalità a sup. di estremità	sup. a contatto: $\Delta = \pm D / 1000$ sup. non a contatto: $\Delta = \pm D / 300$ Se l'elemento contiguo dista $> 20 \text{ mm}$: $\Delta = \pm D / 100$	sup. a contatto: $\Delta = \pm D / 1000$ sup. non a contatto: $\Delta = \pm D / 300$ ma $ \Delta \leq 10 \text{ mm}$
7		Torsione. Deviazione globale Δ sulla lunghezza L	$\Delta = \pm \frac{L}{700}$ $4 \text{ mm} \leq \Delta \leq 20 \text{ mm}$	$\Delta = \pm \frac{L}{1000}$ $3 \text{ mm} \leq \Delta \leq 15 \text{ mm}$



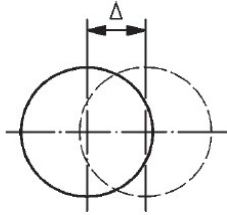
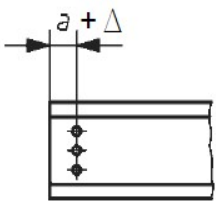
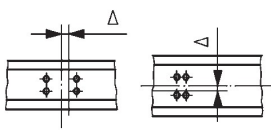
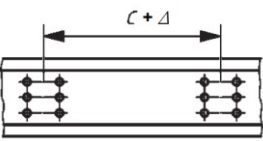
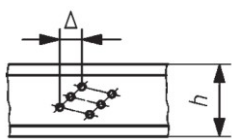
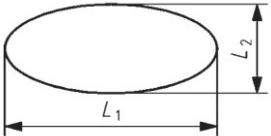
Macrolotto 0 – Mercato Coperto
Specifiche tecniche opere strutturali

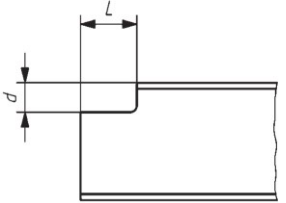
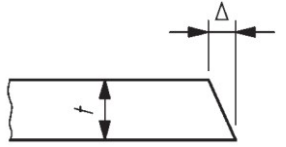
Urban Innovative Actions, Les
Arcuriales,
45D rue de Tournai, F59000 Lille,
France

www.uia-initiative.eu

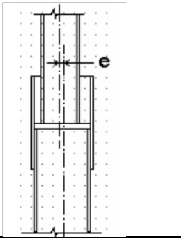
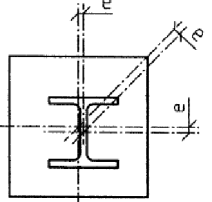


Forature, spallature, tagli - tolleranze di fabbricazione funzionali

N.	Descrizione	Tolleranza ammessa	
		Classe 1	Classe 2
1	 <p>Scostamento Δ dell'asse di un singolo foro dalla posizione teorica all'interno di un gruppo di fori</p>	$\Delta \pm 2 \text{ mm} (*)$	$\Delta \pm 1 \text{ mm}$
2	 <p>Variazione Δ della distanza a di un foro da un bordo libero</p>	$\Delta = - 0 \text{ mm}$ $\Delta = + 3 \text{ mm} (*)$	$\Delta = - 0 \text{ mm}$ $\Delta = + 2 \text{ mm} (*)$
3	 <p>Scostamento Δ di un gruppo di fori dalla posizione teorica</p>	$\Delta \pm 2 \text{ mm} (*)$	$\Delta \pm 1 \text{ mm}$
4	 <p>Scostamento Δ della spaziatura c tra i baricentri di gruppi di fori</p>	$\Delta = \pm 5 \text{ mm} (**)$ caso generale $\Delta = \pm 2 \text{ mm} (*)$ stesso elem. connesso ai 2 gruppi di bulloni	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$ caso generale $\Delta = \pm 1 \text{ mm}$ stesso elem. connesso ai 2 gruppi di bulloni
5	 <p>Rotazione di un gruppo di fori: $h \leq 1000 \text{ mm}$ $h > 1000 \text{ mm}$</p>	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 4 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 2 \text{ mm}$
6	 <p>Ovalizzazione dei fori $\square \square \square L_1 L_2$</p>	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 0,5 \text{ mm}$

7		Spallature Scostamento Δ della misura in altezza d o in lunghezza L	$-\Delta = 0 \text{ mm}$ $+\Delta \leq 3 \text{ mm}$	$-\Delta = 0 \text{ mm}$ $+\Delta \leq 2 \text{ mm}$
8		Scostamento Δ dai 90° di un taglio di bordo	$\Delta = \pm 0,1t$	$\Delta = \pm 0,05t$
<p>NOTE: (*) Valori da adottare se si usano i giochi foro-bullone della Tabella 9.6.1 (conforme a UNI EN 1090). Se si usano invece i valori delle NTC usare il valore: $\Delta = \pm 1 \text{ mm};$ (**) Valori da adottare se si usano i giochi foro-bullone della Tabella 9.6.1 (conforme a UNI EN 1090). Se si usano invece i valori delle NTC usare il valore: $\Delta = \pm 2 \text{ mm};$</p>				

Giunti di colonne e piastre di base - tolleranze di fabbricazione funzionali

N.	Descrizione	Tolleranza ammessa	
		Classe 1	Classe 2
1	 Disallineamento dell'asse delle colonne in un giunto	$e = \pm 5 \text{ mm}$	$e = \pm 3 \text{ mm}$
2	 disallineamento della colonna rispetto alla piastra di base	$e = \pm 5 \text{ mm}$	$e = \pm 3 \text{ mm}$

4.6. Montaggio

L'Appaltatore deve organizzare il proprio cantiere in modo da soddisfare i requisiti tecnici che garantiscono la sicurezza dei lavori, mostrando di aver esaminato e preso in considerazione almeno i seguenti punti, se pertinenti:

- a) impiego dei mezzi di sollevamento e loro manutenzione;
- b) viabilità interna e di accesso;
- c) condizioni del terreno influenzanti la sicurezza dei lavori;
- d) possibili cedimenti dei supporti di montaggio delle strutture;
- e) conoscenza dettagliata degli *underground*, dei cavi sospesi e degli eventuali ostacoli;
- f) limitazioni dimensionali e di peso dei componenti da spedire in cantiere;
- g) condizioni ambientali del sito;
- h) strutture adiacenti influenzanti il montaggio;
- i) procedure di cooperazione con altri Appaltatori agenti nel sito;
- j) disponibilità di utenze;
- k) carichi massimi di stoccaggio e di montaggio ammessi sulle strutture;
- l) controllo del getto di calcestruzzo per strutture composte.

L'Appaltatore deve redigere per ogni opera un opportuno Metodo di Montaggio, tenendo in conto la tipologia del progetto quale appare dai documenti progettuali e le eventuali prescrizioni ivi contenute, affinché le attività di montaggio siano svolte in totale sicurezza ed al fine di raggiungere il livello di qualità stabilito per l'opera nei tempi stabiliti dal programma temporale.

Tali procedure devono essere consegnate al Direttore dei Lavori per approvazione, prima dell'inizio di ogni attività di montaggio. Il Direttore dei Lavori, prima di dare la propria approvazione, deve richiedere l'esame del Metodo di Montaggio da parte del Progettista ed ottenere la sua approvazione scritta, al fine di certificare che

il metodo di montaggio previsto dall'Appaltatore non sia in contrasto con i requisiti e le ipotesi progettuali e non ne diminuisca il livello di sicurezza.

Le attività di montaggio di un'opera non possono iniziare prima che il relativo Metodo di Montaggio sia stato approvato dal Direttore dei Lavori.

Nel Metodo di Montaggio devono essere inclusi, se pertinenti, i seguenti punti:

- Posizione e tipologia delle connessioni delle strutture da effettuare in opera;
- Pesi e dimensioni massime degli elementi da montare;
- Sequenze di montaggio;
- Stabilità dell'opera in fase di montaggio. A tale scopo l'Appaltatore deve rendere noto al Progettista la posizione nella struttura di controventature temporanee, impalcati metallici o altri ritegni che sono necessari per garantire la stabilità di ogni singolo elemento o dell'intera struttura e che devono essere in ogni caso previsti nelle posizioni minime indicate nelle tavole di progetto;
- Condizioni per la rimozione delle controventature provvisorie di montaggio;
- Qualsiasi circostanza che possa causare rischi durante le fasi di montaggio;
- Metodi previsti per l'allineamento delle strutture e per l'inghisaggio delle stesse;
- Risultati da eventuali attività di premontaggio;
- Vincoli provvisori da imporre per assicurare la stabilità prima delle operazioni di saldatura in opera e per tenere sotto controllo eventuali deformazioni locali;
- Apparecchiature di sollevamento necessarie;
- Necessità di marcare pesi e baricentri per pezzi pesanti e/o irregolari;

- Relazione tra pesi da sollevare e raggio d'azione dei mezzi di sollevamento impiegati;
- Identificazione delle azioni di ribaltamento causate dal vento durante le fasi di montaggio, ed indicazione del metodo per contrastarle;
- Metodi per far fronte ai rischi per la sicurezza;
- Realizzazione di aree di lavoro sicure e di mezzi sicuri di accesso ad esse;
- Devono essere pianificate sequenze di fissaggio di lamiera grecate per solette composte acciaiocalcestruzzo tali da garantire che le lamiere siano adeguatamente supportate dalle travi prima del fissaggio, e che siano fissate alle strutture prima di essere impiegate come mezzo di accesso ad altre aree di lavoro;
- Le lamiere grecate non devono essere usate come mezzo di accesso per la saldatura di piolature, se non precedentemente fissate alle strutture;
- Sequenze di posa in opera e metodi per assicurare e sigillare cassature, prima di impiegarle come mezzo di accesso per altre operazioni di costruzione.

L'Appaltatore deve predisporre disegni di montaggio che fanno parte integrante del Metodo di Montaggio. Essi devono contenere le seguenti informazioni:

- piante ed elevazioni in una scala tale che tutte le marche di montaggio dei singoli componenti siano
- visibili;
- assi delle strutture, la posizione degli appoggi e l'assemblaggio dei componenti insieme alle tolleranze di montaggio ammesse;
- le piante delle fondazioni devono mostrare l'orientamento delle basi delle colonne e di altre strutture in contatto diretto con le fondazioni, la quota delle fondazioni e la quota d'imposta delle strutture, il giusto livello di dettaglio per la posa in opera dei tirafondi, il metodo di supporto provvisorio previsto durante il montaggio e l'inghisaggio previsto;
- le eventuali opere provvisorie necessarie per il montaggio;

- i pesi dei componenti maggiori di 5 ton e la posizione dei baricentri dei componenti molto irregolari.

I componenti devono essere movimentati e accuratamente stoccati in modo da minimizzare il rischio di abrasioni o danni alle superfici.

Gli elementi per le connessioni e gli elementi metallici di piccole dimensioni devono essere immagazzinati in spazi chiusi e asciutti.

Ogni danno alla struttura metallica durante la fase di scarico, trasporto, stoccaggio o messa in opera deve essere riparato in modo tale da rispettare i limiti di lavorazione indicati in questo CT. Per le classi di esecuzione EXC2, EXC3 ed EXC4 deve essere preparata una procedura riguardo ai metodi di riparazione da adottare.

Le parti connesse dalle bullonature devono essere a stretto contatto. Qualora vi sia uno spazio tra gli elementi che possa compromettere l'integrità della connessione, esso deve essere colmato mediante l'inserimento di opportuni spessori. Se la mancanza di corrispondenza delle connessioni non può essere risolta con l'uso di spessoramenti, i pezzi devono essere modificati in modo opportuno, garantendo che le prestazioni strutturali non subiscano penalizzazioni in fase di montaggio e in fase di esercizio.

Se durante il montaggio si rileva un disallineamento dei fori, si può ricorrere all'alesaggio dei fori stessi purché il diametro finale dei fori rientri nei limiti stabiliti per la categoria dei "fori maggiorati" (vedi tabelle seguenti), e solo dopo avere richiesto ed

ottenuto il parere favorevole del Progettista, di cui deve restare evidenza.

Per consentire un appropriato allineamento e livellamento della struttura sulle fondazioni, possono essere utilizzati spessori in acciaio, purché presentino superfici piane ed adeguata resistenza alla deformazione. Se essi vengono lasciati in opera durante l'inghisaggio, la malta deve ricoprirli totalmente per almeno 25 mm in ogni direzione.

Se la messa in bolla della base delle colonne avviene mediante dadi di livellamento posti sotto le piastre di base, questi possono essere lasciati in posizione a meno che non sia specificato diversamente. I dadi devono essere scelti in modo da assicurare che siano adatti a mantenere la stabilità della struttura senza mettere a repentaglio la prestazione dei bulloni di ancoraggio.

L'inghisaggio della base delle colonne non deve essere effettuato fin tanto che una sufficiente parte della struttura non sia stata allineata, messa a livello o a piombo e adeguatamente controventata.

Immediatamente prima del getto della malta di riempimento, lo spazio sotto la base delle colonne deve essere pulito e liberato da ogni elemento estraneo.

I materiali per l'inghisaggio devono essere previsti come specificato al par. 4.10.

Il materiale d'inghisaggio deve essere posto in opera in modo da non lasciare vuoti o vespai. A tale scopo opportuni fori di sfiato devono essere predisposti nelle piastre di base.

I fori nelle piastre di base delle colonne per i tirafondi possono avere un diametro maggiorato in modo tale da consentire aggiustamenti. In tal caso è necessario l'uso di rondelle di grosso spessore da porre tra i dadi e la piastra di base.

L'Appaltatore deve progettare e prevedere i ritegni e le controventature provvisorie.

L'Appaltatore deve assicurare che nessuna parte della struttura venga permanentemente danneggiata dall'accumulo dei materiali o dai carichi dovuti alle fasi di montaggio degli elementi.

Ogni parte della struttura deve essere allineata appena possibile, dopo che è stata messa in opera. Non devono essere realizzate connessioni permanenti fra i diversi componenti finché sufficienti parti della struttura non siano state allineate, messe a livello, a piombo e connesse temporaneamente per garantire che questi componenti non subiscano spostamenti durante le successive fasi di montaggio o allineamento del resto della struttura.

4.6.1. VERIFICA DELLE STRUTTURE MURARIE

L'Appaltatore è obbligato a controllare il fabbisogno dei vari manufatti, rilevando in posto il tipo, la quantità e le misure esatte degli stessi. Dovrà altresì verificare l'esatta corrispondenza plano-altimetrica e dimensionale tra strutture metalliche e strutture

murarie, ciò in special modo quando i lavori in metallo fossero stati appaltati in forma scorporata.

Delle discordanze riscontrate in sede di controllo dovrà esserne dato tempestivo avviso alla Direzione Lavori per i necessari provvedimenti di competenza.

4.6.2. COLLOCAMENTO E MONTAGGIO IN OPERA – ONERI CONNESSI

L'Appaltatore dovrà far tracciare od eseguire direttamente, sotto la propria responsabilità, tutti gli incassi, i tagli, le incamerazioni, ecc. occorrenti per il collocamento in opera dei manufatti metallici; le incamerazioni ed i fori dovranno essere svasati in profondità e, prima che venga eseguita la sigillatura dovranno essere accuratamente ripuliti ed eventualmente bagnati.

Nel collocamento in opera dei manufatti le zanche, staffe, e qualunque altra parte destinata ad essere incamerata nelle strutture murarie, dovranno essere murate a cemento o con malta o con betoncini a ritiro controllato se cadenti entro murature o simili, mentre saranno fissate con piombo fuso o con malte epossidiche se cadenti entro pietre, marmi o simili. Saranno altresì compresi ogni onere relativo ad interventi di inghisaggio, tassellatura, incollaggio, ecc., con conseguenti livellamenti e regolazioni;

Gli elementi strutturali interessati da ancoraggi nelle murature dovranno essere solidamente assicurati nell'esatta posizione prevista, con idonei sostegni ed armature provvisionali, in modo da evitare qualsiasi movimento sino a che le relative sigillature non abbiano raggiunto la necessaria presa.

I manufatti per i quali siano previsti movimenti di scorrimento o di rotazione dovranno poter compiere tali movimenti, a collocazione avvenuta, senza impedimenti od imperfezioni di sorta.

Nel collocamento in opera dei manufatti e nel montaggio delle strutture sono compresi tutti gli oneri connessi a tali operazioni quali ad esempio ogni operazione di movimento e stoccaggio (carichi, trasporti, scarichi, ricarichi, sollevamenti, ecc.) ogni opera provvisoria, di protezione e mezzo d'opera occorrenti, l'impiego di ogni tipo di mano d'opera (anche specializzata), ogni lavorazione di preparazione e di ripristino sulle opere e strutture murarie, le ferramenta accessorie e quant'altro possa occorrere per dare le opere perfettamente finite e rifinite.

4.7. Tolleranze di montaggio

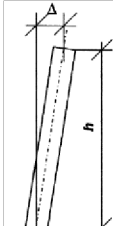
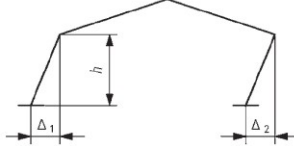
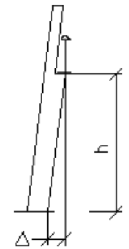
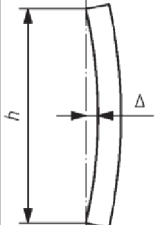
Le tolleranze di montaggio definite "essenziali" di cui alla UNI EN 1090-2 §11.1 sono quelle il cui mancato rispetto può pregiudicare la stabilità e/o la resistenza delle strutture. Esse devono essere in ogni caso rispettate nel corso del montaggio. Per i componenti per i quali risultasse il mancato rispetto di una o più di tali limiti, dovrà essere informato il Direttore dei Lavori e dovrà essere emessa una azione di non conformità ed esaminate le opportune azioni correttive da intraprendere.

Le tolleranze di montaggio "funzionali" di cui alla UNI EN 1090-2 §11.1 sono quelle che attengono ai problemi di compatibilità con altri materiali, di estetica, di compatibilità con macchinari (es. carroporti) o apparecchiature, etc. Esse sono distinte in due classi,

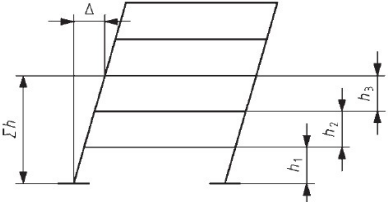
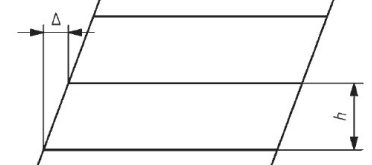
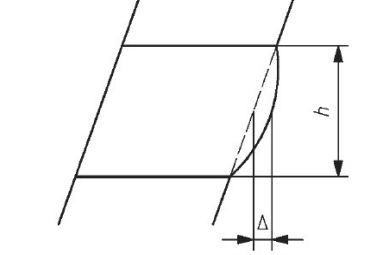
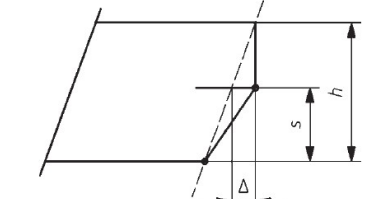
1 e 2, con prescrizioni più restrittive passando dalla prima alla seconda. Il livello di tolleranze adottato è indicato al par.1 delle presenti specifiche.

Nelle tabelle seguenti vengono riportate le principali tolleranze di montaggio, sia essenziali che funzionali, da rispettare.

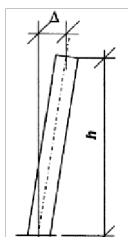
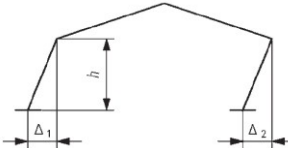
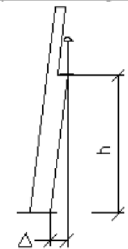
Colonne di edifici monopiano- tolleranze di montaggio essenziali

N.	Descrizione	Tolleranza ammessa
1	 <p>Inclinazione globale sull'altezza h</p>	$\Delta = \pm \frac{h}{300}$
2	 <p>Inclinazione media delle colonne dello stesso portale Per due colonne: $\frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2}$</p>	$\Delta = \pm \frac{h}{500}$
3	 <p>Inclinazione dalla quota d'imposta al piano di appoggio della via di corsa del carroponete</p>	$\Delta = \pm \frac{h}{1000}$
4	 <p>Rettilineità della colonna di un edificio monopiano</p>	$\Delta = \pm \frac{h}{750}$

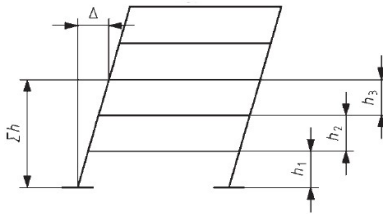
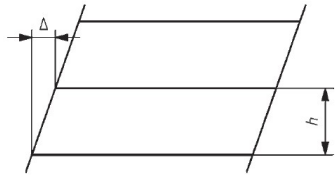
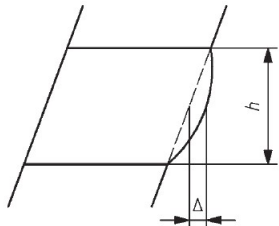
Colonne di edifici multipiano- tolleranze di montaggio essenziali

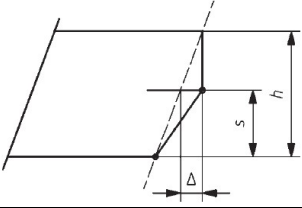
N.	Descrizione	Tolleranza ammessa
1		$\Delta = \pm \frac{\sum_i h_i}{300 \cdot \sqrt{n}}$ <p>(n=numero piani)</p>
2		$\Delta = \pm \frac{h}{500}$
3		$\Delta = \pm \frac{h}{750}$
4		$\Delta = \pm \frac{h}{750}$ $s \leq h/2$

Colonne di edifici monopiano - tolleranze di montaggio funzionali

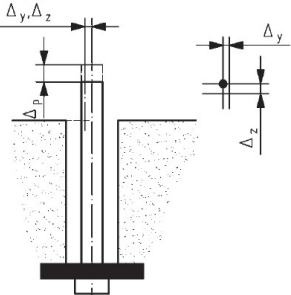
N.	Descrizione	Tolleranza ammessa	
		Classe 1	Classe 2
1	 <p>Inclinazione globale sull'altezza h</p>	$\Delta = \pm h / 600$ o 5 mm il maggiore dei 2, ma non più di 25 mm	$\Delta = \pm h / 1000$ o 5 mm il maggiore dei 2, ma non più di 25 mm
2	 <p>Inclinazione media delle colonne dello stesso portale Per due colonne: $\Delta = \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2}$</p>	$\Delta = \pm \frac{h}{600}$	$\Delta = \pm \frac{h}{1000}$
3	 <p>Inclinazione dalla quota d'imposta al piano di appoggio della via di corsa del carroponete</p>	$\Delta = \pm h / 1000$ o 5 mm il maggiore dei 2, ma non più di 25 mm	$\Delta = \pm h / 1000$ o 5 mm il maggiore dei 2,23 ma non più di 15 mm

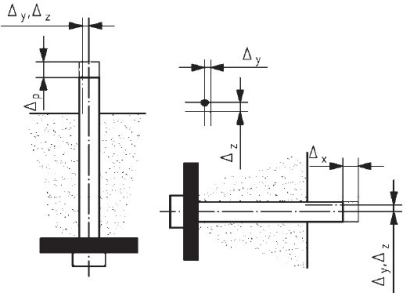
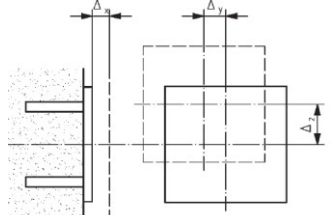
Colonne di edifici multipiano - tolleranze di montaggio funzionali

N°	Descrizione	Tolleranza ammessa	
		Classe 1	Classe 2
1	 <p>Scostamento dalla verticale della posizione di una colonna di qualsiasi livello rispetto alla quota d'imposta</p>	$\Delta = \pm \frac{\sum_i h_i}{300 \cdot \sqrt{n}}$ <p>(n=numero piani)</p>	$\Delta = \pm \frac{\sum_i h_i}{500 \cdot \sqrt{n}}$ <p>(n=numero piani)</p>
2	 <p>Scostamento dalla verticale della posizione di una colonna di qualsiasi livello rispetto alla sua posizione al piano inferiore</p>	$\Delta = \pm h/500$	$\Delta = \pm h/1000$
3	 <p>Scostamento dell'asse reale di una colonna rispetto alla retta congiungente le sezioni di estremità</p>	$\Delta = \pm h/750$	$\Delta = \pm h/1000$

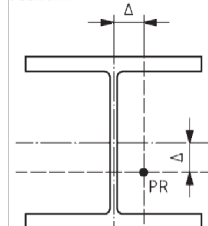
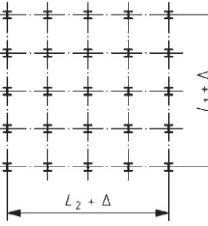
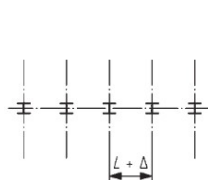
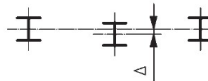
4		Scostamento del giunto di una colonna rispetto alla retta congiungente le sezioni di estremità	$\Delta = \pm h/750$ $s \leq h/2$	$\Delta = \pm h/1000$ $s \leq h/2$
---	---	--	-----------------------------------	------------------------------------

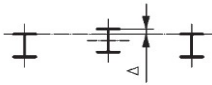
Posizione dei tirafondi ed inserti - tolleranze di montaggio funzionali

N.	Descrizione	Tolleranza ammessa
1		Tirafondi con possibilità di aggiustaggio $\Delta_y, \Delta_z = \pm 10$ $\text{mm } -5 \text{ mm} \leq \Delta_p \leq 25 \text{ mm}$

2		<p>Tirafondi senza possibilità di aggiustaggio</p>	<p>$\Delta_y, \Delta_z = \pm 3 \text{ mm}$ $-5 \text{ mm} \leq \Delta_p \leq 45 \text{ mm}$ $-5 \text{ mm} \leq \Delta_x \leq 45 \text{ mm}$</p>
3		<p>Piastra di ancoraggio an- negata nel calcestruzzo</p>	<p>$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z = \pm 10 \text{ mm}$</p>

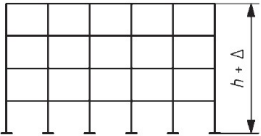
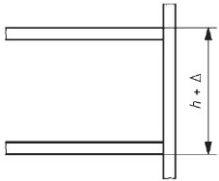
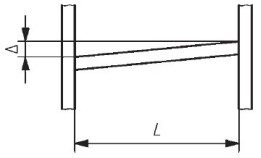
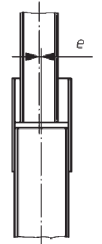
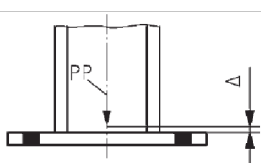
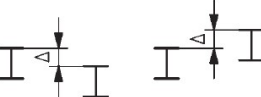
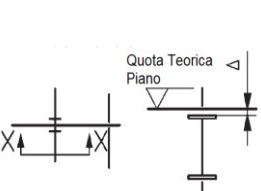
Posizione colonne - tolleranze di montaggio funzionali

N.	Descrizione	Tolleranza ammessa	
		Classe 1	Classe 2
1	 <p>Posizionamento dell'asse delle colonne rispetto al teorico</p>	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$
2	 <p>Dimensione globale in pianta di un edificio: $L_i \leq 30 \text{ m}$ $30 \text{ m} < L_i < 250 \text{ m}$ $L_i \geq 250 \text{ m}$</p>	$\Delta = \pm 20 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 0,25 (L_i + 50) \text{ mm}$ $\Delta = \pm 0,1 (L_i + 500) \text{ mm}$ (L_i in metri)	$\Delta = \pm 16 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 0,2 (L_i + 50) \text{ mm}$ $\Delta = \pm 0,1 (L_i + 350) \text{ mm}$ (L_i in metri)
3	 <p>Distanza tra gli assi di colonne adiacenti: $L \leq 5 \text{ m}$ $L > 5 \text{ m}$</p>	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 0,2 (L + 45) \text{ mm}$ (L in metri)	$\Delta = \pm 7 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 0,2 (L + 30) \text{ mm}$ (L in metri)
4	 <p>Posizione dell'asse delle colonne rispetto all'allineamento</p>	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 7 \text{ mm}$

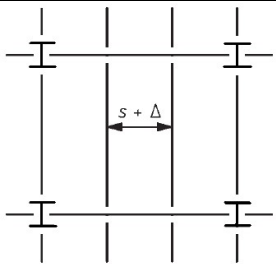
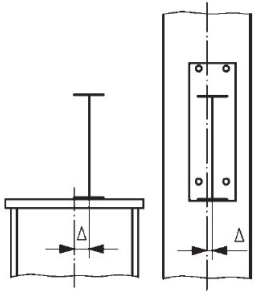
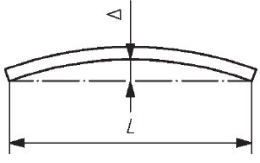
5		Posizione del filo del muro perimetrale rispetto alla linea che congiunge gli estradossi delle colonne	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 7 \text{ mm}$
---	---	--	------------------------------	-----------------------------

Edifici - tolleranze di montaggio funzionali

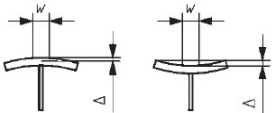
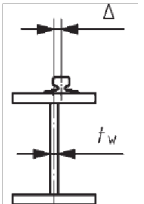
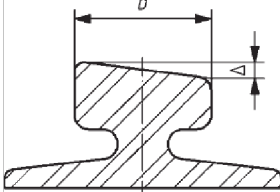
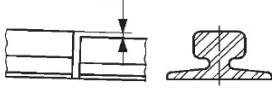
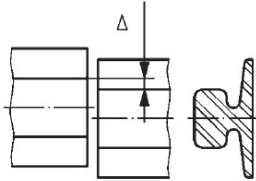
N.	Descrizione	Tolleranza ammessa	
		Classe 1	Classe 2

1		Altezza globale rispetto q. d'imposta: $h \leq 20$ m $20 < h < 100$ m $h \geq 100$ m	$\Delta = \pm 20$ mm $\Delta = \pm 0,5(h+20)$ mm $\Delta = \pm 0,2(h+200)$ mm (h in metri)	$\Delta = \pm 10$ mm $\Delta = \pm 0,25(h+20)$ mm $\Delta = \pm 0,1(h+200)$ mm (h in metri)
2		Altezza tra livelli adiacenti	$\Delta = \pm 10$ mm	$\Delta = \pm 5$ mm
3		Elevazione relativa all'altro estremo di una trave	$\Delta = \pm L / 500$ ma $ \Delta \leq 10$ mm	$\Delta = \pm L / 1000$ ma $ \Delta \leq 5$ mm
4		Eccentricità non voluta e in un giunto di colonna	$e = \pm 5$ mm	$e = \pm 3$ mm
5		Livello dell'estradosso della piastra di base, rispetto al teorico	$\Delta = \pm 5$ mm	$\Delta = \pm 5$ mm
6		Elevazione di travi adiacenti	$\Delta = \pm 10$ mm	$\Delta = \pm 5$ mm
7		Elevazione di una trave all'attacco nella colonna, rispetto al livello teorico di piano	$\Delta = \pm 10$ mm	$\Delta = \pm 5$ mm

Travi di edifici - tolleranze di montaggio funzionali

N.	Descrizione	Tolleranza ammessa	
		Classe 1	Classe 2
1	 <p>Scostamento Δ dalla distanza teorica s tra travi adiacenti</p>	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$
2	 <p>Scostamento Δ dall'asse teorico di una connessione trave-colonna, misurata relativamente alla colonna</p>	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$
3	 <p>Scostamento Δ dalla rettilineità di una trave o mensola di lunghezza L, in opera</p>	$\Delta = \pm L / 500$	$\Delta = \pm L / 1000$

Vie di corsa dei carroponti - tolleranze di costruzione e montaggio funzionali

N.	Descrizione	Tolleranza ammessa	
		Classe 1	Classe 2
1	 <p>Fuori piano dell'estradosso di una via di corsa su una larghezza w uguale alla larghezza della rotaia più 10 mm per parte</p>	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$
2	 <p>Eccentricità dell'asse della rotaia rispetto all'asse dell'anima: $t_w \leq 10 \text{ mm}$: $t_w > 10 \text{ mm}$:</p>	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 0,5 t_w$	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 0,5 t_w$
3	 <p>Inclinazione della rotaia rispetto al piano orizzontale</p>	$\Delta \leq \pm b / 333$	$\Delta \leq \pm b / 333$
4	 <p>Disallineamento verticale tra rotaie in prossimità del giunto</p>	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 0,5 \text{ mm}$
5	 <p>Disallineamento orizzontale tra rotaie in prossimità del giunto</p>	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 0,5 \text{ mm}$



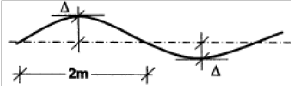
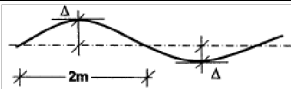
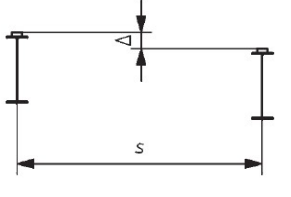
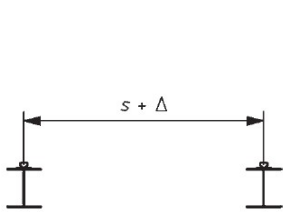
Macrolotto 0 – Mercato Coperto
Specifiche tecniche opere strutturali

Urban Innovative Actions, Les
Arcuriales,
45D rue de Tournai, F59000 Lille,
France

www.uia-initiative.eu



Vie di corsa dei carroponi - tolleranze di montaggio funzionali

N.	Descrizione	Tolleranza ammessa	
		Classe 1	Classe 2
1	Posizionamento in piano rispetto all'asse teorico	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$
2	 Rettilinearità in orizz. su 2 m	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$
3	Rispetto al livello teorico	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$
4	Quota della rotaia Sulla luce L di una via di corsa	$\Delta = \pm L / 1000$	$\Delta = \pm L / 1000$
5	 Quota della rotaia su 2 m	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$
6	 Differenza di livello tra le 2 rotaie con scartamento s	$\Delta = \pm s / 2000$ ma $\Delta \leq 10 \text{ mm}$	$\Delta = \pm s / 2000$ ma $\Delta \leq 10 \text{ mm}$
7	 Variazione dello scartamento: $s \leq 15 \text{ m}$: $s > 15 \text{ m}$:	$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$ $\Delta = 3 + 0,25 \times (s - 15)$ mm (s in metri)	$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$ $\Delta = 3 + 0,25 \times (s - 15)$ mm (s in metri)

4.8. Trasporto

Tutto il materiale lavorato e le parti premontate devono essere adeguatamente conservati per proteggerli dalla corrosione e dai danneggiamenti accidentali.

Tutte le parti pronte per la spedizione devono essere sottoposte ad accurati controlli visivi e dimensionali.

I numeri di posizione ed i pesi devono comparire sulle bolle di consegna per la spedizione.

Durante il trasporto i materiali devono essere protetti con opportuni materiali al fine di prevenire danneggiamenti.

4.9. Stoccaggio

L'Appaltatore deve dare la disponibilità di idonee aree di stoccaggio in officina per le strutture pronte per il trasporto, nell'eventualità di non disporre di aree libere per lo stoccaggio in cantiere.

L'Appaltatore deve consegnare un report alla DL indicando le opportune istruzioni operative che egli intende applicare per preservare i materiali stoccati in cantiere da corrosione, deterioramento, danni accidentali, etc., prima di iniziare il montaggio.

.

4.10. trattamenti protettivi

4.11. GENERALITÀ

I trattamenti protettivi superficiali saranno realizzati, di norma, con zincatura a caldo o mediante verniciatura, o infine con zincatura e successiva verniciatura (sistema duplex).

L'Appaltatore, in base alle indicazioni fornite dal progettista al par. 1 circa le condizioni ambientali dell'opera, la durata di essa prevista e la durata richiesta del periodo di tempo tra la costruzione e la prima manutenzione del trattamento protettivo, nonché in base alla eventuale preferenza espressa dal Committente per una modalità di protezione (zincatura o verniciatura), dovrà individuare un idoneo ciclo di protezione superficiale che soddisfi ai suddetti requisiti.

Nel caso di impiego di acciai con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica secondo UNI EN 10025-5, dovrà essere valutato se le condizioni ambientali di impiego richiedono l'adozione di un trattamento protettivo superficiale.

La descrizione del ciclo di trattamento superficiale adottato con l'evidenza della sua rispondenza ai requisiti di cui sopra, nonché il piano di manutenzione ad esso associato, dovranno essere riportati in un apposito documento, da consegnare al Committente e al Direttore dei Lavori.

Le condizioni ambientali dell'opera devono essere caratterizzate mediante la classe di corrosività, che può essere determinata, in conformità alla UNI EN ISO 12944-2, con i criteri della Tabella (verniciatura), e in conformità alla UNI EN ISO 14713-1, con i criteri di Tabella (zincatura).

Tabella A - Classi di corrosività secondo UNI EN ISO 12944-2 (verniciatura)

Urban Innovative Actions, Les
Arcuriales,
45D rue de Tournai, F59000 Lille,
France

www.uia-initiative.eu

Classi di corrosività	Perdita di massa per u. di superficie, perdita di spessore (dopo il primo anno di esposizione)				Esempi di ambienti tipici in un clima temperato (a scopo informativo)	
	Acciaio a basso tenore di carbonio		Zinco		All'esterno	All'interno
	Perdita di massa [g/m ²]	Perdita di spessore [µm]	Perdita di massa [g/m ²]	Perdita di spessore [µm]		
C1 molto bassa	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1	-	Edifici riscaldati con atmosfera pulita (negozi, uffici, scuole, alberghi)
C2 bassa	da 10 a 200	da 1,3 a 25	da 0,7 a 5	da 0,1 a 0,7	Ambienti con basso livello d'inquinamento. Soprattutto aree naturali.	Edifici non riscaldati dove può verificarsi condensa (depositi, locali sportivi)
C3 media	da 200 a 400	da 25 a 50	da 5 a 15	da 0,7 a 2,1	Ambienti urbani e industriali, modesto inquinamento da anidride solforosa. Zone costiere con bassa salinità.	Locali di produzione con alta umidità ed un certo inquinamento atmosferico (industrie alimentari, lavanderie, birrerie, caseifici)

C4 alta	da 400 a 650	da 50 a 80	da 15 a 30	da 2,1 a 4,2	Aree industriali e zone costiere con moderata salinità.	Impianti chimici, piscine, cantieri costieri per imbarcazion i.
C5-I molto alta (industriale)	da 650 a 1500	da 80 a 200	da 30 a 60	da 4,2 a 8,4	Aree industriali con alta umidità ed atmosfera aggressiva.	Edifici o aree con condensa quasi permanente e con alto inquinament o.
C5-M molto alta (marina)	da 650 a 1500	da 80 a 200	da 30 a 60	da 4,2 a 8,4	Zone costiere e offshore con alta salinità.	Edifici o aree con condensa quasi permanente e con alto inquinament o.

Tabella B - Classi di corrosività secondo UNI EN ISO 14713-1 (zincatura)

Urban Innovative Actions, Les
Arcuriales,
45D rue de Tournai, F59000 Lille,
France

www.uia-initiative.eu

Classi di corrosività (*)	Esempi di ambiente tipico	
	All'interno	All'esterno
C1 (molto bassa) $r \leq 0,1 \mu\text{m}$	Ambienti riscaldati con umidità relativa bassa ed inquinamento trascurabile (uffici, scuole, musei)	Zone asciutte o fredde, ambiente atmosferico con inquinamento molto basso e peridi di umidità molto brevi (zone desertiche)
C2 (bassa) $0,1 < r \leq 0,7 \mu\text{m}$	Ambienti non riscaldati con temperatura e umidità relativa variabili. Bassa frequenza di condense e basso inquinamento (capannoni di stoccaggio, impianti sportivi)	Zone temperate con bassi valori d'inquinamento ($\text{SO}_2 < 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (zone rurali, paesi o piccole città dell'entroterra)
C3 (media) $0,7 < r \leq 2 \mu\text{m}$	Ambienti con moderata presenza di condense e di inquinamento da processi produttivi leggeri (impianti alimentari, lavanderie, impianti per la produzione di birra, caseifici)	Zone temperate con valori d'inquinamento medi (SO_2 tra 5 e $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, oppure media presenza di cloruri) (aree urbane, aree costiere con bassa deposizione di cloruri)
C4 (alta) $2 < r \leq 4 \mu\text{m}$	Ambienti con condense frequenti ed alto livello d'inquinamento da processi industriali (impianti industriali, piscine)	Zone temperate con valori d'inquinamento alti (SO_2 tra 30 e $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$, alto livello di cloruri) (aree urbane molto inquinate, aree industriali, aree limitrofe alla costa con significativa deposizione di cloruri)
C5 (molto alta) $4 < r \leq 8 \mu\text{m}$	Ambienti con condense frequentissime e/o alto livello d'inquinamento da processi industriali (miniere, caverne per scopi industriali, capannoni non ventilati in zone subtropicali e tropicali)	Zone temperate e subtropicali con valori d'inquinamento molto alti (SO_2 tra 90 e $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$, altissimo livello di cloruri) (aree con industrializzazione pesante, costruzioni lungo la costa)

<p>CX (estrema) $8 < r \leq 25$ μm</p>	<p>Ambienti con condense quasi permanenti o lunghi periodi di esposizione agli effetti di umidità alta, e/o con alto inquinamento da processi produttivi (capannoni non ventilati in zone subtropicali e tropicali con penetrazione dall'esterno di agenti inquinanti)</p>	<p>Zone subtropicali e tropicali con valori d'inquinamento estremi ($\text{SO}_2 > 250 \mu\text{g}/\text{m}^3$, altissimo livello di cloruri) (aree con industrializzazione pesante, costruzioni lungo la costa e costruzioni <i>offshore</i>)</p>
<p>(*) Perdita di spessore di zinco r dopo il primo anno di esposizione.</p>		

4.12. ZINCATURA A CALDO

La protezione mediante zincatura a caldo dei materiali deve essere conforme alla norma UNI-EN ISO 1461:2009 e UNI EN ISO 14713:2010 parti 1 e 2.

L'Appaltatore deve fornire al Progettista le opportune informazioni relative al processo di zincatura (dimensioni delle vasche, etc.) affinché il Progettista possa fissare le dimensioni massime per gli elementi, sciolti o composti mediante saldatura, da zincare.

Ai fini della zincatura, di norma dovranno essere evitati elementi composti con saldatura che presentino marcate dissimmetrie sia nella geometria che nella disposizione ed estensione delle saldature, o che presentino spessori troppo diversi negli elementi semplici che li compongono, con rapporto tra lo spessore maggiore e quello minore comunque non superiore a 5. Devono essere evitate ampie superfici piane, ricavate da lamiere di esiguo spessore, non opportunamente irrigidite.

Al fine di ottenere una zincatura più uniforme possibile, è sconsigliabile zincare elementi composti mediante saldatura formati da elementi sciolti con caratteristiche chimiche dell'acciaio sensibilmente diverse.

Le saldature di elementi strutturali da sottoporre a zincatura devono presentarsi prive di soffiature o porosità. Eventuali scorie vanno accuratamente rimosse prima della zincatura. È vietato l'uso di vernici antispruzzo durante le operazioni di saldatura.

Sono di norma vietate lavorazioni di piegatura e formatura meccanica di pezzi zincati a caldo.

Se si eseguono operazioni di taglio e/o foratura di pezzi già zincati, occorre procedere al ripristino della zincatura lungo la superficie del taglio e/o foro.

Per gli elementi composti da elementi sciolti assemblati mediante saldatura, è opportuno prevedere coppie di fori di sfiato, di diametro non minore di 10 mm, posti principalmente nelle zone del manufatto ove sono più probabili gli accumuli del bagno di zincatura.

Le costolature di rinforzo di profili aperti ad U ed H devono essere opportunamente forate, o avere uno spigolo smussato, in modo da consentire il passaggio dello zinco ed evitare accumuli o formazione di bolle d'aria. Il diametro minimo dei fori deve essere orientativamente come da tabella seguente. Le piastre di base e/o di estremità di profili aperti devono essere opportunamente forate.

Dimensione orientativa fori di drenaggio per profili aperti

Dimensione caratteristica [mm]	Diametro minimo foro [mm]
< 25	10
25 - 50	12
50 - 100	16
100 - 150	20
> 150	25

Gli elementi tubolari devono essere muniti di adeguati fori, o intagli a V, di drenaggio per l'afflusso ed il deflusso dello zinco, posti il più possibile vicino possibile ai nodi di estremità degli elementi. L'area di tali forature non deve essere inferiore orientativamente al 25% della sezione del tubolare, e comunque il diametro non deve essere inferiore a 10 mm. Tutte le forature devono essere visibili ed ispezionabili. Le piastre di estremità devono essere forate. Il

Progettista dovrà indicare la posizione e la dimensione delle forature nei disegni, in modo da non ridurre la resistenza degli elementi.

Le diaframature interne ai profili scatolati, se presenti, devono essere dotate di fori o di smussi ai quattro spigoli, per consentire il deflusso del bagno di zinco. L'estensione della superficie forata deve essere orientativamente calcolata come da tabella sottostante.

Dimensione orientativa forature elementi scatolari

Base + altezza della sezione trasversale [mm]	Area del foro [% area trasversale]
< 200	100%
200 - 400	40%
400 - 600	30%
> 600	25%

L'esecuzione dei fori o intagli di sfiato e drenaggio deve avvenire previa approvazione da parte del Progettista. Se si ravvisasse da parte dello Zincatore la necessità di nuove forature prima di procedere alle operazioni di zincaggio, deve essere chiesta l'approvazione preventiva dell'Appaltatore e, per suo tramite, del Progettista.

Nel caso di superfici a contatto, la saldatura deve essere continua su tutto il perimetro delle aree a contatto, per evitare il ristagno all'interno dei liquidi di decappaggio e flussaggio usati durante il processo di zincatura. È comunque consigliabile praticare un foro di sfiato di diametro non minore di 10 mm.

Per quanto qui non espressamente specificato, al fine di progettare gli elementi strutturali in modo compatibile con le esigenze della

zincatura, si dovranno seguire le indicazioni riportate nell'Appendice A della norma UNI EN ISO 14713 parte 2.

L'Appaltatore deve esaminare il progetto al fine di determinare se esso possiede i requisiti necessari per una corretta applicazione della protezione mediante zincatura. Se l'Appaltatore ritiene che debbano essere apportate delle modifiche ad alcuni dettagli costruttivi per raggiungere tale scopo, deve svilupparli e sottoporli all'approvazione del Progettista.

L'Appaltatore deve curare che l'assemblaggio degli elementi da zincare avvenga senza apprezzabili forzature.

Se sono previste superfici/zone da non zincare in un elemento da sottoporre a zincatura, l'Appaltatore deve provvedere con idoneo mezzo a proteggere tali superfici/zone.

Le superfici degli elementi da zincare devono risultare perfettamente pulite, esenti da ossidi, grassi ed altri contaminanti. Essi non devono presentare macchie di vernici non idrosolubili o etichette autoadesive.

Il materiale zincato può essere sottoposto a trattamento di passivazione chimica in zincheria, se ritenuto necessario per incrementare la già notevole resistenza alla corrosione. Alcuni prodotti passivanti possono anche migliorare l'aderenza di successive applicazioni di vernici sul materiale zincato. Se si richiede la passivazione occorre, come richiesto dalla norma ISO 1461, avvertire lo zincatore se si vuole successivamente applicare una vernice.

Lo spessore minimo del rivestimento di zinco deve essere in conformità a quanto riportato in tabella. L'Appaltatore, in base alle indicazioni fornite dal Committente circa le condizioni ambientali dell'opera, la sua durata prevista e la durata richiesta del periodo di tempo tra la

costruzione e la prima manutenzione del trattamento protettivo, può fissare in accordo con la Zincheria spessori maggiori, con riferimento alle indicazioni della UNI EN ISO 14713-1. Di tali scelte dovrà essere data evidenza, come detto al §4.11. Di norma sono da evitare spessori di zincatura maggiori di 250-300 µm, per evitare il rischio di distacco parziale del rivestimento in seguito ad urti accidentali. Una indicazione delle durate in anni in rapporto agli spessori della zincatura ed alle classi di corrosività la si trova nella tabella seguente.

Spessori minimi di zinco

Spessore acciaio [mm]	Spessore rivestimento [µm]
< 1,5	45
1,5 - 3	55
3 - 6	70
> 6	85

Durata indicativa sino alla prima manutenzione della zincatura in funzione delle classi di corrosività (da UNI EN ISO 14713-1)

Componente	Norma	spessore min. [µm]	Classe di corrosività e classe di durabilità (VL, L, M, H e VH) (*)							
			C3		C4		C5		CX	
Profilati e lamiera zincati a caldo	UNI EN ISO 1461	85	40/>100	VH	20/40	VH	10/20	H	3/10	M
		140	67/>100	VH	33/67	VH	17/33	VH	6/17	H
		200	95/>100	VH	48/95	VH	24/48	VH	8/24	H
Nastri e lamiera di ac-	UNI EN 10346	20	10/29	H	5/10	M	2/5	L	1/2	VL

<p>ciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo per formatura a freddo</p>		42	20/60	VH	10/20	H	5/10	M	2/5	L
<p>Profili tubolari zincati a caldo</p>	UNI EN 10240	55	26/79	VH	13/26	H	7/13	H	2/7	L
<p>(*) VL=molto bassa, L=bassa, M=media, H=alta, VH=molto alta</p>										

I pezzi zincati devono essere ispezionati per individuare eventuali difetti della zincatura che devono essere opportunamente eliminati. L'estensione massima delle zone che presentano difetti non può superare i limiti indicati dalla norma UNI EN ISO 1461. In particolare le aree non rivestite da zincatura non devono superare lo 0,5% della superficie dell'elemento, ed ogni area non rivestita da riparare non deve essere maggiore di 10 cm². Le riparazioni devono essere effettuate impiegando zincanti inorganici o con matrici organiche a pennello o spruzzo, spray a base di polvere di zinco o metallizzazione termica secondo UNI EN ISO 2063:2005. Lo spessore del rivestimento delle zone riparate deve essere di almeno 100 µm. Se vengono superati i valori di difettosità stabilito dalla norma succitata, l'elemento deve essere sottoposto di nuovo al procedimento di zincatura.

Per lo stoccaggio degli elementi zincati in attesa di trasporto e/o montaggio devono essere prese le opportune precauzioni per evitare la formazione di "ruggine bianca". In particolare lo stoccaggio dovrà avvenire in luogo asciutto, inserendo distanziali tra gli strati di materiale per favorire la circolazione d'aria, ed evitando di ricoprire le cataste con teli di materiale plastico che potrebbero causare condensa di vapore acqueo. Se si impiegano profilati pre-

zincati da sottoporre a successive lavorazioni quali taglio, piegatura, serraggio, saldatura, etc., cura deve essere posta nel non danneggiare la zincatura. In caso di danneggiamento, il ripristino della zincatura va effettuato preferibilmente mediante metallizzazione termica o, in alternativa, mediante l'applicazione di idonee vernici che contengano almeno il 90% di zinco nel pigmento e realizzando rivestimenti di spessore non superiore a 100 micron.

Di norma si deve evitare la saldatura per elementi pre-zincati. Ove fosse necessario, si devono qualificare delle opportune procedure di saldatura per tale scopo. Al termine della saldatura, la zincatura dovrà essere ripristinata mediante vernici con almeno il 90% di zinco nel pigmento, riporto di zinco o metallizzazione a spruzzo.

I bulloni di classe 10.9 non devono essere zincati a caldo.

Per i bulloni di classe inferiore è ammessa la zincatura a caldo, preferibilmente seguita dalla centrifugazione, in accordo alla UNI EN ISO 10684:2005. I dadi devono essere filettati dopo la zincatura.

L'accettazione della zincatura di un manufatto prevede la valutazione dell'aspetto del prodotto rivestito e la valutazione dello spessore secondo UNI EN ISO 1461.

4.13. VERNICIATURA

4.13.1. GENERALITÀ

I trattamenti protettivi devono essere conformi alle prescrizioni della norma UNI UN ISO 12944 nelle sue varie parti.

Il relazione alla classe di corrosione e classe di durabilità secondo UNI UN ISO 12944-1 definiti al par. 1 vengono proposti a titolo indicativo i seguenti cicli:

Urban Innovative Actions, Les
Arcuriales,
45D rue de Tournai, F59000 Lille,
France

www.uia-initiative.eu

- superfici in acciaio al carbonio in ambiente classificato C3 (urbano e industriale con modesto inquinamento) (ciclo 1);
- superfici in acciaio al carbonio in ambiente classificato C3 con protezione al fuoco (ciclo 2).

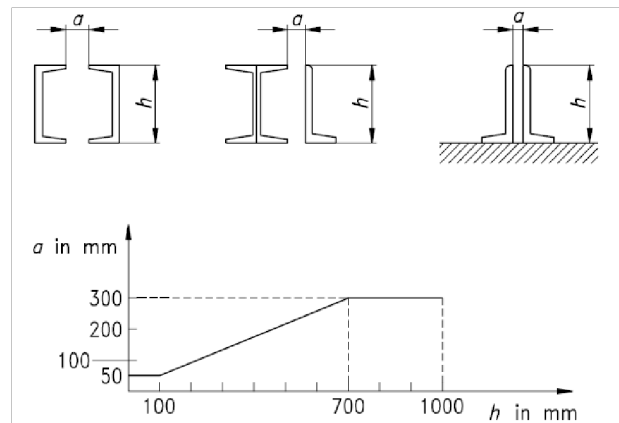
Le relative preparazioni delle superfici sono descritte nei paragrafi successivi.

La scelta dei cicli riveste un carattere generale. Eventuali condizioni particolari richiedono una più specifica valutazione al fine della individuazione del ciclo più adatto all'opera in oggetto.

Il ciclo di verniciatura dovrà essere progettato dall'Appaltatore e comunque sottoposto per approvazione e verifica alla DL.

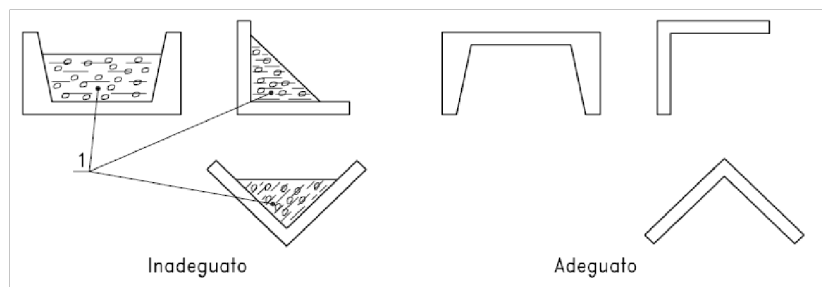
4.13.2. Scelta dei dettagli costruttivi

I dettagli costruttivi adottati devono essere tali da rendere più affidabile e durevole la applicazione del ciclo di pitturazione. A tal proposito si può fare riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN ISO 12944-3. Si raccomanda di limitare il più possibile le irregolarità: sovrapposizioni, angoli, spigoli. Si raccomanda di effettuare saldature a tratti solo dove il rischio di corrosione è trascurabile, di progettare garantendo l'accesso facile all'elemento strutturale per l'applicazione, il controllo e la manutenzione della verniciatura. Si raccomanda di dimensionare le aperture nelle strutture scatolate in modo da consentire il passaggio sicuro dell'operatore con le sue attrezzature. Si raccomanda di evitare di impiegare elementi con superfici troppo ravvicinate entro le quali risulterebbe difficile applicare la pitturazione, attenendosi alle indicazioni sotto raffigurate.



Distanza minima fra le sezioni secondo UNI EN ISO 12944-3

Si devono evitare quelle configurazioni che consentono il ristagno dell'acqua o della polvere, che col tempo deteriorerebbero la superficie aumentando così il rischio di corrosione.



Disposizioni per evitare il ristagno di polveri o acqua secondo UNI EN ISO 12944-3

Si raccomandano poi spigoli arrotondati, per poter applicare il rivestimento protettivo in modo uniforme, ed avere uno spessore adeguato sugli spigoli vivi che sono esposti a danneggiamenti e che, ove possibile, sarebbe opportuno smussare.

Le parti scatolate aperte devono essere dotate di fori di drenaggio, quelle chiuse devono essere sigillate con saldature in modo da renderle impermeabili.



4.13.3. Preparazione dell'acciaio

La preparazione degli elementi in acciaio da verniciare, volta a rimuovere i difetti superficiali delle varie aree (saldature, fori, bordi, superfici, etc.) degli elementi strutturali, deve avvenire scegliendo l'opportuno *preparation grade* di cui alla norma UNI EN ISO 8501-3, in funzione della vita attesa per il ciclo di protezione e della categoria di corrosività, come prescritto nella tabella seguente.

Preparation grade (secondo UNI EN 1090-2)

Vita attesa per il ciclo di protezione	Categoria di corrosività	Preparation grade
> 15 anni	C1	P1
	da C2 a C3	P2
	superiore a C3	P2 (o P3 se richiesto)
da 5 a 15 anni	da C1 a C3	P1
	superiore a C3	P2
< 5 anni	da C1 a C4	P1
	C5 - Im	P2

4.13.4. Preparazione delle superfici

La preparazione delle superfici da verniciare, al fine di rimuovere ruggine ed ogni impurità e di raggiungere l'adeguata rugosità, deve essere in accordo alla EN ISO 12944-4 e EN ISO 8501. Vanno eseguiti test durante le operazioni di sabbiatura per verificare il raggiungimento del grado di rugosità richiesto. Le misure della rugosità devono essere eseguite in accordo alla EN ISO 8503-1 e EN ISO 8503-2. La norma EN ISO 8501-1 fornisce degli esempi fotografici del grado di finitura delle superfici da raggiungere.

Prima della preparazione mediante spazzolatura o sabbiatura, la superficie degli elementi da trattare deve essere sgrassata e liberata dai residui di saldatura.

Spazzolatura

Tale preparazione deve essere eseguita su superfici grezze non pitturate nelle condizioni B, C, D della norma ISO 8501-1.

Le operazioni di pulizia devono essere eseguite con l'impiego di spazzole di fibra rigida adatta al supporto e/o di attrezzi ad impatto, e/o di mole meccaniche, azionati a motore. Al termine delle operazioni, l'aspetto delle superfici deve corrispondere al rispettivo grado St3 della norma ISO 8501-1.

Sabbiatura commerciale

Tale preparazione deve essere eseguita su superfici grezze non pitturate nelle condizioni iniziali B, C, D della norma ISO 8501-1. Al termine delle operazioni l'aspetto della superficie deve corrispondere, a seconda della condizione iniziale B, C, D al rispettivo grado Sa2 delle norme ISO 8501-1.

Il profilo di ancoraggio dovrà essere all'interno dei valori previsti dal tipo di *primer* impiegato e comunque di tipo medium, tra 30 e 45 μm , secondo ISO 8503.

Sabbiatura a metallo quasi bianco

Tale preparazione deve essere eseguita su superfici grezze non pitturate nella condizione iniziale A, B, C, D della norma ISO 8501-1. Al termine delle operazioni l'aspetto della superficie deve corrispondere, a seconda della condizione iniziale (A, B, C, D) al rispettivo grado Sa2½ della norma ISO 8501-1.

Il profilo di ancoraggio dovrà essere all'interno dei valori previsti dal tipo di *primer* impiegato e comunque di tipo medium, tra 40 e 60 μm , secondo ISO 8503.

Spazzolatura meccanica

Tale preparazione deve essere eseguita in opera su strutture già pitturate che presentino grado di arrugginimento Ri 1÷4 della norma EN ISO 4628-3, danneggiamenti al film dovuti, per esempio, ad abrasioni, saldature, od altre cause imputabili alle operazioni di montaggio e/o piccole zone rimaste grezze. Le operazioni da eseguire consistono:

- nell'accurata raschiatura, prevedendo eventuale picchiettatura, fino alla completa eliminazione di tutta la pittura danneggiata e/o in fase di distacco e la successiva spazzolatura al grado St3 della norma ISO 8501-1 per eliminare la ruggine;
- nell'accurata raschiatura e spazzolatura al grado St3 della norma ISO 8501-1, delle superfici grezze; nello sgrassaggio e nell'accurata spolveratura e pulizia di tutta la superficie, con rimozione delle sostanze solubili in acqua, quali sali, salsedine, depositi incoerenti non aderenti, come polveri, fanghi, ecc.

4.13.5. Cicli di pitturazione

I cicli di pitturazione devono essere sviluppati in accordo alla norma EN ISO 12944-5 e devono essere individuati per il caso specifico.

In assenza di indicazioni specifiche negli elaborati di progetto, si potranno adottare i sotto indicati cicli di pitturazione in relazione alle classi di corrosività del sito di realizzazione dell'opera.

Ciclo 1 - (ambiente classificato C3: urbano e industriale con modesto inquinamento)

Denominazione: Poliuretano alifatico.
Campo di applicazione: Per superfici in acciaio al carbonio in ambiente classificato C3 secondo UNI ISO 12944-5.

Preparaz. delle superfici: Sabbiatura a metallo quasi bianco Sa2-1/2.

1a mano - *primer*: Zincante epossidico organico, sp. 60 micron.
2a mano - *intermedio* (1): Bicomponente epossidico, sp. 90 micron.
3a mano - *finitura* (1): Poliuretano bicomponente acrilico, sp. 50 micron.

Nota: Gli spessori sopra indicati sono da intendersi come "spessori minimi a film secco".
(1) Da applicare in officina. Per i tempi di sopravverniciabilità della mano intermedia attenersi alla scheda tecnica del produttore.

Ciclo 2 (ambiente classificato C3: urbano e industriale con modesto inquinamento e protezione al fuoco)

Denominazione: Ciclo resistente al fuoco con vernici intumescenti ed ignifughe.

Campo di applicazione: Per la protezione dal fuoco di strutture metalliche.

Preparaz. delle superfici: Sabbiatura a metallo quasi bianco Sa2-1/2.

1a mano - *primer*: Zincante epossidico organico, sp. 60 micron.

2a mano - *tie-coat* (1): Bicomponente epossidico, sp. 90 micron.

3a mano: Vernice intumescente, sp. (vedi nota 2).

4a mano - finitura (1): Poliuretana
bicomponente acrilico, sp. 50 micron.

Note:

Gli spessori sopra indicati sono da intendersi come "spessori minimi a film secco".

(1) Da applicare in officina. Per i tempi di sopravverniciabilità della mano intermedia attenersi alla scheda tecnica del produttore.

(2) Lo spessore della vernice intumescente dovrà essere definito in funzione del tipo e delle dimensioni di ogni singolo profilo (fattore di massività), della sollecitazione specifica e della resistenza al fuoco R richiesta..

4.13.6. Controlli ed accettabilità dei cicli di pitturazione

La pitturazione deve essere eseguita in accordo alla norma EN ISO 12944-7.

Il grado di pulizia prescritto per le superfici da verniciare va controllato secondo EN ISO 8501, ed il grado di rugosità prescritto, secondo EN ISO 8503-2.

Il controllo dello spessore di ogni strato (film secco) va eseguito secondo ISO 19840.

Va eseguita una ispezione visiva per controllare che la verniciatura risponda alle caratteristiche prescritte, secondo la UNI EN ISO 12944-7. La eventuale individuazione di aree di riferimento per il controllo della verniciatura secondo la norma citata va fatto solo per le classi di corrosione da C3 a C5.

4.14. PROTEZIONE INTUMESCENTE

4.14.1. Vernici intumescenti

Ove richiesto nei documenti di progetto saranno applicate in opera sullo strato di protezione anticorrosiva vernici intumescenti atte ad

assicurare la resistenza richiesta all'incendio. L'Appaltatore dovrà sottoporre alla DL la scheda tecnica del prodotto che intende impiegare. Lo spessore del rivestimento sarà tale da garantire in ogni punto la resistenza l'incendio di progetto richiesta.

L'Appaltatore dovrà produrre alla DL una relazione di calcolo degli spessori di rivestimento in cui siano verificati i requisiti di protezione al fuoco richiesti, per approvazione preventiva all'applicazione. Tale relazione sarà redatta ai sensi della normativa vigente in materia a firma di un professionista abilitato.

Il ciclo di applicazione, le preparazioni e le condizioni di lavorazione saranno specificate dal fornitore del prodotto, che dovrà essere corredato dai relativi certificati di prova.

Per superfici zincate a caldo si richiede l'applicazione di uno strato di fondo di adesione (primer) per garantire una migliore presa della vernice intumescente.

4.14.2. Intonaci intumescenti

Ove richiesto nei documenti di progetto saranno applicate in opera sullo strato di protezione anticorrosiva intonachi intumescenti atti ad assicurare la resistenza richiesta all'incendio. L'Appaltatore dovrà sottoporre alla DL la scheda tecnica del prodotto che intende impiegare. Lo spessore del rivestimento sarà tale da garantire in ogni punto la resistenza l'incendio di progetto richiesta.

L'Appaltatore dovrà produrre alla DL una relazione di calcolo degli spessori di rivestimento in cui siano verificati i requisiti di protezione al fuoco richiesti, per approvazione preventiva all'applicazione. Tale relazione sarà redatta ai sensi della normativa vigente in materia a firma di un professionista abilitato.

Il ciclo di applicazione, le preparazioni e le condizioni di lavorazione saranno specificate dal fornitore del prodotto, che dovrà essere corredato dai relativi certificati di prova.

Per superfici zincate a caldo si richiede l'applicazione di uno strato di fondo di adesione (primer) per garantire una migliore presa dell'intonaco intumescente.

4.15. Gestione della qualità

4.15.1. Documentazione relativa alla qualità

L'Appaltatore deve mantenere e predisporre un sistema di gestione della qualità per assicurare che le procedure di progetto, di realizzazione dei dettagli costruttivi, di acquisto, di fabbricazione, di messa in opera e di predisposizione dei trattamenti protettivi per i componenti strutturali e per l'intera struttura, possano dar luogo ad un prodotto conforme ai requisiti delle presenti specifiche tecniche e della UNI EN 1090-2 in funzione della classe di esecuzione scelta.

L'Appaltatore deve predisporre e mantenere, per le strutture in classe di esecuzione EXC2-3-4, tutta la documentazione d'obbligo richiamata al §11.3 delle NTC, e comunque la seguente documentazione:

- Organigramma della società con individuazione dei ruoli di responsabilità relativi alle attività di produzione;
- Procedure ed istruzioni operative da applicare nelle lavorazioni (WPS-Welding Procedure Specifications, Procedura d'Ispezione per mezzo di Liquidi Penetranti, Procedura di Controllo delle Unioni Bullonate, Procedura per il Ripristino delle Verniciature, etc.);

- Piano specifico di controlli sulle lavorazioni (Piano di Controllo della Qualità, Piano della Saldatura, Welding Book);
- Documentazione per garantire la rintracciabilità (Ove richiesta);
- Documentazione di Controllo produzione in fabbrica (FPC);
- Dichiarazione di prestazione (DOP) e marcatura CE delle componenti;
- Procedura per la gestione delle modifiche in corso d'opera; -
Procedura per la gestione delle non conformità.

4.15.2. Piano della qualità

L'Appaltatore deve predisporre e mantenere un adeguato Piano della Qualità per l'esecuzione delle sue attività. Esso deve contenere informazioni riguardo:

- Organigramma della società con individuazione dei ruoli di responsabilità relativi alle attività di produzione;
- Organizzazione della attività di controllo della produzione, con individuazione dei controlli da eseguire, individuazione delle responsabilità per le varie attività, e modalità di archiviazione e di consultazione dei risultati dei controlli;
- Individuazione della documentazione disponibile relativa alla qualità di cui al paragrafo precedente.

4.16. Norme di misurazione

4.16.1. Oneri compresi nei prezzi

Le voci di lavorazioni elencate nei documenti economici facenti parte della documentazione di appalto intendono compensati anche gli oneri derivanti all'Appaltatore dall'operare in ottemperanza alle specifiche prescrizioni tecniche stabilite nel presente documento, e gli oneri particolari precisati nel seguito, ove esistenti, con le sole esclusioni esplicitamente indicate; tali precisazioni si

intendono esplicative e non limitative. Pertanto, anche se non espressamente indicato, nelle varie categorie di lavoro si intende compreso anche tutto quanto necessario per realizzare in modo finito e completo quanto è oggetto dell'Appalto. Ove non diversamente indicato, i prezzi si intendono per lavorazioni eseguite a qualsiasi quota. Gli oneri derivanti dalla progettazione affidata all'Appaltatore, quelli derivanti dall'applicazione del Sistema di Qualità, quelli derivanti dall'esecuzione dei controlli durante le fasi di montaggio e la documentazione certificativa di avvenuta controllo, sono a cura e spese dell'Appaltatore e s'intendono compresi nei prezzi definiti in fase d'ordine.

4.16.2. Bulloni d'ancoraggio

Sono compresi i sotto riportati elementi complementari:

- le parti accessorie dei bulloni risultanti dal progetto;
- le maschere di montaggio;
- le carpenterie metalliche, le armature aggiuntive per il posizionamento e supporto dei bulloni e delle maschere di montaggio.

La contabilizzazione verrà effettuata applicando i prezzi unitari definiti alla somma teorica dei pesi reali dei bulloni e degli elementi complementari sopra definiti, risultanti dai computi metrici derivati dai disegni costruttivi d'officina.

4.16.3. Strutture in acciaio

Le strutture in acciaio, ai fini della contabilizzazione, possono essere suddivise nelle categorie di seguito elencate:

Urban Innovative Actions, Les
Arcuriales,
45D rue de Tournai, F59000 Lille,
France

www.uia-initiative.eu

- carpenterie normali, comprendenti tutti gli elementi strutturali sia principali che secondari;
- carpenterie complementari, comprendenti:
 - scale a rampe e/o pioli complete di gabbia di protezione;
 - ringhiere e parapetti completi di parapiede;
 - profilati di protezione;
 - inserti di carpenteria da inserire in strutture in c.a.;
 - simulacri d'ingombro;
 - dime e manicotti;
 - rete elettrosaldata per getto solai;
- carpenterie aggiuntive, comprendenti elementi di rinforzo per strutture esistenti, e/o elementi strutturali da porre in opera in strutture esistenti (se il montaggio è compreso nella fornitura).

La contabilizzazione verrà effettuata applicando i prezzi unitari definiti ai pesi teorici risultanti dai computi metrici ricavati dai disegni costruttivi, sulla base del peso specifico di 7,85 t/m³. Nelle valutazioni di peso restano escluse le incidenze delle tolleranze di laminazione e dei materiali di saldatura, oneri che devono essere preventivamente incorporati nei prezzi unitari di contabilizzazione delle carpenterie. E' compreso invece il peso delle bullonature.

4.16.4. Lamiera grecate, lamiera striate o bugnate

Sono compresi i sotto riportati elementi complementari:

- i materiali di montaggio;
- i connettori di ancoraggio;
- le bordature, i piatti di rinforzo e gli elementi di raccordo.

La contabilizzazione verrà effettuata applicando i prezzi unitari definiti ai pesi teorici risultanti dai computi metrici ricavati dai disegni costruttivi. Nelle valutazioni di peso restano escluse le incidenze relative agli elementi complementari, oneri che devono essere preventivamente incorporati nel prezzo unitario di contabilizzazione.

4.16.5. Grigliati

Sono compresi i sotto riportati elementi complementari: - le staffe di fissaggio;
- la bulloneria.

La contabilizzazione verrà effettuata applicando il prezzo unitario definito riferito alla quantità e/o al peso dei pannelli, determinato per via analitica, escludendo gli elementi complementari, la cui incidenza deve essere preventivamente incorporata nel prezzo unitario di contabilizzazione.

4.16.6. Cicli di pittura

La preparazione delle superfici e l'applicazione dei cicli sono contabilizzati separatamente.

Misurazione:

I prezzi di elenco relativi alle preparazioni ed all'applicazione dei cicli, distinti in base al tipo di trattamento e in base alle condizioni operative quali: esecuzione fuori cantiere; esecuzione a

più d'opera; esecuzione in opera sia su superfici esposte che su superfici interne (serbatoi chiusi, strutture scatolari e simili), sono applicati alle quantità ricavate come più avanti indicato. I prezzi relativi alle mani singole, distinti come detto per i cicli completi, sono applicati, in sostituzione dei prezzi relativi ai cicli completi, alle quantità ricavate come più avanti indicato, solo quando sono richieste dal Committente applicazioni non complete od applicazioni di mani aggiuntive ovvero quando è richiesta l'applicazione delle mani di cicli completi in condizioni operative diverse (esempio: prime mani fuori cantiere e mani a finire a piè d'opera od in opera). Quando le condizioni operative dipendono dalla scelta dell'Appaltatore, si applicano i prezzi relativi alle condizioni operative meno onerose e più economiche.

Superfici in genere.

Salvo quanto esplicitamente indicato in seguito, i prezzi di elenco sono applicati alle quantità corrispondenti alle superfici effettive ricavate da misurazioni eseguite con metodo geometrico; non sono comunque detratti i vani inferiori a 0,2 m².

Strutture portanti metalliche.

Le superfici delle strutture portanti sono misurate senza eseguire detrazioni né per tagli né per incastri fra le strutture e senza tener conto in alcun modo delle sporgenze dei bulloni. I ferri piatti e/o profilati uniti tra di loro, costituenti prolungamento di trave, vengono conteggiati considerando lo sviluppo della trave prolungata. Per i fazzoletti, mensole di lamiera, piastre, coste, ecc., chiamata S l'area totale di una faccia, la contabilizzazione delle loro parti pitturate é così effettuata:

- S inferiore o uguale a $0,1 \text{ m}^2$ = non sono contabilizzate in alcun modo;
- S maggiore di $0,1 \text{ m}^2$ = si contabilizzano le superfici effettivamente verniciate.

Lamiere striate.

I prezzi d'elenco sono applicati alle quantità corrispondenti alla superficie delle lamiere considerate come lisce.

Grigliati.

I prezzi d'elenco sono applicati alla superficie coperta dal grigliato, moltiplicata per un coefficiente maggiorativo stabilito come segue, con riferimento all'interasse degli elementi: - per interassi minori o uguali a 30 mm: coefficiente pari a 2,0; - per interassi maggiori di 30 mm: coefficiente pari a 1,5.

Lamiere grecate.

I prezzi d'elenco sono applicati alla superficie misurata in proiezione normale al piano di posa, moltiplicata per un coefficiente maggiorativo che tenga conto dell'effettivo sviluppo della lamiera. Per le lamiere grecate appoggiate su altre strutture da pitturare (solai) nessuna detrazione va eseguita per le parti a contatto sia della lamiera che della parte superiore delle travi.

Inferriate, cancelli, parapetti e paraschiena.

I prezzi d'elenco sono applicati alle quantità ottenute misurando, da una sola parte, la superficie in vista, vuoto per pieno, dopo la posa. Per i parapetti viene considerata quale altezza quella riferita al piano di calpestio, senza tener conto di eventuali prolungamenti od attacchi. I supporti di sostegno per eventuali fili spinati (non

pitturati) su inferriate vanno conteggiati separatamente e per la parte eccedente l'altezza dell'inferriata stessa.

Oneri particolari:

- i teli di protezione;
- l'esecuzione di profilatura in colori diversi;
- il completamento dei cicli in tempi successivi.