

## **CAPITOLATO TECNICO**

**Fornitura di struttura di supporto in AISI 304 (1.4301) per colonna di distillazione criogenica.**

## Sommario

<b>1.</b>	<b>Scopo .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Oggetto.....</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>Prestazioni .....</b>	<b>3</b>
<b>4.</b>	<b>Descrizione della fornitura .....</b>	<b>3</b>
<b>5.</b>	<b>Esclusioni dalla fornitura .....</b>	<b>4</b>
<b>6.</b>	<b>Progettazione.....</b>	<b>4</b>
6.1	Definizioni.....	4
6.2	Modalità di progettazione .....	5
<b>7.</b>	<b>Classi di esecuzione delle strutture .....</b>	<b>5</b>
<b>8.</b>	<b>Materiali.....</b>	<b>6</b>
8.1	Profilati e lamiere.....	6
8.2	Bulloni non precaricati .....	6
<b>9.</b>	<b>Lavorazioni d'officina .....</b>	<b>6</b>
9.1	Identificazione, documenti d'ispezione e tracciabilità dei prodotti .....	6
9.2	Marcatura delle strutture .....	6
9.3	Movimentazione e stoccaggio .....	6
9.4	Taglio .....	7
9.5	Formatura.....	7
9.6	Forature.....	7
9.7	Assemblaggio e premontaggi .....	8
<b>10.</b>	<b>Saldatura .....</b>	<b>9</b>
10.1	Generalità.....	9
10.2	Qualifica dei saldatori .....	10
10.3	Preparazione dei lembi.....	10
10.4	Materiali di consumo .....	10
10.5	Controlli non distruttivi .....	10
10.6	Criteri di accettabilità delle saldature .....	12
<b>11.</b>	<b>Bullonatura .....</b>	<b>13</b>
11.1	Generalità.....	13
11.2	Serraggio dei bulloni non precaricati .....	13
<b>12.</b>	<b>Tolleranze di fabbricazione .....</b>	<b>13</b>
<b>13.</b>	<b>Trasporto.....</b>	<b>27</b>
<b>14.</b>	<b>Stoccaggio .....</b>	<b>27</b>
<b>15.</b>	<b>Gestione della qualità .....</b>	<b>27</b>
15.1	Documentazione relativa alla qualità .....	27
15.2	Piano della qualità .....	27
<b>16.</b>	<b>Norme di misurazione.....</b>	<b>28</b>
16.1	Oneri compresi nei prezzi .....	28
<b>17.</b>	<b>Tempistiche di fornitura .....</b>	<b>29</b>
<b>18.</b>	<b>Appendice A: Elenco disegni.....</b>	<b>30</b>
<b>19.</b>	<b>Appendice B: Normativa applicabile.....</b>	<b>30</b>

## 1. Scopo

Il presente Capitolato Tecnico (di seguito CT) ha lo scopo di fornire all'Appaltatore tutte le informazioni tecniche necessarie e di prescrivergli tutti i requisiti tecnici necessari al fine di garantire un adeguato livello di qualità nella prefabbricazione delle opere relative alla fornitura di una **struttura di supporto in acciaio inossidabile tipo AISI 304 (1.4301)** per una colonna di distillazione criogenica e delle opere accessorie (scale con gabbia e parapetti)

Con la firma del contratto l'Appaltatore approva totalmente e incondizionatamente le prescrizioni tecniche contenute nel presente CT, e riconosce le informazioni tecniche fornite come sufficienti per un corretto svolgimento, entro i tempi pattuiti, delle attività affidategli.

## 2. Oggetto

La fornitura oggetto del presente CT è una struttura principale in carpenteria metallica tipo acciaio inossidabile AISI 304 (tipo 1.4301) completa delle opere accessorie (scale con gabbia e parapetti) dello stesso materiale della struttura principale.

L'opera sarà ubicata all'interno del pozzo minerario n.1 presso il cantiere minerario di Seruci della Carbosulcis SpA nel comune di Gonnese (SU).

Vita nominale dell'opera (NTC2018 Tab. 2.4.I): 50 anni

Classe d'uso (NTC2018 §2.4.2): II

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

Tutte le strutture: EXC3

Classe di tolleranze funzionali secondo UNI EN 1090-2: Classe 2

## 3. Prestazioni

L'Appaltatore deve fornire le seguenti prestazioni:

- La progettazione in accordo alla modalità definita al capitolo 6 – PROGETTAZIONI;
- L'approvvigionamento dei materiali (profilati, lamiere, bulloni, etc.);
- La prefabbricazione in officina;
- Lo stoccaggio in officina;
- Il trasporto in cantiere;
- Controlli non distruttivi sulle saldature come riportati in [tabella 10.5.1a] [tabella 10.5.1b];
- Marcatura CE dei componenti strutturali.

## 4. Descrizione della fornitura

La fornitura oggetto del presente appalto è da intendersi franco cantiere.

Formano parte integrante della descrizione delle opere da eseguire i disegni elencati nell'Appendice A, che l'Appaltatore riconosce come sufficienti a caratterizzare la tipologia dei disegni finali di progetto, che saranno forniti successivamente.

Il contratto d'appalto è da intendersi a corpo.

La fornitura comprenderà quanto indicato nei paragrafi seguenti; saranno comunque compresi i componenti, gli accessori, i materiali vari, anche se non espressamente descritti, e quant'altro normalmente necessario per rendere la fornitura completa, perfettamente funzionante e rispondente alle normative in vigore.

## 5. Esclusioni dalla fornitura

Sono escluse dalla fornitura le seguenti attività:

- Lo stoccaggio in cantiere;
- Il montaggio delle strutture in opera.

## 6. Progettazione

### 6.1 Definizioni

Valgono le seguenti definizioni:

**Progettista:** Chi esegue la progettazione esecutiva delle opere, per conto del Committente o dell'Appaltatore.

**Disegni di progetto:** Disegni, redatti da Progettista, relativi alla fase di progetto definitivo, che definiscono compiutamente le opere. Tra le informazioni presenti devono essere contenute almeno quelle relative a: dimensioni geometriche, profili, materiali impiegati (denominazione completa), zone di rispetto (parti dell'elemento strutturale da lasciare libere da forature e/o saldature per fissaggio di elementi secondari, etc.) per componenti impiegati in strutture dissipative in aree a media o alta sismicità, tolleranze di lavorazione e montaggio (in luogo dei valori ci può essere un riferimento al presente CT dove tali valori compaiono), saldature (tipologia, eventuali indicazioni sulla preparazione dei lembi, dimensioni dei cordoni, eventuali prescrizioni di controlli non distruttivi se diversi da quelli prescritti dal presente CT), fori di sfiato e drenaggio (per strutture da zincare a caldo), bullonature (diametri, eventuali prescrizioni sui giochi foro-bullone, indicazione se si tratta di bulloni con gambo parzialmente o totalmente filettato), tipologie delle connessioni, carichi di servizio, portata delle gru-monorotaie- carroponti, coppie di serraggio, coefficienti di attrito per unioni ad attrito, classi di resistenza al fuoco *R* per le varie parti o aree della struttura.  
Se i disegni di progetto non sono accompagnati dai Disegni tipici dei dettagli costruttivi, essi devono recare anche l'indicazione degli sforzi per i quali dimensionare i dettagli di connessione delle membrature.

**Progetto esecutivo:** L'insieme della Relazione dei materiali, Relazione di calcolo, Disegni di progetto ed eventualmente disegni tipici dei dettagli costruttivi.

**Disegni tipici dei dettagli costruttivi:** Disegni che definiscono compiutamente le connessioni tra le membrature, completi di numero e tipo di bulloni, lunghezza e spessore minimo dei cordoni di saldatura, lunghezza minima e spessore dei piatti e/o squadrette, distanze tra i fori, principali dimensioni, etc. Un unico dettaglio tipico può definire la realizzazione di più di un dettaglio reale, se viene indicata chiaramente la regola di derivazione o se si tratta di realizzare modesti adattamenti di mero carattere geometrico.

**Disegni costruttivi d'officina:** Disegni in genere realizzati dall'Appaltatore che definiscono compiutamente, ai fini delle lavorazioni, ciascun pezzo che deve essere realizzato, identificandolo con opportuna marcatura. Se il pezzo è composto mediante saldatura, ci sarà in genere un sistema di marcatura che individua il singolo elemento componente il pezzo, ed una marcatura che individua il pezzo nel suo insieme. I Disegni costruttivi d'officina sono elaborati sulla base delle informazioni contenute nei Disegni di progetto e nei Disegni tipici dei dettagli costruttivi, senza introdurre nessuna ulteriore informazione di carattere progettuale. Essi devono riportare anche le informazioni relative a trattamenti superficiali, tolleranze di costruzione, coefficienti di attrito per unioni ad attrito, giochi foro-bullone, preparazione dei lembi per la saldatura, tipologia e dimensioni dei cordoni di saldatura.

**Assiemi di montaggio:** Gli Assiemi di montaggio sono disegni di assieme, sviluppati in genere dall'Appaltatore, simili alle piante e allineamenti dei Disegni di progetto, che recano l'indicazione delle marche dei singoli elementi, definiti nei Costruttivi d'Officina, con lo scopo di guidare il montaggio delle strutture.

I documenti di progetto sopra definiti dovranno contenere almeno le informazioni sopra elencate.

## 6.2 Modalità di progettazione

L'Appaltatore è responsabile dell'esecuzione degli assiemi di montaggio e dei disegni costruttivi d'officina, sulla base dei disegni di progetto e dei dettagli tipici delle connessioni sviluppati dal Progettista nominato dalla Carbosulcis e allegati al presente CT. Al fine di consentire all'Appaltatore di svolgere nei tempi concordati la progettazione delle opere di sua competenza, la Carbosulcis fornirà:

- I disegni di progetto delle opere, con le indicazioni dei profili strutturali (Elenco da riportare nella Appendice A), in formato DWG;
- I dettagli tipici delle connessioni con l'eventuale indicazione dei coefficienti di attrito per le unioni ad attrito (Elenco da riportare nella Appendice A), in formato DWG.

L'Appaltatore deve fornire, entro 10 giorni dalla stipula del contratto, i seguenti documenti progettuali:

- Assiemi di montaggio (A);
- Costruttivi d'officina (A);

I costruttivi d'officina e gli assiemi di montaggio non devono contenere nessuna informazione ingegneristica ulteriore, ma devono essere solo uno sviluppo geometrico dei disegni di progetto delle strutture e di quelli delle connessioni forniti dal Progettista nominato dalla Carbosulcis.

I documenti contrassegnati con (A) devono essere esaminati e approvati dalla Carbosulcis, fermo restando la piena responsabilità dell'Appaltatore nell'assicurare il corretto sviluppo di tali documenti.

La Carbosulcis ha 10 giorni di tempo, salvo diversamente pattuito, per approvare i suddetti documenti contrassegnati con (A). Trascorso tale termine l'Appaltatore, previa comunicazione scritta, è autorizzato ad iniziare le proprie attività.

Nel formulare il proprio programma cronologico l'Appaltatore deve tenere in considerazione i tempi suddetti per l'approvazione dei documenti di progetto.

Le informazioni minime che devono essere contenute nei documenti progettuali sono quelle elencate al punto 6.1.

## 7. Classi di esecuzione delle strutture

Il Progettista, in accordo con il Committente, stabilisce il livello di qualità di realizzazione dell'opera richiesta, individuando la classe di esecuzione (EXC1, EXC2, EXC3, EXC4), definita dalla UNI EN 1090-2 §4.1.2, che deve essere attribuita alle strutture dell'opera oggetto della fornitura, in funzione delle conseguenze, in termini di perdita di vite umane e danni economici, di un collasso o di un malfunzionamento delle opere, in funzione della severità delle azioni ambientali alle quali le opere sono soggette e in funzione della tipologia costruttiva adottata. Possono essere assegnate classi diverse a parti della stessa struttura.

L'Appaltatore è tenuto ad applicare alle strutture fornite le prescrizioni stabilite dalla UNI EN 1090-2 per la classe di esecuzione assegnata.

**Classe di esecuzione delle strutture richiesta, secondo UNI EN 1090-2: Per tutte le strutture: EXC3**

## **8. Materiali**

### **8.1 Profilati e lamiere**

I profili laminati a caldo, le lamiere ed i profili cavi finiti a caldo o formati a freddo per impiego strutturale devono essere conformi a quanto indicato al punto 11.3.4.8 – Acciai inossidabili delle NTC2018. Si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate UNI EN 10088-4 e UNI EN 10088-5, recanti la Marcatura CE e per i quali si rimanda a quanto specificato al punto A del §11.1 delle NTC2018.

**La scelta dei materiali è riportata nei disegni di progetto (vedi §6.1 e Appendice A: Elenco disegni).**

### **8.2 Bulloni non precaricati**

I bulloni non precaricati sono quelli da impiegare in unioni a taglio. Devono essere impiegati bulloni e dadi di classe di appartenenza, secondo la EN ISO 3506, A2-80.

I bulloni ed i dadi di acciaio inossidabile devono essere conformi alla EN ISO 3506 parti 1, 2 e 3.

Le rondelle piane in acciaio inossidabile di classe A2 devono essere conformi alla EN ISO 7089 o alla EN ISO 7090.

Se si adottano bulloni con vite con gambo interamente filettato, occorre avere specifica autorizzazione da parte del direttore di esecuzione del contratto (di seguito DEC).

## **9. Lavorazioni d'officina**

### **9.1 Identificazione, documenti d'ispezione e tracciabilità dei prodotti**

Le caratteristiche tecniche dei componenti (profilati, lamiere, bulloni, elettrodi, 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 NTC2018.

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.

### **9.2 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.

### **9.3 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.

## 9.4 Taglio

Il taglio e la preparazione dei lembi dell'acciaio possono essere ottenuti mediante utilizzo di sega a disco, tranciatura, 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.

## 9.5 Formatura

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

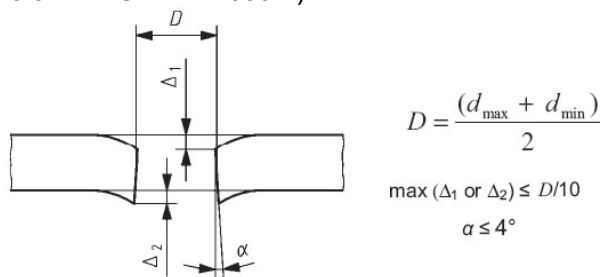
- Meccanicamente, avendo cura di ridurre al minimo le intaccature o le variazioni della sezione trasversale;
- Mediante applicazioni locali di calore, garantendo che la temperatura del metallo sia accuratamente controllata. Per le strutture in classe EXC3 ed EXC4 deve essere sviluppata una procedura e devono essere eseguiti dei casi-test per poterla approvare.
- 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.

## 9.6 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.

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 NTC2018, 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 concordato con il Committente e/o il DEC, si possono adottare i diametri dei “fori normali” stabiliti dalla UNI EN 1090-2 e riportati in tabella 9.6.1.

**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 nelle tabelle 12.9 e 12.16.

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 DEC. In mancanza di tale documento, l'Appaltatore dovrà farsi carico di redigerlo e di eseguire i controlli relativi.

## 9.7 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.



È facoltà della Carbosulcis 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 DEC, oltre a tutta la documentazione d'obbligo richiamata al §11.3 delle NTC2018, una Dichiarazione di Conformità al Montaggio delle strutture, dove si elencano i controlli eseguiti al fine di garantire la fattibilità del montaggio.

## 10. Saldatura

### 10.1 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 in tabella 10.1.1. Tali prescrizioni non devono comunque risultare meno cautelative di quelle della tabella 11.3.XI delle NTC2018.

**Tabella 10.1.1 - 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 in tabella 10.1.2.

**Tabella 10.1.2 – Livello di conoscenza tecnica di Coordinatori di Saldatura secondo UNI EN ISO 14731**

Classe	Acciaio	Spessori [mm]		
		$t \leq 25$ <sup>(1)</sup>	$25 < t \leq 50$ <sup>(2)</sup>	$t > 50$
EXC2	S235-S355	B	S	C <sup>(3)</sup>
	S420-S700	S	C <sup>(4)</sup>	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 $\leq 50$ mm (2) Piastre di base delle colonne $\leq 75$ 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 DEC 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.

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.

## 10.2 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 prescritto dalla tabella 10.1.2.

## 10.3 Preparazione dei lembi

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 lamiere 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).

## 10.4 Materiali di consumo

I materiali di consumo per saldature devono essere conservati secondo le prescrizioni del Produttore. I requisiti generali dei materiali di apporto per saldatura sono indicati nella EN 1993-1-8.

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.

## 10.5 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 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 PT) che volumetrici (UT), nella percentuale dello sviluppo totale delle saldature indicata nelle tabelle 10.5.1a oppure 10.5.1b. 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 in tabella 10.5.1a, in linea con le prescrizioni della UNI EN 1090-2. Per strutture di particolare impegno, su richiesta del Committente e/o del DEC, possono essere prescritti i controlli di cui alla tabella 10.5.1b, o anche di entità maggiore, se ritenuto opportuno in base alle caratteristiche dell'opera.

**Tabella 10.5.1a** – 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%	-	-	-

**Tabella 10.5.1b** – 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 cordoni d'angolo	5%	10%	20%	5% (**)	10% (**)	20% (**)
(*) Se la profondità di penetrazione della saldatura è $\geq 8$ mm. (**) Per cordoni d'angolo di lato $\geq 20$ 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.						

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 DEC.

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.

## 10.6 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 aggiuntivi 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 eseguite 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.

## **11. Bullonatura**

### **11.1 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.

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.

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 DEC. 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.

### **11.2 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.

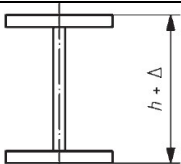
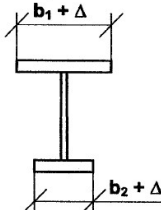
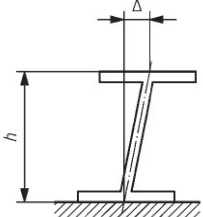
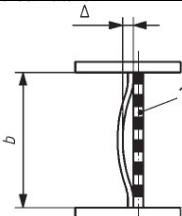
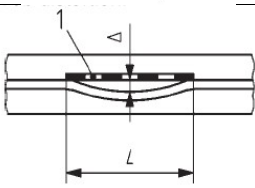
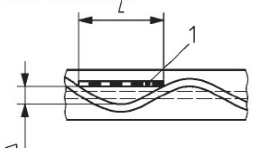
## **12. Tolleranze di fabbricazione**

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 DEC.

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. L'Appaltatore (se si è scelta la modalità di progettazione A) o il Progettista per conto del Committente (se si è scelta la modalità B o C) devono scegliere, tra tali tolleranze, la classe più opportuna (1 o 2, con prescrizioni più restrittive passando dalla prima alla seconda) per le strutture, o per parti di esse, in funzione della tipologia delle strutture e delle interfaccie con altri elementi strutturali o non strutturali. La scelta del livello di tolleranze adottato va indicata al punto 2 – Oggetto.


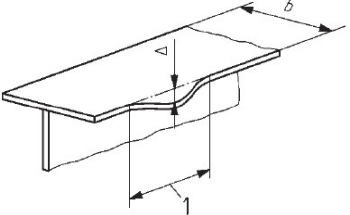
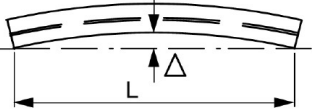
Nelle tabelle seguenti vengono riportate le principali tolleranze di fabbricazione, sia essenziali che funzionali, da rispettare.

**Tabella 12.1** - 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 $\Delta$ 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 $\Delta$ sulla lunghezza di misura $L$ uguale all'altezza dell'anima $b$ (distorsione dell'anima)	$\Delta = \pm \frac{b}{100}$ $ \Delta  = t_w$
6	 Deviazione $\Delta$ sulla lunghezza di misura $L$ uguale all'altezza dell'anima $b$ (ondulazione dell'anima)	$\Delta = \pm \frac{b}{100}$ $ \Delta  = t_w$

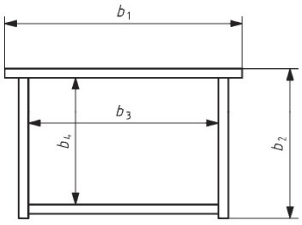
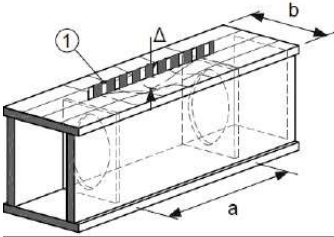
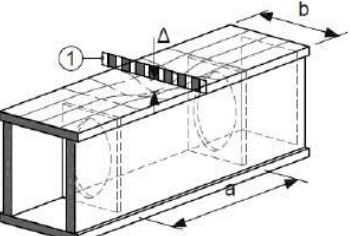
(\*) (Nota generale) Una espressione del tipo: " $\Delta = \pm h/200$ ;  $|\Delta| = t_w$ " significa: il maggiore tra i 2 valori calcolabili per  $\Delta$ ,  $h/200$  oppure  $t_w$ , è accettabile.

**Tabella 12.2** – Flange di profili composti saldati – tolleranze di fabbricazione essenziali

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

||

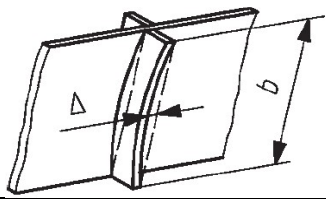
**Tabella 12.3** – Flange di profili scatolati saldati – tolleranze di fabbricazione essenziali

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

**Tabella 12.4** – Irrigidimenti d'anima di profili composti o scatolati saldati – tolleranze di fabbricazione essenziali

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

||

1		Deviazione Δ sulla rettilineità nel piano dell'anima	$\Delta = \pm \frac{b}{250}$ $\Delta = 4 \text{ mm}$
2		Deviazione Δ dalla rettilineità in direzione ortogonale al piano dell'anima	$\Delta = \pm \frac{b}{500}$ $\Delta = 4 \text{ mm}$
3		Distanza di un irrigidimento dell'anima dalla posizione teorica, posiz. generica	$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$
4		Distanza di un irrigidimento dell'anima dalla posizione teorica, agli appoggi	$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$
5		Eccentricità tra una coppia di irrigidimenti, posiz. qualsiasi	$\Delta = \pm \frac{t}{2}$
6		Eccentricità tra una coppia di irrigidimenti, agli appoggi	$\Delta = \pm \frac{t}{3}$

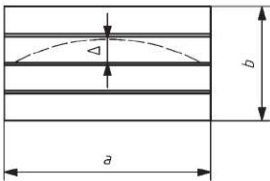
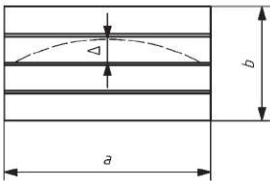
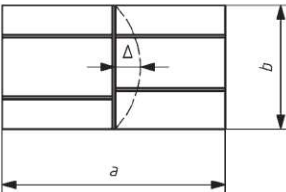
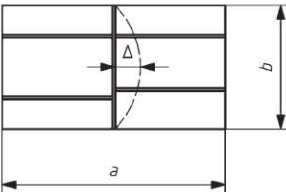
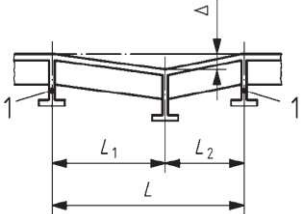
|  
|

|

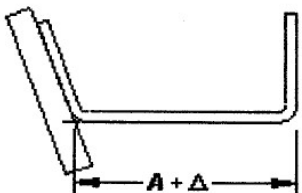
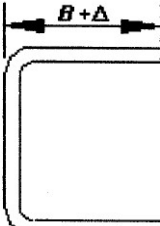
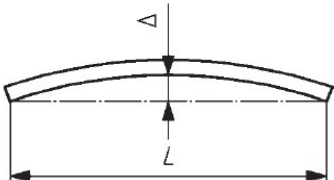
|



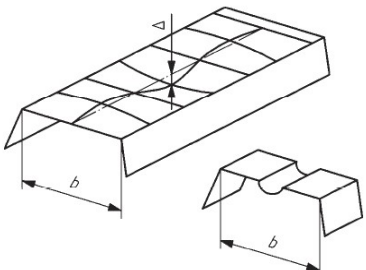
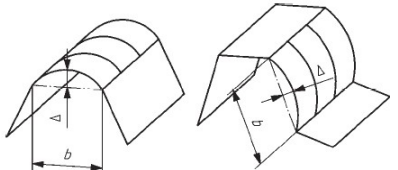
**bella 12.5** – Piastre nervate – tolleranze di fabbricazione essenziali

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

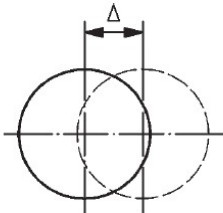
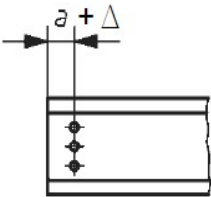
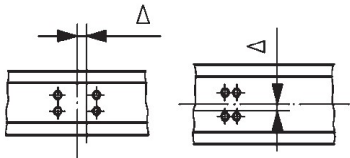
**Tabella 12.6** - Profili piegati a freddo – tolleranze di fabbricazione essenziali

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>	$\Delta = \pm \frac{L}{750}$

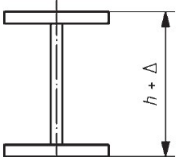
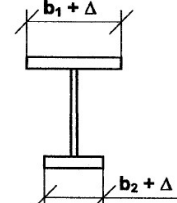
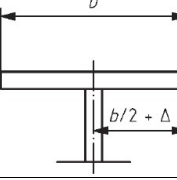
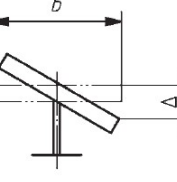
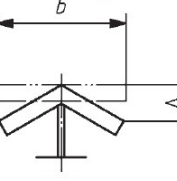
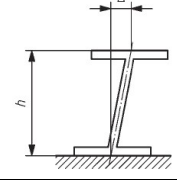
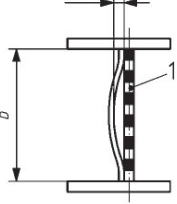
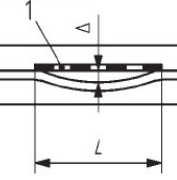
**Tabella 12.7** – Lamiere piegate a freddo – tolleranze di fabbricazione essenziali

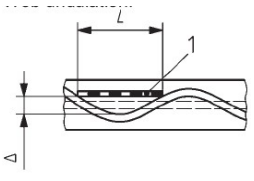
N.	Descrizione	Tolleranza ammessa
1	 <p>Planarità di flange o anime irrigidite o non irrigidite: Deviazione Δ dalla planarità</p>	$\Delta = \pm \frac{b}{50}$
2	 <p>Curvatura di flange o anime: Deviazione Δ dalla superficie teorica</p>	$\Delta = \pm \frac{b}{50}$

**Tabella 12.9** - Forature – tolleranze di fabbricazione essenziali

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

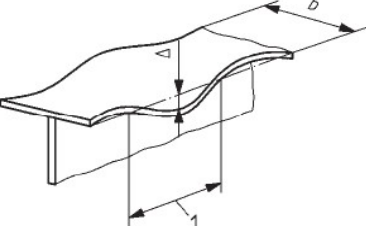
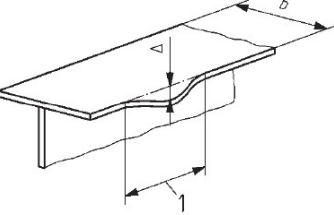
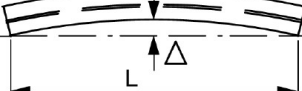
**Tabella 12.10** - Profili composti saldati – tolleranze di fabbricazione funzionali

N.	Descrizione	Tolleranza ammessa	
		Classe 1	Classe 2
1	 <p>Altezza globale <math>h</math>:  <math>h \leq 900</math> mm:  <math>900 &lt; h \leq 1800</math> mm:  <math>h &gt; 1800</math> 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  <math>(b = b_1 \text{ o } b_2)</math></p>	$\Delta = \pm b / 100$ $ \Delta  = 3$ mm	$\Delta = \pm b / 100$ $ \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	 <p>Verticalità dell'anima agli appoggi, per componenti senza irrigidimenti agli appoggi</p>	$\Delta = \pm b / 300$ $ \Delta  = 3$ mm	$\Delta = \pm b / 500$ $ \Delta  = 2$ mm
7	 <p>Deviazione <math>\Delta</math> sull'altezza dell'anima <math>b</math> (*)</p>	$\Delta = \pm b / 100$ $ \Delta  = 5$ mm	$\Delta = \pm b / 150$ $ \Delta  = 3$ mm
8	 <p>Deviazione <math>\Delta</math> sulla lunghezza di misura <math>L</math> uguale all'altezza dell'anima <math>b</math> (distorsione dell'anima) (*)</p>	$\Delta = \pm b / 100$ $ \Delta  = 5$ mm	$\Delta = \pm b / 150$ $ \Delta  = 3$ mm

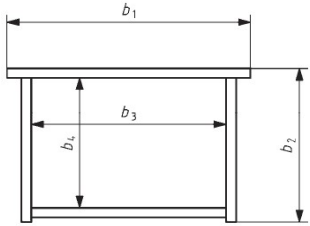
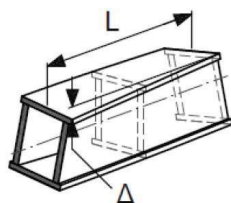
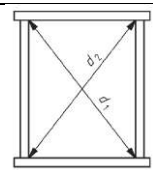
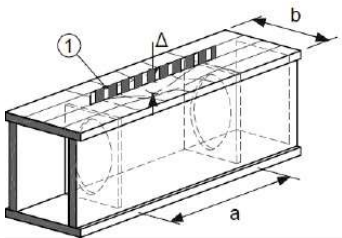
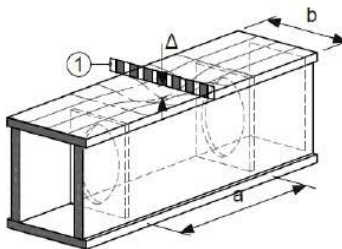
9		Deviazione $\Delta$ sulla lunghezza di misura $L$ uguale all'altezza dell'anima $b$ (ondulazione dell'anima) (*)	$\Delta = \pm b / 100$ $ \Delta  = 5 \text{ mm}$	$\Delta = \pm b / 150$ $ \Delta  = 3 \text{ mm}$
---	---	--	---	---

(\*) Valori validi anche per anime di profili scatolari

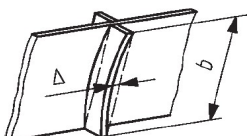
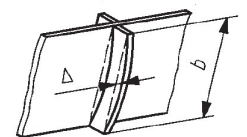
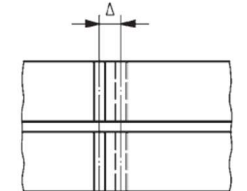
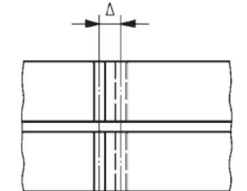


**tabella 12.11** – Flange di profili composti saldati – tolleranze di fabbricazione funzionali

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

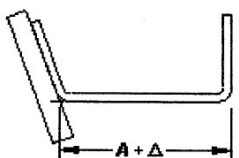
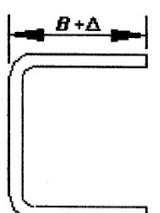
**Tabella 12.12** - Profili scatolati saldati – tolleranze di fabbricazione funzionali

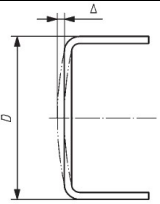
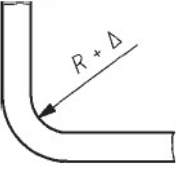
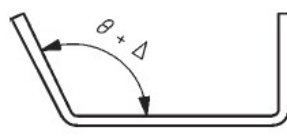
N.	Descrizione	Tolleranza ammessa	
		Classe 1	Classe 2
1	 <p>Dimensioni interne od esterne:  <math>b_i \leq 900</math> mm:  <math>900 &lt; b_i \leq 1800</math> mm:  <math>b_i &gt; 1800</math> mm:</p>	$\Delta = \pm 3$ mm $\Delta = \pm b_i / 300$ $\Delta = \pm 6$ mm	$\Delta = \pm 2$ mm $\Delta = \pm b_i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

**Tabella 12.13** – Irrigidimenti d'anima di profili composti o scatolari saldati – tolleranze di fabbricazione funzionali

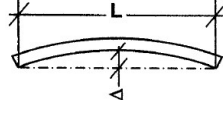
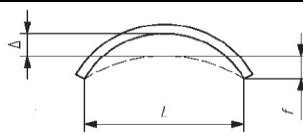
N.	Descrizione	Tolleranza ammessa	
		Classe 1	Classe 2
1	 Deviazione $\Delta$ sulla rettilineità nel piano dell'anima	$\Delta = \pm \frac{b}{250}$ $ \Delta  = 4 \text{ mm}$	$\Delta = \pm \frac{b}{375}$ $ \Delta  = 2 \text{ mm}$
2	 Deviazione $\Delta$ dalla rettilineità in direzione ortogonale al piano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

**Tabella 12.14** - Profili piegati a freddo – tolleranze di fabbricazione funzionali

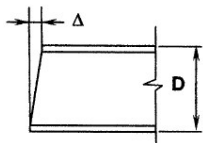
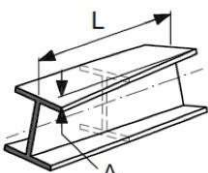
N.	Descrizione	Tolleranza ammessa	
		Classe 1	Classe 2
1	 Larghezza A tra due piegature: $t < 3 \text{ mm}; L < 7 \text{ m}$ : $t < 3 \text{ mm}; L \geq 7 \text{ m}$ : $t \geq 3 \text{ mm}; L < 7 \text{ m}$ : $t \geq 3 \text{ mm}; L \geq 7 \text{ m}$ :	$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$ $\Delta = -3/+5 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$ $\Delta = -5/+9 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$ $\Delta = -2/+4 \text{ mm}$ $\Delta = \pm 3 \text{ mm}$ $\Delta = -3/+6 \text{ mm}$
2	 Larghezza B tra una piegatura ed un bordo libero - bordo laminato: $t < 3 \text{ mm}$ : $t \geq 3 \text{ mm}$ : - bordo tagliato: $t < 3 \text{ mm}$ : $t \geq 3 \text{ mm}$ :	$\Delta = -3/+6 \text{ mm}$ $\Delta = -5/+7 \text{ mm}$ $\Delta = -2/+5 \text{ mm}$ $\Delta = -3/+6 \text{ mm}$	$\Delta = -2/+4 \text{ mm}$ $\Delta = -3/+5 \text{ mm}$ $\Delta = -1/+3 \text{ mm}$ $\Delta = -2/+4 \text{ mm}$

3		Convessità o concavità	$\Delta = \pm D/50$	$\Delta = \pm D/100$
4		Raggio interno di piegatura $R$	$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$
5		Angolo $\theta$ tra componenti adiacenti	$\Delta = \pm 3^\circ$	$\Delta = \pm 2^\circ$

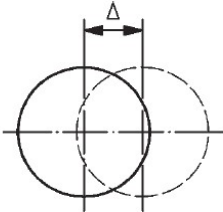
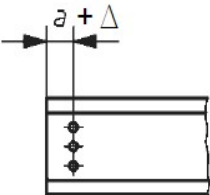
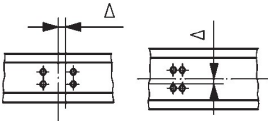
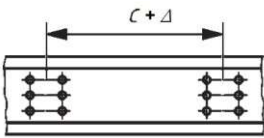
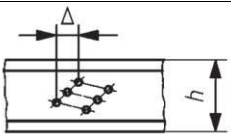
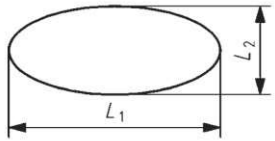
**Tabella 12.15** – Componenti lavorati – tolleranze di fabbricazione funzionali

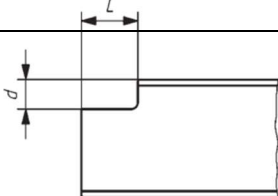
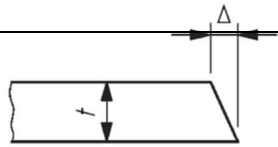
N.	Descrizione		Tolleranza ammessa	
			Classe 1	Classe 2
1	Lunghezza dei profilati $L$ caso generale	Lunghezza $L$ misurata includendo lo spessore di eventuali piastre saldate alle estremità	$\Delta = \pm \left( \frac{L}{5000} + 2 \right) \text{ mm}$	$\Delta = \pm \left( \frac{L}{10000} + 2 \right) \text{ mm}$
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 $\Delta$ max dalla sup. piana		$\Delta \pm 0,5 \text{ mm}$	$\Delta \pm 0,25 \text{ mm}$



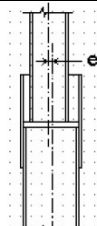
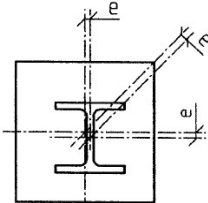
6		Ortogonalità sup. di estremità	sup. a contatto: $\Delta = \pm D / 1000$ sup. non a contatto: $\Delta = \pm D / 300$ Se l'elemento contiguo dista > 20 mm: $\Delta = \pm D / 100$	sup. a contatto: $\Delta = \pm D / 1000$ sup. non a contatto: $\Delta = \pm D / 300$ ma $ \Delta  \leq 10 \text{ mm}$
7		Torsione. Deviazione globale Δ sulla lun- ghezza L	$\Delta = \pm \frac{L}{700}$ $4 \text{ mm} \leq  \Delta  \leq 20 \text{ mm}$	$\Delta = \pm \frac{L}{1000}$ $3 \text{ mm} \leq  \Delta  \leq 15 \text{ mm}$

**Tabella 12.16** – Forature, spallature, tagli – tolleranze di fabbricazione funzionali

N.	Descrizione	Tolleranza ammessa	
		Classe 1	Classe 2
1	 <p>Scostamento <math>\Delta</math> 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 <math>\Delta</math> della distanza <math>a</math> 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 <math>\Delta</math> di un gruppo di fori dalla posizione teorica</p>	$\Delta \pm 2 \text{ mm (*)}$	$\Delta \pm 1 \text{ mm}$
4	 <p>Scostamento <math>\Delta</math> della spaziatura <math>c</math> 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: <math>h \leq 1000 \text{ mm}</math> <math>h &gt; 1000 \text{ mm}</math></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 <math>\Delta = L_1 - L_2</math></p>	$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$	$\Delta = \pm 0,5 \text{ mm}$

7		Spallature Scostamento $\Delta$ 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 $\Delta$ dai $90^\circ$ di un taglio di bordo	$\Delta = \pm 0,1t$	$\Delta = \pm 0,05t$
<p>NOTE:</p> <p>(*) 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: <math>\Delta = \pm 1 \text{ mm}</math> ;</p> <p>(**) 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: <math>\Delta = \pm 2 \text{ mm}</math> .</p>				

**Tabella 12.17** – 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	$e = \pm 5 \text{ mm}$	$e = \pm 3 \text{ mm}$

### **13. 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.

### **14. Stoccaggio**

L'Appaltatore su richiesta del Committente 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, definendo preventivamente l'onere per l'occupazione delle aree di stoccaggio.

L'Appaltatore deve consegnare al Committente le opportune istruzioni operative per preservare i materiali staccati in cantiere da corrosione, deterioramento, danni accidentali, etc., prima di iniziare il montaggio.

### **15. Gestione della qualità**

#### **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 di questo CT 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 NTC2018, 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.

#### **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 §18.1.

## 16. Norme di misurazione

### 16.1 Oneri compresi nei prezzi

Con i singoli prezzi pattuiti con il Committente, si intendono compensati anche gli oneri derivanti all'Appaltatore dall'operare in ottemperanza alle specifiche prescrizioni tecniche stabilite nel presente CT, 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. Gli oneri derivanti dalla progettazione affidata all'Appaltatore, quelli relativi alla fornitura del prototipo di cui al successivo paragrafo 17, quelli derivanti dall'applicazione del Sistema di Qualità, quelli derivanti dall'esecuzione dei controlli 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.

Il riepilogo della fornitura è riportato nella tabella che segue:

#### riepilogo fornitura

	<b><i>descrizione fornitura</i></b>	<b><i>n°</i></b>	<b><i>materiale</i></b>
1	prototipo struttura di supporto "palchetto tipo 1"	1	acciaio tipo S235
2	struttura di supporto "palchetto tipo 1"	57	acciaio inox AISI 304
3	struttura di supporto "palchetto tipo 2"	29	acciaio inox AISI 304
4	scala con gabbia	83	acciaio inox AISI 304
5	parapetti	84	acciaio inox AISI 304

## 17. Tempistiche di fornitura

Entro il termine di 10 giorni dell'approvazione dei documenti di cui al paragrafo 6.2 l'Appaltatore dovrà fornire, franco cantiere, un prototipo della struttura di supporto consistente in un "palchetto tipo 1" in acciaio tipo S235.

Tale prototipo si rende necessario per la verifica in sito di eventuali interferenze ad oggi non rilevabili. Il prototipo non è ricompreso nei 57 "palchetto tipo 1" previsti dalla fornitura.

Entro il termine di 15 giorni dall'approvazione del prototipo da parte della Carbosulcis, l'Appaltatore dovrà far pervenire, franco cantiere, una prima consegna comprendente n. 10 strutture di supporto "palchetto tipo 1" e n. 5 strutture di supporto "palchetto tipo 2" così come da elaborato grafico progettuale.

Una seconda consegna, analoga alla precedente (n. 10 strutture di supporto "palchetto tipo 1" e n. 5 strutture di supporto "palchetto tipo 2"), dovrà essere recapitata, franco cantiere, entro 15 giorni dalla prima consegna.

Il completamento della fornitura (n. 37 strutture di supporto "palchetto tipo 1", n. 19 strutture "palchetto tipo 2", opere accessorie: "scale con gabbia n. 83 pezzi" e "parapetti n. 84 pezzi") dovrà essere consegnato, franco cantiere, entro 1 mese dalla seconda consegna.

Il riepilogo della tempistica di esecuzione del contratto è riportato nel cronoprogramma che segue:

### Riepilogo cronoprogramma contratto

		giorni						
		10	10	10	10	15	15	30
	<b>Programma delle attività dalla stipula del contratto:</b>							
1	fornitura disegni d'insieme e di officina							
2	approvazione disegni							
3	consegna prototipo							
4	approvazione prototipo							
5	consegna n°1							
6	consegna n° 2							
7	completamento fornitura							
<b>tempistica totale di esecuzione del contratto:</b>		<b>100 giorni</b>						

Legenda:

	attività appaltatore
	attività committente

In accordo con quanto previsto dall'art. 113 bis del d.lgs 50/2016, trascorsi i 100 giorni dalla stipula del contratto senza che l'intera fornitura sia stata completata, saranno applicate le penali per il ritardo in misura giornaliera pari all'1 per mille dell'ammontare netto contrattuale.

Le penali non possono comunque superare, complessivamente, il 10 per cento di detto ammontare netto contrattuale.

## 18. Appendice A: Elenco disegni

- Tav\_01-Definitivo Seruci I Fase I

## 19. Appendice B: Normativa applicabile

D.M. 17.01.2018	Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2018)
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 1993-1-4	Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali - Regole supplementari per acciai inossidabili
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 UNI EN 10029	Profilati a T ad ali uguali e a spigoli arrotondati di acciaio, laminati a caldo - Dimensioni e tolleranze dimensionali e di forma. Lamiere di acciaio laminate a caldo, di spessore $\geq$ o $>$ 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 - Assiemi 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 pre-produzione
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 visotattile 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 visotattile 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