

|           |          |                            |    |      |      |
|-----------|----------|----------------------------|----|------|------|
|           |          |                            |    |      |      |
|           |          |                            |    |      |      |
|           |          |                            |    |      |      |
|           |          |                            |    |      |      |
|           |          |                            |    |      |      |
|           |          |                            |    |      |      |
| C0        | 13/09/13 | Emissione per approvazione | DV | DL   | LM   |
| REVISIONE |          | DESCRIZIONE                | EL | CON. | APP. |

**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

**NUOVI INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA  
DI VENEZIA**

LEGGE N. 798 DEL 29-11-1984  
CONVENZIONE REP. N. 7191 DEL 04-10-1991  
ATTO ATTUATIVO REP. 8492 DEL 30-03-2011 (PROGETTAZIONE)

**INTERVENTI ALLE BOCCHE LAGUNARI PER  
LA REGOLAZIONE DEI FLUSSI DI MAREA**  
CUP: D51B020000500H1 (PROGETTAZIONE)

**PROGETTO ESECUTIVO**

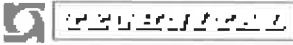
**WBS: CH.I1.48  
WBE: CH.I1.48.PE.09**

**BOCCA DI CHIOGGIA – PARATOIE E CONNETTORI  
PARATOIE  
SPECIFICA TECNICA  
MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI**

|  |   |                                  |
|--|---|----------------------------------|
| ELABORATO<br><b>D. Varisco</b>               | CONTROLLATO<br><b>D. Lesina</b>                 | APPROVATO<br><b>L. Mazza</b>     |
| N. ELABORATO<br><b>MV078P-PE-CAS-2001-C0</b> | CODICE FILE<br><b>MV078P-PE-CAS-2001-C0.doc</b> | DATA<br><b>13 Settembre 2013</b> |


**CONSORZIO "VENEZIA NUOVA"**

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>COORDINAMENTO PROGETTAZIONE</b><br><br>VERIFICATO:<br><br><b>V. ARDONE</b><br><br><br><b>CONSORZIO VENEZIA NUOVA</b> | <b>PROGETTAZIONE</b><br><br><br><b>IL RESPONSABILE</b><br><br><b>PROGETTAZIONE<br/>SPECIALISTICA</b> | <br><b>ALBERTO SCOTTI</b><br>Dott. Ing.<br>Settore:<br>Ambientale<br><b>ING. A. SCOTTI</b><br><b>TECON</b> |
|---|---|---|


|   |          |                  |   |           |
|---|----------|------------------|---|-----------|
|  | Rev.     | Data:            | El. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 2 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |           |

## INDICE


|         |   |    |
|---------|---|----|
| 1.      | INTRODUZIONE                                    | 7  |
| 2.      | GENERALITA'                                     | 8  |
| 2.1.    | Struttura delle paratoie                        | 8  |
| 2.2.    | Classi strutturali                              | 9  |
| 2.3.    | Documenti di riferimento del progetto esecutivo | 12 |
| 2.4.    | Normative                                       | 12 |
| 2.5.    | Vita utile dell'opera                           | 21 |
| 2.6.    | Sistema Qualità                                 | 21 |
| 2.7.    | Definizioni                                     | 22 |
| 3.      | ACCIAIO PER STRUTTURE                           | 23 |
| 3.1.    | Generalità                                      | 23 |
| 3.1.1.  | Tipi di materiale                               | 23 |
| 3.1.2.  | Tenacità dei materiali                          | 24 |
| 3.1.3.  | Certificati e collaudo                          | 25 |
| 3.1.4.  | Marcatura                                       | 26 |
| 3.1.4.1 | Generalità                                      | 26 |
| 3.1.4.2 | Marcatura con caratteri pitturati               | 27 |
| 3.1.4.3 | Marcatura con punzone                           | 27 |
| 3.2.    | Lamiere, piatti e profilati laminati a caldo    | 28 |
| 3.3.    | Tubi per aria compressa                         | 28 |
| 3.4.    | Bulloneria                                      | 28 |
| 3.5.    | Materiale da pronto                             | 29 |
| 3.5.1.  | Generalità                                      | 29 |
| 3.5.2.  | Collaudo  | 29 |
| 4.      | COSTRUZIONE                                     | 30 |
| 4.1.    | Generalità                                      | 30 |
| 4.1.1.  | Scopo   | 30 |
| 4.1.2.  | Definizioni ed abbreviazioni                    | 30 |
| 4.2.    | Saldatura                                       | 31 |
| 4.2.1.  | Generale  | 31 |
| 4.2.2.  | Definizioni                                     | 31 |
| 4.2.3.  | Classe di saldatura                             | 32 |
| 4.2.4.  | Procedimenti di saldatura                       | 33 |
| 4.2.4.1 | Procedimenti di saldatura utilizzabili          | 33 |
| 4.2.4.2 | Limiti di impiego dei processi di saldatura     | 34 |
| 4.2.5.  | Materiali d'apporto e protezione                | 35 |
| 4.2.5.1 | Generalità                                      | 35 |
| 4.2.5.2 | SMAW  | 35 |
| 4.2.5.3 | SAW   | 36 |
| 4.2.5.4 | GTAW  | 36 |
| 4.2.5.5 | GMAW  | 36 |
| 4.2.5.6 | GSFCAW e SSFCAW                                 | 36 |

|   |          |                  |   |           |
|---|----------|------------------|---|-----------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 3 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |           |

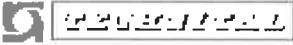
|          |   |    |
|----------|---|----|
| 4.2.5.7  | Gas   | 36 |
| 4.2.5.8  | Gestione dei materiali d'apporto                              | 36 |
| 4.2.5.9  | Elettrodi   | 37 |
| 4.2.5.10 | Flussi  | 38 |
| 4.2.5.11 | Fili  | 38 |
| 4.2.6.   | Documentazione iniziale                                       | 39 |
| 4.2.7.   | Registro dei procedimenti di saldatura                        | 40 |
| 4.3.     | Procedimenti di saldatura                                     | 41 |
| 4.3.1.   | Generalità  | 41 |
| 4.3.2.   | Preriscaldamento, interpass e apporto termico                 | 42 |
| 4.3.2.1  | Preriscaldamento e Interpass                                  | 42 |
| 4.3.2.2  | Apporto Termico specifico                                     | 43 |
| 4.3.3.   | Specifiche di saldatura (WPS)                                 | 43 |
| 4.3.4.   | Qualifica dei procedimenti di saldatura (WPQR)                | 44 |
| 4.3.5.   | Principali posizioni di qualifica                             | 45 |
| 4.3.6.   | Validità dei procedimenti di saldatura (variabili essenziali) | 45 |
| 4.3.6.1  | Generalità  | 45 |
| 4.3.6.2  | Materiale   | 45 |
| 4.3.6.3  | Geometria e posizione della saldatura                         | 46 |
| 4.3.6.4  | Apparecchiature di saldatura                                  | 46 |
| 4.3.6.5  | Procedure   | 46 |
| 4.3.6.6  | Specifico per SMAW  | 47 |
| 4.3.6.7  | Specifico per SAW   | 47 |
| 4.3.6.8  | Specifico per GTAW  | 48 |
| 4.3.6.9  | Specifico per FCAW (GS e SS)                                  | 48 |
| 4.3.7.   | Prove   | 48 |
| 4.3.7.1  | Generalità  | 48 |
| 4.3.7.2  | Campione di prova   | 48 |
| 4.3.7.3  | Criteri di accettabilità                                      | 49 |
| 4.3.7.4  | Riprove   | 51 |
| 4.3.8.   | Prove speciali  | 51 |
| 4.3.8.1  | Riparazioni delle saldature                                   | 51 |
| 4.3.8.2  | Imburraggio   | 52 |
| 4.3.8.3  | Saldature con piattino di sostegno permanente                 | 52 |
| 4.4.     | Saldatori ed operatori  | 53 |
| 4.4.1.   | Generalità  | 53 |
| 4.4.2.   | Validità del certificato                                      | 54 |
| 4.4.3.   | Categorie di qualifica e prove richieste                      | 55 |
| 4.4.4.   | Qualifiche  | 55 |
| 4.4.4.1  | Generalità  | 55 |
| 4.4.4.2  | Saldatura automatica  | 55 |
| 4.4.4.3  | Saldatura manuale con ripresa al rovescio                     | 56 |
| 4.4.4.4  | Saldatura manuale senza ripresa a rovescio                    | 56 |
| 4.4.4.5  | Saldature di chiusura a completa penetrazione                 | 56 |
| 4.4.4.6  | Saldature d'angolo  | 56 |

|   |          |                  |   |           |
|---|----------|------------------|---|-----------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 4 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |           |


|          |  |    |
|----------|--|----|
| 4.4.4.7  | Scriccatori "Arc-air"  | 56 |
| 4.4.4.8  | Puntatori  | 56 |
| 4.4.4.9  | Riprova  | 57 |
| 4.5.     | Saldature in produzione  | 57 |
| 4.5.1.   | Generale   | 57 |
| 4.5.1.1  | Registri   | 57 |
| 4.5.1.2  | Tecnica  | 57 |
| 4.5.1.3  | Preparazione e accoppiamento   | 58 |
| 4.5.1.4  | Puntatura  | 59 |
| 4.5.1.5  | Interruzioni di saldatura  | 59 |
| 4.5.1.6  | Profili di saldatura   | 60 |
| 4.5.1.7  | Saldature con ripresa a rovescio   | 60 |
| 4.5.1.8  | Preparazione dei lembi   | 60 |
| 4.5.1.9  | Slivellamento  | 61 |
| 4.5.1.10 | Distanza tra le saldature  | 61 |
| 4.5.2.   | Sequenza di saldatura  | 61 |
| 4.5.3.   | Temperatura  | 62 |
| 4.5.4.   | Riparazioni  | 62 |
| 4.5.4.1  | Generalità   | 62 |
| 4.5.4.2  | Riparazioni di saldature complete  | 63 |
| 4.5.4.3  | Riparazione dei lembi  | 64 |
| 4.5.4.4  | Imburraggio  | 64 |
| 4.5.4.5  | Riparazione del materiale base   | 64 |
| 4.5.5.   | Saldatura di chiusura  | 65 |
| 4.5.5.1  | Procedimento   | 65 |
| 4.5.5.2  | Azioni normale e di imburraggio  | 66 |
| 4.5.5.3  | Piattino di sostegno permanente  | 67 |
| 4.5.6.   | Talloni di produzione  | 67 |
| 4.5.7.   | Saldature a completa penetrazione  | 69 |
| 4.5.7.1  | Saldature di testa   | 69 |
| 4.5.7.2  | Saldature a completa penetrazione a T  | 69 |
| 4.5.8.   | Esecuzione delle saldature d'angolo  | 69 |
| 4.6.     | Trattamenti termici  | 69 |
| 4.6.1.   | Provvedimenti adottati per ridurre concentrazioni delle sollecitazioni in presenza di giunti saldati | 69 |
| 4.6.2.   | Trattamenti termici previsti   | 73 |
| 4.7.     | Fabbricazione  | 75 |
| 4.7.1.   | Generalità   | 75 |
| 4.7.2.   | Attività di assiemaggio e costruzione  | 76 |
| 4.7.3.   | Lamiere dei fasciami   | 76 |
| 4.7.4.   | Attacchi temporanei saldati  | 77 |
| 4.7.5.   | Finitura della superficie  | 77 |
| 4.7.6.   | Finitura degli spigoli   | 78 |
| 4.7.7.   | Fori di rispetto della saldatura   | 78 |
| 4.7.8.   | Collegamenti tramite bulloni   | 79 |

|   |          |                  |   |           |
|---|----------|------------------|---|-----------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 5 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |           |

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| 4.8.      | Tolleranze dimensionali delle paratoie                    | 79 |
| 4.8.1.    | Generalità  | 79 |
| 4.8.2.    | Impostazione del controllo dimensionale                   | 80 |
| 4.8.3.    | Sistema di riferimento della paratoia                     | 81 |
| 4.8.4.    | Tolleranze  | 81 |
| 4.9.      | Tolleranze sui componenti prefabbricati                   | 83 |
| 4.9.1.    | Generalità  | 83 |
| 4.9.2.    | Profilati e travi saldate                                 | 83 |
| 4.9.2.1   | Generalità  | 83 |
| 4.9.2.2   | Tolleranze locali   | 83 |
| 4.9.2.3   | Rinforzi d'anima  | 83 |
| 4.9.3.    | Pannelli di lamiera rinforzata                            | 84 |
| 4.9.3.1   | Rinforzi che danno origine a incroci cruciformi           | 85 |
| 4.10.     | Ispezione delle saldature                                 | 86 |
| 4.10.1.   | Generalità  | 86 |
| 4.10.2.   | Definizioni   | 86 |
| 4.10.3.   | Metodi di CND   | 87 |
| 4.10.4.   | Estensione dei CND  | 88 |
| 4.10.5.   | Controllo dei cianfrini                                   | 89 |
| 4.10.6.   | Qualifica dei procedimenti e delle apparecchiature di CND | 89 |
| 4.10.6.1  | Procedure e qualifiche                                    | 89 |
| 4.10.6.2  | Controllo radiografico (RT)                               | 89 |
| 4.10.6.3  | Controllo ultrasonico (UT)                                | 90 |
| 4.10.6.4  | Ispezione con particelle magnetiche (MT)                  | 91 |
| 4.10.6.5  | Ispezione con Liquidi penetranti (PT)                     | 91 |
| 4.10.7.   | Qualifica del personale di CND                            | 92 |
| 4.10.8.   | Esecuzione del controllo visivo                           | 93 |
| 4.10.9.   | Esecuzione del controllo radiografico (RT)                | 93 |
| 4.10.9.1  | Generale  | 93 |
| 4.10.9.2  | Esame   | 93 |
| 4.10.10.  | Esecuzione del controllo ultrasonico (UT)                 | 94 |
| 4.10.10.1 | Apparecchiatura   | 94 |
| 4.10.10.2 | Esame   | 94 |
| 4.10.11.  | Esecuzione del controllo con particelle magnetiche (MT)   | 95 |
| 4.10.11.1 | Apparecchiatura   | 95 |
| 4.10.11.2 | Esame   | 96 |
| 4.10.11.3 | Particelle magnetiche fluorescenti                        | 97 |
| 4.10.12.  | Esecuzione del controllo con liquidi penetranti (PT)      | 97 |
| 4.10.12.1 | Materiale   | 97 |
| 4.10.12.2 | Esame   | 97 |
| 4.10.13.  | Limiti di accettabilità                                   | 98 |
| 4.10.13.1 | Generalità  | 98 |
| 4.10.13.2 | Limiti di accettabilità del controllo visivo              | 98 |
| 4.10.13.3 | Limiti di accettabilità del controllo RT                  | 98 |
| 4.10.13.4 | Limiti di accettabilità del controllo UT                  | 99 |

|   |          |                  |   |           |
|---|----------|------------------|---|-----------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 6 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |           |

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| 4.10.13.5 | Limiti di accettabilità del controllo MT  | 100 |
| 4.10.13.6 | Limiti di accettabilità del controllo PT  | 100 |
| 4.10.14.  | Rapporti  | 100 |
| 4.10.14.1 | Generalità  | 100 |
| 4.10.14.2 | Rapporti per controllo RT   | 101 |
| 4.10.14.3 | Rapporti per controllo UT   | 101 |
| 4.10.14.4 | Rapporti per controllo MT   | 101 |
| 4.10.14.5 | Rapporti per controllo PT   | 101 |
| 5.        | PROVE DI PRESSATURA   | 102 |
| 5.1.      | Generalità  | 102 |
| 5.2.      | Tubi per aria compressa   | 102 |
| 5.3.      | Struttura paratoia  | 103 |
| 6.        | SISTEMA DI ALLOGGIAMENTO E TRATTENIMENTO SNODO E<br>PREPARAZIONE DEL FORO NELLA PINNA | 104 |
| 6.1.      | Generalità  | 104 |
| 6.2.      | Elaborati di riferimento  | 104 |
| 6.3.      | Materiali   | 105 |
| 6.4.      | Viti e bulloni  | 106 |
| 6.5.      | Saldature   | 106 |
| 6.5.1.    | Generalità  | 106 |
| 6.5.2.    | Preparazione dei lembi  | 107 |
| 6.5.3.    | Saldature di acciai inossidabili  | 108 |
| 6.5.4.    | Riparazioni   | 108 |
| 6.5.5.    | Livelli di accettabilità dei controlli  | 109 |
| 6.6.      | Imburrature   | 109 |
| 6.6.1.    | Generalità  | 109 |
| 6.6.2.    | Elettrodi   | 110 |
| 6.6.3.    | Procedimenti, qualifiche e controlli  | 110 |
| 6.7.      | Trattamenti termici   | 111 |
| 6.8.      | Lavorazioni meccaniche e tolleranze dimensionali                                      | 111 |
| 6.9.      | Verniciatura  | 113 |
| 6.10.     | Protezione catodica   | 113 |
| 6.11.     | Guarnizioni   | 113 |
| 6.12.     | Tracciabilità   | 114 |
| 6.13.     | Installazione   | 114 |
| 6.14.     | Manutenzione e controlli  | 114 |

|   |          |                  |   |           |
|---|----------|------------------|---|-----------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 7 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |           |

## 1. INTRODUZIONE


La presente specifica definisce le condizioni di fornitura, presso cantieri ed officine, dei prodotti destinati alla fabbricazione delle strutture quali lamiera, piatti e profilati a caldo e definisce i requisiti minimi per la fabbricazione, la costruzione e i controlli della struttura e degli allestimenti in carpenteria metallica delle paratoie della Bocca di Chioggia, di cui alla WBE: CH.II.48.PE.09 “Bocca di Chioggia – Paratoie e connettori - Paratoie”.

Nelle pinne (la parte terminale verso mare delle paratie longitudinali) sono praticati i fori per l’installazione del sistema di alloggiamento e trattenimento snodo, che costituisce l’elemento di interfaccia tra la paratoia e il gruppo snodo/maschio del connettore.

Le indicazioni relative alla preparazione del foro al sistema di alloggiamento e trattenimento snodo sono riportate nell’ultimo capitolo.

Le paratoie saranno costruite, verniciate e allestite in un cantiere di prefabbricazione, trasportate al cantiere di stoccaggio ubicato all’Arsenale di Venezia o in altra area idonea indicata dal Concessionario, dove verranno montati gli strumenti e il complesso cerniera-connettore maschio, e successivamente installate nei cassoni di soglia della barriera.

Le paratoie si troveranno quindi temporaneamente in atmosfera (durante il periodo di costruzione, allestimento e stoccaggio) e normalmente immerse (dopo che sono state installate per il loro esercizio).

|   |          |                  |  |           |
|---|----------|------------------|--|-----------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 8 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |           |

## 2. GENERALITA'

### 2.1. Struttura delle paratoie

La struttura delle paratoie è costituita da fasciami in lamiera supportati e irrigiditi da elementi strutturali secondari, detti correnti e realizzati con profilati a bulbo, sostenuti a loro volta da telai trasversali, detti ossature rinforzate, realizzati con travi composte e raccordate con squadre d'angolo.

Le travi rinforzate trasversali sono sostenute da tre linee di puntellatura longitudinali: due in corrispondenza degli elementi strutturali relativi alle cerniere, realizzate con un diaframma forato, e una centrale realizzata con puntelli.

La paratoia è leggermente rastremata sui fianchi, mediante deviazione dei fasciami laterali, fino a un massimo di 30 mm per lato:

La tipologia strutturale descritta è valida per i fasciami superiore, inferiore e laterali.

I fasciami frontale e posteriore sono irrigiditi e sostenuti da elementi di rinforzo verticali, realizzati con profili a bulbo, con le estremità collegate con squadre ai corrispondenti correnti superiore e inferiore.

I correnti dei fasciami laterali sono collegati con squadre al primo corrente verticale dei fasciami frontale e posteriore.


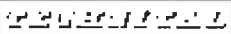
I correnti longitudinali e verticali sono disposti, in genere, con un interasse d'ossatura di 625 mm.

I telai trasversali rinforzati e i relativi elementi di puntellatura sono disposti, in genere, a interasse di 2500/2000 mm.

I correnti non vengono interrotti in corrispondenza di ogni telaio trasversale, ma sono continui attraverso intagli, di geometria opportuna, nell'anima delle travi rinforzate mantenendo il collegamento con l'anima stessa.

La struttura è completata da due zone, opportunamente rinforzate, in corrispondenza delle cerniere racchiuse entro fasciami che sono la prosecuzione di quelli superiore e laterali e di altre quattro zone in corrispondenza dei twist-lock ove i diaframmi longitudinali forati sono a spessore maggiorato e sono realizzati i ricettacoli cilindrici per accogliere i twist lock stessi.




|   |          |                  |   |           |
|---|----------|------------------|---|-----------|
|   | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 9 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |           |

Tutte le strutture sono di acciaio a basso tenore di carbonio.

Tutte le strutture sono saldate, a meno di alcuni elementi secondari che sono bullonati.


## 2.2. Classi strutturali

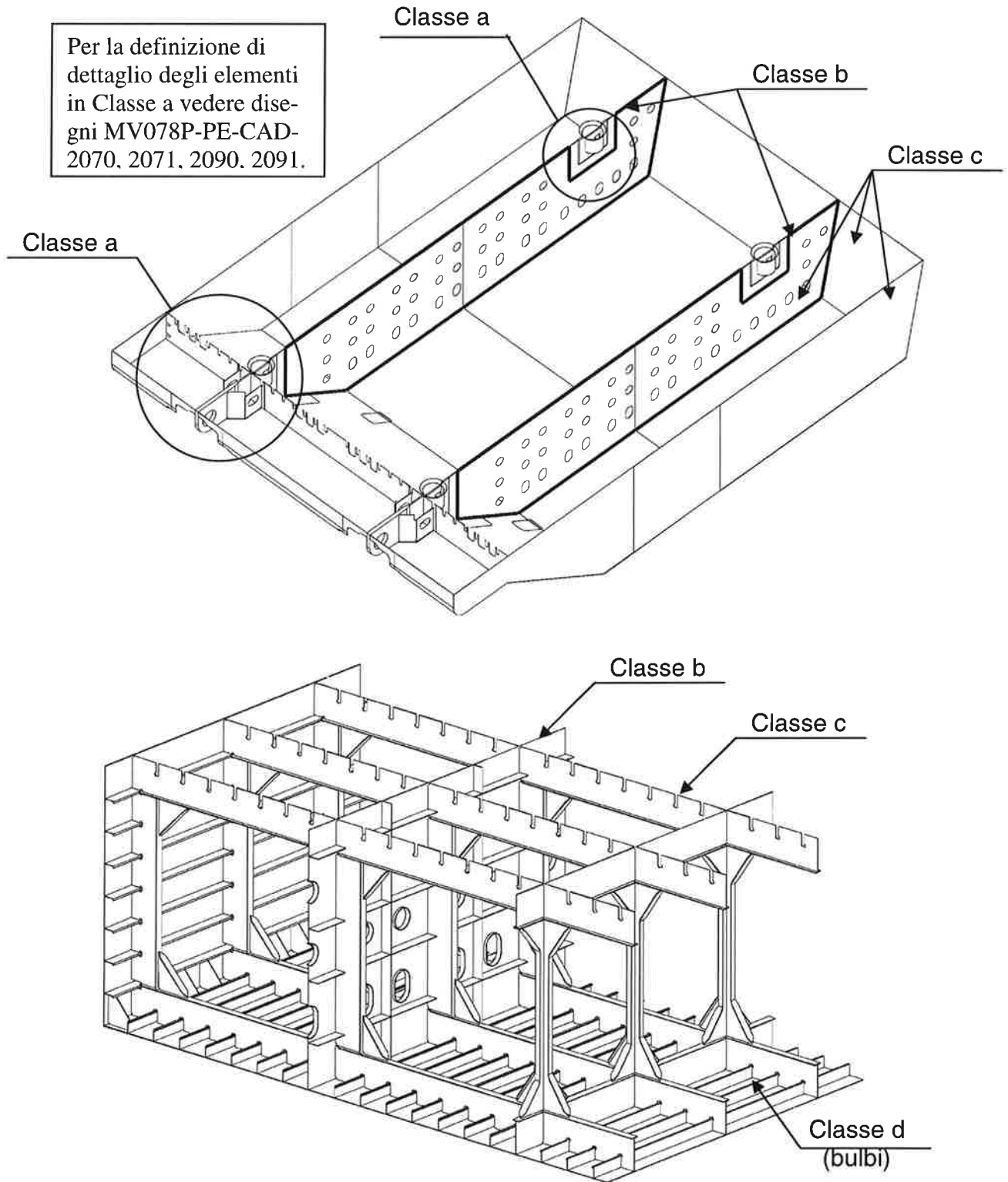
Gli elementi strutturali sono state suddivisi in classi (a-b-c-d-e), per ciascuna delle quali sono stati definiti il campo di applicazione dei materiali, le classi di saldatura, il tipo, l'estensione e l'accettabilità dei controlli considerati, in funzione anche dello spessore e della temperatura di servizio.


|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | El. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 10 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

| Classe Elemento | Definizione  |
|-----------------|--|
| a               | <p>Elementi strutturali essenziali per la sicurezza della struttura, con bassa ridondanza strutturale, forma complessa e concentrazione delle tensioni non facilmente prevedibile:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementi con spessore &gt; 40 mm nei complessi interfaccia cerniere e punti di sospensita.</li> </ul>  |
| b               | <p>Elementi strutturali essenziali per la sicurezza globale della struttura:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementi con spessore <math>\leq</math> 40 mm nei complessi interfaccia cerniere e punti di sospensita;</li> <li>• Lamiere e piatti costituenti le paratie longitudinali in asse cerniera.</li> </ul>  |
| c               | <p>Elementi strutturali essenziali per la sicurezza globale della struttura, di geometria semplice:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lamiere del fasciame;</li> <li>• Lamiere e piatti costituenti i telai trasversali di irrigidimento e la linea di puntellatura centrale;</li> <li>• Lamiere e piatti costituenti i supporti dei parabordi;</li> <li>• Lamiere e piatti non compresi nelle classi "a" e "b".</li> </ul> |
| d               | <p>Elementi strutturali significativi per la sicurezza locale della struttura:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Profilati a bulbo e altri elementi strutturali non rientranti nelle classi "a", "b" e "c";</li> <li>• tubi per aria compressa</li> </ul>   |
| e               | <p>Elementi strutturali non importanti ed elementi non strutturali.</p>  |

Le seguenti figure riportano schematicamente la suddivisione delle strutture della paratoia in classi strutturali.

|  |          |                  |  |            |
|--|----------|------------------|--|------------|
|  <b>PEREGRINO</b> | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 11 |
|  | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |



|   |          |                  |   |            |
|---|----------|------------------|---|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 12 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |


### 2.3. Documenti di riferimento del progetto esecutivo

Per una completa illustrazione delle strutture della paratoia si vedano le relazioni di calcolo, le specifiche e i disegni del progetto esecutivo, il cui elenco è riportato nel documento MV078P-PE-CZL-2001 “Elenco Elaborati”.


### 2.4. Normative

Le principali normative di riferimento pertinenti a questa specifica sono:


- UNI EN 10021:1995                      Condizioni tecniche generali di fornitura per l'acciaio ed i prodotti siderurgici
- UNI EN 10027-1:2006                      Sistemi di designazione degli acciai - Parte 1: Designazione simbolica
- UNI EN 10025-1:2005                      Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura
- UNI EN 10025-2:2005                      Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali
- UNI EN 10029:1992                      Lamiere di acciaio laminate a caldo, di spessore  $\geq 3$  mm. Tolleranze dimensionali, di forma e sulla massa
- UNI EN 10034:1995                      Travi ad I e ad H di acciaio per impieghi strutturali. Tolleranze dimensionali e di forma
- UNI EN 10024:1996                      Travi ad I ad ali inclinate laminate a caldo. Tolleranze dimensionali e di forma
- UNI 5398:1978                              Prodotti finiti di acciaio laminati a caldo. Travi IPE ad ali strette parallele. Dimensioni e tolleranze

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 13 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |


- UNI 5679:1973                      Prodotti finiti di acciaio laminati a caldo. Travi IPN. Dimensioni e tolleranze
- UNI 5397:1978                      Prodotti finiti di acciaio laminati a caldo. Travi HE ad ali larghe parallele. Dimensioni e tolleranze
- UNI EN 10056-1:2000              Angolari ad ali uguali e disuguali di acciaio per impieghi strutturali - Dimensioni
- UNI EN 10056-2:1995              Angolari ad ali uguali e disuguali di acciaio per impieghi strutturali. Tolleranze dimensionali e di forma.
- UNI EU 54:1981                      Piccoli profilati di acciaio ad U laminati a caldo
- UNI EN 10055:1998                  Profilati a T ad ali uguali e a spigoli arrotondati di acciaio, laminati a caldo - Dimensioni e tolleranze dimensionali e di forma
- UNI EN 10058:2004                  Barre di acciaio piane laminate a caldo per impieghi generali - Dimensioni e tolleranze sulla forma e sulle dimensioni
- UNI EN 10059:2004                  Barre di acciaio quadre laminate a caldo per impieghi generali - Dimensioni e tolleranze sulla forma e sulle dimensioni
- UNI EN 10060:2004                  Barre di acciaio tonde laminate a caldo per impieghi generali - Dimensioni e tolleranze sulla forma e sulle dimensioni
- UNI EN 10067:1998                  Piatti con bulbo laminati a caldo. Dimensioni e tolleranze sulla forma, sulle dimensioni e sulla massa
- UNI EN 10164:2005                  Acciai con caratteristiche di deformazione migliorate nella direzione perpendicolare alla superficie del prodotto - Condizioni tecniche di fornitura

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 14 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

- UNI EN 10160:2001      Controllo con ultrasuoni di prodotti piani di acciaio con spessore maggiore o uguale a 6 mm (metodo per riflessione)
- UNI EN 10002-1:2004      Materiali metallici - Prova di trazione - Parte 1: Metodo di prova a temperatura ambiente
- UNI EN 10083-1:2006      Acciai da bonifica - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura
- UNI EN 10083-2:2006      Acciai da bonifica - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura per acciai non legati
- UNI EN 10083-3:2006      Acciai da bonifica - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura per acciai legati
- UNI EN 10216:2005      Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione – condizioni tecniche di fornitura – parte 1: tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente
- UNI EN 10204:2005      Prodotti metallici – Tipi di documenti di controllo
- UNI EN ISO 377:1999      Acciaio e prodotti di acciaio – Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche
- UNI EN 10045-1:1992      Materiali metallici – Prova di resilienza su provetta Charpy – Metodo di prova
- AWS D1.1/D1.1M:2006      Structural Welding Code – Steel (American Welding Society)
- UNI EN 15607:2005      Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Regole generali
- UNI EN ISO 15609-1:2006      Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Specificazione della procedura di saldatura - Parte 1: Saldatura ad arco


|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 15 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

- UNI EN ISO 15609-2:2004      Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Specificazione della procedura di saldatura - Saldatura a gas
- UNI EN ISO 15609-3:2006      Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Specificazione della procedura di saldatura - Parte 3: Saldatura a fascio elettronico
- UNI EN ISO 15609-4:2009      Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Specificazione della procedura di saldatura - Parte 4: Saldatura a fascio laser
- UNI EN ISO 15609-5:2006      Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Specificazione della procedura di saldatura - Parte 5: Saldatura a resistenza
- UNI EN ISO 15614-1:2012      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 15614-2:2006      Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Prove di qualificazione della procedura di saldatura - Parte 2: Saldatura ad arco dell'alluminio e delle sue leghe
- UNI EN ISO 15614-7:2008      Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Prove di qualificazione della procedura di saldatura - Parte 7: Riporto mediante saldatura
- UNI EN 287-1:2007              Prove di qualificazione dei saldatori – Saldatura per fusione – Parte 1: Acciai


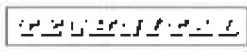
|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 16 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

- UNI EN 1418:1999      Personale di saldatura - Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata ed automatica di materiali metallici
- UNI EN 1435:2004      Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo radiografico dei giunti saldati
- UNI EN 12517-1:2007      Controllo non distruttivo delle saldature - Parte 1: Valutazione mediante radiografia dei giunti saldati di acciaio, nichel, titanio e loro leghe - Livelli di accettazione
- UNI EN 12517-2:2009      Controllo non distruttivo delle saldature - Parte 2: Valutazione mediante radiografia dei giunti saldati di alluminio e sue leghe - Livelli di accettazione
- UNI EN 583-1:2004      Prove non distruttive - Esame ad ultrasuoni - Parte 1: Principi generali
- UNI EN 583-2:2004      Prove non distruttive - Esami ad ultrasuoni - Parte 2: Regolazione della sensibilità e dell'intervallo di misurazione della base dei tempi
- UNI EN 583-3:1998      Prove non distruttive - Esame ad ultrasuoni - Tecnica per trasmissione
- UNI EN 583-4:2004      Prove non distruttive - Esame ad ultrasuoni - Parte 4: Esame delle discontinuità perpendicolari alla superficie
- UNI EN 583-5:2004      Prove non distruttive - Esame ad ultrasuoni - Parte 5: Caratterizzazione e dimensionamento delle discontinuità
- UNI EN 583-6:2009      Prove non distruttive - Esame ad ultrasuoni - Parte 6: Tecnica a diffrazione del tempo di vo-

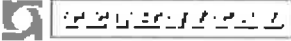


|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | El. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 17 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |


- lo come metodo di rilevamento e dimensionamento delle discontinuità
- UNI EN 1712:2005      Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati - Livelli di accettabilità
  - UNI EN 1713:2005      Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo mediante ultrasuoni - Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature
  - UNI EN 1714:2005      Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati
  - UNI EN 1290:2006      Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature
  - UNI EN 1291:2006      Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature - Livelli di accettabilità
  - UNI EN 571:1998      Prove non distruttive – Esame con liquidi penetranti - Principi generali
  - UNI EN 1289:2006      Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo delle saldature mediante liquidi penetranti - Livelli di accettabilità
  - UNI EN 970:1997      Controllo non distruttivo di saldature per fusione. Esame visivo
  - UNI EN 462-1:1995      Prove non distruttive. Qualità dell'immagine delle radiografie. Indicatori della qualità dell'immagine (tipo a fili). Determinazione del valore della qualità dell'immagine.
  - UNI EN 462-2:1995      Prove non distruttive. Qualità dell'immagine delle radiografie. Indicatori della qualità dell'immagine (tipo a gradini ed a fori). Determinazione del valore della qualità dell'immagine.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|   | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 18 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |


- UNI EN 462-3:1997 Prove non distruttive. Qualità dell'immagine delle radiografie. Classi di qualità dell'immagine per i metalli ferrosi.
- UNI EN 462-4:1995 Prove non distruttive. Qualità dell'immagine delle radiografie. Valutazione sperimentale dei valori e dei prospetti della qualità dell'immagine.
- UNI EN 462-5:1997 Prove non distruttive. Qualità dell'immagine delle radiografie. Indicatori della qualità dell'immagine (tipo a filo doppio). Determinazione dei valori di non nitidezza dell'immagine.
- ISO 5579:1998 Non destructive testing – Radiographic examination of metallic materials by X and gamma rays – Basic rules
- UNI EN 473:2008-11 Prove non distruttive - Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive - Principi generali
- UNI EN 16018:2011 Prove non distruttive - Terminologia - Termini utilizzati nel controllo a ultrasuoni con tecnica a schiera di elementi controllati in fase
- UNI ENV 583-6:2009 Prove non distruttive – Esame ad ultrasuoni – Parte 6: Tecnica a diffrazione del tempo di volo come metodo di rilevamento e dimensionamento delle discontinuità
- UNI EN ISO 10863:2012 Prove non distruttive delle saldature – Controllo mediante ultrasuoni – Tecnica della diffrazione del tempo di volo (TOFD)
- UNI EN 15617:2009 Prove non distruttive delle saldature - Tecnica della diffrazione dei tempi di volo (TOFD) - Livelli di accettazione

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 19 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

- UNI EN 10163-1:2005      Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiera, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo - Parte 1: Requisiti generali
- UNI EN 10163-2:2005      Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiera, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo - Parte 2: Lamiera e larghi piatti
- UNI EN 10163-3:2005      Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiera, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo - Parte 3: Profilati
- UNI EN 10238:2009      Prodotti di acciaio per impieghi strutturali sabbiati in automatico e preverniciati con una mano di fondo applicata in automatico
- UNI EN ISO 12944-1:2001      Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Introduzione generale
- UNI EN ISO 12944-2:2001      Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Classificazione degli ambienti
- UNI EN ISO 12944-3:2001      Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Considerazioni sulla progettazione
- UNI EN ISO 12944-4:2001      Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Tipi di superficie e loro preparazione
- UNI EN ISO 12944-5:2008      Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | El. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 20 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

- UNI EN ISO 12944-6:2001 Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Prove di laboratorio per le prestazioni
- UNI EN ISO 12944-7:2001 Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura
- UNI EN 20898-2:2012 Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio al carbonio e acciaio legato – Parte 2 – Dadi con classi di resistenza specificate - Filettatura a passo grosso e filettatura a passo fine
- UNI EN 20898-7:1996 Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale da 1 mm a 10 mm.
- UNI EN ISO 3506-1:2010 Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio inossidabile resistente alla corrosione - Parte 1: Viti e viti prigioniere
- UNI EN ISO 3506-2:2010 Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio inossidabile resistente alla corrosione - Parte 2: Dadi
- UNI EN ISO 3506-3:2010 Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio inossidabile resistente alla corrosione - Parte 3: Viti senza testa e particolari simili non soggetti a trazione
- UNI EN ISO 1234:2000 Copiglie
- UNI EN ISO 7091:2001 Rondelle piane – Serie normale – Categoria C
- UNI 8842:1985 Rosette elastiche con dentatura sovrapposta

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 21 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

- NTC 2008 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”  
Decreto Ministero Infrastrutture del  
14/01/2008
- R.I.Na. "Regolamento per la classificazione delle na-  
vi", 2013

Altre indicazioni specifiche sono riportate nei successivi capitoli di questa specifica; in particolare i riferimenti normativi per il sistema di alloggiamento e trattenimento snodo sono riportati al capitolo 6.

Sono da considerarsi vincolanti le leggi, norme tecniche, direttive, decreti, ecc. citate e richiamate in quelle citate, emanate da enti autorizzativi, in vigore in Italia, in ambito UE e negli USA (per le parti citate con riferimento alle saldature), nella revisione vigente alla data della consegna dei lavori.

## 2.5. Vita utile dell'opera


La vita utile per le opere è di 100 anni.

## 2.6. Sistema Qualità

Per il Controllo e l'Assicurazione della Qualità l'Impresa e i suoi Sub-Contrattisti e Fornitori devono essere dotati di un Sistema di Gestione per la Qualità certificato che assicuri i requisiti, le procedure e i criteri definiti dalle Norme:

- UNI EN ISO 9001:2008: SISTEMI DI GESTIONE PER LA QUALITÀ - REQUISITI

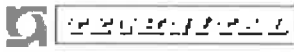
I lavori dovranno essere eseguiti in regime di "Controllo della Qualità - Garanzia di Qualità", pertanto, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori i "Piani di Controllo della Qualità" (blanc format) per i diversi materiali impiegati, per la costruzione, l'ispezione e il controllo dei materiali e dei componenti e strutture fabbricati; dovrà compilarli e tenerli aggiornati durante l'avanzamento dei lavori; dovrà altresì sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori le Procedure di lavoro per le varie fasi operative, cui si farà riferimento nei "Piani di Controllo della Qualità" stessi.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  <b>MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI</b> | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 22 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

## 2.7. Definizioni

Nel testo sono usate le seguenti definizioni ed abbreviazioni:

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| DIREZIONE LAVORI (DL)       | Figura incaricata dalla committenza al fine di assicurare la responsabilità tecnico/amministrativa fino al completamento dei lavori  |
| IMPRESA                     | Società che avrà in carico la costruzione delle paratoie.  |
| PRODUTTORE                  | Società od Ente produttore dell'acciaio.   |
| ESAMINATORE O ENTE DI PROVA | Persona o organismo approvato dalla Direzione Lavori, per le attività relative a prove, controlli, certificazioni, ecc.; per le attività relative alle strutture di tipo navale può essere un membro IACS (International Association of Certification Societies) |

|   |          |                  |   |            |
|---|----------|------------------|---|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 23 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

### 3. ACCIAIO PER STRUTTURE

#### 3.1. Generalità

##### 3.1.1. Tipi di materiale

Il materiale utilizzato è acciaio a basso tenore di carbonio designato in accordo a UNI EN 10027-1 e con caratteristiche basate sulle specifiche UNI EN 10025, con i requisiti aggiuntivi riportati nel seguito della presente specifica.


**Tabella A – Designazione degli acciai utilizzati**

| elementi  | classe         | spessore              | materiale | norma  | requisiti aggiuntivi<br>(ref. UNI EN 10025-1)  |
|---|----------------|-----------------------|-----------|--|--|
| lamiere e piatti                                      | a              | >40 mm                | S355K2    | UNI EN 10025-1<br>UNI EN 10025-2<br>UNI EN 10164 | ✓ Opzione 4<br>Classe di qualità Z35<br>✓ Opzione 6<br>Controllo a ultrasuoni<br>✓ Opzione 10<br>Marcatura |
| lamiere e piatti                                      | b              | >20 mm<br>e<br>≤40 mm | S275J2    | UNI EN 10025-1<br>UNI EN 10025-2                 | ✓ Opzione 10<br>Marcatura  |
| lamiere, piatti,<br>ferri a bulbo,<br>profilati, ecc. | b - c<br>d - e | ≤20 mm                | S275J0    | UNI EN 10025-1<br>UNI EN 10025-2                 | ✓ Opzione 10<br>Marcatura  |
| lamiere, piatti,<br>profilati, ecc.                   | e              | ≤16 mm                | S235JR    | UNI EN 10025-1<br>UNI EN 10025-2                 | -  |
| tubi aria com-<br>pressa                              | d              | -                     | P235TR1   | UNI EN 10216                                     | -  |

Per tutti gli acciai strutturali vengono applicate le seguenti proprietà elastiche previste dalle norme:

- $E = 206000 \text{ N/mm}^2$                       modulo di elasticità
- $G = 80000 \text{ N/mm}^2$                       modulo di taglio
- $\nu = 0.3$                                       modulo di Poisson
- $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$                         densità di massa
- $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$                 coefficiente di espansione termica

Le caratteristiche di resistenza degli acciai impiegati, ossia tensione di snervamento  $f_y$  e tensione di rottura  $f_u$ , previste dalle norme ed adottate nelle analisi strutturali, per gli spessori in uso, sono riassunte nella seguente tabella B, per tutte le al-

|   |          |                  |   |            |
|---|----------|------------------|---|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 24 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

tre caratteristiche si fa riferimento alle norme citate con le modifiche ed aggiunte riportate nella presente specifica:

**Tabella B – Caratteristiche di resistenza acciai**

| Acciaio | Tensione di Snervamento $f_y$ (MPa)<br>[Carico unitario minimo di snervamento $R_{eH}$ ] |                             |                             |                               |                               | Tensione di Rottura<br>$f_u$ (MPa)<br>[Resistenza a trazione $R_m$ ] |                               |
|---------|--|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|-------------------------------|
|         | $t \leq 16$ mm   | $16$ mm $< t \leq$<br>40 mm | $40$ mm $< t \leq$<br>63 mm | $100$ mm $< t \leq$<br>150 mm | $150$ mm $< t \leq$<br>200 mm | $3$ mm $< t \leq$<br>100 mm  | $100$ mm $< t \leq$<br>250 mm |
| S355K2  | -  | -                           | 335                         | -                             | 285                           | 470 ÷ 630  | 450 ÷ 600                     |
| S275J2  | -  | 265                         | -                           | -                             | -                             | 410 ÷ 560  | -                             |
| S275J0  | 275  | 265                         | -                           | -                             | -                             | 410 ÷ 560  | -                             |
| S235JR  | 235  | -                           | -                           | -                             | -                             | 360 ÷ 510  | -                             |
| P235TR1 | 235  | -                           | -                           | -                             | -                             | 360 ÷ 500  | -                             |


I materiali contemplati da questa specifica possono essere approvvigionati da ferreria o da pronto (stocchista). In ogni caso la documentazione e la certificazione richieste dovranno essere disponibili per la Direzione Lavori prima dell'impiego dei materiali nel progetto.

### 3.1.2. Tenacità dei materiali

La prova di resilienza, di tipo Charpy-V in senso longitudinale, dovrà essere eseguita in conformità alla UNI EN 10045 e come prescritto da UNI EN 10025-1 par. 10.2.2.

Le temperature a cui eseguire le prove di tenacità e le energie assorbite richieste per ogni acciaio designato (ref. Prospetto 9 di UNI EN 10025-2) sono indicate nella tabella C seguente, in funzione della temperatura di progetto ( $T_p \geq -5$  °C), dello spessore delle lamiere e delle classi strutturali.



|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | El. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 25 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

**Tabella C- Temperatura di prova di tenacità ed energie assorbite**

| elementi  | classe         | spessore                | materiale | norma                         | Temperatura di prova (1) | Energia minima (J) assorbita dal materiale base |
|---|----------------|-------------------------|-----------|-------------------------------|--------------------------|---|
| lamiere e piatti                                | a              | >150 mm<br>e<br>≤250 mm | S355K2    | UNI EN 10025-2<br>Prospetto 9 | -20°C                    | 33  |
| lamiere e piatti                                | a              | >40 mm<br>e<br>≤150 mm  | S355K2    | UNI EN 10025-2<br>Prospetto 9 | -20°C                    | 40  |
| lamiere e piatti                                | b              | >20 mm<br>e<br>≤40 mm   | S275J2    | UNI EN 10025-2<br>Prospetto 9 | -20°C                    | 27  |
| lamiere, piatti, ferri a bulbo, profilati, ecc. | b - c<br>d - e | ≤20 mm                  | S275J0    | UNI EN 10025-2<br>Prospetto 9 | 0°C                      | 27  |
| lamiere, piatti, profilati, ecc.                | e              | ≤16 mm                  | S235JR    | UNI EN 10025-2<br>§7.3.2.2    | Non richiesta            |   |
| tubi aria compressa                             | d              | -                       | P235TR1   | UNI EN 10216                  | Non richiesta            |   |


Note:

(1) Prove di tenacità eseguite a temperature più basse sono accettabili purché vengano rispettati i requisiti di energia assorbita indicati.

Come richiesto da UNI EN 10025-1 §10.2.2, il valore medio dei risultati dei tre risultati di prova deve corrispondere al requisito specificato (cioè non deve essere inferiore all'energia minima di Tabella C). Un singolo valore può risultare minore del valore medio minimo prescritto, a condizione che non risulti minore del 70% di tale valore.

### 3.1.3. Certificati e collaudo

I documenti richiesti per i materiali sono quelli prescritti dalle norme ai paragrafi riportati nella seguente tabella.

|   |          |                  |   |            |
|---|----------|------------------|---|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 26 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

#### Tabella D - Tipi di certificato

| Classe elementi strutturali | Certificato secondo EN 10204 -Ed. 2005 |
|-----------------------------|--|
| a, b, c                     | 3.2                                    |
| d                           | 3.1                                    |
| e                           | 2.2                                    |


Sono accettati certificati verificati da Esaminatori accettati dalla Direzione Lavori. Copia dei certificati conforme agli originali ed emessa dal Servizio Qualità del Produttore del materiale è considerata equivalente al certificato originale. Copia dei certificati che non ricadono nel caso precedente può essere accettata quale sostitutiva degli stessi solo se autenticata da Esaminatore accettato dalla Direzione Lavori. In ogni caso i certificati dei materiali di componenti soggetti ad approvazione di Enti di Certificazione (es. materiali dei rizzaggi temporanei per il trasporto) dovranno soddisfare le normative e le richieste dell'ente in oggetto. Se richiesto dalla Direzione Lavori, le prove di collaudo dovranno essere eseguite alla presenza di un suo rappresentante.

Se durante l'esecuzione delle prove meccaniche venisse riscontrata la presenza di difetti non attesi e pregiudizievoli per l'impiego del materiale allo scopo destinato, la lamiera, il profilato o il tubo dal quale le provette sono state ricavate dovrà essere sottoposto ad accertamenti mediante controlli addizionali atti a chiarire la natura e l'estensione dei difetti rilevati. Detti esami potranno essere estesi, su richiesta della Direzioni Lavori e ad onere e spesa dell'Impresa, anche a tutti gli altri prodotti costituenti l'unità di collaudo. Se i risultati di questi controlli confermasero dimensioni ed estensioni dei difetti che pregiudichino l'impiego del materiale, i prodotti dovranno essere scartati anche nel caso di esito positivo delle altre prove di collaudo.

#### 3.1.4. Marcatura

##### 3.1.4.1 *Generalità*

La marcatura deve essere conforme ai requisiti espressi in UNI EN 10025 e al tipo di documento di controllo richiesto. Valgono inoltre le indicazioni sotto riportate (opzione 10 di UNI EN 20025-1).

|   |          |                  |   |            |
|---|----------|------------------|---|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 27 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

Tutti i prodotti, al termine del collaudo, dovranno essere stampigliati a vernice e punzone. Tali marcature vanno posizionate agli angoli della lamiera o ai due estremi dei profilati e dei tubi. Sulle lamiere le scritture dovranno essere poste a 90° rispetto alla direzione di laminazione.

#### *3.1.4.2 Marcatura con caratteri pitturati*

La marcatura va effettuata con vernice bianca ed i caratteri dovranno essere di almeno 40 mm di altezza. Le indicazioni da riportare sono le seguenti:

- numero d'ordine d'acquisto;
- lunghezza, larghezza e spessore del prodotto o tipo di profilo o diametro e spessore;
- grado del materiale;
- marchio del fabbricante;
- direzione di laminazione (con freccia a doppia punta) con esclusione dei profilati.


#### *3.1.4.3 Marcatura con punzone*

La marcatura va effettuata su materiale di spessore 6 mm e superiori con punzone avente lettere di almeno 8 mm di altezza. Quanto punzonato dovrà essere evidenziato con una cornice di pittura bianca.

Le indicazioni da riportare sono le seguenti:

- tipo di acciaio e grado;
- numero di colata;
- numero della lamiera o del prodotto;
- marchio del fabbricante;
- punzone dell'Esaminatore.

La punzonatura successiva su prodotti semilavorati dovrà essere eseguita con punzoni del tipo a punte arrotondate (low stress).

|   |          |                  |   |            |
|---|----------|------------------|---|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 28 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

### 3.2. Lamiere, piatti e profilati laminati a caldo

Le lamiere ed i profilati laminati dovranno essere conformi ai requisiti delle norme EN 10025 ed ai requisiti definiti in questa specifica.

In particolare, con riferimento a UNI EN 10025-1:

Opzione 4: le lamiere strutturali di spessore superiore a 40 mm devono essere tutte in classe “a” e in materiale S355 qualità Z, con i requisiti aggiuntivi di questa specifica e con caratteristiche garantite in direzione perpendicolare alla superficie e dovranno essere controllate e collaudate conformemente ai requisiti della norma EN10164 - Classe Z35 con provette di diametro 10 mm per tutti gli spessori.

Opzione 6: per garantire la mancanza di difetti interni, le lamiere con spessore superiori a 40 mm devono essere controllate mediante ultrasuoni in conformità a EN 10164.

Opzione 10: ulteriori indicazioni sulla marcatura sono riportate in 3.1.4.

### 3.3. Tubi per aria compressa


Tutti i tubi dell’impianto di adduzione aria compressa e sfiato aria dalla paratoia devono essere in accordo alla norma UNI EN 10216, devono essere di qualità TR1 senza saldatura e devono soddisfare i requisiti indicati nella presente specifica per la classe strutturale “d”.

Tutte le saldature devono essere di testa a completa penetrazione e soddisfare le prescrizioni e i requisiti relativi indicati al capitolo 4.

### 3.4. Bulloneria

Tutti la bulloneria dovrà essere inox e rispettare le seguenti norme:

- Viti, Dadi e Barre Filettate: UNI EN ISO 3506, grado A4, classe 70
- Rosette UNI EN ISO 7091, AISI 316
- Rondelle UNI 8842, AISI 316
- Copiglie UNI EN ISO 1234, AISI 316

|   |          |                  |   |            |
|---|----------|------------------|---|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 29 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

### 3.5. Materiale da pronto


#### 3.5.1. Generalità

I materiali da pronto dovranno essere corredati con i certificati di collaudo verificati da Esaminatore od Ente di prova approvati dalla Direzione Lavori e soddisfacenti i requisiti di questa specifica. Tali certificati dovranno essere originali oppure copie conformi agli originali emesse dal Servizio Qualità del Produttore dei materiali. Copia dei certificati che non ricade in questi due casi può essere accettata quale sostitutiva degli stessi solo se autenticata da Esaminatore accettato dalla Direzione Lavori. Se all'origine il collaudo era stato verificato da Esaminatore non approvato dalla Direzione Lavori o con certificato non soddisfacente le richieste della presente specifica i materiali non possono essere considerati idonei.

La corrispondenza tra materiali e certificato dovrà essere verificata attraverso l'affidabilità del Sistema Qualità dello stocchista o mediante la ripetizione delle prove meccaniche e dell'analisi chimica per ogni unità di collaudo.

#### 3.5.2. Collaudo

Per i materiali da pronto la non conformità ai requisiti sopra menzionati dovrà essere segnalata alla Direzione Lavori, con il quale dovrà essere concordato un adeguato programma di accertamenti e prove che normalmente comporterà il collaudo completo dei prodotti secondo le richieste di questa specifica. In caso di difformità, cioè di valori che superino la banda di variazione ammessa dalla presente specifica o dalla norma di riferimento, i materiali non potranno essere trattati per campione, e potranno essere impiegati solo dopo aver superato le prove meccaniche e l'analisi chimica su tutti i singoli elementi.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 30 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

## 4. COSTRUZIONE

### 4.1. Generalità

#### 4.1.1. Scopo

Questo capitolo definisce i requisiti minimi per la fabbricazione e la costruzione delle strutture.

La specifica contiene i requisiti generali; tutto quanto indicato sui Disegni di Progetto prevale su quanto definito in questa specifica.

#### 4.1.2. Definizioni ed abbreviazioni

**Disegni di progetto:** I disegni del progetto esecutivo, unitamente alle altre specifiche contrattuali, definiscono le informazioni necessarie all'Impresa per l'esecuzione dei disegni costruttivi e della relativa ingegneria di dettaglio.

**Disegni costruttivi:** disegni di cantiere emessi dall'Impresa che contengono tutte le informazioni necessarie alla fabbricazione. I disegni relativi alla sequenza di assiemaggio e i disegni dei supporti provvisori sono considerati disegni di officina.


**Disegni "as built":** disegni costruttivi, emessi dall'Impresa, sui quali sono riportate tutte le informazioni su come la costruzione è stata effettivamente eseguita. I disegni relativi alla sequenza di assemblaggio e ai supporti temporanei non necessitano della versione "as-built" eccetto il fatto che tutti gli attacchi lasciati sulla struttura devono essere riportati sui disegni.

**Fabbricazione:** realizzazione di un singolo componente, principalmente effettuata in officina

**Costruzione:** assiematura di più componenti, principalmente effettuata in cantiere

**na :** non applicabile

**nr:** non richiesto

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 31 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

|           |   |
|-----------|---|
| Ry:       | minimo carico specifico di snervamento  |
| Ru:       | carico unitario di rottura  |
| t:        | spessore della saldatura in oggetto   |
| CND:      | Controlli non Distruttivi.  |
| Inserito: | parte di elemento strutturale di qualunque lunghezza avente la stessa sezione dell'elemento nel quale viene inserito. |

## 4.2. Saldatura

### 4.2.1. Generale


Tutte le saldature strutturali devono essere conformi alle richieste di questa specifica.

L'utilizzo dei piattini di sostegno a rovescio, al di fuori delle saldature di chiusura, è consentito solo dopo l'approvazione della Direzione Lavori.

### 4.2.2. Definizioni

Si usano le seguenti definizioni:

|         |  |
|---------|--|
| SMAW:   | <i>shielded metal arc welding</i> , saldatura con elettrodi rivestiti (con equipaggiamento manuale);               |
| SAW:    | <i>submerged arc welding</i> , saldatura ad arco sommerso (con apparecchiature automatiche);                       |
| GTAW:   | <i>gas tungsten arc welding</i> , saldatura con elettrodo non fusibile in tungsteno (con equipaggiamento manuale); |
| GMAW:   | <i>gas metal arc welding</i> , saldatura a filo continuo;  |
| GSFCAW: | <i>gas shielding flux cored arc welding</i> , saldatura a filo continuo animato;                                   |
| SSFCAW: | <i>self shielding flux cored arc welding</i> , saldatura a filo senza protezione di gas;                           |

|   |          |                  |   |            |
|---|----------|------------------|---|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 32 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

- WPS: *welding procedure specification*, specifica del procedimento di saldatura;
- WPQR: *welding procedure qualification report*; rapporto della qualifica di procedimento;
- ZTA: zona termicamente alterata;
- MF: metallo fuso;
- LF: linea di fusione;
- KCV: K = simbolo della resilienza;  
C = prova Charpy;  
V = intaglio a V;
- KCV in ZTA: la prova Charpy V è composta da tre gruppi di tre provini ciascuno prelevati in: LF (50%MF e 50%ZTA), LF+2mm, LF+5mm per un totale di nove provini;
- KCV in MF: la terna prova di Charpy V è composta da tre (3) provini nel centro del Metallo Fuso;
- TM: processo termomeccanico di laminazione attuato con un rigido controllo sia della temperatura delle lamiere sia del grado di laminazione;
- Q&T: *Quenched & Tempered*, materiale base temprato e rinvenuto.


#### 4.2.3. Classe di saldatura

Le saldature sono suddivise in classi, corrispondenti alla relativa classe di elemento strutturale, della quale mantengono lo stesso nome.

Per ogni classe di saldatura sono definite le differenti richieste applicabili ai procedimenti, alle caratteristiche meccaniche, al tipo e alle percentuali di CND e alla accettabilità dei difetti.

La saldatura tra elementi appartenenti a classi strutturali diverse, sarà quella relativa all'elemento strutturale di classe superiore.



|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.:    | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 33 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

#### 4.2.4. Procedimenti di saldatura

##### 4.2.4.1 *Procedimenti di saldatura utilizzabili*

Tutti i procedimenti devono essere approvati prima di essere utilizzati in produzione.

Tutti i procedimenti di saldatura utilizzati durante la fabbricazione devono essere caratterizzati da un basso apporto di idrogeno.

Tutti i processi di saldatura utilizzabili per le varie classi strutturali sono elencati nella tabella E.


Altri procedimenti potranno essere utilizzati previa approvazione della Direzione Lavori.

**Tabella E - Tipi di giunti e classi di saldatura**

|                           | Classe Elemento strutturale = Classe della saldatura |                |                                  |                          |           |
|---------------------------|--|----------------|----------------------------------|--------------------------|-----------|
|                           | a  | b              | c                                | d                        | e         |
| COMPLETA PENETRAZIONE     | SAW<br>SMAW<br>GS/SSFCAW                             |                |                                  |                          | SAW       |
| Prima passata             | GS/SSFCAW  | GTAW           | SMAW                             |                          |           |
| COMPLETA PENETRAZIONE A T | SAW<br>SMAW<br>GSFCAW                                |                |                                  | SAW<br>SMAW<br>GS/SSFCAW | SMAW      |
| Prima passata             |  | GTAW           | SMAW                             |                          |           |
| D'ANGOLO                  | SAW<br>SMAW<br>GSFCAW                                |                | SAW<br>SMAW<br>GS/SSFCAW<br>GMAW |                          | GS/SSFCAW |
| DI CHIUSURA               | na   | SMAW<br>GSFCAW |                                  | SMAW                     | GMAW      |
| Prima Passata             |  | GTAW           | SMAW                             | GS/SSFCAW                |           |
| DI SIGILLO                |  | SMAW           | GS/SSFCAW                        | GMAW                     |           |

L'uso del GTAW deve essere limitato alle prime passate qualora non sia possibile una ripresa a rovescio. Il GTAW deve essere utilizzato solo con corrente continua e polarità diretta.

La prima passata delle saldature longitudinali con ripresa a rovescio per le membrature principali può essere fatta in GMAW a condizione che venga completamente rimossa prima di eseguire la saldatura a rovescio.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 34 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

L'uso di procedimenti di saldatura "*narrow gap*" sono permessi solamente dopo approvazione della Direzione Lavori. In questo caso si devono documentare i dettagli completi relativi al procedimento, ai materiali d'apporto, alle tecniche di CND, alle applicazioni appropriate ed alle esperienze precedenti.


#### 4.2.4.2 Limiti di impiego dei processi di saldatura

I processi applicabili possono essere utilizzati solo nelle posizioni seguenti:

- SMAW: tutte le posizioni, eccetto verticale discendente.
- SAW: posizione piana; posizione piano frontale solo per saldature d'angolo.
- GMAW: posizione piana in generale, posizione orizzontale solo per saldature d'angolo, e con tecnica "*spray arc*".
- GS/SSFCAW: tutte le posizioni eccetto la posizione verticale discendente, (che vale solo per strutture di classe "e"), ma solo dopo approvazione della Direzione Lavori, sulla base di documentata esperienza dell'Impresa.

Inoltre non sono accettati procedimenti di saldatura che eccedano questi limiti:

- SMAW: per apporti termici superiore a 3 kJ/mm; con larghezza del cordone eccedente 16mm o quattro volte il diametro dell'elettrodo.
- SAW: per apporti termici superiori a 5kJ/mm.
- GTAW: quando non è realizzato un adeguato riparo ambientale.
- GSFCAW: per apporti termici superiori a 3kJ/mm; quando non è realizzato un opportuno riparo.
- SSFCAW: per apporti termici superiori a 1.5kJ/mm; con cordoni larghi; in verticale ascendente; senza il blocco su voltaggio e velocità del filo.
- TUTTI: saldature su materiali con spessore inferiore a 30mm e apporti termici superiore a 3kJ/mm; saldature a completa penetrazione con lembi retti e spessore superiore a 8mm; sal-

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 35 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

datura d'angolo a singola passata (oltre che per arco sommerso) con il lato maggiore superiore a 7 mm.

#### 4.2.5. Materiali d'apporto e protezione

##### 4.2.5.1 *Generalità*

I materiali d'apporto utilizzati devono soddisfare le richieste dei procedimenti di saldatura qualificati.

I materiali d'apporto devono avere una composizione chimica simile al materiale base e un carico di snervamento non inferiore a quello del materiale base.

I materiali d'apporto da usare in saldature di giunti costituiti da materiali base con differente carico di snervamento, saranno quelli applicabili all'acciaio con snervamento superiore.

È obbligatorio l'uso di materiali d'apporto che diano un deposito con basso livello di idrogeno (meno di 5cm<sup>3</sup> per 100 g di deposito di saldatura, utilizzando il sistema di misurazione a mercurio, oppure una umidità pari allo 0.2% del peso di materiale depositato, in accordo con AWS D1.1) quando si presenti una delle seguenti condizioni:


- saldature in classe "a, b, c";
- spessore di saldatura maggiore di 10 mm;
- carico minimo di snervamento di uno dei due materiali da saldare uguale o maggiore di 275 MPa.

Le confezioni degli elettrodi devono avere il livello di idrogeno certificato.

La classificazione degli elettrodi è data secondo AWS. Elettrodi classificati secondo altre specifiche o normative sono accettabili purché corrispondenti, in questo caso la WPQ ha nella denominazione commerciale una variabile essenziale. Tutti gli elettrodi devono riportare sul lato pinza la marcatura secondo la specifica o norma di riferimento.

##### 4.2.5.2 *SMAW*

Gli elettrodi per SMAW devono essere conformi al codice AWS A5.5 classifica E7015-A1, E7016-A1, E7018-A1, E8016-C3, E8018-C3, E9018-M ed AWS A5.1

|   |          |                  |   |            |
|---|----------|------------------|---|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 36 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

classifica E7015, E7016, E7018 ed E7028 (quest'ultimo solo per cordoni d'angolo).

#### 4.2.5.3 SAW

Fili e flussi per SAW devono essere conformi al codice AWS A5.17 classifica F6XX-EXXX o F7XX-EXXX o al codice AWS A5.23 classifica F7XX-EXXX-A1 o F8XX-EXXX-A1.

#### 4.2.5.4 GTAW

Le bacchette per GTAW devono essere conformi al codice AWS A5.18 e gli elettrodi devono essere in accordo con il codice AWS A5.12.

#### 4.2.5.5 GMAW

I materiali d'apporto per GMAW devono essere conformi al codice AWS A 5.18 (classi ER 70S2, ER 70S3, ER 70S6, ER 70S7). Procedimenti con 100% CO<sub>2</sub> non sono permessi; sono invece accettate miscele di gas con 80% Ar e 20% CO<sub>2</sub>.

#### 4.2.5.6 GSFCAW e SSFCAW

I relativi materiali d'apporto devono essere conformi al codice AWS A 5.20 (classi E70/71-T6 E70/71-T8) ed AWS A 5.29 (classi E81T1-Ni1-Ni2). La miscela di gas normalmente utilizzata è quella composta dall' 80% Ar e 20% CO<sub>2</sub>. Altri tipi di miscele potranno essere utilizzate dopo l'approvazione della Direzione Lavori.

#### 4.2.5.7 Gas


Il CO<sub>2</sub> deve avere un grado di purezza non inferiore al 99,8%, e il punto di rugiada non superiore a -45°C.

Argon e Elio devono avere un grado di purezza non inferiore al 99,99% e punto di rugiada non superiore a -45°C.

I gas devono essere forniti in bombole sulle quali deve essere chiaramente indicato il tipo. Le reti di distribuzioni fisse devono avere una chiara identificazione del loro contenuto. Si devono usare i riscaldatori per il CO<sub>2</sub>.

#### 4.2.5.8 Gestione dei materiali d'apporto

Tutti i materiali d'apporto devono essere forniti in contenitori ermetici, contro l'umidità, con una garanzia di tenuta di almeno 6 mesi.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 37 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

I contenitori chiusi devono essere immagazzinati in un locale asciutto la cui temperatura non deve essere inferiore a 20°C e l'umidità relativa non deve essere superiore al 50%.

Elettrodi, flussi e fili che sono stati contaminati da acqua, olio, grasso e tutto quanto ritenuto non idoneo, o materiali d'apporto senza marcatura non devono essere impiegati nel lavoro e devono essere tolti dal magazzino.

La Direzione Lavori ha la facoltà di poter eseguire un controllo su base mensile (o bimestrale in officina) e ogni volta che reputi ci sia una cattiva applicazione della procedura di essiccamento e conservazione.

La Direzione Lavori potrà, a sua discrezione, eseguire una prova di umidità su ogni lotto di elettrodi e flussi, in modo conforme al codice AWS A 5.5. Si devono prelevare campioni dai forni dove gli elettrodi e i flussi sono posti, pronti per essere utilizzati. Il massimo contenuto di umidità per peso deve essere 0.2% per elettrodi e 0.1% per flussi.

La Direzione Lavori si riserva il diritto di verificare le caratteristiche chimiche e meccaniche del materiale d'apporto attraverso controlli distruttivi.


#### 4.2.5.9 Elettrodi

Gli elettrodi a basso apporto di idrogeno devono essere essiccati per 2 ore a 350/450°C, a meno che il fornitore di elettrodi non raccomandi diversamente. Le termocoppie, che devono essere preventivamente calibrate, devono essere posizionate a metà altezza del forno. L'essiccamento iniziale può essere omesso nel caso in cui gli elettrodi siano forniti in contenitori totalmente ermetici con un contenuto d'idrogeno garantito.

Dopo l'estrazione dai forni per l'utilizzo, gli elettrodi devono essere messi in fornetti portatili a una temperatura non inferiore a 70°C e devono essere utilizzati entro le successive 4 ore.

Gli elettrodi che non sono stati utilizzati entro il tempo previsto possono essere riessiccati, previa verifica delle loro buone condizioni. Il riessiccamento è generalmente accettato fino a un massimo di due volte.

Gli elettrodi che non vengono utilizzati immediatamente dopo l'essiccamento possono essere tenuti in forni a temperatura non inferiore a 100°C.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 38 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

In alternativa si possono utilizzare elettrodi caratterizzati dal mantenimento del livello di idrogeno anche dopo l'apertura della confezione, per un certo numero di ore. Tali elettrodi sono commercialmente disponibili in confezioni di quantitativi pari ad un turno di lavoro o ad una intera giornata lavorativa. La Direzione Lavori si riserva comunque il diritto di effettuare un controllo delle caratteristiche di mantenimento di questo tipo di elettrodi. Nel caso si utilizzino tali elettrodi a livello di idrogeno controllato, quelli avanzati dal turno di lavoro non possono più essere utilizzati.

#### 4.2.5.10 *Flussi*

Per quanto riguarda l'immagazzinamento, l'utilizzo e il riessiccamento dei flussi a basso apporto di idrogeno valgono le stesse condizioni degli elettrodi.

La massima quantità di flusso riciclato in saldatura non deve eccedere il 30% della quantità totale (70% minimo di flusso nuovo). Il flusso può essere riciclato aspirandolo dalla saldatura e filtrandolo, prima della miscelazione con quello nuovo, in modo da eliminare le impurità.

L'Impresa deve provvedere a una procedura di gestione e riciclaggio che includa i dettagli di essiccamento, l'uso di forni di riscaldamento, il sistema di immagazzinamento e le circostanze nelle quali il flusso viene considerato non idoneo e scartato.


#### 4.2.5.11 *Fili*

Per l'immagazzinamento, l'utilizzo e il riessiccamento dei fili animati valgono le stesse condizioni degli elettrodi.

I fili non dovranno presentare tracce di grasso e umidità pena rischi di porosità, soffiature, cricche a caldo e scarso contatto elettrico.

La bobinatura deve essere regolare, per non causare fluttuazioni di corrente durante la saldatura.

Alla sera si devono togliere tutte le bobine dalle macchine automatiche, onde evitare possibile inquinamento da umidità.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 39 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |


#### 4.2.6. Documentazione iniziale

Prima di cominciare la costruzione e per qualsiasi procedimento di saldatura l'Impresa deve sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori:

- procedura di immagazzinamento e movimentazione dei materiali d'apporto;
- specifiche dei procedimenti di saldatura;
- qualifiche dei procedimenti di saldatura;
- qualifica dei saldatori o operatori;
- certificato di taratura degli apparecchi di saldatura;
- procedura di fabbricazione e sequenze di assiemaggio;
- lista dei materiali di consumo proposti e del loro fornitore;
- procedura per il trattamento termico;
- procedura per il controllo non distruttivo e le qualifiche del personale addetto;
- procedure di formatura a freddo e raddrizzatura;
- procedure di identificazione e controllo dei materiali;
- procedure per il controllo dimensionale ed il controllo delle tolleranze durante la fabbricazione;
- certificati dei materiali forniti;
- disegni di fabbricazione includenti i disegni del posizionamento delle saldature delle lamiere, e disegni del taglio delle lamiere;
- disegni e calcoli dei lavori temporanei, inclusivi di punti di supporto e di imbracatura;
- piante chiave con l'identificazione dei componenti e lo schema delle marche delle saldature.

Per casi particolari, quali strutture di servizio, l'Impresa potrà richiedere deroga per gli ultimi tre punti sopra riportati.

Tutti i documenti sopra elencati dovranno essere in accordo con quanto detto nelle seguenti sezioni.

|   |          |                  |   |            |
|---|----------|------------------|---|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 40 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

#### 4.2.7. Registro dei procedimenti di saldatura

Prima dell'inizio della costruzione l'Impresa deve preparare un "registro di procedimenti e specifiche di saldatura" che contenga tutte le informazioni sulle operazioni di saldatura. Questo registro dovrà essere disponibile alla Direzione Lavori in modo permanente nei luoghi dove la saldatura viene eseguita.

Esso deve contenere:

- una serie di schizzi di identificazione o una lista dei giunti da saldare, per ogni tipo;
- il sommario dei procedimenti di saldatura accettati con le loro qualifiche;
- tutte le specifiche dei procedimenti di saldatura che si prevede di utilizzare;
- i controlli distruttivi e non distruttivi da effettuare, specificando per questi ultimi la tecnica utilizzata.

Specifiche e qualifiche di saldatura che si rendesse necessario definire ed effettuare nel corso della fabbricazione dovranno essere aggiunte all'elenco.


Per ogni qualifica di procedimento di saldatura (WPQR) devono essere indicati:

- i riferimenti dei certificati di qualifica, quali la gamma degli spessori coperti insieme con il massimo carbonio equivalente IIW (CEV) e Pcm qualificato per acciai con  $R_y > 275 \text{ MPa}$ ;
- la registrazione della qualifica del procedimento di saldatura, con i certificati di fornitura e i certificati di ispezione in fabbricazione del materiale base e di apporto;
- la composizione chimica e il CEV / Pcm del campione di prova (solo per acciai con carico minimo di snervamento maggiore o uguale a 275 MPa).

Per ogni specifica di procedimento di saldatura (WPS) devono essere indicati:

- il grado del materiale base (quando il grado attualmente usato fosse differente da quello inizialmente previsto sui disegni, questo sarà indicato);
- la configurazione del giunto prima e dopo la saldatura (forma e tolleranza); il numero delle passate; se viene utilizzato un piattino di sostegno a rovescio



|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 41 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

permanente o temporaneo; il grado del materiale di cui è fatto il piattino, la precisione del posizionamento, il metodo di rimozione (se prevista);

- le condizioni e le misure particolari, quali temperature di preriscaldamento e di post-riscaldamento (per questo anche il tempo di permanenza), temperatura massima di interpass;
- se è previsto un trattamento termico di distensione: il procedimento, la temperatura, la durata, le velocità di riscaldamento e raffreddamento e le tolleranze per ognuno di questi parametri.

Per ogni passata devono essere indicati:


- il procedimento di saldatura specificando se è manuale, automatico o semiautomatico (se necessario);
- la posizione di saldatura;
- i materiali d'apporto utilizzati (nome codificato, nome commerciale, diametro);
- i parametri di saldatura con le relative tolleranze (voltaggio, velocità di avanzamento, corrente, apporto termico, tipo di gas e portata);
- dettagli della tecnica di saldatura, quali polarità e natura della corrente; direzione di saldatura; tipo di protezione (gas); cordone largo o stretto; se viene eseguita la ripresa a rovescio dopo la molatura o la preparazione.

### 4.3. Procedimenti di saldatura

#### 4.3.1. Generalità

Le saldature di classe "a, b, c" devono essere eseguite solo in modo conforme ai procedimenti di saldatura qualificati.

Tutti i procedimenti di saldatura che saranno utilizzati devono essere qualificati, a meno che l'Impresa non li abbia qualificati nei 12 mesi precedenti o non abbia interrotto il loro uso per più di 12 mesi. Qualifiche di procedimento di datazione precedente saranno confermate mediante un tallone di produzione da eseguirsi subito.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 42 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

Le saldature di classe "d" possono essere eseguite con procedimenti preventivamente qualificati dall'Impresa, senza il bisogno di una nuova qualifica.

Le saldature di classe "e" possono essere eseguite anche con procedimenti prequalificati senza qualifica di procedimento.

Prima di incominciare il lavoro l'Impresa deve qualificare o avere qualifiche per tutti i procedimenti di saldatura richiesti, per tutti i materiali e per tutte le saldature che devono essere eseguite.

L'Ente di Prova che ha eseguito o eseguirà le qualifiche deve essere approvato dalla Direzione Lavori.

Le informazioni indicate su ogni specifica del procedimento di saldatura devono essere complete e precise e non devono lasciare possibilità di scelta al saldatore riguardo a differenti combinazione di parametri.

#### 4.3.2. Preriscaldamento, interpass e apporto termico

##### 4.3.2.1 *Preriscaldamento e Interpass*

La puntatura e la saldatura devono essere eseguite con la gamma di temperatura e preriscaldamento stabilite in tabella F. La formula del Carbonio Equivalente è quella dello IIW:


$$CEV = C + Mn/6 + (Mo + Cr + V)/5 + (Ni + Cu)/15$$

**Tabella F - Temperature minime di preriscaldamento (in °C)**

| CEV<br>(analisi di controllo) | Spessori di saldatura (t) |          |           |
|-------------------------------|---------------------------|----------|-----------|
|                               | t < 20mm                  | t < 30mm | t > 30mm  |
| < 0.39                        | 20                        | 20       | 50 (20)   |
| < 0.41                        | 20                        | 20       | 75 (50)   |
| < 0.43                        | 20                        | 50 (20)  | 100 (75)  |
| < 0.45                        | 50 (20)                   | 100 (75) | 125 (100) |

Nota: I valori in parentesi si riferiscono solamente al SAW

La scricatura e l'ossitaglio non richiedono il preriscaldamento. La temperatura di preriscaldamento deve essere misurata sui lembi, ad almeno 50mm da entrambi i lati. La temperatura di interpass non deve essere inferiore alla temperatura di preriscaldamento, né superiore a 250°C.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 43 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

I valori di preriscaldamento e di interpass che differiscono da quelli teorici della Tabella F possono essere utilizzati a patto che vengano misurati durante l'esecuzione della qualifica, con esito positivo, del procedimento di saldatura.

#### 4.3.2.2 *Apporto Termico specifico*

L'apporto termico specifico di saldatura deve essere calcolato con una delle seguenti formule:

$$AT = 0.006 V \cdot A / s$$

$$AT = 0.001 V \cdot A \cdot T / (ROL)$$


dove: AT = apporto termico in KJ/mm; V = tensione d'arco in Volt; A = corrente di alimentazione dell'arco in Ampere; s = velocità di saldatura in cm/min; T = tempo d'arco in secondi; ROL = lunghezza in millimetri di deposito di saldatura fatto nel tempo T.

I valori di apporto termico per le passate di riempimento fatte con qualsiasi procedimento su acciai TM possono essere superiori a quelli previsti, a patto che, tramite la qualifica di procedimento, si dimostri essere non dannoso alle caratteristiche meccaniche dei giunti saldati.

#### 4.3.3. Specifiche di saldatura (WPS)

Le specifiche dei procedimenti di saldatura devono fissare le informazioni indicate nella EN 15607, EN15609 in aggiunta a quanto indicato di seguito (come riportato sul relativo registro del procedimento di qualifica):

- nome della società e numero della Specifica dei Procedimenti di Saldatura;
- procedimento di saldatura o procedimenti qualora più di uno vengano utilizzati nella realizzazione del giunto;
- tipo di acciaio, se normalizzato o TM, spessore, lunghezza, larghezza e diametro (quando applicabile) usati nella qualifica di procedimento;
- schizzo del giunto che mostri la preparazione dei lembi (specificando se ossitaglio o meccanico) e le tolleranze di accostamento del giunto;
- gamma degli spessori e dei diametri qualificati;
- posizione e verso di saldatura (per la posizione verticale);

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 44 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

- il nome commerciale, la misura e la classificazione degli elettrodi e dei flussi. Qualsiasi pretrattamento eseguito su elettrodi e flussi;
- nome, tipo e portata del gas di protezione e piattino se applicabile;
- schizzo che mostri i numeri dei cordoni, la sequenza di saldatura, i relativi elettrodi ed i parametri utilizzati per zone di giunto;
- per ogni passata: il tipo di corrente, polarità, intensità di corrente e voltaggio dell'arco, velocità di saldatura (ovvero, per i processi manuali, la lunghezza di materiale depositato e il relativo tempo);
- preparazione delle riprese a rovescio;
- valori di temperatura di preriscaldamento e massima interpass utilizzati durante la qualifica, e quelli da utilizzare in produzione; metodi di misura della temperatura;
- per procedimenti semi-automatici: posizione della torcia, fuoriuscita del filo, frequenza e variazione di ampiezza;
- trattamento termico dopo saldatura (per evitare le cricche da idrogeno o per la distensione) se applicabile;
- qualsiasi sistema utilizzato per aumentare il rendimento;
- procedimento di puntatura;
- metodo di rimozione per difetti di saldatura.


#### 4.3.4. Qualifica dei procedimenti di saldatura (WPQR)

La qualifica dei procedimenti di saldatura deve essere conforme alla AWS D1.1 oppure EN 15607, EN15609, e a quanto specificato qui di seguito.

I procedimenti di saldatura devono essere certificati da un Ente di Prova approvato dalla Direzione Lavori.

I giunti prequalificati previsti dalla AWS D1.1, si applicano solo a saldature di classe "e".

Un procedimento di saldatura qualificato può essere utilizzato in un'altra officina o cantiere, all'interno della stessa organizzazione.

|   |          |                  |   |            |
|---|----------|------------------|---|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 45 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

L'esecuzione della qualifica di procedimento per il SAW deve essere eseguita con la massima percentuale possibile di flusso riciclato prevista dalla procedura.

Quando la puntatura in produzione è destinata a rimanere nel giunto finale e viene eseguita con un procedimento differente da quello utilizzato per la saldatura, il tallone utilizzato per la qualifica dovrà essere similmente puntato e va effettuata una sezione con attacco macro in corrispondenza di una zona di puntatura.

#### 4.3.5. Principali posizioni di qualifica

Le principali posizioni di qualifica dovranno essere in accordo con la tabella 4.1 del codice AWS D1.1.

#### 4.3.6. Validità dei procedimenti di saldatura (variabili essenziali)

##### 4.3.6.1 *Generalità*


Un procedimento di saldatura qualificato deve essere utilizzato entro i limiti delle variabili essenziali come stabilito di seguito. I cambiamenti descritti nei paragrafi seguenti devono essere considerati essenziali e comportano l'esecuzione di un nuovo procedimento di qualifica.

Quando viene utilizzata una combinazione di processi di saldatura, le variabili applicabili a ogni processo sono pure applicate.

##### 4.3.6.2 *Materiale*

Materiale Base: aumento del grado di acciaio, cambiamento della qualità dell'acciaio. Aumento del CEV oltre lo 0.02% (solo per acciai con  $R_y > 300\text{MPa}$ ) e del Pcm oltre lo 0.01% dei massimi valori nominali degli acciai rispetto a quelli massimi di WPS. Cambio nello stato di fornitura (come laminato, normalizzato, TM, Q&T); la qualifica su un materiale normalizzato vale anche su un materiale TM ma non viceversa. Cambio degli elementi microleganti o della tecnica di fabbricazione per gli acciai con carico di snervamento nominale di 460MPa.

Preparazione dei lembi: presenza di rivestimento protettivo diverso da quello riconosciuto idoneo. Ossitaglio senza la molatura fino a materiale sano, quando questa condizione è accettabile dalla Direzione Lavori.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 46 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

#### 4.3.6.3 Geometria e posizione della saldatura

Angolo di cianfrino: cambiamento dell'angolo di cianfrino di +10° o -5°.

Spalla e aria: le variazioni della spalla e dell'aria in radice saranno in accordo con il codice AWS D 1.1, sia per le saldature con ripresa a rovescio sia per le saldature senza ripresa a rovescio.

Preparazione dei lembi: cambio da ripresa a rovescio a senza ripresa e viceversa; cambio nella preparazione (a V, a U, ecc. salvo che una preparazione a mezzo V qualifica un V, un K qualifica una X e le preparazioni 2:1 e 1:1 qualificano l'un l'altra e tutte le geometrie intermedie).

Spessore: al di fuori della gamma di spessori qualificati indicati nella norma EN 15614.

Slivellamento: per i valori eccedenti il minore tra 5mm o il 10%t nel caso di giunti con ripresa a rovescio, 3mm o il 10%t nel caso di giunti senza ripresa a rovescio. È permesso uno slivellamento di 2mm, indipendentemente dagli altri parametri.

Posizioni di saldatura: al di fuori della gamma di posizioni qualificate indicate nella tabella 4.1, del codice AWS D1.1.

#### 4.3.6.4 Apparecchiature di saldatura

Potenza: cambio a potenza pulsata.

Alimentazione: cambio da CA a CC e viceversa; cambio nella polarità in CC.


#### 4.3.6.5 Procedure

Procedimenti di saldatura: qualsiasi cambiamento nel procedimento di saldatura.

Preriscaldamento / interpass: per il preriscaldamento il limite inferiore è rappresentato dalla temperatura nominale di preriscaldamento all'inizio del test di qualifica con una tolleranza di -10°/+50°C. Per la temperatura di interpass il limite superiore è la temperatura di interpass nominale raggiunta durante la qualifica.

Trattamento termico di distensione dopo saldatura: aggiunto od omesso; cambiamento oltre la gamma specificata di temperatura; tempo di permanenza aumentato a più del 25%; velocità di salita e discesa oltre il 20%.

Gas di protezione: cambio nel tipo di gas da attivo ad inerte e viceversa. Cambio del 10% nella composizione del gas; cambio del +27% o -10% nella portata.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 47 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

Molatura: se la molatura tra le passate viene omessa.

Preparazione per la ripresa a rovescio: qualsiasi riduzione nella profondità della molatura rispetto a quella di qualifica per procedimenti automatici; qualsiasi aumento nella profondità di +10mm rispetto a quello di qualifica.

Ripresa a rovescio: se omessa.

Direzione di saldatura: cambio da ascendente a discendente e viceversa.

Parametri di saldatura

Voltaggio e corrente: variazione superiore al 10% dei valori medi.

Cordone: qualunque aumento della larghezza di cordone, per ogni diametro di elettrodo.

Velocità: variazione del 5% della velocità del filo tra le passate.

Apporto Termico: variazione del 10% (tolleranza applicata ai valori medi degli apporti termici misurati durante le passate di qualifica in radice, riempimento e finale) per saldature di classe "a" e di nodi di classe "b". Per saldature di qualsiasi altro elemento di classe "b" e di ogni altra classe si considera una variazione del 15%. Quando gli apporti termici in due posizioni sono differenti, la qualifica in entrambe le posizioni qualifica tutti gli apporti termici intermedi.

#### 4.3.6.6 Specifico per SMAW

Cambiamento di più del 20% della corrente misurata per ogni diametro di elettrodo.


Variazione del 10% della lunghezza di deposito per un elettrodo di ogni diametro e lunghezza; quando le lunghezze di deposito in due posizioni sono differenti, la qualifica in entrambe le posizioni qualifica le lunghezze accessorie intermedie.

Riduzione del diametro dell'anima dell'elettrodo usato per l'ultima passata. Tutte le ultime passate della saldatura di qualifica devono utilizzare lo stesso diametro di elettrodo.

#### 4.3.6.7 Specifico per SAW

Cambio del numero di fili utilizzati per ogni passata.

Cambio di più del 10% della separazione, longitudinale e trasversale nella tecnica

|   |          |                  |   |            |
|---|----------|------------------|---|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 48 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

tandem.

Cambio di più di 5° trasversalmente e 3° longitudinalmente nella direzione di alimentazione.

Uso della polvere di ferro.

#### 4.3.6.8 *Specifico per GTAW*

Quando l'aria in radice è superiore a 3mm è necessaria una qualifica separata.

Cambio del diametro dell'elettrodo di tungsteno.

#### 4.3.6.9 *Specifico per FCAW (GS e SS)*

Se il voltaggio medio per ogni passata depositata attraverso un processo automatico o semi automatico è cambiato di più del 10%.

Cambio della distanza tra elettrodo e pezzo.

### 4.3.7. Prove

#### 4.3.7.1 *Generalità*

La qualifica dei procedimenti di saldatura è basata su esami visivi, controlli non distruttivi e prove meccaniche su campioni.

Se vengono utilizzati differenti materiali d'apporto o processi di saldatura per lo stesso giunto, le relative prove di resilienza devono essere eseguite nella relativa regione di saldatura. Se viene utilizzata la tecnica tandem in SAW e le passate di riempimento hanno larghezza superiore a 19mm è richiesto un set di campioni per prove KCV ad una profondità di 8mm.


L'esecuzione della prova Charpy-V, la forma e la dimensione delle provette devono essere conformi alla EN10045.

#### 4.3.7.2 *Campione di prova*

Le lamiere dalle quali vengono prelevati i campioni per la qualifica dei procedimenti di saldatura devono avere la direzione di saldatura parallela alla direzione di laminazione.

Il CEV dovrà essere non inferiore a 0,02% ed il Pcm a 0,01% rispetto al massimo di specifica del materiale da saldare.



|   |          |                  |   |            |
|---|----------|------------------|---|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 49 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

I campioni per la qualifica dei procedimenti di saldatura prelevati da profilati di qualità Z devono presentare la direzione di laminazione parallela a quella che avrà la saldatura; per i materiali di qualità non Z (profilati) invece la direzione di laminazione potrà essere anche ortogonale a quella di saldatura.

Le condizioni di prova devono essere una simulazione realistica delle effettive condizioni realizzate in produzione.

Quando è richiesto un trattamento termico dopo saldatura su nodi o componenti assemblati la relativa qualifica di procedimento dovrà includere un simile trattamento sull'intera gamma di spessori.

Le dimensioni dei saggi di prova devono essere in accordo con la EN 15614. La posizione ed il taglio dei saggi di prova dovranno anch'essi essere in accordo con la EN 15614.

Quando lo spessore della lamiera di prova è superiore a 36mm o la potenza della macchina per la prova di trazione non è sufficiente, il campione della trazione può essere tagliato in più parti di uguale spessore, ma non superiore a 36mm, con una minima sovrapposizione di 2mm. La prova sarà eseguita su ogni parte e i risultati saranno mediati.

#### 4.3.7.3 Criteri di accettabilità

Un procedimento di saldatura viene qualificato quando le proprietà meccaniche e l'integrità saranno conformi alle richieste qui di seguito indicate:

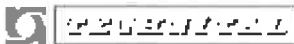
##### Controlli non distruttivi:

I CND devono essere eseguiti non prima di 48 ore dal completamento della saldatura ed in ogni caso dopo eventuali trattamenti termici. Non sono permesse le riparazioni.

Deve essere segnata la posizione di tutte le imperfezioni che non rientrano nei limiti di accettabilità ed eccedono il 50% della curva di riferimento ed i campioni di riprova devono essere prelevati in modo da evitare queste zone di imperfezioni.

##### Prove meccaniche:

*Trazione trasversale:* la resistenza di trazione di un giunto saldato dovrà essere in accordo con la EN 15614; nel caso di saldatura tra acciai a grado diverso il carico specifico di rottura sarà relativo al grado più basso.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 50 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

*Trazione in metallo fuso:* i campioni devono essere estratti da zona fusa e devono avere la forma del "campione ridotto trasverso" della BS 709; la resistenza dovrà essere almeno uguale al carico minimo di rottura; i valori di allungamento e snervamento sono quelli del materiale base.

*Prova di piega:* la prova e i limiti di accettabilità dovranno essere in accordo con la EN 15614; l'angolo di curvatura deve però essere di 180°.

*Resilienza:* la seguente tabella, organizzata in funzione delle caratteristiche del materiale base per analogia alla precedente tabella C, riporta l'energia minima richiesta per le prove sui giunti saldati.

### Tabella Cbis


#### Temperatura di prova di tenacità delle saldature ed energie assorbite

| elementi  | classe         | spessore                | Materiale base (UNI EN 10025-2) | Temperatura di prova (1) | Energia minima (J) assorbita in zona fusa e in zona termicamente alterata |
|---|----------------|-------------------------|---------------------------------|--------------------------|---|
| lamiere e piatti                                | a              | >150 mm<br>e<br>≤250 mm | S355K2                          | -20°C                    | 31  |
| lamiere e piatti                                | a              | >40 mm<br>e<br>≤150 mm  | S355K2                          | -20°C                    | 36  |
| lamiere e piatti                                | b              | >20 mm<br>e<br>≤40 mm   | S275J2                          | -20°C                    | 26  |
| lamiere, piatti, ferri a bulbo, profilati, ecc. | b - c<br>d - e | ≤20 mm                  | S275J0                          | 0°C                      | 26  |
| lamiere, piatti, profilati, ecc.                | e              | ≤16 mm                  | S235JR                          | Non richiesta            |   |
| tubi aria compressa                             | d              | -                       | P235TR1 (UNI EN 10216)          | Non richiesta            |   |

Note:

(1) Prove di tenacità eseguite a temperature più basse sono accettabili purché vengano rispettati i requisiti di energia assorbita indicati.

Come richiesto da UNI EN 10025-1 §10.2.2, il valore medio dei risultati dei tre risultati di prova deve corrispondere al requisito specificato (cioè non deve essere

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 51 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

inferiore all'energia minima di Tabella C). Un singolo valore può risultare minore del valore medio minimo prescritto, a condizione che non risulti minore del 70% di tale valore.

#### 4.3.7.4 Riprove

Le riprove dovranno essere in accordo con la EN 15614 con i seguenti emendamenti.

*Trazione:* se la rottura, su uno od entrambi i provini, avviene ad un valore di carico inferiore al 95% del carico di rottura il procedimento viene respinto. Qualora la rottura del provino, o di entrambi i provini, avvenga per un valore di carico compreso tra il 95% e il 100% del carico di rottura due prove aggiuntive dovranno essere fatte per ogni provino che si trova nelle suddette condizioni.

*Piega:* altri due campioni di tipo simile (faccia, radice e fianco), localizzati il più vicino possibile al campione che ha fallito la prova, dovranno soddisfare le richieste di specifica.

*Macro e durezza:* l'esame in due ulteriori sezioni del campione deve soddisfare le richieste della specifica.


*Resilienza:* qualora un campione di una delle terne di prova abbia dato un valore di energia inferiore al minimo, o più di un valore sia sotto il valore medio ammesso, si deve eseguire un'ulteriore prova su una terna di provette prelevata nella stessa localizzazione. La nuova terna deve soddisfare le richieste sui valori minimi e in più il valore medio delle due terne (quella nuova e quella che ha fallito) non deve essere inferiore al valore medio specificato. Qualora anche in questo caso non venissero rispettate le richieste di specifica il procedimento di saldatura sarà respinto.

#### 4.3.8. Prove speciali

##### 4.3.8.1 *Riparazioni delle saldature*

Il procedimento di riparazione deve essere qualificato qualora esso sia diverso da quello di riempimento.

La qualifica del procedimento di riparazione sarà eseguita nella posizione più gra-

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 52 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

vosa, utilizzando i parametri più gravosi tra quelli previsti.

Saranno eseguite le prove in ZTA sia dalla parte del materiale fuso che dalla parte del materiale base.

L'Impresa dovrà in ogni caso emettere le procedure standard per le riparazioni, da utilizzare in più casi, che dovranno includere la metodologia utilizzata, la lunghezza e la profondità massima di scavo, il metodo di pulizia ed i controlli non distruttivi, la temperatura di preriscaldamento, la sagomatura della saldatura, se necessario. Tale metodologia dovrà essere fedelmente applicata.

#### 4.3.8.2 *Imburraggio*

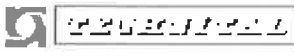
Quando l'imburraggio viene eseguito utilizzando lo stesso procedimento e gli stessi parametri delle passate di riempimento non è necessario eseguire la qualifica. Qualora l'imburraggio venga eseguito con un procedimento di saldatura differente, o con lo stesso procedimento ma con parametri differenti dalla saldatura principale, l'area imburata e la ZTA saranno indagate, considerandole come facenti parte di procedimenti di saldatura differenti. Sia sulla ZTA provocata sul materiale base dall'imburraggio stesso sia sulla ZTA sull'area imburata, provocata dalla saldatura principale, saranno effettuate prove di resilienza KCV. Qualora la posizione delle terne di campioni utilizzati per la prova di KCV coincida con la posizione di un altro gruppo KCV, uno dei due può essere omesso.

La qualifica di procedimento sarà eseguita nelle condizioni di massima aria in radice permessa.

Lo spessore di imburraggio deve essere di 4mm e la sua larghezza di almeno 3mm su ogni lembo; l'imburraggio si applica normalmente solo a giunti con spessori di 15 mm e maggiori. Dopo l'esecuzione dell'imburraggio è necessario un controllo MT di tutta l'area.

#### 4.3.8.3 *Saldature con piattino di sostegno permanente*

Nel caso l'Impresa intenda avvalersi di questa tecnica è richiesta una speciale qualifica di procedimento che comprenda il montaggio del piattino, il suo fissaggio ai lembi, l'esecuzione delle prime passate, il riempimento e l'esecuzione delle prove CND adeguate.

|   |          |                  |   |            |
|---|----------|------------------|---|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 53 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

La prova consiste nell'esecuzione di un giunto saldato in scala 1:1. Verrà effettuato un esame macrografico completo della radice saldata.

La puntatura deve avvenire sempre all'interno dei lembi e per l'intera lunghezza della saldatura: non sono assolutamente ammesse deroghe per la puntatura all'esterno dei lembi.

L'aria tra piattino e radice dei lembi da saldare dovrà essere ridotta al minimo prima della esecuzione delle passate di radice.

Deve essere definita una procedura di controllo ultrasonoro per verificare l'avvenuta fusione sui lembi, per verificare che non ci siano punti di saldatura tra piattino e materiale base e per riconoscere la discontinuità in radice causata dal piattino. Le sonde saranno scelte opportunamente in modo da tenere conto della vera inclinazione dei lembi. In particolare la procedura di CND dovrà prevedere l'esecuzione di una tracciatura sul materiale base a 100mm dal giunto che riporti la posizione del centro del piattino e l'effettiva dimensione dell'aria di radice prima della saldatura in ogni punto.

Le saldature con piattino di sostegno dovranno essere indicate sui disegni "as-built". Per saldature di questo tipo la variazione del gap in radice non dovrà superare di 6mm quello di qualifica. L'utilizzo della saldatura con piattino di sostegno è permessa con valori di aria in radice superiori a 12mm e con un valore massimo di 20mm.

La procedura generale relativa alla esecuzione va preparata e sottoposta all'approvazione della Direzione Lavori prima della sua applicazione.


#### **4.4. Saldatori ed operatori**

##### **4.4.1. Generalità**

Tutte le saldature sulle strutture devono essere eseguite da saldatori o operatori qualificati da un Ente di Prova approvato dalla Direzione Lavori.

Ogni saldatore qualificato in un determinato procedimento di saldatura possiede un certificato che attesta l'avvenuta qualifica. Il certificato dovrà essere conforme alla norma EN 287 oppure alla norma EN1418 nel caso di operatori.

Lo scopo della prova di qualifica è quello di verificare l'abilità dei saldatori nel

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.:    | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 54 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

produrre saldature che soddisfino le prescrizioni di questa specifica utilizzando un determinato procedimento di saldatura qualificato.

La prova di qualifica del saldatore deve essere eseguita con un procedimento di saldatura qualificato. Il saldatore che esegue con soddisfacente risultato la saldatura delle prove di qualifica di un procedimento qualificato è automaticamente qualificato per quel procedimento.

Tutti i saldatori devono essere qualificati con almeno una delle prove di qualifica indicate nella tabella 7 della norma EN 287-1:1997 "Approval Testing of Welders-Fusion Welding Part1: Steels".

Tutte le saldature eseguite con il procedimento SMAW devono utilizzare elettrodi a basso apporto di idrogeno. In qualifica bisogna eseguire almeno un'operazione di arresto e partenza per ogni passata.


I saldatori devono generalmente essere qualificati per tutte le posizioni di saldatura. Per tutte le saldature che devono essere eseguite in una o in alcune posizioni, la prova di qualifica può essere eseguita in questa o queste posizioni, dopo l'approvazione della Direzione Lavori. I saldatori che si vogliono qualificare per i procedimenti GSFCAW/SSFCAW o GMAW d'angolo, saranno da qualificare in tutte le posizioni.

Un saldatore può essere qualificato per i procedimenti di saldatura misti attraverso un solo test di qualifica, oppure attraverso due test separati come indicato nella EN 287-1 paragrafo 6.2.

Per le prove di qualifica dei saldatori si usano normalmente gli acciai al C-Mn semicalmati o calmati.

#### 4.4.2. Validità del certificato

La validità di un certificato di qualifica è vincolata alla sua accettazione da parte della Direzione Lavori all'inizio dei lavori, e dovrà essere in accordo con la EN 287-1 con i seguenti emendamenti. La riqualifica del saldatore/operatore dovrà essere fatta quando i controlli durante la fabbricazione rivelano che riparazioni frequenti sono dovute ad una incapacità del saldatore/operatore. Questa potrà essere effettuata solo dopo un periodo adeguato di riaddestramento sotto il controllo di un supervisore. L'Impresa dovrà registrare i dettagli relativi a questo periodo.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 55 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

Prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà presentare un elenco di tutti i saldatori impiegati, completo dei riferimenti al loro certificato di qualifica, per procedimento e posizione delle saldature, e alla sua scadenza.

La Direzione Lavori verificherà che le qualifiche dei saldatori già esistenti soddisfino le richieste di questa specifica: l'accettazione di qualifiche già esistenti resta a sola discrezione della Direzione Lavori.

#### 4.4.3. Categorie di qualifica e prove richieste

La Direzione Lavori riconoscerà come categorie fondamentali quelle elencate nei paragrafi successivi.

I campioni da saldare sono indicati negli stessi paragrafi. I campioni devono essere controllati in accordo con la tabella 8 della EN 287-1. I criteri di accettabilità dei CND saranno quelli indicati nel relativo paragrafo.

La validità di una qualifica, relativamente al materiale d'apporto, dovrà essere in accordo con la norma EN 287-1 paragrafo 6.5.

#### 4.4.4. Qualifiche

##### 4.4.4.1 *Generalità*


Tutti gli emendamenti indicati nella EN 287-1, paragrafo 6.3 saranno applicati.

Le estensioni delle qualifiche dei saldatori dovranno essere in accordo con la tabella 3 della norma EN 287-1.

##### 4.4.4.2 *Saldatura automatica*

Gli operatori che utilizzano il procedimento automatico ad arco sommerso (SAW) devono essere qualificati secondo il codice AWS D1.1, capitolo 4 parte C (oppure EN1418) e devono marcare le loro saldature allo scopo di una facile identificazione.

La qualifica con più di un filo abilita a saldare con un solo filo, così come previsto dai codici.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 56 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

#### 4.4.4.3 Saldatura manuale con ripresa al rovescio

Le prove di saldatura per questa categoria dovranno essere in accordo con la tabella 7 della norma EN 287-1.

#### 4.4.4.4 Saldatura manuale senza ripresa a rovescio

Le prove di saldatura per questa categoria dovranno essere in accordo con la tabella 7 della norma EN 287-1.

#### 4.4.4.5 Saldature di chiusura a completa penetrazione

Questa qualifica è necessaria per tutti i saldatori che utilizzino un procedimento di saldatura di chiusura a completa penetrazione.

Le richieste di qualifica sono le stesse della saldatura manuale senza ripresa a rovescio, eccetto che il valore dell'aria in radice deve essere lo stesso del relativo procedimento qualificato.

I vincoli che realizzano il bloccaggio dei pezzi da saldare devono essere sufficientemente robusti in modo che la distanza tra i lembi non si riduca in modo significativo durante la saldatura.

L'estensione della qualifica è regolata dalla tabella 3 della norma EN 287-1.

#### 4.4.4.6 Saldature d'angolo

La qualifica dei saldatori per saldature ad angolo deve essere eseguita conformemente alla norma EN 287.

#### 4.4.4.7 Scriccatori "Arc-air"

I saldatori manuali sono accettati come scriccatori.


Gli scriccatori per classi strutturali "a, b" che utilizzano elettrodi al carbone devono dimostrare la loro abilità nel rimuovere il metallo ad una profondità uniforme.

Deve essere tenuto un registro aggiornato degli scriccatori approvati.

#### 4.4.4.8 Puntatori

I puntatori per classi strutturali "a e b" devono essere qualificati in conformità al codice AWS D1.1, capitolo 4 parte C, a meno che non siano già qualificati per saldatura manuale.



|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 57 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

#### 4.4.4.9 Riprova

Le condizioni di applicazione della riprova saranno quelle della norma EN 287-1 capitolo 9.

I candidati che falliscono la prova devono essere sottoposti ad un congruo periodo di addestramento prima di essere ripresentati alle prove. Tale addestramento dovrà essere documentato.

### 4.5. Saldature in produzione

#### 4.5.1. Generale

##### 4.5.1.1 *Registri*


L'Impresa dovrà tenere un Registro delle Saldature, sul quale saranno riportati tutti i riferimenti per ogni saldatura (come minimo: n° saldatura, data esecuzione, WPS, WPQR, nome saldatore, n° certificati CND, eventuali riparazioni), e la mappa delle saldature, contenente codice e posizione di ogni saldatura.

##### 4.5.1.2 *Tecnica*

La larghezza del cordone di saldatura depositato con tecnica GMAW e SMAW in posizione piana, orizzontale e sopra testa non deve superare tre volte il diametro del filo o 16 mm, prendendo il più piccolo tra i due valori. In posizione verticale la larghezza non deve eccedere 15 mm; il diametro massimo dell'elettrodo da usare sarà 4 mm. Per la tecnica in tandem con il procedimento SAW i cordoni di riempimento possono essere larghi 24 mm. La tecnica verticale discendente è accettata soltanto nei procedimenti GSFCAW e SSFCAW, per saldature di classe "e".

Le piastrine utilizzate per finire la saldatura SAW alle estremità del giunto devono avere una lunghezza minima di 150 mm e 200 mm, a seconda che si usi la tecnica a singolo o doppio filo. Tali piastrine devono essere posizionate ad entrambi i lati della saldatura. L'arco va acceso solo su tali piattine o all'interno del cianfrino.

Dopo ogni passata e prima di depositare una nuova passata bisogna eliminare il flusso e tutta la scoria deve essere asportata con spazzola. Per la saldatura con ripresa a rovescio la parte interna deve essere scavata fino al materiale sano prima di eseguire la ripresa a rovescio.

|   |          |                  |   |            |
|---|----------|------------------|---|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 58 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

L'uso dell'Arc-air per la ripresa o per la eliminazione di difetti dovrà essere seguito da pulizia con la mola della zona dai depositi di carbone prima di poter depositare le passate di saldatura.

Il procedimento di saldatura senza ripresa a rovescio deve prevedere la fusione al 100% della radice e deve essere tale che la contrazione o la distorsione del metallo fuso siano minimizzate.

Non è permessa la martellatura delle saldature.

Per le saldature d'angolo con aria maggiore di 2 mm la temperatura di preriscaldamento deve essere aumentata di 50°C sopra quella qualificata, per spessori maggiori di 20 mm.

I giunti in corso di saldatura devono essere completamente protetti dagli effetti atmosferici (vento, colpi d'aria ed effetto camino) da adeguate protezioni. Il GMAW è permesso solamente in officina e particolare attenzione deve essere posta per la protezione dell'arco di saldatura dai colpi d'aria.

La distanza tra i piedi dei cordoni di due saldature adiacenti dovrà essere tenuta non inferiore a 51 mm, salvo dove non possibile geometricamente. In questi casi le zone di saldature di classi "a, b, c, d" saranno molate a filo prima dei CND previsti.

#### 4.5.1.3 Preparazione e accoppiamento


Le superfici da saldare e la zona adiacente devono essere completamente pulite allo scopo di rimuovere tutti i materiali e le sostanze dannose alla saldatura.

Nell'assemblaggio dei componenti strutturali, allo scopo di evitare la puntatura, si utilizzeranno ove possibile clamp, magneti, dispositivi di sostegno e tutti i fissaggi di preparazione.

Tutti i cianfrini che sono stati ossitagliati devono essere molati ed ispezionati.

Qualora i lembi siano a contatto l'apertura mediante Arc-air è permessa soltanto nella saldatura con ripresa a rovescio, e a patto che sia seguita da una molatura fino al metallo base.

Qualora un elemento di puntellatura debba essere saldato sull'ala di una ossatura rinforzata, l'area di questa interessata dalla saldatura deve essere controllata con

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 59 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

UT per verificare l'assenza di laminazioni. Analogo controllo dovrà essere eseguito sulle lamiere in corrispondenza dell'attacco dei golfari e delle travi principali.

#### 4.5.1.4 Puntatura

Prima della puntatura e allo scopo di avere un corretto valore di aria in radice si devono utilizzare opportuni distanziatori.

La puntatura deve essere fatta all'interno dei lembi. La puntatura sarà eseguita da puntatori qualificati e applicando un procedimento di saldatura approvato che includa anche le condizioni di preriscaldamento.


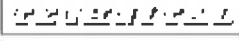
Si possono utilizzare le barrette metalliche, puntate all'interno dei lembi, a patto che la loro posizione sia riportata in modo chiaro sul materiale base e che la Direzione Lavori ne possa verificare la rimozione. Il materiale della barretta deve essere simile a quello del materiale base o di grado inferiore.

Tutte le puntature, fatte su elementi di classe strutturale "a, b, c", devono avere una lunghezza minima di 4 volte lo spessore di saldatura con un minimo di 100 mm; per elementi strutturali di altre classi la dimensione minima è 2 volte lo spessore o 50 mm, scegliendo il maggiore tra i due. Le puntature possono essere inglobate nelle principali saldature a completa penetrazione con una ripresa a rovescio a patto che esse siano integre, che siano eseguite da saldatori qualificati (non puntatori), e abbiano i loro estremi molati e raccordati.

Nel caso che puntature avessero mostrato criccate, e ci sia il dubbio che la cricca si sia estesa ai lembi, l'intera area dovrà essere controllata con MT dopo la rimozione dei punti difettosi e prima di cominciare la saldatura.

#### 4.5.1.5 Interruzioni di saldatura

La saldatura dovrà essere una operazione la più continua possibile. Per strutture di classe "a, b, c," molto vincolate, il preriscaldamento non deve mai essere interrotto fino a che non sia stato saldato almeno un terzo dello spessore. Quando il limite precedente viene raggiunto, il giunto può essere lasciato raffreddare alla temperatura ambiente: la velocità di raffreddamento se necessario sarà minimizzata attraverso la coibentazione della zona saldata. Prima di ricominciare, la saldatura deve essere ispezionata visivamente per evidenziare difetti e cricche e, quando necessario o se richiesto dalla Direzione Lavori, sarà controllata con MT.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|   | Rev.:    | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 60 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

#### 4.5.1.6 *Profili di saldatura*

Come minimo, il profilo di saldatura e la sua finitura devono essere in accordo con il codice A.W.S. D 1.1, paragrafi 5.24 e 6.9; per la mancanza di fusione, per l'incompleta penetrazione e per le incisioni marginali non dovranno essere invece superati i valori riportati nella sezione 4.8 di questa specifica.

I rinforzi di saldatura esterni ed interni non devono eccedere i 3 mm per spessori di saldatura fino a 25 mm, 4 mm per spessori fino a 50 mm e 5 mm per spessori sopra i 50 mm. L'eccesso di penetrazione nella passata in radice con procedimento GTAW non deve eccedere i 2 mm.

I profili di saldatura non dovranno interferire con la tecnica di CND da impiegarsi: se necessario si eseguirà una adeguata sagomatura. I profili di saldatura non possono essere sagomati utilizzando una torcia a gas, o attraverso qualsiasi altro metodo non approvato.

#### 4.5.1.7 *Saldature con ripresa a rovescio*

Le saldature con ripresa a rovescio dovranno essere eseguite ovunque possibile. In particolare sono richieste in giunti nodali nelle saldature a T.

#### 4.5.1.8 *Preparazione dei lembi*


L'Impresa dovrà preparare una metodologia standard di preparazione dei lembi conforme alle indicazioni riportate sui Disegni Costruttivi e al procedimento di saldatura qualificato.

Sui disegni costruttivi dovranno essere riportate tutte le reali situazioni relativamente a morfologia del giunto, spessori da saldare e preparazione lembi.

Quando il giunto è accessibile da entrambi i lati, e nel caso di spessori superiori a 25 mm, si dovrà utilizzare un cianfrino a X o a K; per spessori fino a 25 mm si può utilizzare un cianfrino a 1/2 K o a V. L'Impresa può scegliere il cianfrino desiderato a patto che rispetti le condizioni della completa penetrazione quando richieste.

Il controllo dei lembi dovrà essere in accordo con quanto scritto nella sezione 4.8.

Nel caso di saldatura con ripresa a rovescio è sempre richiesta la preparazione a rovescio della radice.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 61 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

#### 4.5.1.9 Slivellamento

Nel caso di saldature a completa penetrazione tra lamiere, tubi o componenti strutturali lo slivellamento non dovrà eccedere i valori indicati nella tabella G seguente:

**Tabella G - Valori di slivellamento**

| Tipo di giunto           | Slivellamento:<br>Il minore tra 0.1t e: |
|--------------------------|---|
| Con ripresa a rovescio   | 4mm                                     |
| Senza ripresa a rovescio | 3mm                                     |

Quando si devono saldare componenti di diversa sezione, il componente a sezione maggiore dovrà essere rastremato con transizione 1:4. Questa richiesta si applica alle dimensioni relative sia allo spessore e sia alla larghezza (es. piattabande di travi). Non è necessaria la rastrematura nel caso di saldatura con ripresa a rovescio qualora la differenza di spessore sia contenuta entro 1.15 t.

#### 4.5.1.10 Distanza tra le saldature

Nel caso di travi a sbalzo nessuna saldatura dovrà essere posizionata a una distanza dal supporto inferiore a metà della lunghezza dello sbalzo.


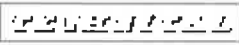
Per travi a due o più supporti non ci dovranno essere saldature posizionate come segue:

- nel quarto di mezzera della campata;
- nell'ottavo di campata più vicino ad ognuno dei supporti;
- a 1m dai supporti o da un nodo.

#### 4.5.2. Sequenza di saldatura

L'Impresa dovrà definire una sequenza di saldatura allo scopo di prevenire l'accumulo di stati di sollecitazione residua elevati nella struttura e contenere le deformazioni entro i limiti ammessi. Nessun tipo di saldatura deve essere eseguita tra parti pretensionate.

Nel caso di saldatura di strutture particolarmente complesse un trattamento di po-

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|   | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 62 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

striscaldamento a 300°C da 2 a 4 ore, in relazione allo spessore, se necessario o se richiesto dalla Direzione Lavori, deve essere applicato allo scopo di ridurre il pericolo della formazione di cricche da idrogeno.

Per componenti di complessa geometria l'Impresa dovrà definire una sequenza di saldatura, che dovrà contenere come minimo:

- procedimento di saldatura utilizzato;
- sequenza di saldatura dei componenti e direzione di saldatura;
- post riscaldamento (se applicato).

#### 4.5.3. Temperatura


Non è permessa la saldatura di componenti aventi temperatura inferiore a 5°C. In questi casi il preriscaldamento alla minima temperatura richiesta è obbligatorio prima di incominciare la saldatura. Il preriscaldamento dovrà interessare una zona distante almeno 100 mm dai bordi dei lembi da saldare.

Dovranno essere stabilite adeguate metodologie e procedimenti per tutte le operazioni che richiedono il controllo della temperatura di preriscaldamento e di interpass. Le matite termiche dovranno essere usate solo al di fuori dei lembi di saldatura. Il controllo e la misura della temperatura dovranno essere fatte come minimo a 50 mm dal bordo dei lembi e dalla parte interna quando possibile; la misurazione della temperatura sul cordone di saldatura è necessaria solo al fine di misurare la temperatura di interpass.

#### 4.5.4. Riparazioni

##### 4.5.4.1 *Generalità*

L'Impresa dovrà preparare una specifica di riparazione della saldatura, per ogni tipo di riparazione, che includa i dettagli delle metodologie di rimozione, la preparazione dell'area ecc.. La riparazione può essere eseguita soltanto con procedimenti qualificati. La rimozione dei difetti per la riparazione dovrà essere fatta con i soli metodi previsti da questa specifica e dovrà produrre una superficie pulita ed esente da difetti per l'esecuzione della saldatura di riparazione.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 63 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

#### 4.5.4.2 Riparazioni di saldature complete

I difetti che si riscontrano nel metallo fuso possono essere riparati senza l'approvazione della Direzione Lavori a patto che il procedimento di riparazione sia qualificato.

L'Impresa dovrà tenere un registro che contenga i dettagli per la localizzazione di tutte le riparazioni, i difetti, il nome dei saldatori iniziali, le date e i procedimenti di riparazione adottati.

L'Impresa dovrà avere una documentazione relativa ai CND in modo da localizzare l'esatta posizione del difetto. La minima lunghezza di scavo deve essere 100 mm. Scavi più vicini di 100 mm l'uno dall'altro, devono essere raggruppati in un singolo scavo.

I difetti gravi quali le cricche vanno trattati in maniera particolare. Quando vengono rilevati devono essere esaminati al fine di stabilirne le cause che li hanno originati e successivamente potranno essere riparati.


La difettosità dovrà essere rimossa attraverso molatura o scricatura Arc-air seguita da molatura fino a materiale sano, estesa per 50 mm su materiale sano da entrambe le estremità della difettosità evidenziata per mezzo di MT o PT. Il controllo con MT dovrà essere esteso alla superficie del materiale base allo scopo di individuare possibili propagazioni. Il controllo con UT deve essere utilizzato allo scopo di assicurare la rimozione del difetto. Tutti i controlli CND devono essere eseguiti in condizioni di accesso ottimali.

La temperatura di preriscaldamento deve essere di almeno 50°C superiore alla temperatura della WPS usata per le saldature.

Il controllo dopo riparazione dovrà essere fatto con la stessa tecnica di ispezione iniziale e dovrà interessare almeno 100 mm di metallo fuso all'intorno della zona riparata. Le aree interessate alle cricche, dopo riparazione, dovranno essere controllate con UT.

Tutte le riparazioni di saldatura devono essere eseguite prima di qualsiasi trattamento di distensione, qualora esso sia previsto.

Se nella zona riparata i CND mostrassero la presenza di nuovi difetti inaccettabili, prima di eseguire una nuova riparazione si dovranno accertare le cause e riportarle

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 64 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

alla Direzione Lavori.

La molatura della parte superficiale del cordone di saldatura, al fine di eliminare i difetti di forma, è permessa solo se non è possibile fare diversamente, ma non viene considerata una riparazione.

#### 4.5.4.3 *Riparazione dei lembi*

La molatura locale può essere utilizzata allo scopo di rimuovere incisioni fino ad una profondità di 5 mm allo scopo di ottenere una superficie liscia. Intagli più profondi di 5 mm devono essere molati e i lembi devono essere imburrrati secondo le richieste applicabili di questa specifica.

#### 4.5.4.4 *Imburrraggio*

L'imburrraggio sarà applicato solamente come misura correttiva e deve essere fatto utilizzando un procedimento di saldatura qualificato.

Dopo l'imburrraggio la preparazione dei lembi deve essere rieseguita attraverso molatura o altri mezzi meccanici per rientrare nei limiti di accettabilità. Nel caso di una saldatura con ripresa a rovescio l'area imburrrata dovrà essere controllata al 100% con MT prima dell'esecuzione della passata in radice.

Il valore corretto dell'aria in radice dovrà permettere la chiusura con una singola passata del procedimento utilizzato.

#### 4.5.4.5 *Riparazione del materiale base*


Tutte le azioni correttive devono essere conformi alla procedura approvata.

I contorni di tutte le cavità derivanti dalla rimozione di difetti dannosi devono essere raccordati con una inclinazione di 4:1.

La riparazione delle imperfezioni mediante molatura dovrà seguire le prescrizioni della norma EN10163 con le seguenti limitazioni:

- lo spessore residuo dopo molatura non dovrà essere inferiore al 93% dello spessore nominale;
- la profondità massima dell'area molata non dovrà essere maggiore di 3 mm;
- le depressioni dovranno essere ben raccordate al resto della superficie;



|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 65 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

- l'estensione massima della zona molata non dovrà superare 5% per ogni m<sup>2</sup> di superficie.

Per la verifica della completa eliminazione delle discontinuità le parti molate dovranno essere controllate con il metodo delle particelle magnetiche.

La riparazione dei difetti mediante saldatura è consentita solo dopo approvazione della Direzione Lavori e secondo le prescrizioni della norma EN10163 con le seguenti limitazioni:

- la riparazione per saldatura dovrà essere effettuata secondo procedure qualificate e saldatori qualificati. Per le qualifiche di procedimenti e saldatori vale quanto riportato nelle sezioni 4.3 e 4.4;
- la saldatura dovrà essere controllata con il metodo delle particelle magnetiche e con ultrasuoni. I limiti di accettabilità del controllo con UT sono quelli della sezione 4.8.

Per i prodotti di qualità Z non è ammessa alcuna riparazione.


#### 4.5.5. Saldatura di chiusura

##### 4.5.5.1 *Procedimento*

Nel corso del montaggio possono verificarsi situazioni in cui può essere difficoltoso rispettare le condizioni di qualifica dei valori di aria in radice, inclusa la tolleranza qualificata. In questo caso le saldature di chiusura classe "a, b" saranno eseguite in conformità alle richieste di questa sezione. La scelta del procedimento verrà effettuata dall'Impresa sulla base della situazione reale e considerando anche lo slivellamento dei lembi, informandone comunque la Direzione Lavori. Casi limite o particolari verranno definiti con l'approvazione della Direzione Lavori. I procedimenti descritti possono tuttavia essere adottati per tutte le altre classi di saldatura in caso di eccessiva aria in radice.

Le saldature considerate sono senza ripresa a rovescio. Per esse o si eseguirà una speciale qualifica del procedimento di saldatura con aria più elevata, o si utilizzerà una procedura differente.

Quando il valore dell'aria in radice è superiore a quella di qualifica si hanno le seguenti alternative:

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 66 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

- imburraggio di 3 mm su ogni lembo per valori d'aria compresi tra 4 mm e massimo di 12 mm (vedi procedura relativa nel paragrafo 4.3.7.2); in alternativa uso del processo GTAW sia per imburraggio che per chiusura dell'aria. In questo caso occorre misurare la resilienza Charpy in radice a 1 mm sottopelle;
- utilizzo del piattino di sostegno permanente per valori di aria compresi tra 12 mm e 20 mm;
- inserimento di un inserto per valori di aria superiori a 20 mm.

Le condizioni sopra descritte sono schematizzate, in funzione degli spessori, nella tabella H seguente:

**Tabella H - Elevata aria in radice**

| Spessore dell'elemento (mm)          |        | Azioni              |
|--------------------------------------|--------|---------------------|
| t < 20                               | t > 20 |                     |
| Valori limiti di aria in radice (mm) |        |                     |
| 4                                    | 4      | Normale             |
| 10                                   | 12     | Imburraggio         |
| 18                                   | 20     | Piattino permanente |
| > 18                                 | > 20   | Inserto             |

La prima passata dovrà essere effettuata da saldatori qualificati allo scopo e secondo le prescrizioni relative di questa specifica.


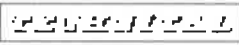
L'Impresa dovrà identificare tutte le saldature di chiusura sui Disegni di Costruzione, indicando i procedimenti utilizzati.

#### 4.5.5.2 Azioni normale e di imburraggio

Le richieste che seguono sono relative ai giunti con l'aria in radice compresa tra 4 mm e 12 mm. L'esecuzione delle prime due passate si potrà effettuare con procedimenti sia SMAW sia GTAW.

L'uso del processo GTAW in radice, sia per imburraggio che non, rientra nelle richieste generali di qualifica con processi misti, includendo l'esecuzione di terne KCV in MF e ZTA, due sezioni macro, durezza e pieghe.

L'esecuzione di passate di imburraggio fatta con processo SMAW non richiede qualifica se limitata allo spessore di 6 mm.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|   | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 67 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

La prima passata con aria oltre i 4 mm effettuata con unica passata in SMAW non è consentita.

#### 4.5.5.3 Piattino di sostegno permanente

In questo caso è necessario rispettare le seguenti richieste:

- la puntatura del piattino non deve avvenire al di fuori dei lembi, pena il taglio completo del giunto anche se finito;
- le dimensioni del piattino non devono essere superiori a 4 mm di spessore e 40 mm di larghezza. Le interruzioni di piattino non devono essere superiori a 1 mm.


#### 4.5.6. Talloni di produzione

I talloni di produzione dovranno essere controllati come segue:

- 1 trazione trasversale;
- 1 piega diritta;
- 1 piega a rovescio;
- 1 prova di resilienza in LF+ 2 mm e saldatura;
- 1 macro e durezza.

Nota: in alternativa alle pieghe diritta e rovescio si possono fare due pieghe laterali.

Si applicano le stesse condizioni ed i limiti di accettabilità previsti per la qualifica di procedimento. La saldatura del tallone di produzione deve essere eseguita con lo stesso tipo di apparecchiatura e materiale usato in produzione, in quel periodo, e deve tener conto delle diverse combinazioni di lotti di elettrodi e di materiale base. Qualora il tallone di produzione presenti gravi difetti (cricche, estese mancanze di penetrazione, etc.) non accettabili per questa specifica, la specifica di procedimento di saldatura viene considerata sospetta: occorrerà determinare le cause e sottoporle alla Direzione Lavori. Tutti i giunti saldati in produzione, e rappresentati da questo tallone, saranno controllati al 100% con UT per dimostrare che essi sono esenti dagli stessi difetti inaccettabili. Se ciò non avvenisse, tutte

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.:    | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 68 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

queste saldature di produzione saranno scartate e dovranno essere rifatte a onere e spese dell'Impresa.

I talloni di produzione si eseguiranno sulla base di un piano dell'Impresa sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori, che tenga conto di condizioni assimilabili per ogni tipo di giunto, spessori e processi. La frequenza che dovrà essere adottata sarà la seguente:

- saldature di classe "a", "b": un tallone ogni 100 m di saldatura;
- saldature di classe "c": un tallone ogni 150 m di saldatura;
- saldature di classe "d", "e": un tallone ogni 200 m di saldatura.

La Direzione Lavori può permettere una riduzione della frequenza di controllo dopo soddisfacenti risultati iniziali.


Il primo tallone sarà eseguito all'inizio della produzione se la qualifica del procedimento non è recente.

I talloni prodotti per le saldature testa a testa non saranno rappresentativi per le saldature a T, anche se basate sulla stessa qualifica di procedimento.

Le dimensioni del tallone dovranno essere sufficienti per ottenere il tipo e il numero di provette richieste. In ogni caso la lunghezza del tallone deve essere almeno di 150 mm per spessori fino a 20 mm, e 200 mm per spessori maggiori. Tutti i talloni saranno ispezionati, in modo conforme a questa specifica, con 100% UT e 100% MT; RT sarà utilizzato solo quando si è in condizioni di dubbia interpretazione.

L'Impresa dovrà presentare all'approvazione della Direzione Lavori un programma dettagliato dell'esecuzione dei talloni di produzione includendo l'identificazione delle saldature rappresentate. Al momento dell'esecuzione delle prove l'Impresa deve almeno registrare:

- i dati relativi al procedimento di saldatura durante la qualifica dello stesso;
- giorno ed ora;
- luogo delle prove;
- numero delle saldature di produzione corrispondenti;
- numeri di identificazione del saldatore/operatore;

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 69 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

- numero di identificazione dell'apparecchiatura utilizzate;
- numero di lotto degli elettrodi e numero di identificazione della saldatura rappresentata.

#### 4.5.7. Saldature a completa penetrazione

##### 4.5.7.1 *Saldature di testa*

Il tallone di produzione deve essere realizzato con un tallone attaccato alla fine della saldatura, che sta per essere saldato, in modo da formare una saldatura continua.

Per spessori >45 mm la prova di tenacità dovrà essere eseguita anche nella zona di radice.

##### 4.5.7.2 *Saldature a completa penetrazione a T*

Il provino sarà ottenuto da un campione tagliato da una saldatura, eseguita più lunga del necessario, oppure da un campione attaccato alla fine del componente in modo da formare una saldatura continua.

#### 4.5.8. Esecuzione delle saldature d'angolo


I cordoni di saldatura dovranno essere continui in modo da evitare il rischio di corrosione interstiziale. Le saldature d'angolo dovranno perciò essere continue entro i fori di rispetto delle saldature, quando presenti.

### 4.6. **Trattamenti termici**

#### 4.6.1. Provvedimenti adottati per ridurre concentrazioni delle sollecitazioni in presenza di giunti saldati

La presente specifica dà disposizioni cogenti al fine di assicurare che tutte le raccomandazioni e le disposizioni operative rivolte ad attenuare il più possibile gli stati di concentrazione delle sollecitazioni siano integralmente rispettate. In questa specifica, l'integrità delle saldature viene assicurata attraverso:

- *la scelta di procedimenti di saldatura idonei e affidabili che depositino materiali d'apporto a basso idrogeno diffusibile onde evitare il rischio di cricche da idrogeno in zona fusa e zona termicamente alterata*

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 70 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

I procedimenti di saldatura ammessi sono quelli comunemente applicabili in campo industriale per la realizzazione di strutture saldate. Il loro impiego è regolato da precise disposizioni ampiamente trattate nelle normative e codificazioni internazionali.

Per quanto riguarda la raccomandazione di utilizzare materiali d'apporto che consentano di ottenere un basso tenore di idrogeno diffusibile nel deposito, il paragrafo 4.2.5 (materiali d'apporto e protezione) della specifica ne fissa il limite (5 ml per 100 g di deposito di saldatura) e le modalità per la sua misurazione. Questo valore è canonicamente riconosciuto per definire e caratterizzare come a basso idrogeno i depositi di saldatura ottenuti con i materiali d'apporto nelle classificazioni AWS raccomandate, purché siano conservati e gestiti in accordo ai punti 4.2.5.8, 4.2.5.9, 4.2.5.10, 4.2.5.11 della specifica, ed è ampiamente cautelativo per evitare eventuali fenomeni di criccabilità a freddo nelle saldature di connessione fra gli acciai al carbonio-manganese previsti per la costruzione delle paratoie.


- *l'impiego di manodopera qualificata di buon livello*

L'impiego di saldatori e operatori di saldatura è subordinata all'ottenimento di una adeguata qualifica secondo EN 287 (saldatori per procedimenti manuali e semiautomatici) ed EN 1418 (operatori per procedimenti di saldatura meccanizzati) che deve essere validata da Enti terzi di ispezione e collaudo.

Le disposizioni di tali normative al riguardo, l'aggiornamento continuo da parte del Costruttore delle certificazioni di qualifica in relazione alle date di scadenza delle validità, le modalità di controllo periodico della qualità dei giunti saldati prodotti da ciascun saldatore o operatore che devono essere definite nei manuali di garanzia della qualità, consentono di poter assicurare l'adeguato livello delle prestazioni del personale impiegato nelle operazioni di saldatura.

- *ispezioni in corso d'opera effettuate da competente personale della Direzione Lavori*

La documentazione iniziale richiesta all'impresa di cui al paragrafo 4.2.6, la compilazione di un registro dei procedimenti e delle specifiche di saldatura impiegati o che l'impresa prevede di dover impiegare nel corso dei lavori di cui al paragrafo 4.2.7, con i riferimenti per la reperibilità di tutte le informazioni

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | El. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 71 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

sulle operazioni di saldatura in corso, le disposizioni sulle modalità per ottenere la qualifica dei procedimenti proposti per l'esecuzione delle saldature di classe a, b, e c di cui al capitolo 4.3, così come l'accertamento delle modalità operative di cui ai punti 4.3.2.1 e 4.3.2.2 e i riscontri del verificarsi o meno delle condizioni definite come variabili essenziali per la richiesta di nuove qualifiche di cui al paragrafo 4.3.6., presuppongono che un adeguato controllo sia costantemente esercitato in fase di costruzione sia da personale competente del Costruttore che da verifiche ispettive da parte della Direzione Lavori.

- *l'impiego di materiali (sia di base che d'apporto) di adeguata resistenza e duttilità*

I materiali di base specificati per la costruzione delle paratoie, definiti nel paragrafo 3.1.1, appartengono alla categoria degli acciai da costruzione tradizionali a medio carico limite tabellare di scostamento dalla proporzionalità, sostanzialmente elaborati a struttura micrografica fine, con caratteristiche meccaniche in accordo alla norma EN UNI 10025 (ref. 4.6.2), sono quelli ritenuti sufficienti dalle normative per dare adeguata sicurezza, nella maggior parte dei possibili impieghi, nei confronti della frattura fragile.


Valori superiori possono essere facilmente ottenuti con una oculata selezione della fornitura.

Per gli spessori superiori a 40 mm, sono tuttora richieste anche verifiche addizionali di duttilità nel senso dello spessore.

- *l'impiego di materiali (sia di base che d'apporto) che offrano una elevata tenacità*

I materiali d'apporto di moderna concezione, di cui alle classificazioni AWS per i vari procedimenti elencati nella specifica tecnica al paragrafo 4.5 possono offrire, se opportunamente selezionati, tenacità di deposito anche a basse temperature comparabili con quelli richiesti per i materiali base (ref. Tab. Cbis).

Indipendentemente dalla normativa scelta per la qualifica dei procedimenti di saldatura, la verifica della tenacità in zona termicamente alterata dei saggi dovrebbe essere condotta mediante provette Charpy V con intaglio nel senso dello spessore non in una sola posizione generica della zona termicamente alterata ma con intagli sulle provette praticati a distanze progressivamente

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 72 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

crescenti interessanti per la prima terna la linea di fusione (FL), per la seconda la regione a 2 mm dalla linea di fusione (FL + 2) e, per la terza; quella a 5 mm dalla linea di fusione (FL + 5).

La modalità di verifica della tenacità in zona termicamente alterata in base a questo criterio è riportata nel paragrafo 4.2.2 (definizioni) della specifica tecnica.

Questa implementazione del numero delle provette, in considerazione del fatto che la struttura della zona termicamente alterata non si presenta uniforme per tutta la sua estensione ma è caratterizzata piuttosto da un passaggio graduale di microstrutture a partire da una interfaccia a grani grossi nel primo strato surriscaldato, seguita da una configurazione a grani medi nel secondo strato con una evoluzione verso lo stato normalizzato nel terzo strato, permette di disporre in sede di qualifica di un quadro preciso della distribuzione dei valori di tenacità nelle diverse situazioni microstrutturali della zona termicamente alterata.

- *una elevata qualità delle saldature assicurata da una estesa applicazione dei controlli non distruttivi sia di tipo volumetrico (Radiografie o Ultrasuoni) che superficiale (visivo e con particelle magnetiche)*


Il capitolo 4.10 della specifica tecnica tratta dell'applicazione e delle metodologie di controllo delle saldature durante la fabbricazione delle paratoie. Sono previsti controlli sull'intero volume delle saldature (radiografie e ultrasuoni), controlli superficiali (visivi, con particelle magnetiche e con liquidi penetranti).

La tipologia delle ispezioni e l'estensione delle stesse dipendono dalla configurazione delle saldature (se a piena penetrazione oppure d'angolo) in funzione delle classi assegnate e degli spessori degli elementi collegati.

- *un controllo periodico programmato in esercizio con estesa ripetizione dei controlli non distruttivi durante i periodi di manutenzione*

Gli interventi di manutenzione ordinaria prevedono che ogni 5 anni la paratoia venga rimossa dalla sua collocazione e, dopo essere stata sostituita in sede da una gemella, venga portata in cantiere per essere sottoposta a un piano di interventi programmati per la pulizia interna ed esterna della struttura, per il



|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | El. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 73 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

ripristino della protezione nelle zone dove la verniciatura si presenti danneggiata e per la sostituzione eventuale degli anodi esterni.

Il piano prevede che ogni 10 anni si debba procedere anche alla riverniciatura completa, inclusa la sabbiatura, e alla sostituzione degli anodi interni.

Durante questi periodi programmati di manutenzione, l'intera paratoia sarà accessibile per eseguire tutte le ispezioni sui componenti del manufatto e tutti i controlli non distruttivi prescritti in sede di fabbricazione che si volessero ripetere sulle saldature per assicurarsi che abbiano mantenuto la loro integrità.

#### 4.6.2. Trattamenti termici previsti

In fase di esame a livello tecnico del Progetto Esecutivo, la Commissione relatrice, nella persona del prof. R. Vitaliani, ha chiesto di introdurre procedimenti di semi-bonifica delle saldature e di designare gli acciai anche relativamente ai valori di resilienza.

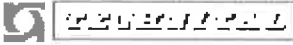
Le tensioni interne di saldatura (che normalmente non influiscono sulla resistenza statica dei giunti saldati) sono pericolose se le saldature collegano:

- elementi strutturali operanti in condizione di possibile rottura fragile;
- elementi strutturali soggetti a fenomeni di instabilità elastica (carichi di punta);
- elementi strutturali operanti in ambienti dove sono possibili fenomeni di corrosione sotto tensione;
- elementi strutturali destinati a successiva lavorazione meccanica di precisione.

Queste condizioni non si prevede possano sussistere sulla generalità della struttura nel caso in esame, né durante il ciclo di fabbricazione dei moduli delle paratoie, né nelle successive fasi di installazione e servizio delle stesse.

Le paratoie hanno tipologia strutturale, interasse degli elementi di irrigidimento e spessori delle strutture (per la maggior parte 10 ÷ 15 mm) del tutto usuali per costruzioni simili, per le quali il trattamento termico di distensione (PWHT = Post Weld Heat Treatment) non è richiesto.

La normativa internazionale (ref. RINA, EEMUA, DNV) per strutture considera lo spessore come esclusivo fattore per stabilire l'applicazione obbligatoria del trattamento termico e richiede il trattamento termico di distensione dopo la

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | El. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 74 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

saldatura su elementi di alto spessore (superiore a 40 mm per i nodi e genericamente superiori a 50 mm).

Dati gli spessori medio bassi della maggior parte dei giunti saldati nelle paratoie, le tipologie dei materiali coinvolti (S275 e S355 - UNI EN 10025), le prescrizioni di esecuzione e controllo e l'esclusione delle condizioni che potrebbero comportare effettiva pericolosità delle tensioni residue di saldatura, non si ravvisa la necessità di procedere all'esecuzione di un trattamento termico generalizzato per la distensione delle saldature e si ritiene che un PWHT sia necessario solo per le giunzioni delle lamiere di alto spessore delle paratie longitudinali, per le quali si è designato l'acciaio anche relativamente alle resilienze di norma.

**In ottemperanza alle richieste dell'Esperto MAV, si prescrive pertanto un trattamento di distensione, con funzione anche di rinvenimento, o eventuale differente procedimento tecnologico equivalente atto ad evitare il possibile manifestarsi di strutture metallurgiche avverse sui giunti di elevato spessore propri di alcuni particolari costruttivi, per le connessioni con saldature aventi spessore maggiore > 40 mm:**


- particolare 2A, dettagli interfaccia cerniere – doc. MV078P-PE-CAD-2071;
- particolare 1G, dettagli punti di sospensioni posteriori – doc. MV078P-PE-CAD-2090;

La procedura di trattamento termico (in conformità a quanto previsto da AWS D1.1., paragrafo 5.8) o di eventuale differente procedimento tecnologico equivalente dovrà essere predisposta dall'Impresa, certificata da Ente di prova approvato dalla Direzione Lavori e sottoposta all'approvazione della Direzione Lavori.

Il personale dell'Ente di Prova dovrà inoltre supervisionare tutte le attività di trattamento termico delle paratoie ed emettere, a fine attività, la certificazione di corretta esecuzione.

La metodologia proposta dovrà contenere:

- l'indicazione delle attrezzature che si intende utilizzare e, sulla base di esse, la definizione delle modalità e delle caratteristiche di trattamento (temperature, fasi e durate del riscaldamento e del raffreddamento, ecc.);

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | El. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 75 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

- tutte le indicazioni relative alla partizione degli elementi che si intendono trattare;
- i provvedimenti costruttivi temporanei ed i controlli successivi al trattamento necessari al fine di garantire tassativamente le tolleranze dimensionali prescritte;
- tutte le indicazioni relative ai materiali, alle qualifiche degli operatori, ai controlli e alle prove da eseguire durante e dopo il trattamento;
- eventuali indicazioni aggiuntive per l'esecuzione e il controllo delle saldature e di eventuali altri trattamenti o lavorazioni da effettuarsi su componenti trattati termicamente.

I disegni costruttivi dovranno riportare tutti gli accorgimenti e predisposizioni necessarie a garantire il corretto accoppiamento finale dei componenti della paratoia, rispettando le tolleranze prescritte.

All'atto dell'ordine del materiale, i trattamenti termici dovranno essere segnalati al Fornitore.

## 4.7. Fabbricazione


### 4.7.1. Generalità

Tutta la fabbricazione e la costruzione devono essere conformi alle richieste di questa specifica.

Il lavoro non sarà eseguito quando le condizioni atmosferiche non permettono prestazioni soddisfacenti o quando particolari condizioni impediscono una adeguata ispezione.

La fabbricazione deve essere eseguita su superfici livellate e piane, dovranno essere fatti controlli frequenti sui supporti e blocchi, e qualsiasi spostamento fuori livello dovrà essere rettificato con adeguato spessoramento per ristabilire la planarità.

L'Impresa dovrà osservare e controllare le dimensioni prima dell'accoppiamento per la saldatura e prima della saldatura di componenti. Le tolleranze dovranno es-

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 76 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

sere controllate in qualsiasi fase significativa della costruzione e le dimensioni finali dovranno essere all'interno delle tolleranze definite in questa specifica.

L'Impresa dovrà sottoporre il suo procedimento di controllo dimensionale all'approvazione della Direzione Lavori prima di iniziare la fabbricazione, indicando la filosofia del metodo di costruzione, i metodi scelti per il controllo delle dimensioni e la loro compatibilità con le tolleranze richieste.

#### 4.7.2. Attività di assiemaggio e costruzione

L'Impresa dovrà considerare i carichi indotti nella struttura dai supporti, dai sollevamenti e dalla sospensione dei componenti stessi, durante la fase di assiemaggio.

Durante l'assiemaggio l'Impresa dovrà considerare la stabilità locale e globale dovuta al peso proprio e ai carichi ambientali. Questi comprendono le impalcature, i ponteggi, le gru temporanee, le postazioni di saldatura e le protezioni presenti durante le varie fasi di costruzione della struttura.

L'Impresa dovrà prevedere alla correzione degli allineamenti in qualsiasi momento della fase di assiemaggio della struttura e dovrà inoltre dimostrare in modo soddisfacente alla Direzione Lavori che tali azioni non inducono nei singoli componenti uno stato di sollecitazione superiore al valore ammissibile.

Non sono permesse saldature su componenti forzati in posizione a meno che non venga dimostrato dall'Impresa la compatibilità delle sollecitazioni indotte con quelle di progetto.


#### 4.7.3. Lamiere dei fasciami

Tutti i giunti a completa penetrazione, quando possibile, dovranno essere con ripresa a rovescio allo scopo di produrre la fusione completa del giunto.

Le saldature devono essere continue e a completa sigillatura e la ripresa delle stesse deve essere eseguita sulle teste di saldatura.

Le saldature d'angolo di tenuta dovranno avere un lato minimo di 4 mm.

Le lamiere dei fasciami non dovranno presentare avvallamenti superiori a 3 mm misurati con una dima di lunghezza pari a 1200 mm.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 77 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

#### 4.7.4. Attacchi temporanei saldati

Gli attacchi temporanei saldati alla struttura e non mostrati sui Disegni di Progetto non sono permessi, a meno che non siano da considerarsi supporti non strutturali e temporanei. Anche in quest'ultimo caso devono essere limitati al minimo.

In questo caso la saldatura è permessa a patto che lo spessore dell'attacco temporaneo non sia superiore a 20 mm e che le saldature non siano ad una distanza inferiore a 51 mm da qualsiasi saldatura.

Tutti gli attacchi temporanei devono essere saldati alla struttura secondo le richieste di questa specifica e utilizzando procedimenti approvati.

Al completamento dell'intera struttura, tutti gli attacchi temporanei saldati dovranno essere rimossi mediante taglio a fiamma eseguito a 5 mm dalla superficie del materiale base e gli spigoli arrotondati.

L'asportazione verrà completata con molatura a filo per gli elementi strutturali di classe "a", "b" e "c" e per le zone per cui è prevista la pittura. Le zone molate dovranno essere accuratamente esaminate mediante MPI e i risultati di tali esami documentati.


I supporti saldati non dovranno essere rimossi mediante martellatura o qualsiasi altro mezzo meccanico che possa danneggiare la superficie.

#### 4.7.5. Finitura della superficie

Al completamento di un componente o di una parte della struttura, l'Impresa dovrà rimuovere tutte le saldature, le sbavature, le puntature e qualsiasi altro segno causato dai ponteggi o attacchi temporanei utilizzati durante la fase di costruzione.

Tutti i segni di bruciatura e di accensione arco dovranno essere molati a filo e controllati visivamente e con liquidi penetranti.

Le zone dei componenti di classe "a, b, c" interessate dovranno essere accuratamente esaminate visivamente e con particelle magnetiche, e l'esito di tali esami documentato.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 78 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

#### 4.7.6. Finitura degli spigoli

Al fine di garantire la miglior adesione dei trattamenti di protezione anticorrosiva delle superfici esterne ed interne della paratoia, tutti gli spigoli delle lamiere e dei piatti dovranno essere arrotondati ( $R = 2 \text{ mm}$ ) o smussati ( $2 \times 2 \text{ mm}$ ) e dovranno esse rimosse tutte le sbavature. Per le prescrizioni di dettaglio si fa riferimento alla norma EN ISO 12944-3 appendice D.

#### 4.7.7. Fori di rispetto della saldatura

Questi fori sono richiesti quando indicato sui Disegni di Progetto, e quando necessario per esigenze di esecuzione della saldatura a completa penetrazione (es. quando la saldatura di un rinforzo incrocia la saldatura di un giunto a piena penetrazione). In questo caso l'Impresa dovrà preventivamente proporre e concordare con la Direzione Lavori la soluzione.

Qualora non indicato diversamente sui disegni di progetto, il raggio del foro dovrà essere come indicato nella seguente tabella I (+/- 3 mm):

**Tabella I – Raggio fori**

| Spessore del rinforzo (t) in mm | Raggio del foro (R) in mm |
|---------------------------------|---------------------------|
| $t < 20 \text{ mm}$             | $R = t + 15 \text{ mm}$   |
| $t < 35 \text{ mm}$             | $R = t + 10 \text{ mm}$   |
| $t > 35 \text{ mm}$             | $R = t + 5 \text{ mm}$    |


Le superfici dei fori dovranno essere lisce e prive di intaglio. Non sono consentiti fori sugli elementi che delimitano compartimenti che sono previsti a tenuta.

Le saldature a completa penetrazione dei rinforzi si raccorderanno con il materiale base all'interno del foro stesso.

Le saldature ad angolo devono proseguire all'interno dei fori, sullo spessore su cui si saldano.

Quando la saldatura da incrociare è d'angolo si dovrebbe eseguire un taglio a  $45^\circ$  sullo spigolo del rinforzo in modo da poterlo sagomare e facilitare l'esecuzione della saldatura dello stesso.

I fori che sono in elementi strutturali che devono essere pitturati ma che non hanno la parte interna accessibile dovranno essere saldati a tenuta prima di applicare la pittura. La tenuta verrà realizzata con un lamierino da 5 mm circa di spessore

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | El. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 79 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

saldato ad angolo. In questi casi l'uso dei fori dovrà essere minimizzato.

#### 4.7.8. Collegamenti tramite bulloni

Le giunzioni bullonate sono limitate al montaggio di elementi dell'allestimento (chiusure sfoghi e prese, anodi, parabordi, supporti tubazioni,) e di elementi accessori in materiale elastico, quali i parabordi ed elementi in gomma sugli spigoli lato mare e lato laguna della paratoia.

I fori per i bulloni dovranno essere eseguiti con un trapano e risultare perpendicolari alla superficie del pezzo metallico e dovranno avere il diametro maggiore di quello del bullone delle quantità prescritte dalle normative.

Non è consentito l'allargamento dei fori mediante fiamma.

I bulloni si dovranno inserire facilmente nei fori senza danneggiare il filetto. La testa dei bulloni e i dadi dovranno rimanere perfettamente paralleli alla superficie del pezzo.

Tutti i bulloni dovranno avere una lunghezza tale da non sporgere più di 6 mm dal dado o dal controdado.


### 4.8. Tolleranze dimensionali delle paratoie

#### 4.8.1. Generalità

Al fine di garantire il corretto funzionamento delle paratoie, è necessario che, una volta installate nei cassoni di fondazione e messe in operazione, esse siano libere di ruotare, attorno all'asse identificato dai centri delle loro cerniere sferiche, senza nessun rischio di interferenza né fra paratoie adiacenti né fra le paratoie all'estremità della barriera e i cassoni di spalla. D'altra parte si deve fare in modo che le distanze fra gli stessi elementi siano il più possibile ridotte al fine di ridurre il flusso d'acqua che inevitabilmente si instaura quando la barriera viene chiusa in occasione di un evento di alta marea.

Gli elementi che influenzano la distanza reciproca fra le paratoie in esercizio sono molteplici e riguardano sia le paratoie stesse sia i cassoni di fondazione.

Nell'ambito della progettazione esecutiva delle opere alle bocche è stata svolta

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | El. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 80 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

un'analisi completa delle tolleranze combinate di cassoni e paratoie che è giunta alla definizione delle tolleranze di costruzione che devono essere garantite per ciascun manufatto al fine di ottenere il risultato finale tenendo anche conto delle tolleranze d'installazione e dei cedimenti a breve e lungo termine.

Al fine di garantire le tolleranze dimensionali molto restrittive necessarie a garantire la funzionalità ed il rispetto delle prestazioni degli sbarramenti, la prefabbricazione e l'assemblaggio delle paratoie devono essere eseguiti seguendo le procedure di controllo dimensionale indicate nell'analisi sopra menzionata i cui punti principali vengono ripresi nella presente specifica.

#### 4.8.2. Impostazione del controllo dimensionale

L'asse teorico della struttura dovrà essere riferito ad una rete coordinata di stazioni di controllo che saranno posizionate in luoghi stabili, protetti da danneggiamenti e da potenziali assestamenti del suolo.

Le coordinate tridimensionali di queste stazioni di controllo dovranno essere rilevate con una precisione di  $\pm 1$  mm e verificate regolarmente durante la costruzione, con misurazioni documentabili.


La misurazione verso le stazioni di controllo sarà effettuata mediante strumentazione di alta precisione, mediante misura ad infrarossi, con tolleranza di  $\pm 0,2$  mm.

Contemporaneamente con la misura delle dimensioni di un componente, sarà misurata e registrata, al momento della rilevazione, la temperatura del componente stesso. Tutte le misurazioni saranno correlate alla temperatura standard di 20°C.

I sistemi di rilevazione e controllo dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Strumentazione elettronica, media precisione:  
 $\pm 1''$  angolare -  $\pm 2$  mm distanza
- Strumentazione elettronica, alta precisione:  
 $\pm 1''$  angolare -  $\pm 0.2$  mm distanza
- Strumentazione con metodo laser di misurazione – precisione di distanza:  
 $\pm 2$  mm



|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 81 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

- Programma 3D geometrico di rilevazione per l'analisi dei dati ed i calcoli trigonometrici
- Programma di disegno in CAD 3D
- Sistema automatico di trasferimento dati

Sistemi di rilevazione e controllo con caratteristiche diverse dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori prima del loro utilizzo.

#### 4.8.3. Sistema di riferimento della paratoia

La paratoia deve essere costruita partendo dalle paratie longitudinali che portano i fori per i perni.

- L'asse dei fori definisce l'asse di riferimento longitudinale della paratoia.
- La mezzeria tra i fori definisce l'asse trasversale della paratoia.

In questo modo le tolleranze longitudinali e verticali sono 0.

Rimane la tolleranza per la posizione delle due paratie:


$\pm 2,5$  mm nella direzione longitudinale, rispetto all'asse di simmetria della paratoia.

#### 4.8.4. Tolleranze

Tutte le tolleranze dimensionali (deviazioni dalla posizione teorica) sono relative al posizionamento teorico dei componenti strutturali o all'asse di riferimento della struttura.

Le tolleranze dimensionali sono classificate in due gruppi, A e B, con lo scopo di distinguere componenti critici (primari, quelli che influiscono sui traferri) dai componenti non critici (secondari).

La posizione e le tolleranze per i componenti critici sono relative agli assi teorici longitudinale, trasversale e di elevazione della struttura di progetto. Questi componenti vanno considerati come elementi di "elevata precisione di posizionamento" e richiederanno strumentazioni e sistemi di misurazione specifici sopra elencati.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | El. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 82 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

La posizione e le tolleranze per i componenti non critici sono relative alle loro posizioni teoriche.


La seguente tabella L raccoglie i valori che devono essere rispettati per le varie tolleranze:

**Tabella L – Tolleranze**

| Tolleranze generali   | Classe | Riferimento                     | Tolleranza richiesta                           | Tipo                 |
|---|--------|---------------------------------|--|----------------------|
| <b>Stazioni della rete di controllo</b><br>Pilastrini di supporto in c.a.   | A      | Assi strutturali della paratoia | +/- 1mm  | Vettore 3D           |
| <b>Supporti assiemaggio paratoia</b><br>L'elevazione dei supporti sarà controllata con riferimento alla rete di controllo | B      | Disegni costruttivi             | +/- 3mm  | Altezza              |
| <b>Stazioni di controllo secondarie</b><br>Stazioni di controllo locali usati per controllare i componenti di classe B    | B      | Rete di controllo principale    | +/- 2mm  | Vettore 3D           |
| Componenti della paratoia   | Classe | Riferimento                     | Tolleranza richiesta                           | Tipo                 |
| <b>Paratie longitudinali</b><br>Distanza fra gli assi delle paratie longitudinali [*]                                     | A      | Disegni costruttivi             | +/- 5mm  | Distanza             |
| <b>Angoli della paratoia</b><br>Dimensioni in pianta  | A      | Assi strutturali                | +0/-10mm trasversale<br>+/- 5mm longitudinale. | Distanza             |
| <b>Angoli della paratoia</b><br>Distanza fra gli angoli in pianta   | A      | Disegni costruttivi             | 0/-20 mm trasversale<br>+/- 10mm longitudinale | Distanza orizzontale |
| <b>Angoli della paratoia</b><br>Distanza in verticale   | B      | Assi strutturali                | +/- 5mm  | Errore di quota      |
| <b>Punti di sospensione</b><br>Posizione  | A      | Assi strutturali                | +/- 2.5mm                                      | Vettore 3D           |
| <b>Strutture interne della paratoia</b><br>Paratie anelli rinforzati  | B      | Disegni costruttivi             | +/- 10mm                                       | Allineamento         |
| <b>Disallineamento locale</b><br>Deviazione dall'asse teorico del fasciame  | B      | Disegni costruttivi             | +/- 20% dello spessore del fasciame            | Disallineamento      |

I principali valori delle tolleranze sulle dimensioni della paratoia sono riportati sul disegno MV078P-PE-CAD-2005.

[\*] Sulle paratie longitudinali sono predisposti i fori per l'installazione del sistema di trattenimento e alloggiamento snodo: le tolleranze relative alle predisposizioni del foro e al sistema di trattenimento di trattenimento e alloggiamento snodo sono riportate sui disegni MV078P-PE-CAD-2072 e MV078P-PE-CAD-2073. Si veda anche il capitolo 6.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | El. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 83 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

## 4.9. Tolleranze sui componenti prefabbricati

### 4.9.1. Generalità

L'Impresa dovrà eseguire i controlli dimensionali sui componenti prefabbricati con personale di provata esperienza e strumenti con certificati di calibrazione recenti.

Di seguito vengono dati i valori degli scostamenti ammessi per ogni caratteristica da misurare sugli elementi strutturali.

### 4.9.2. Profilati e travi saldate

#### 4.9.2.1 *Generalità*

Le tolleranze relative ai componenti strutturali in acciaio dovranno essere conformi al codice AWS D1.1, sezione 5.23 paragrafi dal 5.23.1 al 5.23.9.

Per quanto riguarda le variazioni accettabili di planarità dell'anima, vale quanto stabilito nel codice AWS D1.1, paragrafo 5.23.6.

#### 4.9.2.2 *Tolleranze locali*

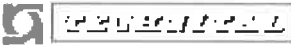
L'altezza della pinna deve avere una tolleranza di  $-2 / 0$  mm sulla distanza tra l'asse orizzontale passante per il foro e lo spigolo inferiore, come indicato in MV078P-PE-CAD-2005.

L'eccentricità delle ali non dovrà essere superiore a  $0.02b$ , con un massimo di 6 mm. L'inclinazione e l'effetto tetto non dovranno essere superiori a  $(t+0.01b)$  mm, dove  $b$  è la larghezza dell'ala in millimetri e  $t$  è il suo spessore, con un massimo di 6 mm.

Lo svergolamento dell'anima delle travi dovrà essere uguale a  $(1+0.01h)$  mm, con massimo di 10 mm, dove  $h$  è l'altezza dell'anima in millimetri. La bombatura dell'anima dovrà essere uguale a  $0.01 t$  con massimo di 0.5 t, dove  $t$  è lo spessore dell'anima.

#### 4.9.2.3 *Rinforzi d'anima*

La posizione dei rinforzi d'anima tra le ali della trave deve essere quella entro i valori di tolleranza.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 84 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

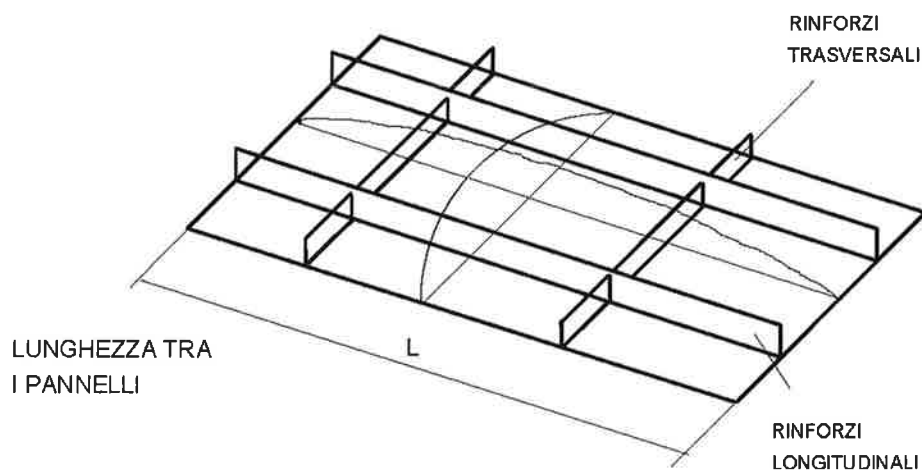
I rinforzi sull'anima dovranno essere posizionati con una accuratezza pari a metà dello spessore del rinforzo, con un massimo di 6 mm. Il fuori rettilineità del rinforzo dell'anima dovrà essere compreso entro  $0.15\%L$ , con un massimo di 3 mm. L'inclinazione dell'anima dei rinforzi, sottoposti a carichi di compressione, dovrà essere contenuta entro lo  $0.5\%h$  della massima altezza dell'anima, con un massimo di 3 mm, rispetto alla perpendicolare tra le due ali della trave.

#### 4.9.3. Pannelli di lamiera rinforzata

Si applica quanto segue, tabelle M e N:

**Tabella M – Tolleranze per pannelli**


| <i>Tipo di misura</i>                                | <i>Valore di tolleranza</i> | <i>Valore max (mm)</i> |
|--|-----------------------------|------------------------|
| Fuori posizione del piano                            | $0.3\% L$                   | 10                     |
| Bombatura laterale globale tra i rinforzi principali | $0.5\% L_1$                 | 10                     |
| Bombatura laterale globale tra i rinforzi secondari  | $0.15\% L$                  | 15                     |

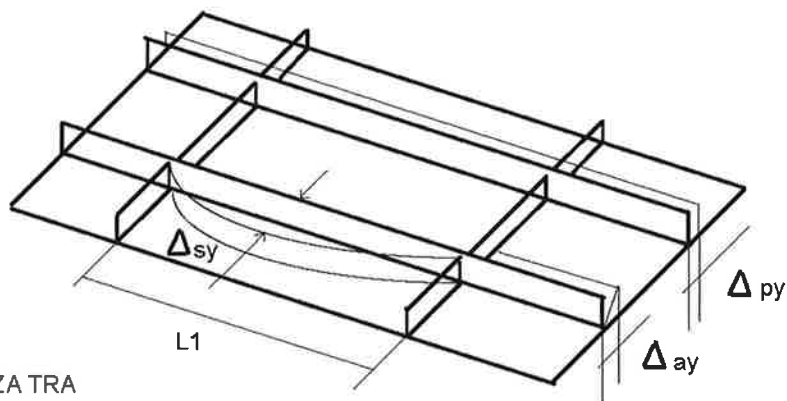


**Tabella N – Tolleranze per i rinforzi dei pannelli**

| <b>Tipo di tolleranza</b>  | <b>Valore di tolleranza</b> | <b>Valore max (mm)</b> |
|--|-----------------------------|------------------------|
| Inclinazione $a_y$   | $2.5\% h$                   | 5                      |
| Fuori posizione $p_y$  | $5\% h$                     | 10                     |
| Fuori posizione $p_y$ in intersezione nodale                               | $5\% h$                     | 3                      |
| Fuori rettilineità $s_y$ sia laterale sia ortogonale al piano del pannello | $0.5\% L_1$                 | 5                      |

dove:  $L_1$  è la distanza tra due rinforzi consecutivi;  
 $h$  è l' altezza dei rinforzi.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 85 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |



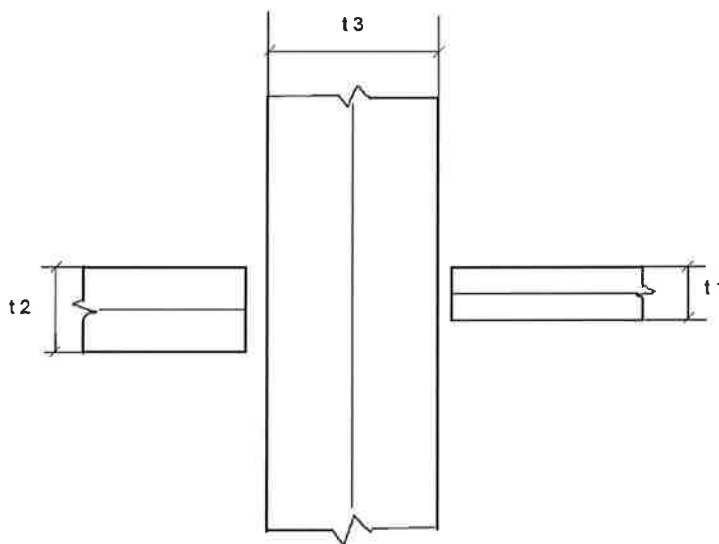
LUNGHEZZA TRA  
I RINFORZI

#### 4.9.3.1 Rinforzi che danno origine a incroci cruciformi

Qualora una combinazione di rinforzi (anelli, diaframmi, anime) dia origine a configurazione a croce con altri componenti o rinforzi il disallineamento ammesso non deve superare i valori della tabella O seguente.

**Tabella O – Valori di disallineamento**

| Spessore           | Slivellamento       |
|--------------------|---------------------|
| $t3 > t1$ e $> t2$ | $t3 / 2$ ; max 10mm |
| $t2 > t3$ e $> t1$ | $t2 / 2$ ; max 6mm  |



**INCROCI CRUCIFORMI**

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | El. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 86 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

## 4.10. Ispezione delle saldature

### 4.10.1. Generalità

Tutte le saldature dovranno essere sottoposte a CND con il procedere della fabbricazione e della costruzione, sulla base di un piano e di disegni relativi sottoposti alla Direzione Lavori.

I CND, relativi a saldature di classe "a, b, c", dovranno essere eseguiti non prima di 48 ore dopo il completamento della saldatura. Lo stesso per saldature di classe "d" con spessore superiore a 20 mm. Per le saldature eseguite l'Impresa dovrà fornire per approvazione una procedura per i CND che precisi anche i tempi di attesa dopo saldatura.

Non si ammette il raffreddamento accelerato delle saldature.

I CND su saldature di classe "e" e per tutti gli altri casi non menzionati sopra possono essere fatti dopo 24 ore dal completamento della saldatura.

L'ispezione e il CND prima del trattamento termico sarà a sola discrezione dell'Impresa e non evita i controlli posteriori.

I rapporti di CND dovranno contenere tutte le informazioni che permettano la ripetitività dell'esame nelle stesse condizioni.

L'Impresa dovrà redigere ed emettere un piano di controllo della qualità dei giunti saldati contenente il tipo di CND obbligatori e il momento in cui dovranno essere eseguiti. Tale documento sarà sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori.

### 4.10.2. Definizioni

Si usano le seguenti definizioni

CND: Controlli Non Distruttivi.

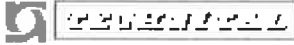
VI: Ispezione Visiva.

MT: Controllo con Particelle Magnetiche.

PT: Controllo con Liquidi Penetranti.

UT: Controllo Ultrasonico.

RT: Controllo Radiografico.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 87 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

DAC: Correzione Distanza Ampiezza.

HD: Massima ampiezza dell'altezza dell'eco del difetto.

PA: Phased Array (controllo a ultrasuoni con tecnica a schiera di elementi controllati in fase)

TOFD: Time-of-Flight Diffraction (tecnica della diffrazione dei tempi di volo)

#### 4.10.3. Metodi di CND

I metodi di controllo accettati sono RT, UT, MT e PT. La loro applicabilità dovrà essere conforme alla tabella P seguente.

**Tabella P – Applicabilità dei CND**

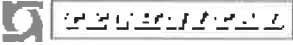
| Classi di Saldatura                 | a, b, c, d |               |            | e                  |
|-------------------------------------|------------|---------------|------------|--------------------|
|                                     | t < 12mm   | 12 < t < 38mm | t > 38mm   |                    |
| Giunto                              |            |               |            | Tutti gli spessori |
| Completa penetrazione testa a testa | RT         | RT            | UT + 10%RT | MT                 |
|                                     | MT         | MT            | MT         |                    |
| Completa penetrazione a T           | MT         | UT            |            | PT                 |
|                                     |            | MT            |            |                    |
| D'angolo                            | MT         | MT            |            |                    |

Gli spessori indicati sono quelli del materiale base al giunto di saldatura.

L'Impresa può proporre l'utilizzo di metodi PA, in sostituzione di UT convenzionali, e di TOFD, in sostituzione di RT. In questo caso l'Impresa effettuerà i test richiesti dalla Direzione Lavori per provarne l'attendibilità e predisporrà la qualifica del procedimento e degli operatori, le procedure di esecuzione e controllo, i limiti di accettabilità e il contenuto dei rapporti: tali documenti devono essere approvati dalla Direzione Lavori prima di procedere ai controlli sulle saldature delle paratoie.

L'estensione dei controlli con i metodi PA e TOFD non può essere inferiore a quella prevista con i metodi tradizionali cui si sostituiscono.

Per i metodi PA e TOFD valgono inoltre le norme UNI EN 16018, UNI ENV 583-6, UNI EN ISO 10863 e UNI EN 15617.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | El. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 88 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

#### 4.10.4. Estensione dei CND

L'estensione dei CND dovrà essere conforme a quanto indicato nella tabella Q che segue.

**Tabella Q – Estensione dei CND a seconda delle classi di saldatura**

|              | <b>a</b> | <b>b,c</b> | <b>d</b> | <b>e</b> |
|--------------|----------|------------|----------|----------|
| <b>VI</b>    | 100%     | 100%       | 100%     | 100%     |
| <b>UT/RT</b> | 100%     | 100%       | 20%      | ---      |
| <b>MT</b>    | 100%     | 20%        | 20%      | ---      |
| <b>PT</b>    | ---      | 100%       | ---      | 20%      |

Le percentuali indicate in tabella si riferiscono alla lunghezza totale di ogni saldatura. Per saldature che hanno lunghezza inferiore a 1 m le percentuali indicate si possono riferire alla percentuale di saldature complete dello stesso tipo da controllare (20% significa che potrà essere esaminato il 100% di una saldatura completa su 5 eseguite).

Qualora ispezioni parziali rivelassero difetti inaccettabili in saldatura, la percentuale di CND dovrà essere raddoppiata ed estesa a zone adiacenti all'area difettosa, da ambo le parti. Qualora nella nuova area venissero trovati ancora difetti inaccettabili la percentuale di controllo CND sarà estesa al 100%.

Qualora difetti gravi (cricche o altri difetti planari, eccessive inclusioni di scorie e gruppi di porosità) si presentassero frequentemente a giudizio della Direzione Lavori, egli si riserva il diritto di aumentare la percentuale di CND, fino al 100%, su tutte le saldature eseguite con il medesimo procedimento e nello stesso periodo.

Qualora la lunghezza totale dei difetti non accettabili fosse superiore all'1% della lunghezza indagata, nel caso di giunti con percentuale di controllo inferiore al 100%, la Direzione Lavori si riserva il diritto di aumentare la percentuale di CND, fino al 100%.

Le saldature di qualsiasi classe, eccetto la "e", che vengano rese inaccessibili nel corso della fabbricazione del manufatto, dovranno essere controllate al 100% mediante CND.



|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 89 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

#### 4.10.5. Controllo dei cianfrini

Prima dell'assemblaggio per la saldatura, tutti i lembi dovranno essere ispezionati per rilevare eventuali indicazioni.

Il controllo dei cianfrini dovrà essere eseguito con esame visivo integrato da MT o PT quando necessario per evidenziare la presenza di difetti.

L'estensione del difetto sotto la superficie del cianfrino dovrà essere verificata mediante un esame UT o mediante molatura per determinare la profondità della delaminazione.

Qualsiasi indicazione più profonda di 5 mm dovrà essere riparata con procedura qualificata.

#### 4.10.6. Qualifica dei procedimenti e delle apparecchiature di CND

##### 4.10.6.1 *Procedure e qualifiche*

Prima di cominciare qualsiasi controllo l'Impresa dovrà preparare una procedura per ogni tecnica di CND che si propone di utilizzare, e dovrà sottoporla all'approvazione della Direzione Lavori.


La Direzione Lavori può richiedere la qualifica di alcune o di tutte le procedure, per verificare che le metodologie utilizzate riescano ad individuare indicazioni note.

##### 4.10.6.2 *Controllo radiografico (RT)*

La procedura relativa a questo tipo di controllo dovrà essere conforme alle UNI EN 1435 ed EN 12517.

La procedura di procedimento per il controllo radiografico dovrà contenere almeno le seguenti informazioni:

- sorgente radioattiva (raggi X o raggi gamma; se raggi gamma, il tipo di isotopo);
- tecnica (potenza dell'apparecchio, in volt o in curie, apparecchio esterno o interno a singola parete, doppia parete/singola immagine, doppia parete/ doppia immagine);
- relazioni geometriche (distanza film sorgente, distanza oggetto film, angolo della radiazione rispetto al film e alla saldatura, macchia focale);

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | El. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 90 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

- tipo di film (nome commerciale e designazione);
- schermi di intensificazione (materiale anteriore e posteriore, spessore);
- condizioni di esposizione (kV, mA, min, Bequerel, min);
- processo (tempo e temperatura di sviluppo, fissaggio, lavaggio ecc.);
- sensibilità IQI (Indicatore Qualità Immagine) in percentuale dello spessore del metallo fuso basato rispettivamente sugli indicatori lato sorgente e lato film;
- densità (la densità delle radiografie misurate sull'immagine del materiale base);
- copertura del film.

I procedimenti radiografici dovranno essere qualificati facendo due esposizioni radiografiche del giunto saldato con le stesse configurazioni e dimensioni, o con geometrie simili, su un materiale uguale o simile a quello utilizzato nella struttura.

Quanto detto vale per riprese in doppia parete, per verificare la sensibilità.

#### 4.10.6.3 Controllo ultrasonico (UT)

La procedura relativa a questo tipo di controllo dovrà essere conforme alle EN 583, EN 1712, EN 1713 ed EN 1714 tale procedura dovrà contenere almeno le seguenti informazioni:

- tipo di strumento;
- tipo di trasduttore;
- frequenze;
- dettagli di calibrazione;
- richieste sulla superficie;
- tipi di accoppianti;
- tecnica di scansione;
- registrazione dei dettagli;
- riferimento ai procedimenti di saldatura applicati;
- campo per la gamma di spessore del materiale e curvatura;

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 91 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

- verifiche della calibrazione;
- campo di temperatura applicabile.

La prova di qualifica dovrà essere eseguita in normali condizioni di lavoro e alla presenza della Direzione Lavori.

I pezzi testati dovranno essere disponibili come riferimento durante tutto il lavoro di ispezione.

Il controllo UT eseguito mediante apparecchiature automatiche è generalmente accettato, ma va sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori. In questo caso si applicano sempre le prescrizioni dei paragrafi 4.9.3 e 4.9.4.

#### *4.10.6.4 Ispezione con particelle magnetiche (MT)*

La procedura relativa a questo tipo di controllo dovrà essere conforme alle EN 1290 ed EN 1291 tale procedura dovrà contenere almeno le seguenti informazioni:


- materiali e dimensioni;
- tipo di strumentazione;
- preparazione della superficie includendo anche il liquido di contrasto;
- metodo di essiccamento;
- tipo di particelle magnetiche e vernice di contrasto;
- correnti di magnetizzazione (per magnetizzazione con puntali, il tipo di puntali e la distanza);
- campo di temperatura applicabile.

Non è richiesta una prova specifica di qualifica. Il procedimento è considerato qualificato sulla base dell'accettazione della specifica di prova.

#### *4.10.6.5 Ispezione con Liquidi penetranti (PT)*

La procedura relativa a questo tipo di controllo dovrà essere conforme alle UNI EN 571-1:1998 e UNI EN 1289:2006 tale procedura dovrà contenere almeno le seguenti informazioni:

- materiali e dimensioni;

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 92 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

- tipo di liquido usato;
- preparazione della superficie.

Non è richiesta una prova specifica di qualifica. Il procedimento è considerato qualificato sulla base dell'accettazione della specifica di prova.

#### 4.10.7. Qualifica del personale di CND

Gli operatori per controlli radiografici, ultrasonori, con particelle magnetiche e con liquidi penetranti dovranno essere qualificati secondo la norma EN 473 o equivalente.

L'Impresa dovrà stabilire uno schema di qualifica degli operatori che sia conforme alla EN 473 o equivalente. L'Impresa è responsabile dell'esecuzione di giunti di prova accettabili, contenenti indicazioni naturali e artificiali, rappresentativi della configurazione della costruzione che dovrà essere eseguita. Gli operatori dovranno controllare il numero di campioni definiti dallo schema precedente e dovranno compilare un rapporto.


È richiesta la presenza di un terzo livello EN 473 o equivalente coinvolto nel progetto e all'interno dell'organizzazione del cantiere e dell'officina, in qualità di supervisore.

Qualora la qualifica del personale sia in dubbio, la Direzione Lavori può richiedere la loro interdizione dall'attività produttiva fino a quando la loro abilità non sia stata soddisfacentemente dimostrata.

Gli operatori UT dovranno avere patentini e livelli aggiornati secondo ASNT-TC-1A e dovranno essere in grado di:

- calibrare l'apparecchiatura;
- eseguire una prova operativa in condizione di controllo;
- interpretare il segnale sul video;
- valutare la forma e la posizione del riflettore;
- classificare i riflettori come planari, cilindrici o sferici.

Gli operatori RT dovranno essere in grado di eseguire una prova operativa utilizzando il procedimento radiografico qualificato.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 93 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

Gli operatori per MT e PT dovranno essere in grado di eseguire una prova operativa, mediante la tecnica utilizzata in produzione.

#### 4.10.8. Esecuzione del controllo visivo

Il controllo visivo dovrà essere eseguito da ispettori qualificati ed in accordo con la EN 970.

#### 4.10.9. Esecuzione del controllo radiografico (RT)

##### 4.10.9.1 *Generale*

L'Impresa dovrà preparare un documento nel quale viene indicata la sorgente (X o isotopo) che intende utilizzare in funzione della gamma di spessori, del luogo dove deve avvenire il controllo (officina o cantiere), e che copra l'intero lavoro.

I tipi di film che potranno essere utilizzati sono quelli indicati nella norma ISO 5579.


Saranno utilizzati solamente schermi al piombo.

Il procedimento di esecuzione del controllo radiografico dovrà essere qualificato quando il lato della sorgente non sia accessibile durante il controllo in produzione.

##### 4.10.9.2 *Esame*

L'indicatore della qualità d'immagine sarà del tipo a filo IIW/ IIS 62-60 o ISO Standard, e dovrà essere posizionato dalla parte della sorgente. Qualora il lato della sorgente non sia accessibile durante il controllo in produzione è richiesto il penetrametro dalla parte del film, ma dovrà essere marcato con una lettera F e dovrà essere qualificato il procedimento.

L'indicatore della qualità d'immagine dovrà essere chiaramente identificabile e la sensibilità dell'indicatore posizionato dal lato sorgente dovrà essere uguale o migliore delle richieste valide per la tecnica a singolo spessore. Per la tecnica a doppio spessore la sensibilità del penetramento dovrà essere calcolata considerando nel denominatore della formula lo spessore totale di penetrazione, cioè 2 volte lo spessore della piastra più i rinforzi delle due saldature. In questo caso il valore di IQI (Indicatore Qualità Immagine) dovrà essere il doppio di quello indicato (riferimento EN 462). Le radiografie per le riprese in doppio, dovranno avere una den-

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 94 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

sità dell'immagine relativa al giunto saldato compresa nell'intervallo 2,6 - 3,8 con un minimo di 1,3 per ciascuna radiografia. Per prese singole la densità dovrà essere nell'intervallo 2,0 - 4,0 per le riprese in singolo.

Qualora venga utilizzata la tecnica di esposizione multipla dovrà essere registrato su ogni film almeno un penetrametro. Qualora venga utilizzata la tecnica panoramica per coprire il 100% della saldatura circonferenziale in una sola esposizione dovranno essere ugualmente spazati lungo la circonferenza almeno 3 penetrametri disposti a 120°.

Le lunghezze di utilizzo dei film sono definite dai riferimenti del film.

#### 4.10.10. Esecuzione del controllo ultrasonico (UT)

##### 4.10.10.1 *Apparecchiatura*


L'apparecchiatura che viene utilizzata per il controllo ad ultrasuoni deve:

- essere applicabile per la tecnica di eco pulsato e per il controllo con doppia sonda;
- avere una gamma di frequenze da 2 a 6 MHz;
- avere uno schermo piatto frontale per poter facilmente disegnare la curva di riferimento;
- permettere la chiara determinazione, in condizione di prova, di echi con ampiezze pari al 5% dell'ampiezza dello schermo pieno;
- utilizzare sonde ad angolo retto e con angoli di inclinazione del fascio pari a 45°, 60° e 70°;
- soddisfare alla linearità verticale ed orizzontale prevista dalle norme EN sopra citate.

##### 4.10.10.2 *Esame*

Il controllo ultrasonoro delle saldature di produzione deve essere fatto in accordo con quanto prescritto da EN 1713 ed EN1714 con le aggiunte che seguono.

La saldatura dovrà essere controllata da almeno due lati. Le saldature a completa penetrazione a T dovranno essere esaminate anche sulla faccia opposta della membratura passante.

|   |          |                  |   |            |
|---|----------|------------------|---|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 95 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

Il controllo per la presenza di chevron cracks nelle saldature con procedimento SAW verrà effettuato con la scansione della passata esterna, utilizzando una sonda a 4MHz con inclinazione del fascio a 45°. Per facilitare questo controllo, se necessario, la saldatura dovrà essere molata.

Per il controllo di saldature SMAW in cui la finitura superficiale non consenta una corretta ispezione dovrà essere usato il metodo delle due sonde, emittenti e riceventi. Può essere applicata la tecnica tandem tenendo costante l'angolo di inclinazione rispetto all'asse della saldatura.

L'altezza delle indicazioni sarà valutata con la tecnica dei 6 dB; la lunghezza della indicazione dovrà essere valutata con il metodo della "caduta di mezzo valore".

Non è permesso che il percorso del fascio superi i 200 mm.

L'ispezione delle saldature a completa penetrazione con spessore superiore a 60 mm, per le quali l'accesso sia limitato ad un solo lato, dovrà includere una ampia scansione della superficie della saldatura. A questo scopo la saldatura dovrà essere molata adeguatamente per permettere il controllo.

Per le saldature a completa penetrazione con angolo dei lembi compreso tra 0° e 10° e con spessore superiore a 40 mm, si dovrà utilizzare la tecnica tandem.


#### 4.10.11. Esecuzione del controllo con particelle magnetiche (MT)

##### 4.10.11.1 *Apparecchiatura*

Possono essere utilizzate solamente apparecchiature a bobina a Corrente Alternata (CA) o Corrente Continua (CCr) ottenuta mediante raddrizzamento a semionda. Non potranno essere utilizzate apparecchiature magnetiche a Corrente Continua (CC) pura né apparecchiature che introducono la corrente direttamente nel pezzo.

L'apparecchiatura utilizzata per il controllo con particelle magnetiche dovrà indurre una intensità di campo compresa tra 2400 A/m (30 Oersted) e 4000 A/m (50 Oersted). L'adeguatezza del campo magnetico deve essere verificata con apposito strumento. Queste condizioni non richiedono verifica nel caso di avvolgimenti o puntali magnetici ed a patto che siano rispettate le seguenti richieste:

- il giogo elettromagnetico a CA abbia una potenza di sollevamento di almeno 5 kg nel punto di appoggio;

|   |          |                  |   |            |
|---|----------|------------------|---|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 96 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

- la corrente di magnetizzazione della bobina sia scelta in funzione del numero di avvolgimenti. Il rapporto tra il numero di ampere spire e il diametro del pezzo di tubo da testare sia tra 8 e 16 ampere spire per ogni millimetro;
- il giogo elettromagnetico a CA abbia una potenza di sollevamento di almeno 4.5 kg con una distanza dei puntali pari a 300 mm solo per difetti superficiali;
- per sezioni con spessori di 20 mm o superiore la distanza tra i puntali sia compresa tra 75 e 200 mm con una corrente di 5-6 A per millimetro;
- per sezioni con spessore inferiore a 20 mm la corrente sia da 3.5 a 4.5 A per ogni millimetro tra i puntali, con distanza compresa tra 75 e 200 mm.

Sono richiesti puntali coperti di piombo o con materiali che non provochino scintille al contatto.

#### 4.10.11.2 *Esame*

La superficie delle parti soggette a controllo dovrà essere pulita, asciutta, e libera da qualsiasi sporcizia che possa interferire con l'esame.

Per assicurare la individuazione di difetti con assi in qualsiasi direzione l'esame dovrà essere eseguito spostando il campo magnetico in almeno due direzioni perpendicolari, sull'area indagata.


Le particelle secche o umide non fluorescenti dovranno fornire un adeguato contrasto con lo sfondo della superficie da esaminare. Per aumentare l'individuazione dei difetti si dovrà verniciare la superficie: sarà utilizzato di preferenza uno sfondo bianco.

Il controllo con particelle magnetiche non potrà essere fatto su componenti con temperatura superficiale superiore a 300°C. L'esame con particelle umide non potrà essere eseguito su componenti con temperatura superficiale superiore a 60°C. Particolare attenzione dovrà essere posta per evitare riscaldamenti locali della superficie di controllo.

Tutte le bruciature dovute ai puntali dovranno essere molate e controllate con liquidi penetranti.

Quando necessario dovrà essere prevista la smagnetizzazione.



|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 97 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

#### 4.10.11.3 *Particelle magnetiche fluorescenti*

Questo tipo di controllo dovrà essere eseguito in un locale oscurato usando una lampada a radiazioni ultravioletti con lunghezza d'onda all'interno della gamma 3200/3800 Angstrom. Prima di eseguire il controllo l'operatore dovrà stare in tale locale per almeno 5 minuti, allo scopo di adattare i suoi occhi alla bassa luminosità. Qualora l'operatore indossi occhiali o lenti a contatto, queste non devono essere foto sensibili. Prima di misurare l'intensità della luce emessa è necessario lasciare riscaldare la lampada per almeno 5 minuti, per permettere il suo corretto funzionamento. L'intensità della luce ultravioletta dovrà essere misurata con un apposito strumento.

Sulla superficie del componente che deve essere esaminato sono richieste almeno 800 microwatt/cm<sup>2</sup>. L'intensità della luce ultravioletta dovrà essere misurata almeno ogni 8 ore e tutte le volte che viene cambiata la postazione di lavoro.

L'uso di particelle in sospensione dovrà essere fatto solo su saldature aventi superfici sufficientemente lisce.

#### 4.10.12. Esecuzione del controllo con liquidi penetranti (PT)

##### 4.10.12.1 *Materiale*


Possono essere utilizzati solamente liquidi penetranti in accordo con la norma UNI EN 571-1:1998.

##### 4.10.12.2 *Esame*

La procedura relativa a questo tipo di controllo dovrà essere conforme alle UNI EN 571-1:1998 e UNI EN 1289:2006.

La superficie delle parti soggette a controllo dovrà essere pulita, asciutta, e libera da qualsiasi sporcizia che possa interferire con l'esame.

L'esame dovrà essere condotto secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 1289:2006, nella quale sono contenute anche le indicazioni sui criteri per la valutazione dei risultati.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 98 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

#### 4.10.13. Limiti di accettabilità

##### 4.10.13.1 *Generalità*

Qualsiasi imperfezione di saldatura che possa impedire la definizione, o possa impedire l'individuazione o il dimensionamento, di un difetto di saldatura è essa stessa un difetto e dovrà essere riparata. Cricche e strappi lamellari individuati mediante qualsiasi metodo di CND non sono permesse in qualsiasi caso e per qualsiasi classe di saldatura. Tutte le discontinuità di questo tipo dovranno essere indagate per stabilirne la causa.

Tutti i difetti rilevati che superino i limiti di accettabilità di seguito indicati dovranno essere riparati, la saldatura ripristinata e la zona dovrà essere sottoposta ad un nuovo e completo ciclo di controllo CND.

##### 4.10.13.2 *Limiti di accettabilità del controllo visivo*

Tutte le saldature esterne ed interne, qualora accessibili, dovranno essere controllate visivamente.

Le porosità, le cavità gassose, e le inclusioni di scoria affioranti dovranno essere riparate.

Le incisioni marginali sono accettabili come da tabella R seguente:


**Tabella R – Accettabilità delle incisioni marginali**

| Classi di saldatura | a        | b, c | d   | e  |
|---------------------|----------|------|-----|----|
| Profondità mm       | 0.25     | 0.5  | 0.5 | 1  |
| Lunghezza mm        | Disperse | 10   | 20  | 40 |

##### 4.10.13.3 *Limiti di accettabilità del controllo RT*

I difetti che dall'analisi dei film sembrano soddisfare i limiti di accettabilità, ma aventi una densità che possa dare origine a dubbi riguardo alla loro profondità, dovranno essere riesaminati con la tecnica UT.

La lunghezza accettabile dei difetti è come da tabella S seguente, in cui si accettano i valori minori tra quelli riportati per ogni singolo caso e dove t è lo spessore del materiale.

|   |          |                  |  |            |
|---|----------|------------------|--|------------|
|  | Rev.     | Data:            | El. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 99 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |            |

**Tabella S – Accettabilità dei difetti rilevati con RT**

| Tipo di difetto  | a, b                   | c                       | d                   |
|--|------------------------|-------------------------|---------------------|
| Cavità gassose   | t/3 o 6mm              | t/3 o 6mm               | t/3 o 6mm           |
| Porosità lineari<br>individuale<br>cumulativa          | 0.75t                  | 1.5t                    | 3t<br>12t o 150mm   |
| Inclusione di scoria<br>individuale<br>cumulativa      | 1.5t o 6mm<br>t o 20mm | 1.5t o 6mm<br>2t o 30mm | 6mm<br>2.5t o 60mm  |
| Mancanza di fusione;<br>individuale<br>cumulativa      | non ammessa            | non ammessa             | 10mm<br>1.5t su 12t |
| Incomp.penetr. in radice:<br>individuale<br>cumulativa | non ammessa            | non ammessa             | 10mm<br>1.5t su 12t |

Due cavità gassose verranno trattate come una porosità lineare quando la distanza tra loro sia minore di 6 volte il diametro della porosità maggiore.

#### 4.10.13.4 Limiti di accettabilità del controllo UT

Qualsiasi indicazione la cui altezza di eco superi la curva DAC di 6 dB dovrà essere riparata, indipendentemente dalla sua dimensione.

Tutte le indicazioni classificabili come planari e valutabili come cricche o strappi lamellari dovranno essere riparate qualunque sia l'altezza della loro eco.

Tutti i difetti che causino echi che superano il 50% della curva DAC dovranno essere classificati e le loro dimensioni valutate, secondo la tabella T seguente.


Tutti i difetti trasversali dovranno essere considerati come difetti da riparare. Questo non si applica quando le indicazioni possono essere senza dubbio correlate a difetti longitudinali.

La lunghezza accettabile dei difetti non planari è indicata nella seguente tabella T:

**Tabella T – Accettabilità dei difetti rilevati con UT**

| Massima HD e DAC | a,b  | c    | d    |
|------------------|------|------|------|
| HD > DAC (100%)  | 10mm | 30mm | 40mm |
| HD > DAC/2 (50%) | 20mm | 45mm | 60mm |

Nota: HD= massima ampiezza dell'eco relativa all'indicazione

|   |          |                  |  |             |
|---|----------|------------------|--|-------------|
|  | Rev.     | Data:            | El. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 100 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |             |

Per le saldature di classe "d" è accettata la presenza di difetti planari riconoscibili come mancanza di fusione e incompleta penetrazione in radice nei limiti indicati nella tabella U seguente:

**Tabella U – Accettabilità dei difetti in saldature di classe “d”**

| Tipo di indicazione            | Altezza | Lunghezza | Lunghezza Massima |               |
|--------------------------------|---------|-----------|-------------------|---------------|
|                                | (mm)    | (mm)      | individuale       | cumulativa    |
| Mancanza di fusione            | 1.5     | t/2       | 10 mm             | 1.5 t su 12 t |
| Incompleta penetraz. in radice | 1.5     | 1.5 t     | 10 mm             | 1.5 t su 12 t |

#### 4.10.13.5 Limiti di accettabilità del controllo MT

Le indicazioni rilevabili, se arrotondate, saranno classificate come "ellittiche", se con una lunghezza minore o uguale a tre volte la larghezza, o come "circolari" negli altri casi. Saranno classificate "lineari" quelle rimanenti.

Tutte le superfici esaminate dovranno essere esenti da indicazioni lineari e arrotondate causate da difetti di saldatura, non dalla geometria della saldatura, aventi le limitazioni indicate di seguito:

- le indicazioni lineari non sono accettabili, qualunque sia la loro dimensione;
- le indicazioni arrotondate non devono essere maggiori di 4 mm, e non ci devono essere più di tre indicazioni in linea, ovvero aventi una distanza tra i rispettivi estremi di 1.5 mm o inferiore.

#### 4.10.13.6 Limiti di accettabilità del controllo PT

I limiti di accettabilità dei difetti rilevati con controllo PT sono definiti dalla norma UNI EN 1289:2006.


### 4.10.14. Rapporti

#### 4.10.14.1 Generalità

Il risultato del controllo dovrà essere formalizzato in un rapporto, redatto dall'operatore in forma definitiva entro 24 ore dall'effettuazione del controllo.

Il rapporto deve indicare se la qualità della saldatura soddisfa le richieste minime di questa specifica e i difetti da riparare.

Un rapporto di controllo CND deve contenere almeno le seguenti informazioni:

|   |          |                  |  |             |
|---|----------|------------------|--|-------------|
|  | Rev.     | Data:            | El. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 101 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |             |

- quelle definite dalla qualifica del procedimento;
- il numero di identificazione della saldatura;
- schizzo del giunto saldato e la probabile localizzazione del difetto;
- descrizione del difetto e suo dimensionamento;
- difetti da riparare;
- commenti eventuali.

Il rapporto dovrà chiaramente indicare il tipo delle indicazioni individuate (cioè mancanza di fusione, incompleta penetrazione, porosità, scorie), includendo uno schizzo di localizzazione dei difetti da riparare partendo da un punto preciso preso come riferimento.

#### *4.10.14.2 Rapporti per controllo RT*

Il rapporto dovrà contenere, oltre alle richieste generali:

- il numero di identificazione del film;
- la localizzazione del film.

#### *4.10.14.3 Rapporti per controllo UT*

Il rapporto dovrà contenere, oltre alle richieste generali:

- la valutazione dei difetti planari e non planari.

#### *4.10.14.4 Rapporti per controllo MT*



Il rapporto dovrà contenere, oltre alle richieste generali:

- lo stato della superficie controllata;
- l'intensità della luce ultravioletta;
- il tipo di polvere e di solvente utilizzati.

#### *4.10.14.5 Rapporti per controllo PT*

Il rapporto dovrà contenere, oltre alle richieste generali:

- lo stato della superficie controllata;
- il tipo di liquidi penetranti utilizzati.

|   |          |                  |  |             |
|---|----------|------------------|--|-------------|
|   | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 102 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |             |

## 5. PROVE DI PRESSATURA

### 5.1. Generalità

La garanzia del funzionamento delle paratoie a spinta di galleggiamento dipende dalla certezza che i tubi di adduzione dell'aria compressa e la struttura della paratoia stessa siano completamente stagne all'aria e garantiscano quindi la tenuta della pressione necessaria a mantenere all'interno della paratoia il livello richiesto della superficie di separazione aria-acqua.

Per questa ragione sia le tubazioni sia la struttura devono essere sottoposte a prove di pressatura che, in considerazione della tipologia del manufatto dovranno essere eseguite secondo le raccomandazioni del "Regolamento per la Costruzione delle Navi" del Registro Italiano Navale (Riferimento 2.4).

### 5.2. Tubi per aria compressa

Tutti i tubi di adduzione e sfiato dell'aria devono essere provati secondo quanto indicato nella Part C, Chapter 1, Section 10, paragraph 20.4.2 e 20.4.7 del "Regolamento per la Costruzione delle Navi" del R.I.Na.

I tubi devono essere sottoposti a prova di pressurizzazione per verificarne la resistenza e l'assenza di trafilamenti e perdite.

La pressione di collaudo deve essere pari ad almeno 1,5 volte la pressione di progetto delle linee, che è pari a 4 bar.


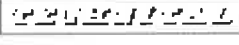
Il collaudo sarà eseguito utilizzando preferibilmente acqua industriale o acqua dolce. Non è ammesso l'uso di acqua di mare a meno che non sia passivata.

La prova sarà eseguita applicando per 12 ore il 50% della pressione di collaudo e, se il collaudo è positivo, per 24 ore la pressione di collaudo.

Qualora la prima fase di collaudo desse esito negativo (trafilamenti, perdite, ecc.), i difetti dovranno essere eliminati e la prova dovrà essere ripetuta dall'inizio.

I tubi per l'aria compressa installati devono essere sottoposti anche a ispezione. L'ispezione visiva deve accertare che:

- le dimensioni e le interconnessioni di progetto siano rispettate;

|   |          |                  |   |             |
|---|----------|------------------|---|-------------|
|   | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 103 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |             |

- le interfacce (sedi, supporti, flange, ecc.) siano tutte presenti;
- i tubi e le loro interfacce siano privi di danneggiamenti o vizi;
- lo stato superficiale non sia danneggiato o difettoso.


### 5.3. Struttura paratoia

La struttura di tutte le paratoie deve essere provata secondo quanto indicato nella Part B, Chapter 12, Section 3 del “Regolamento per la Costruzione delle Navi” del R.I.Na.

Prima di procedere alla prova di pressatura della struttura, le prese d’acqua di mare e gli sfoghi d’aria dovranno essere resi stagni installando le chiusure indicate sui disegni MV078P-PE-CAD 2400, 2405 e 2410.

La prova di pressatura dovrà essere di tipo pneumatico, in accordo a quanto indicato nel sopra citato Regolamento al paragrafo 2.4, e ha lo scopo di verificare l’assenza di trafileamenti e perdite e la tenuta delle saldature.

L’Impresa dovrà redigere una procedura di prova che dovrà essere concordata con R.I.Na. e approvata dalla Direzione Lavori.

|   |          |                  |  |             |
|---|----------|------------------|--|-------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 104 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |             |

## 6. SISTEMA DI ALLOGGIAMENTO E TRATTENIMENTO SNODO E PREPARAZIONE DEL FORO NELLA PINNA

### 6.1. Generalità

Il sistema di trattenimento dello snodo è stato progettato per il tipo di snodo rappresentato nei disegni EDD-F-563584.06 e EDD-F-562443 con data 10/06/2013. Tutti i dati di progetto indicati dal Fornitore sono riepilogati nella relazione di calcolo (doc. MV078P-PE-CAR-2016-C0). Eventuali variazioni richiederanno un riesame del sistema di trattenimento.

La vita utile di progetto del sistema di trattenimento dello snodo è pari a 10 anni.

Gli snodi non sono oggetto del presente documento. Si veda in proposito il documento MV078P-PE-CMS-3308.


**Si prescrive che lo snodo fisso sia sempre montato sulla pinna 1 di tutte le paratoie come indicato nel disegno MV078P-PE-CAD-2072-C0**

### 6.2. Elaborati di riferimento

Per il sistema in oggetto i riferimenti progettuali specifici sono:

- MV078P-PE-CAR-2016-C0      SISTEMA DI ALLOGGIAMENTO E TRATTENIMENTO SNODO - RELAZIONE DI CALCOLO
- MV078P-PE-CAD-2072-C0    STRUTTURA PRINCIPALE - SISTEMA DI ALLOGGIAMENTO E TRATTENIMENTO SNODO - VISTE E SEZIONI
- MV078P-PE-CAD-2073-C0    STRUTTURA PRINCIPALE - SISTEMA DI ALLOGGIAMENTO E TRATTENIMENTO SNODO - DETTAGLI
- EDD F-562443.06 000        Spherical plain bearing – 10/08/2012
- EDD F-563584.06 000        Spherical plain bearing – 10/08/2012



|   |          |                  |  |             |
|---|----------|------------------|--|-------------|
|  | Rev.     | Data:            | El. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 105 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |             |

### 6.3. Materiali

I materiali previsti per la realizzazione delle corone di alloggiamento dello snodo sono i seguenti:

- Corone – Acciaio inossidabile tipo SAF 2507 o equivalente (EN 1.4410 H-P – EN10088-2), con le seguenti caratteristiche:
  - tensione di rottura a trazione 730÷930 MPa
  - tensione di snervamento a trazione ≥ 530 MPa
  - allungamento dopo rottura ≥ 20%

In aggiunta a quanto richiesto dalla normativa di prodotto è richiesto:

- resilienza > 27 J (provino KV, -40°C )

- Spine antirotazione – Acciaio inossidabile tipo SAF 2507 o equivalente (EN 1.4410 H-P – EN10088-2), con le seguenti caratteristiche:
  - tensione di rottura a trazione 730÷930 MPa
  - tensione di snervamento a trazione ≥ 530 MPa
  - allungamento dopo rottura ≥ 20%


In aggiunta a quanto richiesto dalla normativa di prodotto è richiesto:

- resilienza > 27 J (provino KV, -40°C )

Viti di unione delle corone – Acciaio inossidabile di tipo A4-70 (UNI EN ISO 3506), con le seguenti caratteristiche:

- tensione di rottura a trazione ≥ 700 MPa
- tensione di snervamento a trazione ≥ 450 MPa
- allungamento dopo rottura > 0.4 d

- Viti coperchio – Acciaio inossidabile di tipo A4-50 (UNI EN ISO 3506), con le seguenti caratteristiche:
  - tensione di rottura a trazione ≥ 500 MPa
  - tensione di snervamento a trazione ≥ 210 MPa
  - allungamento dopo rottura > 0.6 d

|   |          |                  |  |             |
|---|----------|------------------|--|-------------|
|  | Rev.     | Data:            | El. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 106 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |             |

## 6.4. Viti e bulloni

La filettatura delle viti (M24) dovrà essere ottenuta mediante rullatura a partire da un gambo di dimensioni minori ( $\varnothing 22$ ), come indicato negli elaborati di progetto. Si richiama, inoltre, l'attenzione sul fatto che la parte filettata della vite dovrà essere la parte in presa nella madre vite, mentre la parte libera del gambo dovrà risultare non filettata e del diametro indicato negli elaborati grafici.

Le viti di unione delle due corone dovranno essere serrate in modo tale da ottenere un precarico assiale pari a 90kN. La coppia di serraggio dovrà essere valutata, a cura dell'Impresa, in funzione delle caratteristiche di attrito delle superfici filettate di vite e madre vite.

Al fine di conservare il precarico di progetto, è previsto l'utilizzo di frenafilietti adatto all'impiego in ambito marino e che comunque consenta lo svitamento delle viti mediante dispositivi pneumatici. Utilizzare una quantità controllata di frenafilietti, evitandone la fuoriuscita e l'incollaggio accidentale delle corone.


La vita di progetto delle viti è pari a 10 anni. Esse dovranno essere sostituite con elementi nuovi al termine della loro vita utile e comunque ogni volta che siano state allentate o rimosse (ad esempio in occasione delle manutenzioni programmate della paratoia che prevedono la rimozione dello snodo e delle corone).

Prima di inserire ed avvitare le viti, pulire la filettatura della madre vite; in particolare rimuovendo il materiale frenafilietti residuo, ancora presente.

## 6.5. Saldature

### 6.5.1. Generalità

Le corone presentano due orecchie sporgenti per l'inserimento delle spine antirotazione. Tali orecchie possono essere un unico corpo con le corone o in alternativa venire saldate successivamente. In questa seconda ipotesi (rappresentata negli elaborati grafici), la scelta degli elettrodi, dei procedimenti di saldatura e gli eventuali trattamenti termici dopo saldatura dovranno essere preventivamente qualificati prima dell'inizio della produzione dei pezzi ed approvati dalla DL. Essi dovranno comunque essere tali da assicurare che le proprietà del materiale saldato, del materiale in zona termicamente alterata e del materiale base, al termine di tutti gli

|   |          |                  |  |             |
|---|----------|------------------|--|-------------|
|  | Rev.     | Data:            | El. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 107 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |             |

eventuali trattamenti termici effettivamente adottati, risultino non inferiori a quelle del materiale base prima della saldatura, sia dal punto di vista meccanico che nei confronti della resistenza alla corrosione.

#### 6.5.2. Preparazione dei lembi

Le preparazioni dei lembi da saldare saranno definite a cura dell'Impresa e saranno riportate sulle tavole d'officina. Le preparazioni dei lembi saranno preventivamente trasmesse alla DL per approvazione.

La preparazione dei lembi da saldare deve essere effettuata mediante macchina utensile, smerigliatrice ad ossitaglio automatico, e dovrà risultare regolare e ben liscia.

Le attrezzature previste per la preparazione dei lembi saranno riportate sulle procedure di saldatura.

L'ossitaglio a mano e automatico può essere accettato solo se un'adeguata successiva ripassatura alla smerigliatrice avrà perfettamente regolarizzato l'asperità del taglio.


Per la realizzazione di smussi ad U, J etc. è necessario l'utilizzo di macchine utensili.

I lembi, al momento della saldatura, devono essere esenti da incrostazioni, ruggine, scaglie, grassi, vernici, irregolarità locali ed umidità.

Prima di eseguire la saldatura si dovrà eseguire il controllo con esame visivo e strumentale dei lembi delle parti da collegare e delle zone adiacenti, per una larghezza pari ad almeno 100 mm, per accertare l'assenza di difetti (cricche, sfogliature) e la corretta preparazione. Sui lembi e sulle zone adiacenti di regola non sono ammesse riparazioni per saldatura. Sulla superficie dei lembi è richiesto l'esame con magnetoscopia o liquidi penetranti.

La distanza dei lembi dei giunti di testa e dei giunti a T a completa penetrazione deve essere in accordo alla UNI EN ISO 9692-1 .

Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la UNI EN ISO 9692-1.

|   |          |                  |  |             |
|---|----------|------------------|--|-------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 108 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |             |

### 6.5.3. Saldature di acciai inossidabili

La scelta degli elettrodi, le preparazioni di lembi ed in generale i procedimenti di saldatura dovranno essere sottoposti alla Direzione Lavori e a Ente Ufficiale di controllo per approvazione preliminare.

I parametri di saldatura dovranno essere attentamente valutati in modo da non pregiudicare le caratteristiche meccaniche del materiale e la resistenza alla corrosione.

E' importante che in officina venga impiegata attrezzatura specifica per acciaio inossidabile (non precedentemente impiegata per acciaio al carbonio).

Deve essere vietato il taglio e la lavorazione di acciaio al carbonio nella stessa area di lavoro in cui viene eseguita la saldatura di lamiere in acciaio inossidabile.

Si richiama inoltre l'attenzione all'impiego di eventuali trattamenti termici, se previsto dopo la saldatura, di elementi in acciaio inossidabile. Tali trattamenti dovranno essere tali da non alterare le proprietà meccaniche, la tenacità, la resistenza alla corrosione.

Al termine delle operazioni di saldatura si dovranno eseguire le operazioni di sgrassaggio, decapaggio e passivazione.


### 6.5.4. Riparazioni

L'Impresa dovrà redigere idonee procedure di riparazione dei giunti saldati a mezzo saldatura con modalità di qualifica analoghe alle procedure di esecuzione delle saldature.

Tali procedure dovranno indicare almeno le modalità ed i mezzi adottati per gli scavi, la temperatura di preriscaldamento ed ogni parametro ed informazione attinente al processo di saldatura previsto.

Tali procedure andranno sottoposte alla Direzione Lavori per approvazione.

Al fine di evitare eccessive durezza locali non è ammessa l'esecuzione di piccoli cordoni molto tirati per riempire scavi ed incisioni.

|   |          |                  |  |             |
|---|----------|------------------|--|-------------|
|  | Rev.     | Data:            | El. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 109 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |             |

Le riparazioni dovranno in ogni caso avere superficie liscia ed essere ben raccordare al materiale adiacente mediante molatura o fresetta.

In caso di difetti superficiali o di profilo si potrà procedere alla riparazione senza eseguire nuove saldature solo se la profondità dei difetti non supera il 10% del minore degli spessori interessati (inclusa la dimensione del cordone) e comunque con un massimo di 2 mm. In tal caso il difetto sarà eliminato mediante molatura raccordando accuratamente la superficie dello scavo al materiale contiguo. L'eliminazione del difetto e l'assenza di eventuali ulteriori difetti portati in superficie a seguito della molatura dovrà essere verificata a valle della molatura medesima mediante accurato esame visivo e magnetoscopico.

#### 6.5.5. Livelli di accettabilità dei controlli

Terminate le lavorazioni meccaniche previste, tutte le saldature dovranno essere controllate a cura ed onere dell'Impresa. I controlli dovranno essere estesi al 100% delle saldature e dovranno comprendere: controllo visivo, controllo magnetoscopico e controllo ultrasonoro.


In accordo alle indicazioni della UNI EN 1090-2 per strutture con classe di esecuzione EXC2, per i livelli di accettabilità dei difetti di saldatura si farà riferimento alla classe di qualità C – UNI EN ISO 5817.

## 6.6. Imburrature

### 6.6.1. Generalità

Le superfici del foro della pinna della paratoia ove sono alloggiato le corone sono imburrate con materiale resistente alla corrosione marina. Per l'effettiva estensione delle zone interessate da tale trattamento, si vedano gli elaborati grafici di progetto.

Lo spessore delle imburrature riportato sui disegni di progetto si riferisce alle dimensioni finali da assicurare dopo le lavorazioni meccaniche previste. Lo spessore finale delle imburrature dopo le lavorazioni meccaniche deve essere ottenuto con un minimo di almeno 2 passate successive ed essere pari ad almeno 4 mm.

|   |          |                  |  |             |
|---|----------|------------------|--|-------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 110 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |             |

### 6.6.2. Elettrodi

Elettrodo 2.1368 tipo capilla 47 N o equivalente – Composizione chimica (da catalogo capilla): Mn 12 ÷ 14%, Al 5 ÷ 7%, Fe 2.3 ÷ 3.5%, Ni 2 ÷ 3%, Cu rimanente.

Caratteristiche meccaniche (da catalogo capilla):

- fu 660÷740 MPa
- fy 420÷500 MPa
- allungamento a rottura 18÷23%
- durezza 190÷210 HB

### 6.6.3. Procedimenti, qualifiche e controlli

E' richiesta la qualifica del procedimento di imburatura secondo la UNI EN 15614-7.


Il procedimento per l'esecuzione dei riporti per saldatura andrà preventivamente qualificato mediante l'esecuzione di campioni e successivi test meccanici sul materiale d'apporto e in zona termicamente alterata. Tali test andranno eseguiti prima e dopo i trattamenti termici previsti ed effettivamente realizzati.

Le imburature devono essere controllate al 100% a cura dell'Impresa con adeguati procedimenti e non devono presentare difetti quale mancanza di penetrazione, depositi di scorie, cricche di lavorazione, mancanza di continuità ecc.

I controlli devono essere eseguiti sul prodotto finito e dunque al termine di tutti i trattamenti termici eventualmente previsti e delle lavorazioni meccaniche.

In particolare devono comprendere controllo visivo e controlli volumetrici per mezzo di ultrasuoni. Controlli per mezzo di liquidi penetranti o magnetoscopici devono essere eseguiti dopo le lavorazioni meccaniche. Tutti i controlli devono essere sempre estesi al 100% delle superfici imburate.

Tutti i difetti dovranno essere riparati e nuovamente sottoposti a tutti i controlli previsti.

|   |          |                  |  |             |
|---|----------|------------------|--|-------------|
|  | Rev.     | Data:            | El. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 111 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |             |

## 6.7. Trattamenti termici

Non sono richiesti trattamenti termici sugli elementi costituenti il sistema di trattamento dello snodo. Qualora l'Impresa intenda adottare uno o più trattamenti termici, si richiama l'attenzione sulla necessità che i trattamenti termici non alterino o riducano le prestazioni (proprietà meccaniche e la resistenza alla corrosione, etc.) delle leghe nobili presenti, quali elementi di acciaio inossidabile e le imburrature.

Eventuali trattamenti termici dovranno essere segnalati al Fornitore all'atto dell'ordine del materiale.

Le qualifiche dei materiali e dei procedimenti di saldatura ed imburratura dovranno essere eseguite in presenza di tutti i trattamenti termici che saranno effettivamente eseguiti.

I controlli non distruttivi per l'accettazione delle saldature e delle imburrature dovranno essere eseguiti dopo tutti i trattamenti termici.


Tali considerazioni dovranno essere estese anche alla pinna della paratoia che alloggerà lo snodo, qualora fosse interessata da un trattamento termico.

## 6.8. Lavorazioni meccaniche e tolleranze dimensionali

Le lavorazioni meccaniche finali dovranno essere eseguite solo dopo aver terminato le operazioni di saldatura, di imburratura e gli eventuali trattamenti termici e dovranno essere tali da rispettare le dimensioni e le tolleranze di progetto.

Si richiama l'attenzione sulla necessità di rispettare le tolleranze di costruzione riportate negli elaborati grafici di progetto e quelle generali indicate nella normativa di riferimento al fine di assicurare il corretto comportamento strutturale dello snodo ed il corretto funzionamento del sistema paratoia-connettore, nonché le tolleranze relative alla mutua distanza tra gli snodi delle paratoie.

Le quote riportate negli elaborati grafici fanno riferimento alle dimensioni finali dei pezzi al termine di tutte le lavorazioni meccaniche. Si segnala l'opportunità di mettere in conto adeguati sovrassessori al fine di garantire il rispetto delle tolleranze di progetto e gli spessori minimi delle imburrature mediante lavorazione meccanica finale.

|   |          |                  |   |             |
|---|----------|------------------|---|-------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 112 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |             |

Al termine delle lavorazioni meccaniche finali, tutte le superfici lavorate delle corone e delle pinne della paratoia dovranno essere controllate mediante liquidi penetranti al fine di accertare che la lavorazione meccanica non abbia esposto in superficie difetti interni in precedenza non emersi. Tali controlli dovranno essere estesi al 100% delle superfici lavorate.

Non sono ammessi difetti:

- nelle zone di battuta laterale delle corone con lo snodo e la pinna della paratoia, nei tratti di raccordo circolare e per i primi 35 mm delle superfici di battuta cilindriche, misurati a partire dal raccordo;
- nelle sedi di alloggiamento della testa delle viti;
- nelle zone filettate.

Altrove, la possibilità di riparazione dei difetti è subordinata:

- alla valutazione della vita a fatica in presenza di riparazione;
- alla qualifica delle procedure di riparazione;
- alla approvazione preventiva da parte della DL.

Le superfici interessate dalle riparazioni dovranno quindi essere nuovamente controllate con le stesse tecniche che avevano manifestato il difetto.


Controlli dimensionali adeguati dovranno essere previsti per tutte le superfici di accoppiamento con altri corpi del connettore e ove siano previste tolleranze di lavorazione.

Per l'accettazione geometrica di tutti i pezzi l'Impresa dovrà fornire alla DL la documentazione dei controlli geometrici eseguiti, da cui risulti il rispetto della geometrie e delle tolleranze di progetto.

La Direzione Lavori potrà richiedere ulteriori controlli eseguiti da un controllore di propria fiducia senza oneri per l'Impresa.

Nel caso in cui i controlli rivelino difettosità inaccettabili, ove possibile, l'Impresa dovrà provvedere alla riparazione del pezzo, previa approvazione da parte della



|   |          |                  |  |             |
|---|----------|------------------|--|-------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 113 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |             |

Direzione Lavori delle tecnologie e dei procedimenti che l'Impresa intende adottare.

## 6.9. Verniciatura

Non è prevista la verniciatura delle corone e delle superfici imburrate.

La verniciatura della pinna della paratoia dovrà essere sovrapposta all'imbrattatura per 10 mm, ad esclusione delle zone in contatto con le corone.

## 6.10. Protezione catodica

Durante il periodo d'immersione, le parti in acciaio bagnate sono soggette a protezione catodica, ove in connessione elettrica con la paratoia.

## 6.11. Guarnizioni


È previsto l'utilizzo di due guarnizioni statiche di tipo o-ring alloggiare in apposite sedi nelle superfici di accoppiamento tra le due corone. Tali guarnizioni dovranno prevenire la fuoriuscita del liquido frenafreccia dai fori filettati per le viti.

Per la medesima finalità, guarnizioni di tipo o-ring, di dimensioni minori, dovranno essere previste tra la testa delle viti coperchio e le corrispondenti superfici di battuta delle corone.

In aggiunta alle caratteristiche indicate, le guarnizioni dovranno essere idonee all'utilizzo in acqua di mare ed in ambiente marino con temperature di esercizio comprese tra  $1\div 28^{\circ}\text{C}$  in acqua e  $-10\div 35^{\circ}\text{C}$  in aria. I materiali costituenti le guarnizioni dovranno risultare stabili all'attacco di cloruri, degli organismi marini e al contatto con il materiale frenafreccia.

La vita utile dovrà essere almeno pari a 10 anni.

Prima dell'installazione delle guarnizioni, le loro sedi e le superfici di battuta dovranno essere adeguatamente pulite ripristinando le caratteristiche superficiali (p.e. rugosità) in accordo alle indicazioni del Fornitore, previa approvazione della DL.

|   |          |                  |  |             |
|---|----------|------------------|--|-------------|
|  | Rev.:    | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 114 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |             |

In occasione delle ispezioni programmate per la manutenzione della paratoia e dello smontaggio del sistema di trattenimento dello snodo, e comunque ad intervalli non superiori alla vita utile della guarnizioni stesse, si dovrà provvedere alla rimozione delle guarnizioni ed alla loro sostituzione con elementi nuovi.

### **6.12. Tracciabilità**

Ciascuna corona dovrà essere univocamente identificata da un codice che ne assicuri la tracciabilità. Tale codice dovrà essere riportato sulla corona stessa.


### **6.13. Installazione**

L'installazione degli elementi mobili del connettore sulle paratoie - comprendendo quindi l'installazione del sistema di trattenimento dello snodo, dello snodo stesso e dell'elemento maschio su ciascuna delle due pinne della paratoia - sarà oggetto di successiva WBE.

### **6.14. Manutenzione e controlli**

In occasione della manutenzione e dei controlli periodici previsti per la paratoia e per l'elemento maschio, il sistema di trattenimento dello snodo dovrà essere smontato e controllato. In particolare le attività minime da eseguire sul sistema di trattenimento dello snodo riguardano:

- smontaggio delle corone e dello snodo;
- rimozione del fouling eventualmente presente, pulizia delle superfici e controllo visivo di tutte le superfici;
- verificare l'assenza di corrosione;
- controllo delle superfici imburrate del foro della paratoia al fine di verificare l'assenza di cricche, plasticizzazioni locali. I controlli dovranno essere eseguiti con le stesse tecniche previste in fase di costruzione, essere estesi al 100% delle imbrature. In aggiunta, dovranno essere eseguiti controlli dimensionali del singolo foro e di verifica del rispetto delle tolleranza tra i due fori delle due


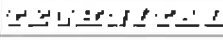
|   |          |                  |  |             |
|---|----------|------------------|--|-------------|
|  | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                | Pag. n. 115 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI |             |

pinne della paratoia. I livelli di accettabilità dei difetti e delle lavorazioni meccaniche sono quelli previsti a progetto in fase di costruzione;

- pulizia di tutte le superfici delle corone da eventuali depositi, fouling e dal materiale frenafletti e controllo delle stesse verificando l'assenza di usura e di cricche superficiali. In particolare occorrerà controllare le superfici di interfaccia con lo snodo verificando l'assenza di fouling o di limo accidentalmente penetrato. Particolare attenzione dovrà essere posta alla verifica di assenza di cricche nelle zone di raccordo tra le superfici cilindriche delle corone e le superfici piane di battuta con lo snodo e con la pinna della paratoia, ove sono presenti raggi di raccordo. I controlli dovranno essere sia di tipo visivo, sia superficiali (mediante liquidi penetranti o di tipo magnetoscopico) sia con ultrasuoni;
- verifica della rugosità superficiale, in particolare delle superfici di interfaccia delle corone, rispetto ai valori di progetto indicati negli elaborati grafici;
- verificare lo stato delle guarnizioni a tenuta idraulica, pulizia delle sedi e delle superfici di battuta delle guarnizioni e sostituzione delle stesse con elementi nuovi se deteriorate;
- sostituire le viti di collegamento delle corone con elementi nuovi dello stesso tipo;
- tutti gli elementi del sistema di trattenimento (viti, guarnizioni, corone) che al momento del controllo in atto presentino una vita residua di progetto inferiore al tempo previsto prima della successiva manutenzione programmata dovranno essere sostituiti con elementi nuovi delle medesime caratteristiche.

In presenza di eventuali difetti, cricche ed, in generale, non conformità rispetto alle specifiche di progetto dei singoli elementi o nell'insieme assemblato, dovranno essere rimosse prima della nuova installazione dello snodo e del sistema di trattenimento. Per le procedure di riparazione valgono le prescrizioni riportate al §6.8.

Qualora non risultasse possibile o non conveniente procedere alle riparazioni necessarie, i pezzi danneggiati o non conformi dovranno essere sostituiti con elementi nuovi che rispettino le specifiche di progetto.

|   |          |                  |   |             |
|---|----------|------------------|---|-------------|
|   | Rev.     | Data:            | EI. MV078P-PE-CAS-2001-C0                                   | Pag. n. 116 |
|   | Rev.: C0 | Data: 13/09/2013 | SPECIFICA TECNICA - MATERIALI,<br>FABBRICAZIONE E CONTROLLI |             |

I controlli effettuati, l'esito degli stessi e le eventuali riparazioni eseguite dovranno essere documentati nel registro della paratoia. Tale documento dovrà registrare anche i codici di tracciabilità delle corone, gli intervalli con cui sono state eseguite le manutenzioni effettivamente realizzate, la posizione occupata nella barriera, il numero e la durata delle aperture di quella specifica paratoia, il registro delle operazioni di ispezione e manutenzione.

Per quanto riguarda le attività di controllo e manutenzione dello snodo si rimanda alle specifiche del Fornitore.