



ISTITUTO ITALIANO DELLA SALDATURA

Corso di formazione Aziendale per
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA)

Manutenzione dei serbatoi di stoccaggio

Normative di riferimento

- API 653 TANK INSPECTION, REPAIR, ALTERATION AND RECONSTRUCTION - FIFTH EDITION, NOVEMBER 2014 ADDENDUM 1 APRIL 2018
- EEMUA Publication n° 159:2017 USERS' GUIDE TO THE INSPECTION, MAINTENANCE AND REPAIR OF ABOVEGROUND VERTICAL CYLINDRICAL STEEL STORAGE TANKS
- STANDARD AZIENDALI (Shell, Agip, Esso, ecc.)

API 653

Campo di applicazione: serbatoi di stoccaggio in acciaio costruiti secondo API 650 (1° edizione nel 1961) o secondo la normativa precedente API 12C (welded oil storage tank, valida dal 1936 fino al 1961)

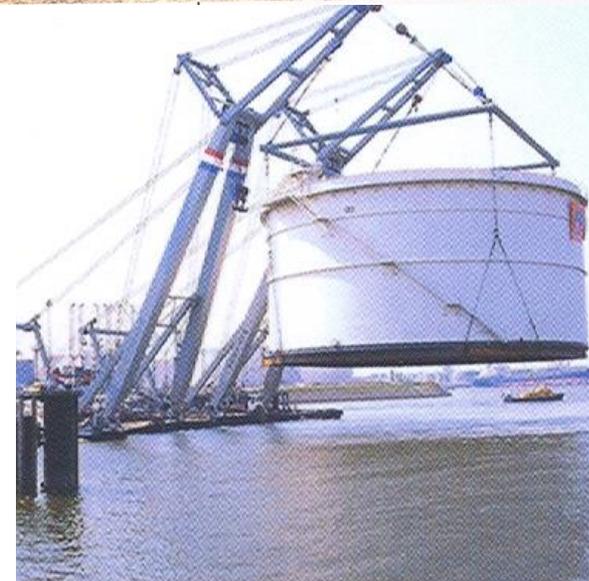
Molti requisiti sono ripresi dalle normative di costruzione (API 650 o API 12C); in caso di contrasto, valgono i requisiti di API 653

API 653 riconosce le verifiche FITNESS FOR SERVICE, per la valutazione dei danneggiamenti dovuti all'esercizio, eseguite secondo API 579

FONDAZIONE

RILIVELLAMENTO (EEMUA 159)

- Quando la fondazione raggiunge il limite massimo di cedimento è necessario ripristinare il corretto livellamento.
- Talvolta questa attività deve essere effettuata periodicamente quando il terreno sottostante è cedevole.
- Il ripristino della fondazione viene frequentemente fatto sollevando il serbatoio con pistoni idraulici posizionati sulla circonferenza a distanza equi spaziata di circa 6 m.
- Il sollevamento è stato seguito con successo su serbatoi fino a 120.000 m³ e diametro di 80 m (ovviamente da ditte con esperienza specialistica)
- Dopo la riparazione della fondazione deve essere eseguito test idraulico per assicurarsi che il serbatoio non presenta perdite e per ridurre le tensioni localizzate che potrebbero essere state causate dal sollevamento.



FONDAZIONE

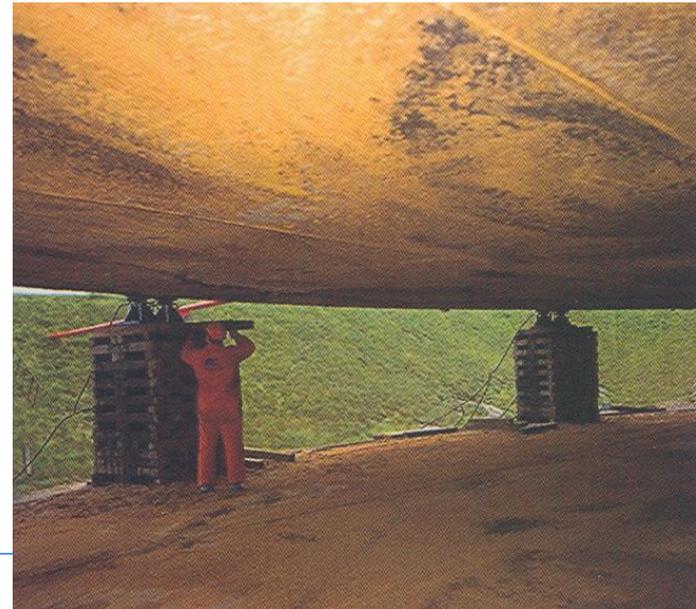
TECNICHE DI SOLLEVAMENTO (EEMUA 159)

- **Il serbatoio viene sollevato a circa 2 – 2,5 m sopra la fondazione e supportato temporaneamente con pile di legno.**
- **Tale attività consente di lavorare sotto il serbatoio per:**
 - **correggere la planarità della fondazione;**
 - **rimuovere terreno contaminato da perdite**
 - **installare membrana in polietilene**
 - **ispezionare le lamiere lato fondazione, sabbare e verniciare**
 - **installare protezione catodica sotto il fondo.**

La norma EEMUA 159 appendice C fornisce indicazioni sulle varie tecniche di sollevamento.

Il serbatoio può essere sollevato usando:

- **cilindri pneumatici: alta capacità di carico (fino a 60 ton per cilindro). Richiedono saldatura di staffe di sollevamento al mantello**
- **palloni di aria: ridotta capacità di carico (fino a 40 ton per pallone)**



FONDAZIONE

TECNICHE DI SOLLEVAMENTO (EEMUA 159)

C.1.3.1 One-stage method using hydraulic jacks

This method requires an excavation into the tank pad shoulder to place hydraulic jacks directly under the shell on a temporary foundation of hardwood blocks laid on a well compacted gravel base (Figure C-2).

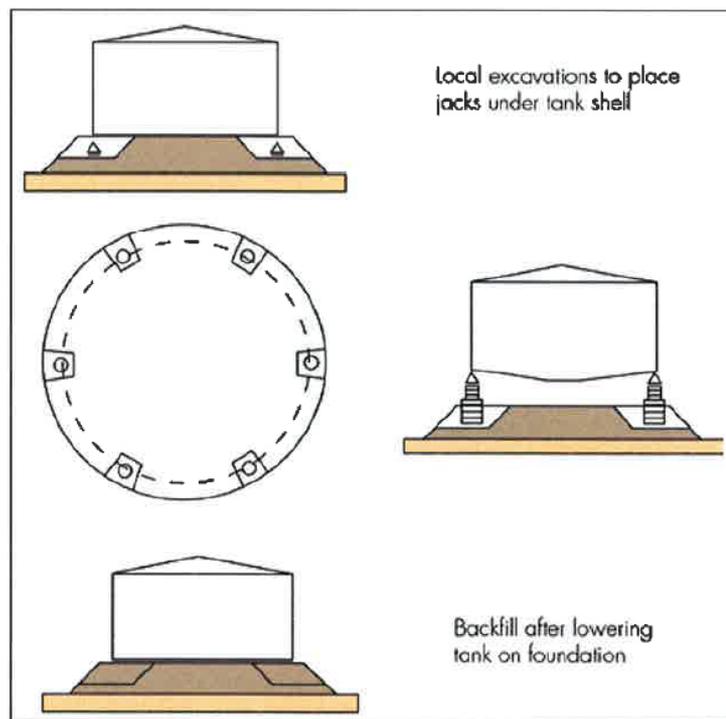


Figure C-2 One stage jacking

FONDAZIONE

TECNICHE DI SOLLEVAMENTO (EEMUA 159)

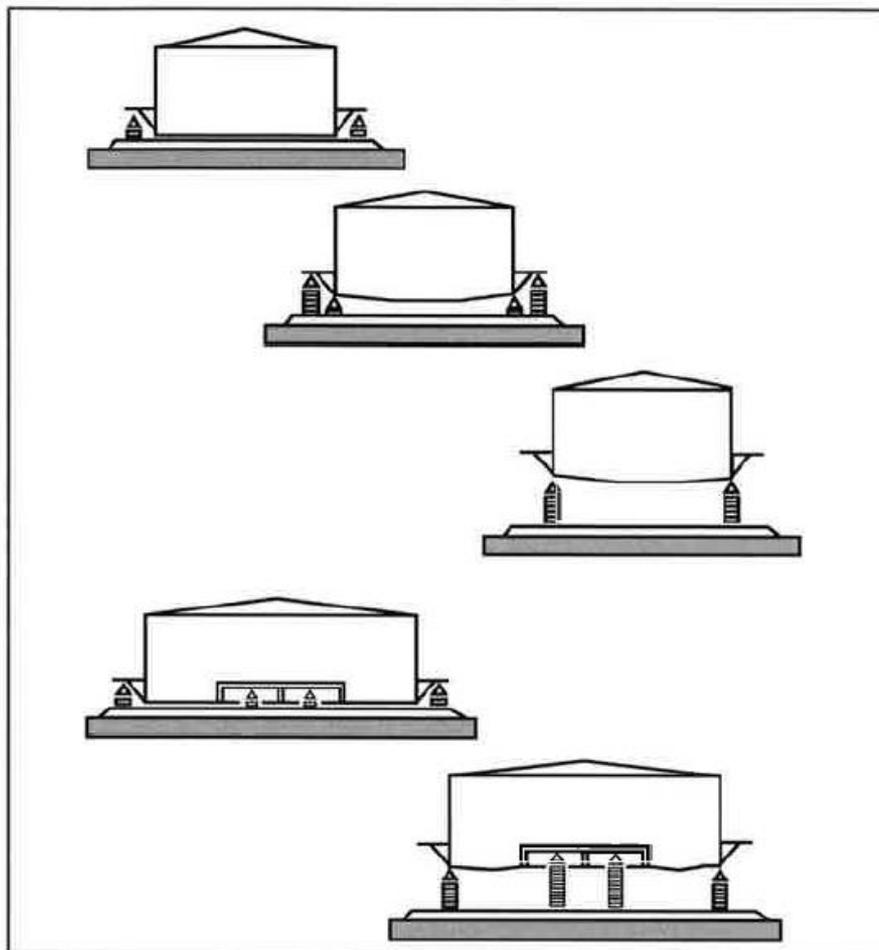


Figure C-3 Two stage jacking

FONDAZIONE

TECNICHE DI SOLLEVAMENTO (EEMUA 159)

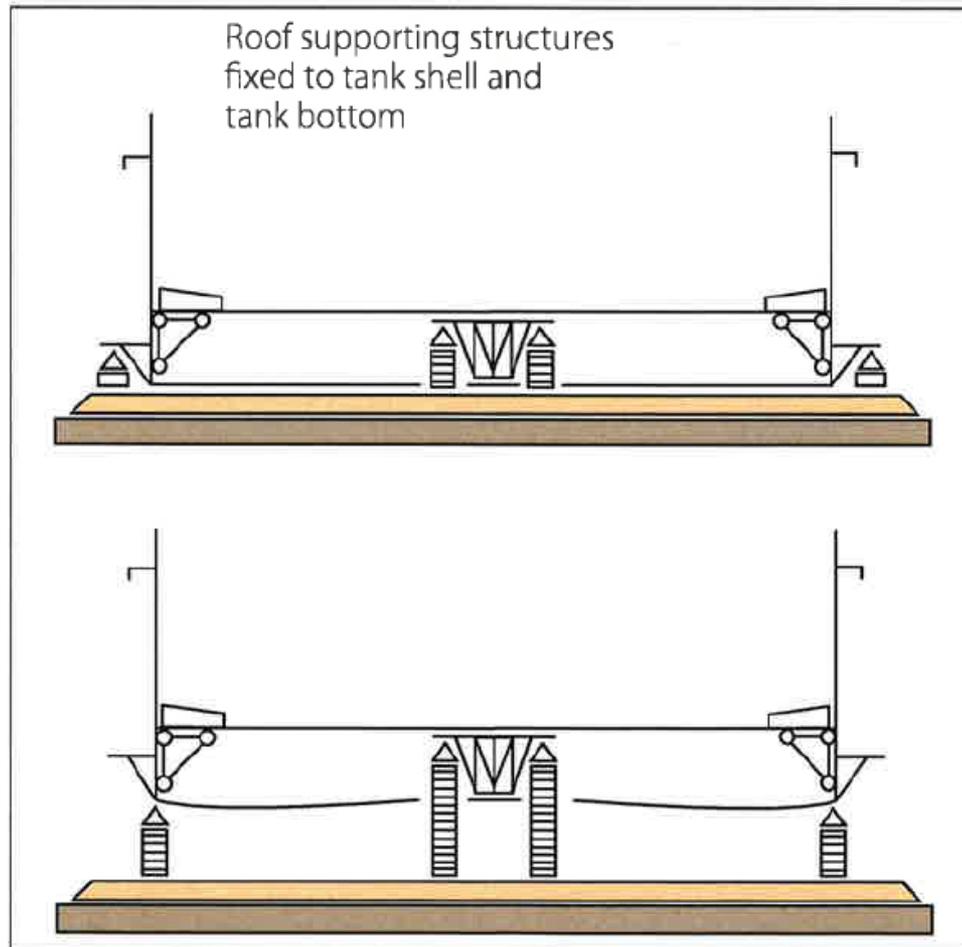


Figure C-5 Two stage jacking of floating roof tank

FONDO

RIPRISTINO CORROSIONI MEDIANTE:

- ripristini di saldatura
- lamiere di doppiatura
- sostituzione localizzata di lamiere



FONDO

DIMENSIONI LAMIERE DI DOPPIATURA (API 653)

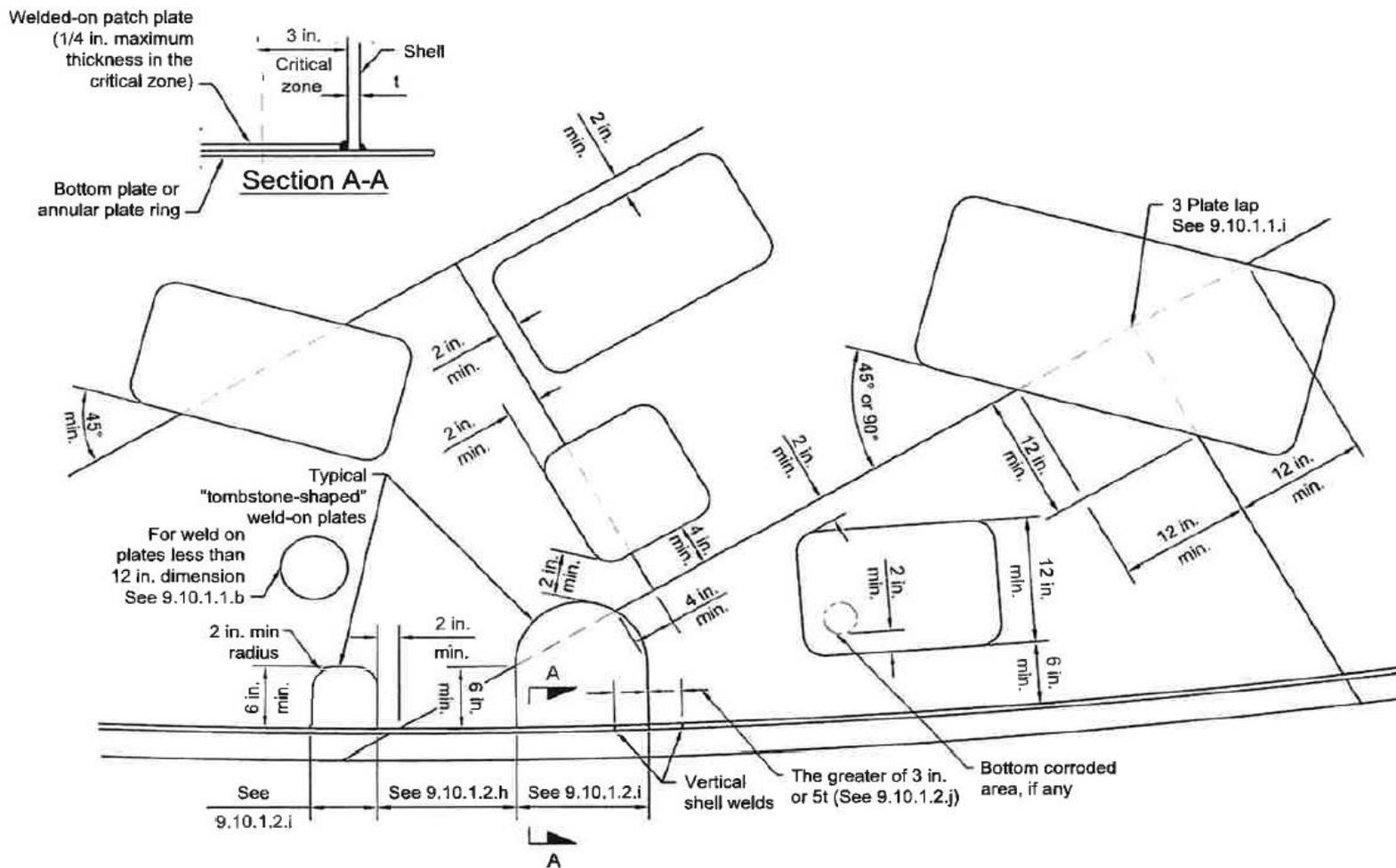
- Dimensione minima: 12" (300 mm circa)
- Dimensione massima:
- Forma circolare, oblunga, poligonale ma con bordi arrotondati

Può avere dimensione minore di 12" se:

- Maggiore o uguale a 6" (150 mm circa)
- Non sovrappone saldature tra le lamiere
- Non è posizionata in parte o completamente su altre lamiere di doppiatura
- Si estende oltre 2" (circa 50 mm) dal termine della corrosione

FONDO

DIMENSIONI LAMIERE DI DOPPIATURA (API 653)



FONDO

DIMENSIONI LAMIERE DI DOPPIATURA (API 653)

Le lamiere di doppiatura non devono essere posizionate su zone di deformazioni eccedenti i limiti previsti tranne se:

- l'area non supportata è, in ogni direzione, inferiore a 12" (circa 300 mm)
- La pezza ha spessore maggiore di 1/4" (6.35 mm)
- La pezza è più spessa del fondo
- Non sovrappone ne saldature ne altre pezze (eccetto per serbatoi per alte T progettati secondo API650 app. M che richiedono pezze di spessore minimo 3/8")



FONDO

DEFINIZIONE DI ZONA CRITICA (API 653)

Porzione del fondo o del trincarino entro 3" (75 mm circa) dal bordo interno del mantello, misurata in senso radiale.

Questa zona del fondo è considerata critica in considerazione della complessa natura delle tensioni che vengono trasferite dal mantello e che sono causate dal carico idrostatico.

Nelle prime edizioni della norma API 653 la zona critica era molto maggiore (12") di quella attualmente considerata



FONDO

SALDATURE O RIPORTI NELLA ZONA CRITICA (API 653)

Nella zona critica non è mai permesso
SALDARE ad eccezione:

- Riparazioni di crateri sparsi molto distanziati
- Riparazioni di pits
- Saldatura di pezze di doppiatura
- Riparazioni di cricche sulle lamiera del fondo
- Riparazioni della saldatura mantello – fondo o dove la lamiera del fondo viene sostituita



FONDO

LAMIERE DI DOPPIATURA NELLA ZONA CRITICA (API 653)

Dimensione massima in direzione circonferenziale: 24” (circa 600 mm)

E’ permesso installare lamiere di doppiatura nella zona critica se:

- ha spessore max 6.35 mm e con requisiti di resilienza secondo API 650
- ha forma “tombale” (se è posta entro 6” (circa 150 mm) dal mantello). Essa deve essere posta circa perpendicolare rispetto alla saldatura fondo - mantello
- Le saldature delle lamiere di doppiatura devono essere eseguite almeno con 2 passate e controllate al 100% (sia dopo la deposizione di ogni passata, sia alla fine) mediante esame visivo e controlli MT/PT

FONDO

LAMIERE DI DOPPIATURA NELLA ZONA CRITICA (API 653)

(segue)

- Non sono saldate di testa ad altre lamiera di doppiatura
- Non sono poste sopra altre lamiera di doppiatura
- Lo spessore del fondo sotto il perimetro della lamiera di doppiatura deve essere almeno il minimo accettabile per API 653 con un minimo di almeno 0,1”(2.54 mm)
- Su serbatoi per i quali non si conosce la resilienza delle lamiera del mantello, i nuovi giunti d'angolo di fissaggio delle piastre tombali dovranno essere posizionati ad almeno 3” (75 mm) / 5 volte lo spessore della 1° virola del mantello (quale maggiore) da saldature longitudinali

La necessità di rimuovere pezze applicate in passato che non soddisfano questi requisiti, ma che non hanno creato problemi di servizio, andranno valutate caso per caso.

FONDO

LAMIERE DI DOPPIATURA NELLA ZONA CRITICA (API 653)

NON SONO PERMESSE LAMIERE DI DOPPIATURA NELLA ZONA CRITICA SE:

- nella zona sottostante la pezza si prevede, alla prossima ispezione, uno spessore inferiore al minimo ammissibile
- Su serbatoi con temperature di esercizio maggiori di 100 °F (acciaio al C) o 200 °F (inox)

L'INSERIMENTO DI LAMIERE DI DOPPIATURA LADDOVE NON CONSENTITE DA NORMA DEVE ESSERE VALUTATO DA UN PROGETTISTA ESPERTO DI SERBATOI SECONDO API 650 che deve tenere in conto:

- la rottura fragile
- Le tensioni causate dall'assetto
- Le tensioni causate dalla discontinuità fondo – mantello
- La temperatura
- Meccanismi di rottura
- L'estensione dei CND

FONDO

LAMIERE DI DOPPIATURA NELLA ZONA CRITICA (EEMUA 159)

A differenza della norma API 653, la norma EEMUA 159 afferma che le lamiere di doppiatura

NON SONO MAI PERMESSE LAMIERE DI DOPPIATURA NELLA ZONA CRITICA

Le altre affermazioni contenute nella norma sono in linea con API 653:

- Crateri localizzati possono essere riparati con saldatura
- Le lamiere di doppiatura possono essere usate nel resto del fondo, circolari o rettangolari con bordi arrotondati, dello stesso spessore del fondo, con dimensioni minime 300 mm.
- Le lamiere di doppiatura non possono essere posizionate sopra altre pezze e non possono essere posizionate su zone deformate
- Lo spessore sotto i perimetri delle pezze deve essere accettabile

FONDO

RIPARAZIONI ESTESE NELLA ZONA CRITICA (API 653)

Qualora si debba ricorrere ad RIPARAZIONI ESTESE nella zona critica è **NECESSARIO RIMUOVERE** la lamiera danneggiata ed **INSTALLARNE** una nuova tenendo in conto della distanza tra le saldature richiesta da API 650.

La saldatura del fondo al mantello dovrà essere rimossa e rieseguita per un tratto di 12 “ (305 mm) da ogni lato della nuova lamiera del fondo.

Si possono soluzioni differenti se approvate da ingegnere esperto in progettazione di serbatoi che effettua apposita verifica strutturale.

FONDO

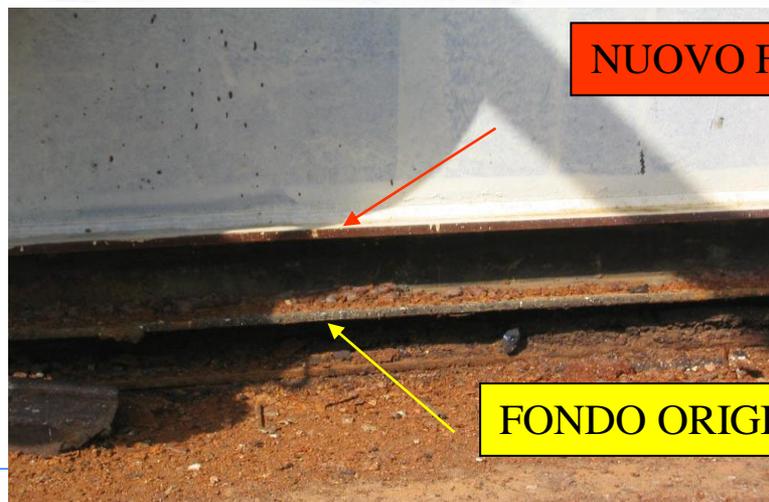
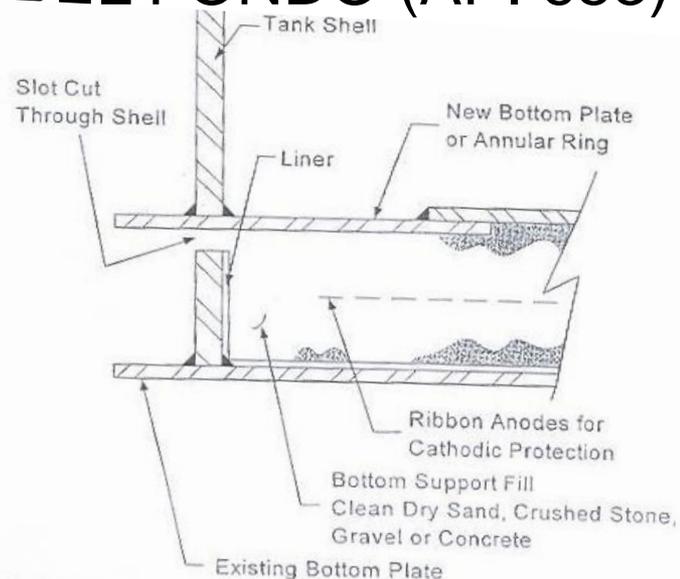
SOSTITUZIONE DEL FONDO (API 653)

Quando si sostituisce il fondo sopra quello esistente:

- Interposizione di opportuno strato di sabbia, ghiaia o cemento (circa 75 -100 mm di spessore)

- Taglio del mantello in modo da permettere l'inserimento del nuovo trincarino che deve fuoriuscire dal mantello secondo API650

- Saldatura del nuovo trincarino al mantello e delle lamiere del nuovo fondo



NUOVO FONDO

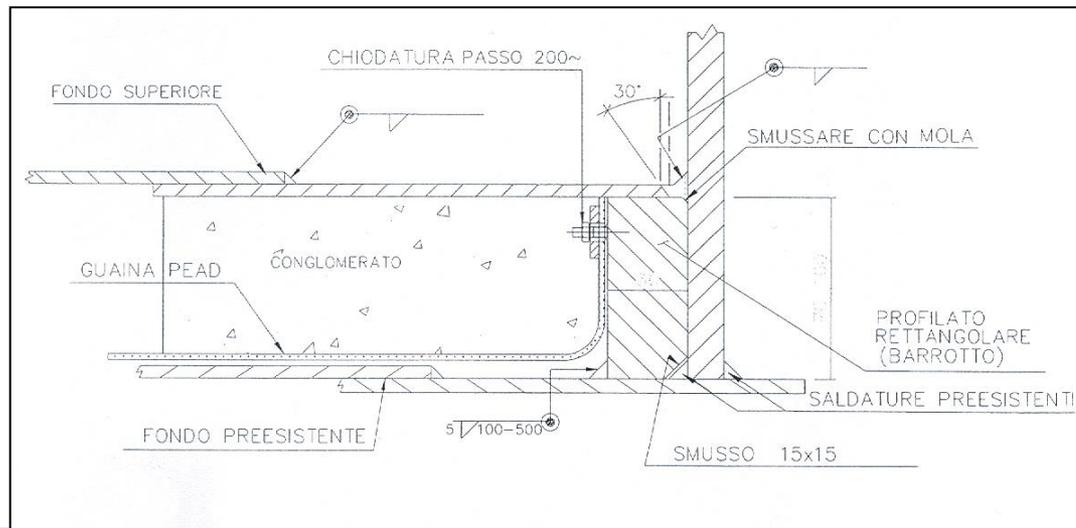
FONDO ORIGINARIO

FONDO

SOSTITUZIONE DEL FONDO (NORMATIVA AZIENDALE ENI)

Esistono tecniche alternative per costruire un nuovo fondo su quello esistente:

- Saldatura di un barrotto al fondo originario e al mantello
- stesura di una guaina in materiale plastico
- Interposizione di uno strato di bitume o cemento
- Saldatura del nuovo trincarino al mantello utilizzando il barrotto come sostegno
- Saldatura del nuovo fondo al trincarino



FONDO

SOSTITUZIONE DEL TRINCARINO (EEMUA 159)

La norma EEMUA 159 fornisce una dettagliata procedura per sostituire il trincarino originale alzando il serbatoio in modo sequenziale.

1. Determinare l'estensione del settore da sostituire. L'estensione circonferenziale del nuovo settore deve essere 1 mm superiore a quello da tagliare per compensare i ritiri di saldatura
2. Rimuovere la saldatura mantello – trincarino fino a 500 mm, per parte, oltre la zona da sostituire

FONDO

SOSTITUZIONE DEL TRINCARINO (EEMUA 159)

3. Nel tratto in cui la saldatura radiale del nuovo settore incrocia il mantello, il mantello dovrebbe essere saldato al trincarino a piena penetrazione con cianfrino a K per un tratto di circa 150 mm (vedere figura)

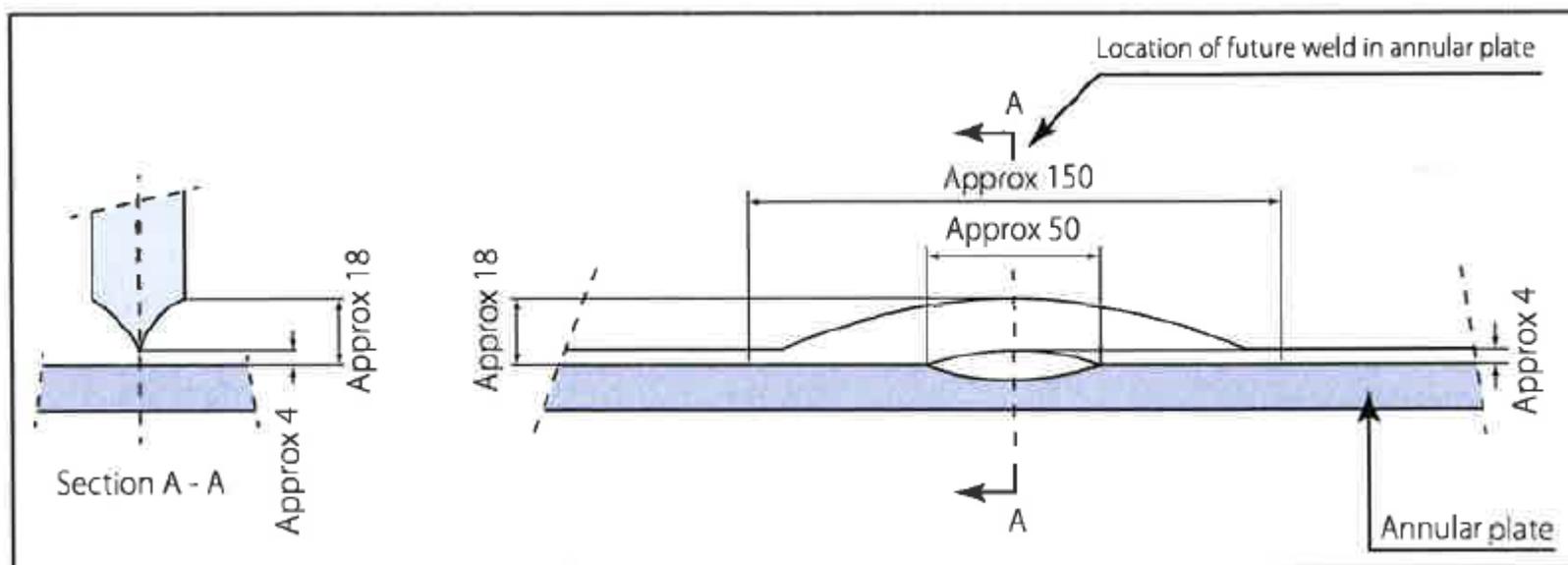
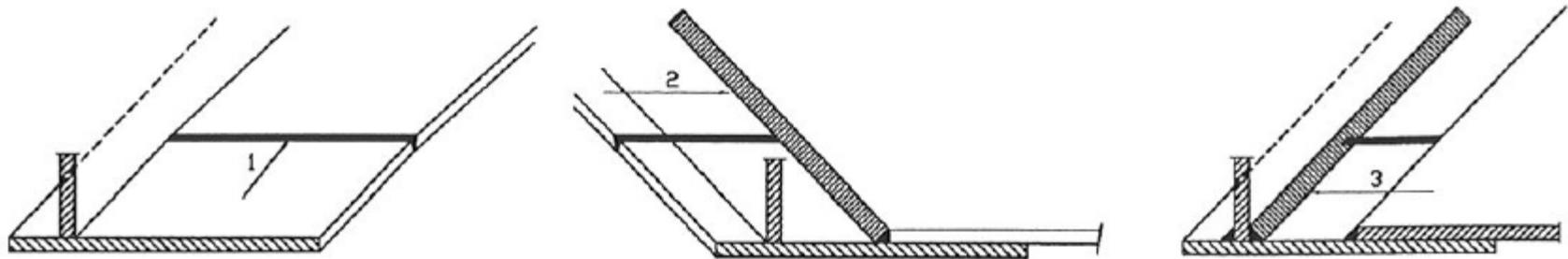


Figure C-7 'K' seam where new annular plate radial welds cross rank shell

FONDO

SOSTITUZIONE DEL TRINCARINO (EEMUA 159)

4. Rimuovere le saldature esistenti tra fondo e trincarino e tagliare il settore di trincarino esattamente sulla linea radiale segnata per la nuova saldatura. Preparare il cianfrino a 45°
5. Inserire il nuovo settore prevedendo piattino supporto al rovescio.
6. Prevedere la sequenza di saldatura riportata in figura

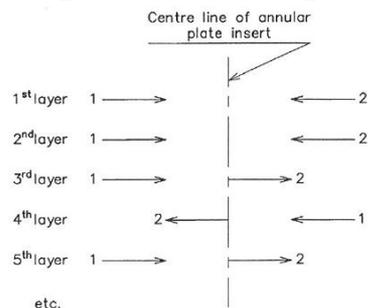


7. Al termine delle saldature 1 e 2 (dopo i CND) saldare il mantello al nuovo trincarino (compreso i tratti speciali preparati a K).

FONDO

SOSTITUZIONE DEL TRINCARINO (EEMUA 159)

8. La saldatura del mantello al nuovo settore di trincarino deve essere eseguita a blocchi per evitare distorsioni o ed eccessivi ritiri. Nelle figure sottostanti sono riportate le sequenze di saldatura da seguire:



Weld layers 1 and 2 are made from the inside of the tank.

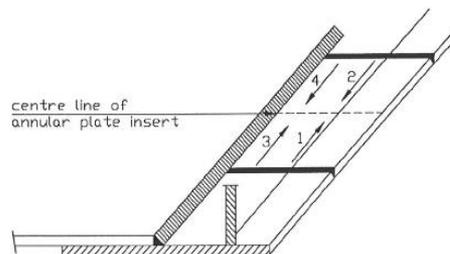
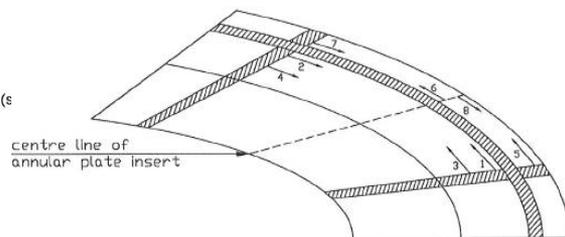
Weld layers 3 and 4 are made from the outside of the tank.

Weld layers 5 and 6 are made from the inside of the tank.

Weld layers 7 and 8 are made from the outside of the tank.

Weld throat thickness of the existing corner welds should be reached as a minimum dimension (see Figure C.3-5).

Figure C.3-4 Welding Sequence for Shell-to-Bottom Junction



- la 1° e 2° passata sono eseguite, in contemporanea da 2 saldatori, da interno serbatoio partendo dalle estremità verso il centro
- la 3° e 4° passata sono eseguite, in contemporanea da 2 saldatori uno posto all'estremità e uno posto al centro, entrambi nella stessa direzione.
- Quest'ultima modalità è seguita per le successive passate, alternandosi ogni due, tra interno ed esterno

FONDO

BOCCELLI SU MANTELLO E SOSTITUZIONE DEL FONDO (API 653)

Dopo l'esecuzione del nuovo fondo la distanza tra le connessioni della prima virola e il nuovo fondo si sarà ridotta.

DEVONO ESSERE ELIMINATE TUTTE LE PENETRAZIONI PER LE QUALI IL NUOVO FONDO INTERFERISCE CON LA PIASTRA DI RINFORZO O DOVE I REQUISITI DI DISTANZA MINIMA DELLA API650 NON SONO GARANTITI.

Fanno eccezione casi particolari su materiali con ridotta resistenza meccanica (snervamento $\leq 50000 \text{ lbf/in}^2$, pari 345 MPa)

FONDO

FASI DI COSTRUZIONE DI UN DOPPIO FONDO

- ELIMINAZIONE DEFORMAZIONI SU FONDO ESISTENTE



FONDO

FASI DI COSTRUZIONE DI UN DOPPIO FONDO

- RIPRISTINO CORRETTO ASSETTO DEL SERBATOIO



FONDO

FASI DI COSTRUZIONE DI UN DOPPIO FONDO

- STESURA LAMIERE CENTRALI



FONDO

FASI DI COSTRUZIONE DI UN DOPPIO FONDO

- SALDATURA LAMIERE CENTRALI



FONDO

FASI DI COSTRUZIONE DI UN DOPPIO FONDO

- SALDATURA ACCESSORI



INTERVENTI DI RIPARAZIONE SUL MANTELLO

MANTELLO

RIMOZIONE E SOSTITUZIONE DI LAMIERE

Minimo spessore della lamiera sostituita (API653)

- Il minimo spessore della lamiera sostituita dovrà essere calcolato in accordo allo standard applicabile (es. API 650)
- In ogni caso lo spessore della lamiera sostituita non dovrà essere inferiore al maggior spessore nominale delle lamiere dello stessa virola (ad eccezione di inserti spessorati)
- Ogni cambiamento rispetto alle condizioni di progetto iniziali (fluido, altezza di riempimento, ecc.) dovrà essere tenuto in conto



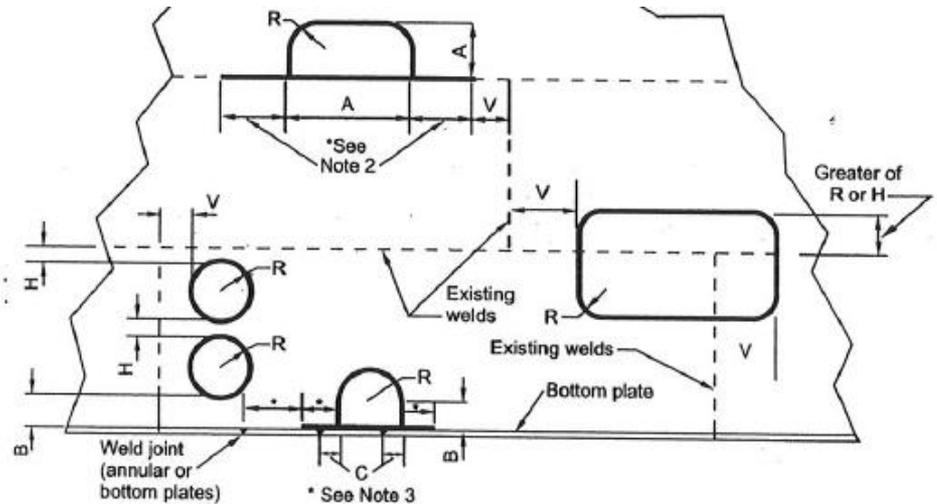
MANTELLLO

RIMOZIONE E SOSTITUZIONE DI LAMIERE

Minime dimensioni della lamiera sostituita (API653)

- La dimensione dell'inserto di lamiera da inserire deve essere non inferiore al maggiore di 12" (304,8 mm) o 12 volte lo spessore della lamiera da sostituire

- Nel caso di sostituzione di porzioni di lamiera, l'inserto potrà essere circolare, oblunga, quadrata o rettangolare, con i bordi arrotondati



Dimension	Minimum weld spacing between edges (toes) of welds for thickness of replacement shell plate, t , (inches)	
	$t \leq 0.5$ inch	$t > 0.5$ inch
R	6 in.	Greater of 6 in. or $6t$
B	6 in.	Greater of 10 in. or $8t$
H	3 in.	Greater of 10 in. or $8t$
V	6 in.	Greater of 10 in. or $8t$
A	12 in.	Greater of 12 in. or $12t$
C	Greater of 3 in. or $5t$	

Notes:

1. All weld intersections shall be at approximately 90°.
2. Prior to welding new vertical joints, cut existing horizontal weld for a minimum of 12 in. beyond the new vertical joints. Weld the horizontal joint last.
3. Prior to welding new vertical joints, cut existing shell-to-bottom weld for a minimum of 12 in. beyond the new vertical joints. The cut shall extend past or stop short of existing bottom plate welds by at least 3 in. or $5t$. Weld the shell-to-bottom weld last.

MANTELLO

RIMOZIONE E SOSTITUZIONE DI LAMIERE

Minime dimensioni della lamiera sostituita (API653)

Nel caso di sostituzione dell'intera lamiera è necessario:

- garantire la distanza minima prevista dalla precedente tabella per i giunti verticali



•È consentito tagliare le lamiere e risaldarle lungo i precedenti giunti circonferenziali ma, prima di saldare i giunti verticali, è necessario rimuovere il giunto orizzontale per una lunghezza di 12" (305 mm circa) a partire dal giunto verticale

•I giunti verticali dovranno essere saldati prima dei tratti orizzontali.

MANTELLO

RIMOZIONE E SOSTITUZIONE DI LAMIERE

Esecuzione dei giunti saldati (API653)

- Le lamiere sostituite dovranno essere saldate testa – testa garantendo la completa penetrazione, eccetto quando permesse pezze saldate ad angolo (vedere paragrafo successivo)

Distanza minima tra saldature testa – testa

- Lamiere più spessa di 12.5 mm (1/2"): minimo 8 volte lo spessore o 254 mm (10"), quale dei due dati è maggiore (H-V)
- Lamiere uguale o minore di 12.5 mm (1/2"): minimo 150 mm (6 ") dai giunti verticali (V) e 75 mm (3") dai giunti orizzontali (H)



MANTELLO

RIMOZIONE E SOSTITUZIONE DI LAMIERE Esecuzione dei giunti saldati (API653)

Distanza B minima tra saldatura da eseguire e saldatura fondo mantello

- Lamiera più spessa di 12.5 mm (1/2"): minimo 8 volte lo spessore o 254 mm (10"), quale dei due dati è maggiore, eccetto quando la sostituzione si estende e interseca a 90° la saldatura fondo-mantello
- Lamiera uguale o minore di 12.5 mm (1/2"): minimo 150 mm (6 ")

Quando il materiale del mantello non ha requisiti di resilienza noti, i giunti verticali dovranno essere a **distanza C** di almeno 75 mm (3") o 5 volte lo spessore, quale dei due dati è maggiore dalle saldature delle lamiera del trincarino o del fondo (quando non vi è trincarino)

Si dovranno tenere in conto tutte le modalità operative (apporto termico, preparazioni, sequenze di saldatura) per ridurre il rischio di distorsione del mantello



MANTELLO

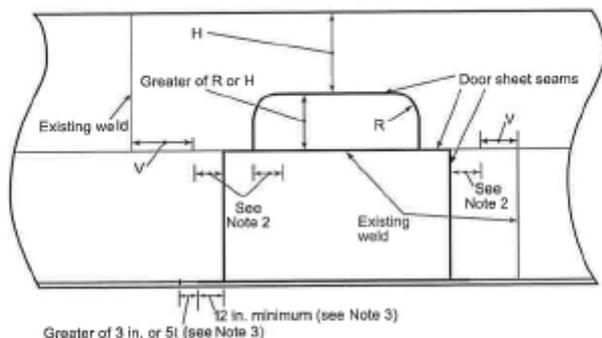
INSTALLAZIONE DI PORTINA (API653)

API 653 fornisce indicazioni per la preparazione e saldatura delle portine di manutenzione.



MANTELLO

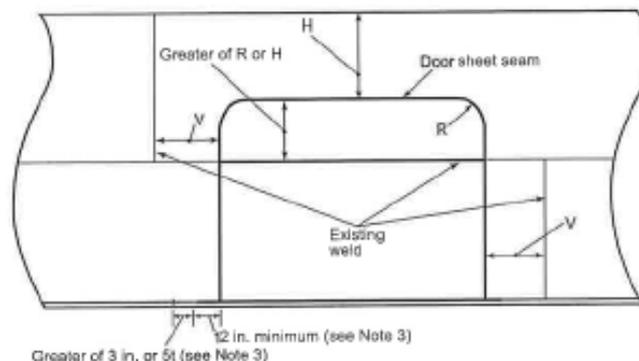
INSTALLAZIONE DI PORTINA (API653)


NOTES:

1. See table in Figure 9-1 for minimum weld spacing and dimensions H, R, and V.
2. Prior to welding new vertical joints, cut the existing horizontal weld for a minimum of 12 in. beyond the new vertical weld seam. Weld the horizontal seam last.
3. Prior to welding new vertical joints which intersect the bottom plate, cut the existing shell-to-bottom weld for a minimum of 12 in. beyond the new vertical weld joint. The cut shall extend past or stop short of existing bottom plate welds by at least 3 in. or 5t. Weld the shell-to-bottom weld last.
4. Door sheets need not extend to shell-to-bottom weld provided that weld spacing and corner radii are in accordance with Figure 9-1.

Figure 9-5—Details for Door Sheet in Butt Welds Shell Seam Tank—Tank-Vertical Seam Offset

Serbatoi con mantelli saldati testa-testa

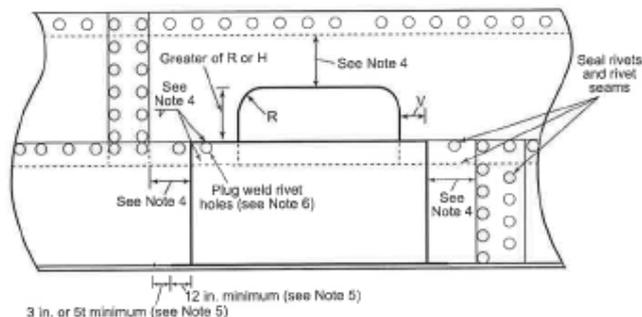

NOTES:

1. See table in Figure 9-1 for minimum weld spacing and dimensions H, R, and V.
2. Detail shown for door sheet that utilizes removed section of tank shell. If new material is utilized, see Figure 9-1 for requirements.
3. Prior to welding new vertical weld seam which intersects the bottom plate, cut existing shell-to-bottom weld for a minimum of 12 in. beyond the new vertical weld seam. The cut shall extend past or stop short of existing bottom plate welds by at least 3 in. or 5t. Weld the shell-to-bottom weld last.
4. Door sheets need not extend to shell-to-bottom weld provided that weld spacing and corner radii are in accordance with Figure 9-1.

Figure 9-4—Details for Door Sheet in Butt Weld Shell Seam Tank—No Vertical Seam Offset

MANTELLO

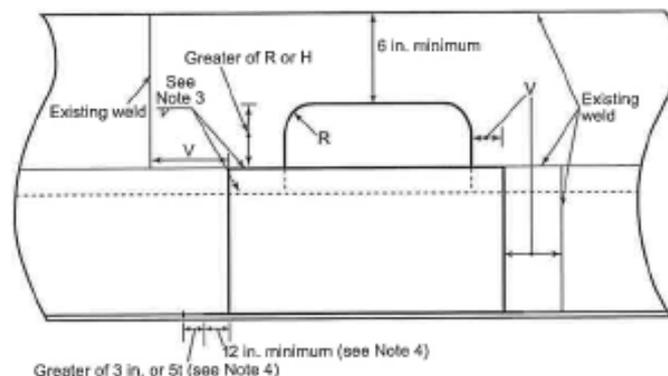
INSTALLAZIONE DI PORTINA (API653)


NOTES:

1. See table in Figure 9-1 for minimum weld spacing and dimensions H, R, and V.
2. When a door sheet crosses the horizontal joint between two courses, a replacement door sheet assembly shall be constructed of two separate plates. The upper door sheet thickness shall be the same as the higher shell course thickness. The lower door sheet thickness shall be the same as the lower shell course thickness.
3. Fillet Weld size shall be equal to thickness of thinner of two plates.
4. Rivets and existing lap rivet seams located within 12 in. of a weld may need to be sealed with calk/coating or seal-welded to prevent product seepage.
5. Prior to welding new vertical seam which intersect the bottom plate, cut existing shell-to-bottom weld for a minimum of 12 in. beyond the new vertical weld seam. The cut shall extend past or stop short of existing bottom plate welds by at least 3 in. or 5t. Weld the shell-to-bottom weld last.
6. Plug weld all rivet holes in the shell plate where rivets are removed. Fillet weld to full plate thickness and grind flush.
7. Door sheets need not extend to shell-to-bottom weld provided that weld spacing and corner radii are in accordance with Figure 9-1.

Figure 9-2—Details for Door Sheets in Riveted Seam Tank

Serbatoi con mantelli rivettati


NOTES:

1. See table in Figure 9-1 for minimum weld spacing and dimensions H, R, and V.
2. When a door sheet crosses the horizontal joint between two courses, a replacement door sheet assembly shall be comprised of two separate plates. The upper door sheet thickness shall be the same as the higher shell course thickness. The lower door sheet thickness shall be the same as the lower shell course thickness.
3. Fillet Weld size shall be equal to thickness of thinner of two plates.
4. Prior to welding new vertical joints which intersect the bottom plate, cut existing shell-to-bottom weld for a minimum of 12 in. beyond the new vertical weld joint. The cut shall extend past or stop short of existing bottom plate welds by at least 3 in. or 5t. Weld the shell-to-bottom weld last.
5. Door sheets need not extend to shell-to-bottom weld provided that weld spacing and corner radii are in accordance with Figure 9-1.

Figure 9-3—Details for Door Sheets in Lap Weld Seam Tank

Serbatoi con mantelli saldati a sovrapposizione

MANTELLO

RIPARAZIONI SUL MANTELLO MEDIANTE PEZZE SALDATE AD ANGOLO (API653)

Fino alla edizione del 1996 la norma API 653 non ammetteva le pezze saldate d'angolo (**lap welded patch plates**). Nelle ultime edizioni, esse vengono previste purché il proprietario del serbatoio ne accetti l'uso e che vengano rispettati certi requisiti.

Le pezze saldate d'angolo possono essere considerate una riparazione permanente purchè venga definito un programma ispettivo e manutentivo.

Questi requisiti possono essere utilizzati anche per valutare la riparazione di pezze applicate in passato (in questo caso, i limiti sugli spessori delle lamiere non debbono essere applicati)



MANTELLO

RIPARAZIONI SUL MANTELLO MEDIANTE PEZZE SALDATE AD ANGOLO (API653)

Le pezze sul mantello sono possibili se:

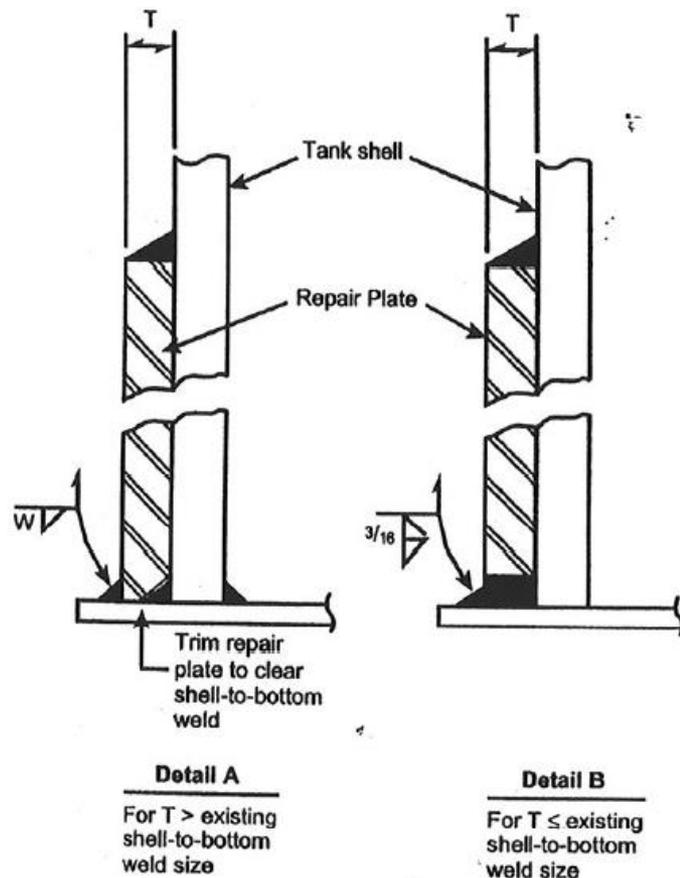
- I materiali utilizzati sono conformi ai requisiti dello standard di costruzione applicabili e all'API653.
- La virola su cui si appone la pezza ha spessore di origine non superiore a 12.5 mm (1/2")
- Non è consentita applicazione a copertura di portine o intere lamiere.
- La pezza deve essere spessa almeno 5 mm (3/16") ma non più spessa di 12.5 mm (1/2") o comunque dello spessore su cui è applicata.
- La forma della pezza può essere circolare, oblunga, quadrata o rettangolare. Tutti gli angoli debbono essere arrotondati con raggio minimo 50 mm (2") (eccetto quando si arriva alla saldatura fondo mantello).



MANTELLO

RIPARAZIONI SUL MANTELLO MEDIANTE PEZZE SALDATE AD ANGOLO (API653)

- La pezza può sovrapporsi a giunti testa – testa orizzontali o verticali, preventivamente rasati, qualora sia garantita una distanza minima di 150 mm (6”) tra i bordi della pezza e la saldatura coperta.
- Si dovranno garantire le distanze minime tra le saldature previste anche per le saldature di inserti
- Si possono saldare pezze che arrivano alla saldatura fondo – trincarino qualora si garantisca un’intersezione con questa saldatura di 90° e una saldatura come da figura a fianco



MANTELLO

RIPARAZIONI SUL MANTELLO MEDIANTE PEZZE SALDATE AD ANGOLO (API653)

- La pezza deve avere dimensioni massime pari a:
 - 1200 mm circa (48") in senso verticale
 - 1800 mm circa (72") in senso orizzontale
- La pezza deve avere dimensioni minime pari a circa 100 mm (4")
- La pezza deve essere calandrata seguendo la curvatura del mantello
- Non possono essere previste aperture o rinforzi sulla pezza
- L'area su cui viene saldata deve essere preventivamente controllata con UT per valutare lo spessore resistente e per ricercare difetti in lamiera.



- Non è possibile installare pezze a cavallo di giunti saldati a sovrapposizione (d'angolo), di giunti chiodati, di altre pezze, di aree deformate, di aree con cricche o altri difetti.

MANTELLO

RIPARAZIONI SUL MANTELLO MEDIANTE PEZZE SALDATE AD ANGOLO (API653)

- 1° tipo applicazione pezzi saldate chiusura di fori determinatisi per:
- rimozione di connessioni
 - aree fortemente corrose (al limite, perforazioni)



Requisiti da soddisfare contemporaneamente:

- Saldatura ad angolo continua sull'intero perimetro esterno della pezza e sull'interno del foro provocato sulla lamiera
- Diametro minimo del foro: 50 mm (2")
- Raggio minimo di curvatura degli spigoli della apertura provocata sulla lamiera: 50 mm (2")
- Completa rimozione del colletto e di ogni rinforzo
- Spessore della lamiera da applicare calcolata con efficienza saldatura $E \leq 0.7$
- Spessore pezza non superiore a spessore lamiera mantello
- Saldatura in continuo su tutto il perimetro della pezza
- Dimensione minima della pezza 100 mm (4")
- Sovrapposizione minima 25 mm (1")
- Sovrapposizione massima 8xt (spessore lamiera originale)

MANTELLO

RIPARAZIONI SUL MANTELLO MEDIANTE PEZZE SALDATE AD ANGOLO (API653)

2° tipo applicazione pezze saldate
rinforzo di aree fortemente assottigliate
del mantello

Requisiti:

- Saldatura in continuo su tutto il perimetro della pezza
- Spessore della lamiera da applicare calcolata con efficienza saldatura $E \leq 0.35$
- Spessore della pezza non deve superare:
 - lo spessore della lamiera del mantello di $1/3$ e, comunque, non di più di 3 mm ($1/8''$)
 - 12.5 mm ($1/2''$)
- La resistenza della zona assottigliata sotto la pezza non dovrà essere considerata effettiva nel sopportare i carichi di servizio o prova idrostatica



MANTELLO: 8ª VIBOLA; AREA DI CORROSIONE NON ATTIVA, DI PROFONDITÀ 4-6 mm LOCALIZZATA SU UNA FASCIA (DI H. ~ 150 mm E LUNGH. ~ 1200 mm) A RIDOSSO DELLA SALDATURA CIRCONFERENZIALE DI ATTACCO DELLA PASSERELLA DI SOMMITÀ CON LA LAMIERA DEL MANTELLO.



MANTELLO: 8ª VIBOLA; RIPRISTINO DELL'AREA CORROSA DI CUI SOPRA DESCRITTA, MEDIANTE L'APPLICAZIONE DI LAMIERA SALDATA.

MANTELLO

RIPARAZIONI SUL MANTELLO MEDIANTE PEZZE SALDATE AD ANGOLO (API653)

3° tipo applicazione
 pezzi saldate
 riparazione di piccole
 perdite da isolati crateri



Requisiti:

- Lo spessore della lamiera su cui è presente la perdita ha ancora spessore accettabile ad eccezione, naturalmente, del piccolo cratere di corrosione.
- Saldatura in continuo su tutto il perimetro della pezza
- Spessore della lamiera da applicare calcolata con efficienza saldatura $E \leq 0.35$
- Spessore della pezza non deve superare lo spessore della lamiera di $1/3$ e, comunque, non di più di 3 mm ($1/8''$)
- Minimo spessore della pezza $\geq 4,7$ mm ($3/16''$) , max 12,5 mm ($1/2''$)
- Non è possibile applicare pezze se:
 - l'esposizione del cordone d'angolo al prodotto potrà provocare corrosione interstiziale o per aerazione differenziale
 - la presenza di prodotto intrappolato tra la pezza e il mantello non consentirà un completo "gas free" per eseguire lavori a caldo

In questi situazioni si deve adottare soluzione pezza per chiusura aperture (1° tipo applicazione) o inserto saldato di testa

MANTELLO

RIPARAZIONI DI DIFETTI LOCALIZZATI (API653)

CRICCHE, SOLCHI, CRATERI rilevati durante l'ispezione possono essere riparati:

- Se la lamiera è più spessa di quanto necessario nelle condizioni di progetto, mediante molatura e raccordatura
- Se, a seguito di questa operazione, si arriva a spessori non accettabili, mediante deposizione di riporti di saldatura seguito da CND
- Se le aree sono estese, mediante sostituzione di lamiera o, ove consentito, di pezza di doppiatura



MANTELLO 1^A VIROLA: CRATERI DI PROFONDITÀ ~ 3-4 mm.



MANTELLO 1^A VIROLA: RIPRISTINO SUL MANTELLO MEDIANTE RIPORTI DI SALDATURA

MANTELLO

RIPARAZIONE DI DIFETTI IN SALDATURA (API653)

- Cricche, mancanze di fusione e scorie e porosità non accettabili dovranno essere riparate mediante molatura e successiva saldatura
- Generalmente non è necessario rimuovere eccessi di sovrametallo non accettabili se non creano problemi al servizio (ad esempio danneggiamento guarnizione di tenuta)
- Eccessive incisioni marginali non accettabili al servizio dovranno essere riparate mediante saldatura o molatura
- Corrosioni sui giunti andranno riparate con saldatura
- Colpi d'arco vicini ai giunti andranno rimossi con molatura e eventuale saldatura (in questo caso di dovrà prevedere la rasatura finale)



MANTELLO: SALDATURA D'INCROCIO DIFETTOSA NELLA FINITURA.

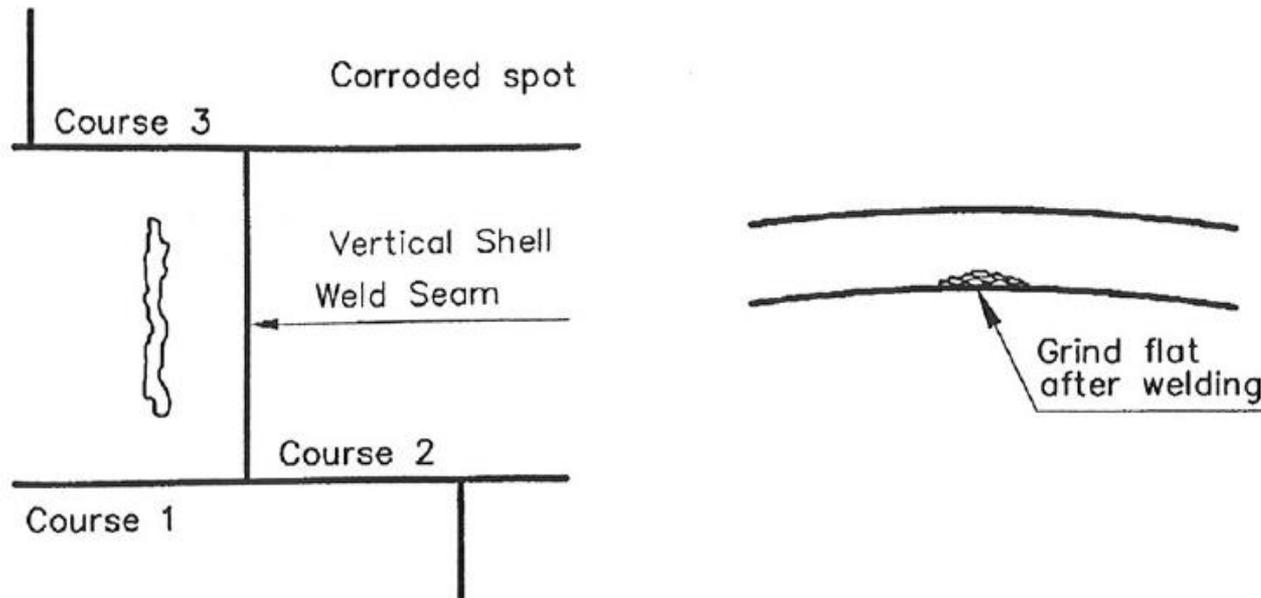


MANTELLO: RIPRISTINO DELLA SALDATURA DIFETTOSA E CONTROLLO P.T. FINALE, CON RISULTATO FAVOREVOLE.

MANTELLO

RIPARAZIONE CORROSIONE SU MANTELLO (EEMUA 159)

RIPARAZIONE CON SALDATURA

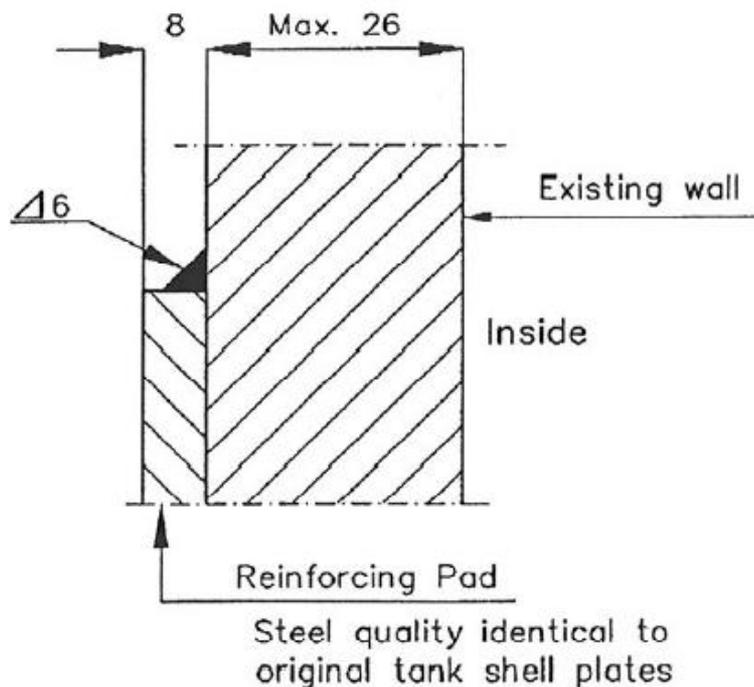


1: Repair by Welding
(Corroded shell plates only)

MANTELLO

RIPARAZIONE CORROSIONE SU MANTELLO (EEMUA 159)

RIPARAZIONE CON PIASTRA DI RINFORZO



2: Repair by Reinforcing Pad Plate
(Corroded shell plates only)

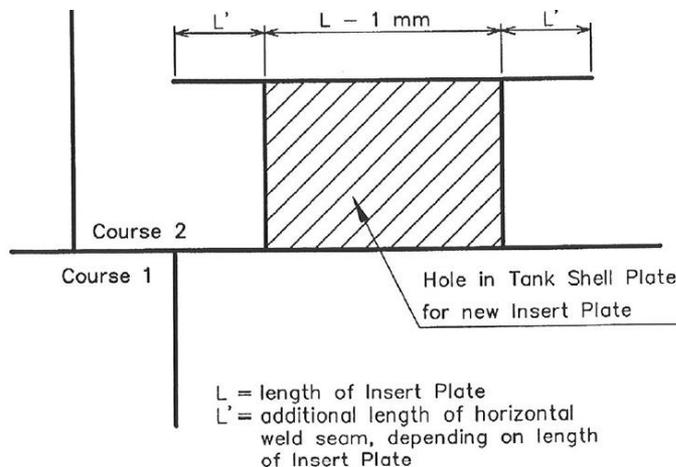
MANTELLO

RIPARAZIONE CORROSIONE SU MANTELLO (EEMUA 159)

RIPARAZIONE CON INSERTO

Per saldare un inserto al mantello, EEMUA 159 suggerisce:

1. Rimuovere la parte danneggiata, l'estremità del foro deve essere in zona non danneggiata (si suggerisce almeno 300mm dalla zona visibilmente danneggiata al bordo del foro). Il taglio si deve estendere in orizzontale di un tratto L' . L'inserto avrà un dimensione leggermente maggiore (ΔL) per compensare le contrazioni di saldatura (vedere tabella)



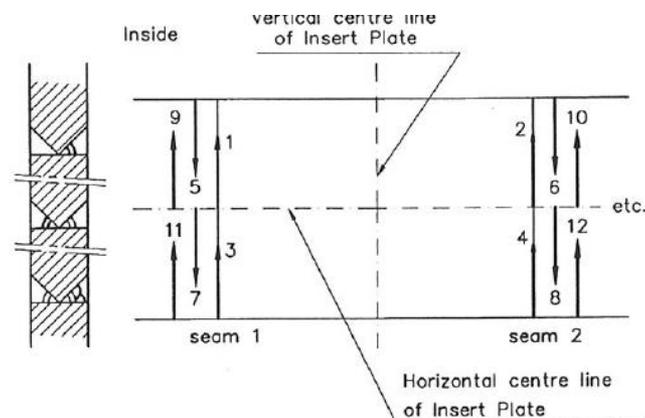
Length of Insert Plate (L) [m]	Extended Length (L') [mm]	'Overlength' (ΔL) [mm]
1	150	0.5
2	250	1.0
3	350	1.5
4	450	2.0
etc.	etc.	etc.

MANTELLO

RIPARAZIONE CORROSIONE SU MANTELLO (EEMUA 159)

RIPARAZIONE CON INSERTO

2. In direzione verticale l'inserto è circa 3 mm più corto del foro per compensare le dilatazioni di saldatura
3. Per materiali equivalenti a S355 di spessore maggiore di 20 mm, si dovrà prevedere preriscaldamento a circa 75°
4. Il taglio deve avvenire prima in basso orizzontale, a seguire i due tratti verticali e, in ultimo, il tratto orizzontale superiore partendo dai bordi verso il centro
5. I giunti verticali sono saldati per primi con la sequenza sotto riportata



Welds 1 and 2 are made from the inside of the tank.

Welds 3 and 4 are made from the outside of the tank.

Welds 5 and 6 are made from the inside of the tank.

Welds 7 and 8 are made from the outside of the tank, etc.

The weld penetration is to be gouged and ground between the second and the third weld layers.

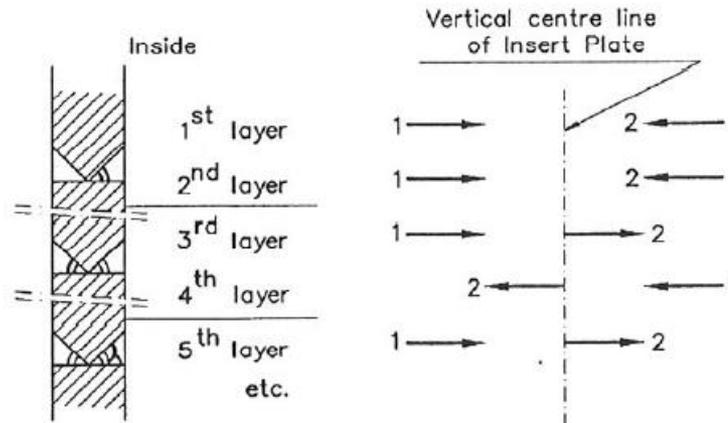
Figure C.4-3 Weld sequence for vertical seams

MANTELLO

RIPARAZIONE CORROSIONE SU MANTELLO (EEMUA 159)

RIPARAZIONE CON INSERTO

6. I giunti orizzontali vengono saldati quando i giunti verticali sono terminati, con la seguente sequenza:



Welds 1 and 2 are made from the inside of the tank.

Welds 3 and 4 are made from the outside of the tank.

Welds 5 and 6 are made from the inside of the tank.

Welds 7 and 8 are made from the outside of the tank, etc.

The weld penetration is to be gouged and ground between the second and the third weld layer.

Figure C.4-4 Weld Sequence for Horizontal Seams

MANTELLO

INCREMENTO ALTEZZA DEL MANTELLO (API653)

E' possibile incrementare l'altezza del serbatoio, mediante saldatura di una ulteriore viola solo se:

- vengono rispettati i requisiti dello standard di costruzione;

- vengono tenuti in considerazione tutti i carichi che gravano sul serbatoio (oltre al nuovo carico idrostatico, che deve essere accettabile per tutte le virole, anche il carico indotto dal vento e dal sisma)



MANTELLO

RIPARAZIONE DI BOCCELLI (API653)

7.6 Riparazione delle aperture di penetrazione nel mantello

7.6.1 Le riparazioni delle aperture esistenti nel mantello devono essere eseguite in conformità con la norma API 650.

7.6.2 Se lo si ritiene opportuno, si possono aggiungere piastre di rinforzo ai bocchelli esistenti non rinforzati. La piastra di rinforzo deve essere conforme alle prescrizioni concernenti le dimensioni e le distanze di saldatura previste nella norma API 650. Per i dettagli, vedere le Figure sotto riportate

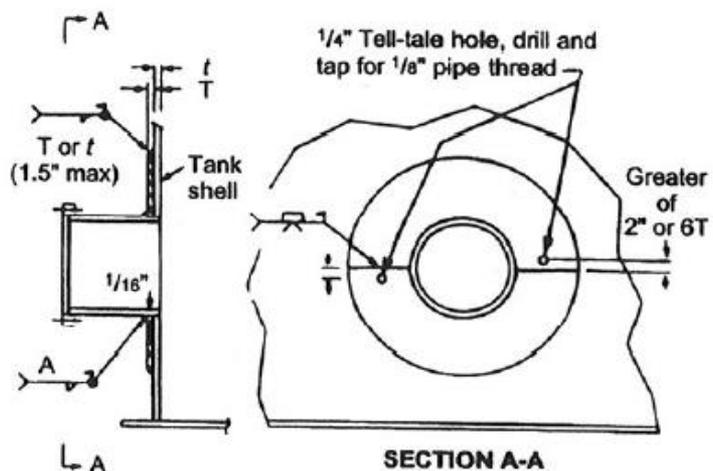
7.6.3 In alternativa, le piastre di rinforzo possono essere aggiunte all'interno del serbatoio, a condizione che i bocchelli sporgano a sufficienza.

MANTELLO

INSERIMENTO DI PIASTRE DI RINFORZO SU BOCCELLI ESISTENTI (API653)

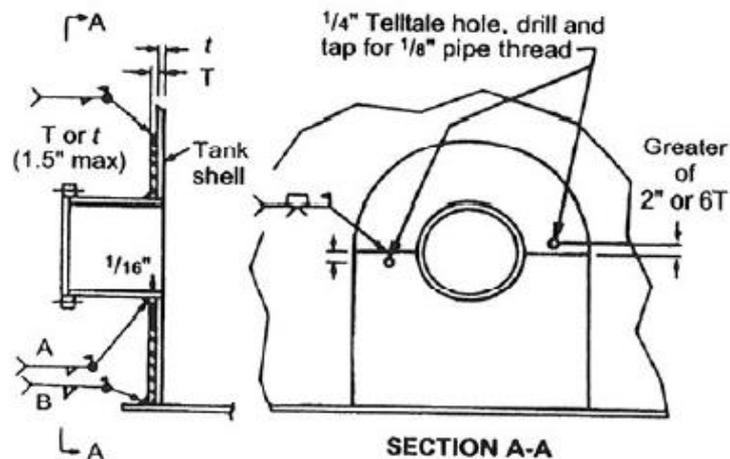
SENZA PIASTRA TOMBALE

CON PIASTRA TOMBALE



t and T (maximum)	A
9/16"	1/4"
3/4"	5/16"
15/16"	3/8"
1 1/8"	7/16"
1 5/16"	1/2"
1 9/16"	9/16"
1 3/4"	5/8"

Note: All details, dimensions, and weld spacing shall be in accordance with the requirements of API Std 650.



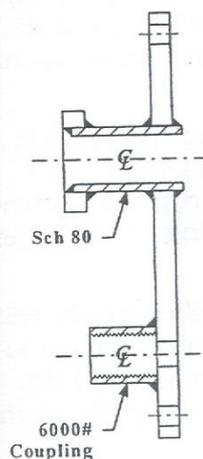
t and T (maximum)	A	B
9/16"	1/4"	1/4"
3/4"	5/16"	1/4"
15/16"	3/8"	5/16"
1 1/8"	7/16"	5/16"
1 5/16"	1/2"	3/8"
1 9/16"	9/16"	3/8"
1 3/4"	5/8"	3/8"

Note: All details, dimensions, and weld spacing shall be in accordance with the requirements of API Std 650.

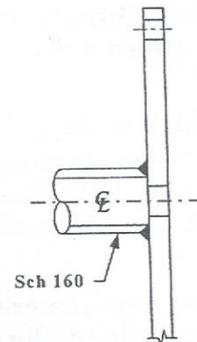
MANTELLO

INSTALLAZIONE O SOSTITUZIONE DI BOCCELLI

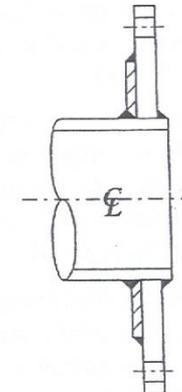
Quando possibile invece di inserire una nuova connessione al mantello è conveniente inserirla alla flangia di qualche passo 'uomo esistente



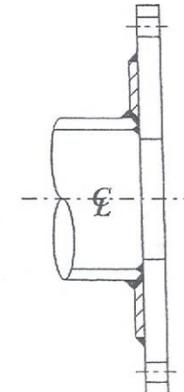
PREFABRICATED
Nozzle Diameter [2 in.



HOT TAPPED



PREFABRICATED
Nozzle Diameter \exists 2 in.



HOT TAPPEI

MANTELLO

INSTALLAZIONE O SOSTITUZIONE DI BOCCELLI (API653)

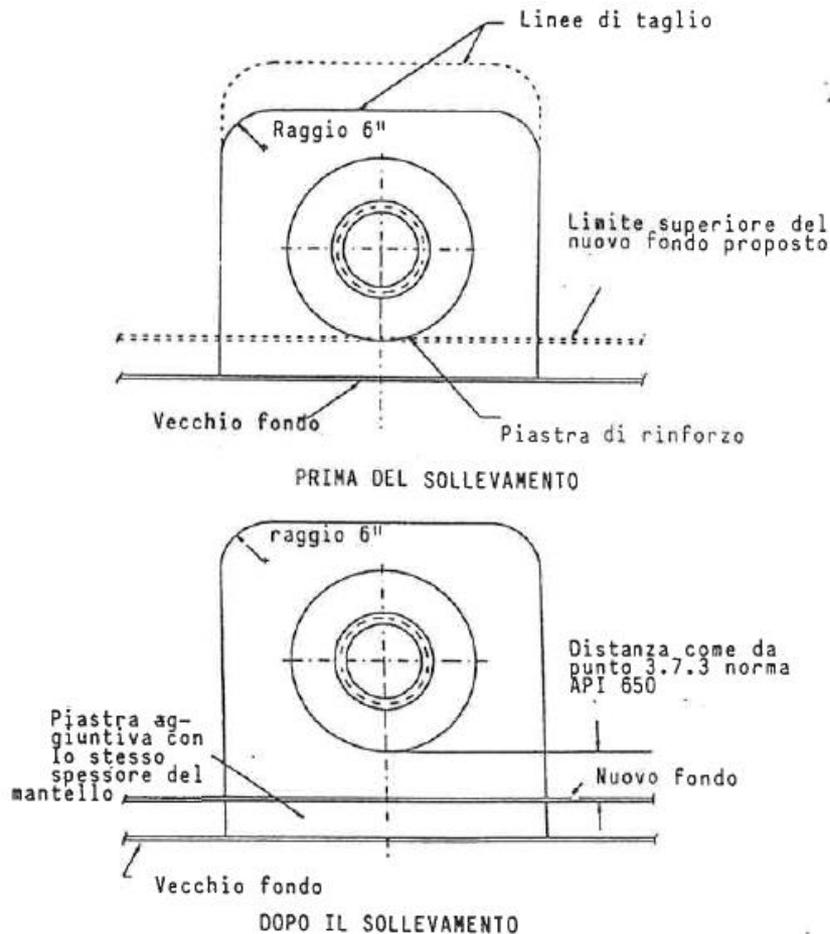
Quando necessario inserire una nuova connessione si devono rispettare le seguenti raccomandazioni:

- Seguire requisiti API650
- Bocchelli di diametro superiore a 2" necessitano di piastra di inserimento (**INSERT PLATE**) se il mantello è di spessore $> 12.5 \text{ mm}$ ($1/2''$) e il materiale non ha resilienza garantita. Inoltre dovranno essere soddisfatti i seguenti requisiti:
 - Il minimo diametro della piastra di inserimento dovrà essere almeno 2 volte il diametro della penetrazione o il diametro più 300 mm ($12''$), quale dei due dati è il maggiore
 - Quando è prevista piastra di rinforzo, il minimo diametro della piastra di inserimento dovrà essere almeno uguale al diametro della piastra di rinforzo 2 più 300 mm ($12''$)
 - Se si usa un rinforzo integrato, lo spessore della piastra di inserimento, al suo perimetro e per un tratto di almeno 2 volte lo spessore del mantello, dovrà avere lo stesso spessore del mantello o essere rastremata 1:4 per combaciare con il mantello
 - La distanza minima tra le saldature dovrà essere quella prevista sul mantello
 - La saldatura dell'inserto al mantello dovrà essere testa – testa

MANTELLO

MODIFICA DI BOCCELLI ESISTENTI (API653)

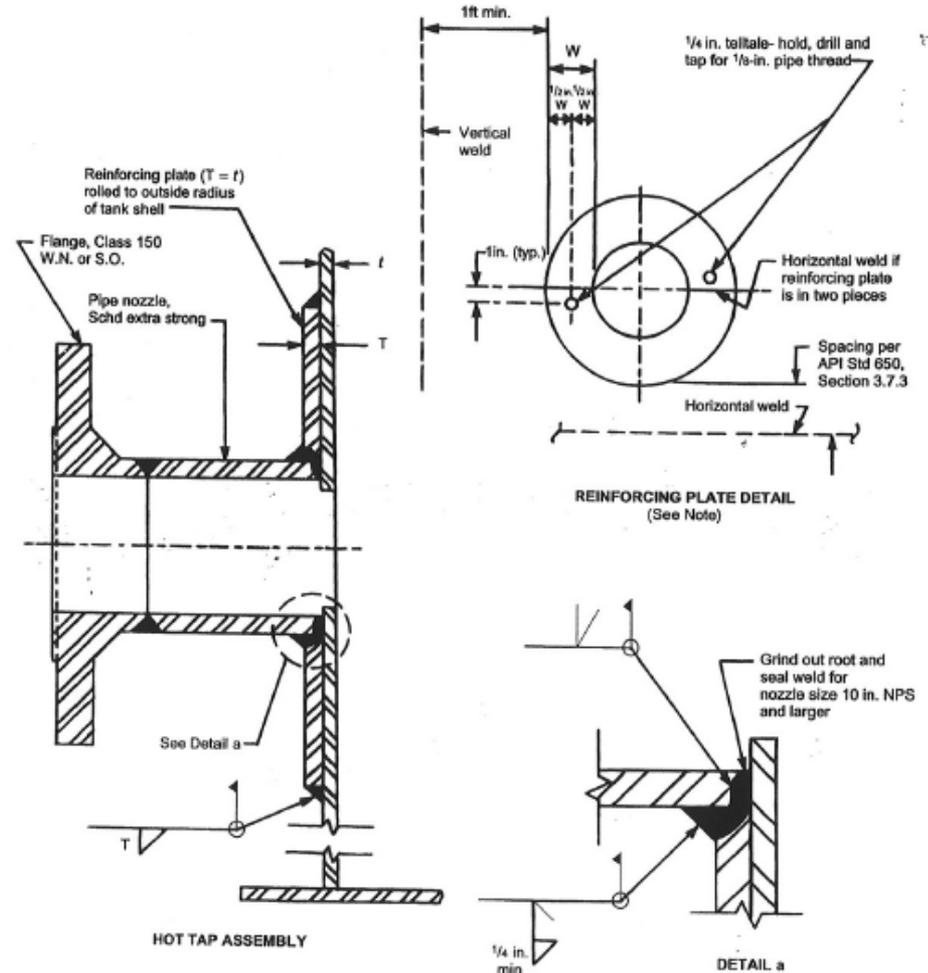
- Penetrazioni esistenti possono essere modificate seguendo requisiti API650, incluso la garanzia del rispetto della zona minima di rinforzo e le distanze tra le saldature
- Se si installa un doppio fondo per garantire le distanze minime tra le saldature:
 - È possibile tagliare parte della piastra di rinforzo a condizione di soddisfare comunque i requisiti in API650. Attenzione va data a rimuovere completamente la saldatura e non danneggiare il mantello
 - sostituire la piastra di rinforzo con una nuova se necessario, del tipo piastra tombale. Attenzione va data a rimuovere completamente la saldatura e non danneggiare il mantello.
 - Sostare l'apertura tagliando una porzione di mantello e sollevandola fino all'altezza corretta (vedi disegno).



MANTELLO

HOT TAPS (API653)

- Con il termine “hot tap” si indica l’installazione di penetrazioni mentre il serbatoio è in servizio.
- Questa operazione, assai rischiosa, dovrebbe essere scelta solo come ultima soluzione, quando non è possibile perseguire altre tecniche esecutive.
- La norma API653 fornisce, in ogni caso, tutte le regole e le limitazioni per eseguire questa operazione basandosi anche sui dettami dello standard API 2201 “*Procedure for Welding or Hot Tapping on Equipment Containing Flammables*” applicabile anche alle linee.



Note: Reinforcing plate diameters as given in API Std 650, Table 3-8.

INTERVENTI SU TETTI

TETTO FISSO

Criteri di accettabilità

API 653

Le strutture di supporto del tetto fisso(colonne, capriate, etc) devono risultare in buone condizioni.

In particolare, elementi interessati da deformazioni (ad esempio, fuori verticalità colonne), da corrosioni o da altri danneggiamenti devono essere riparati o sostituiti

Particolare attenzione deve essere posta alla verifica della presenza di eventuali assottigliamenti sulle superficie interna delle colonne (mediante spessimetria)

Zone interessate da assottigliamenti tali da determinare uno spessore medio residuo inferiore a 2,28 mm (0,09") su un'area di 6,5 m² (100 inches²) devono essere riparate o sostituite

Criteri previsti in altre specifiche

Lamiere tetto: spessore medio residuo inferiore a 2 mm in un'area
500x500 mm

Strutture di sostegno tetto: assottigliamenti superiori al 25% dello
spessore originale

TETTO TETTI FISSI SUPPORTATI (API653)

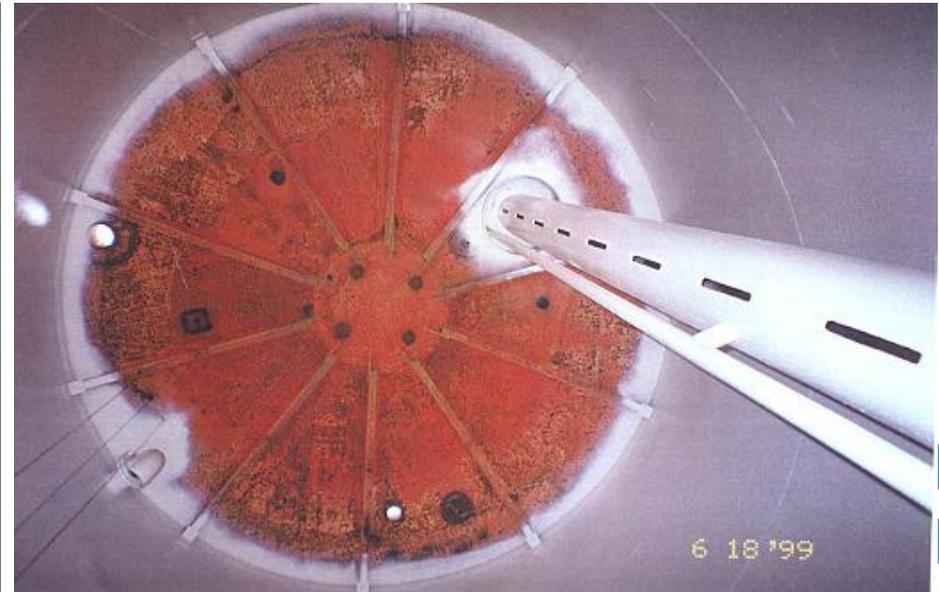
- Minimo spessore delle nuove lamiere di copertura: 4,8 mm (3/16") più il sovrasspessore di corrosione specificato nella specifica di riparazione
- Laddove i carichi accidentali sulle lamiere sono superiori a 25 lbf/ft² (circa 120 kg al m²), ad esempio nel caso di tetti coibentati, elevato carico per neve, servizio a vuoto, lo spessore delle nuove lamiere sarà definito mediante calcolo tendendo in conto delle tensioni ammissibili secondo quanto previsto da API 650.
- La supportazione del tetto (capriate, monaco, basi e colonne) dovrà essere riparata o modificata in modo tale che, alle condizioni di progetto, le sollecitazioni risultanti non superino quelle previste alla sez. 3.10.3 della API 650.



TETTO

TETTI FISSI AUTOPORTANTI (API653)

- Minimo spessore delle nuove lamiere di copertura: 4,8 mm (3/16”) o quello previsti in API 650, quale dei due è il dato più elevato, più il sovraspessore di corrosione.
- I dettagli della giunzione tetto – mantello dovranno eseguire quanto riportato i API650.
- La progettazione del giunto fragile (FRANGIBLE JOINT) o dei dreni di sfiato dovrà seguire i requisiti della API650 e API 2000.



TETTO

GIUNTO FRAGILE (EEMUA 159)

- Quando si ripara la saldatura di un giunto fragile del tetto bisogna essere certi che il giunto sia realmente fragile dopo riparazione
- A questo fine la saldatura di sigillo può essere modificata mediante molatura (vedere figura)

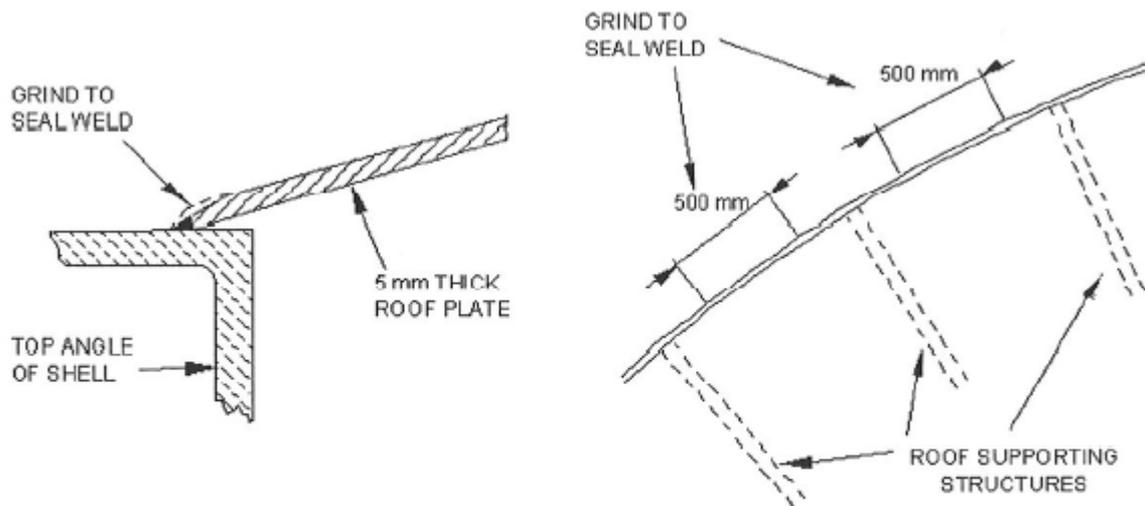


Figure 11.5-1 Modified Roof-to-Shell Connection

TETTO

TETTI GALLEGGIANTI ESTERNI (API653)

Ogni tecnica di riparazione che ripristini il corretto funzionamento è accettabile



Orditura per nuovo telo



Orditura per nuovo telo

TETTO

TETTI GALLEGGIANTI ESTERNI



Assiematura lamiera



Assiematura lamiera

TETTO

TETTI GALLEGGIANTI ESTERNI



Saldatura automatica



Saldatura automatica

TETTO

TETTI GALLEGGIANTI ESTERNI



Rifiniture con saldatura manuale



Rifiniture con saldatura manuale

TETTO

TETTI GALLEGGIANTI ESTERNI



Riparazioni con pezze saldate ad angolo



Riparazioni con pezze saldate ad angolo

TETTO

TETTI GALLEGGIANTI INTERNI (API653)

Le riparazioni dovranno essere fatte in accordo ai disegni originari o, se non disponibili, secondo i requisiti della API650 Appendice H.

LAMIERA VERTICALE CASSONI (API653)

Se lo spessore della lamiera verticale è inferiore a 2.54 mm (0.10 “) deve essere sostituita. La nuova lamiera verticale deve avere spessore minimo pari a 4.8 mm (3/16”)

TETTO

RIPARAZIONI DI PERDITE DAI CASSONI (API653)

Tutte le perdite dovranno essere eliminate mediante riparazioni delle saldature difettose o pezzi saldate ad angolo.

TECNICHE ALTERNATIVE (da applicarsi come soluzione temporanea)

Palloni riempiti di
aria a contenimento
perdita ed
equilibratura



TETTO

GUARNIZIONI DI TENUTA (API653)

GUARNIZIONE PRIMARIA

- E' possibile riparare o sostituire la tenuta primaria con serbatoio in funzionamento.
- Per ridurre l'evaporazione di prodotto e il conseguente rischio per gli operatori non è consentito rimuovere più di $\frac{1}{4}$ del sistema di tenuta contemporaneamente su serbatoi in servizio.
- Usare distanziatori provvisori per mantenere il tetto centrato.
- Solitamente non è possibile raggiungere, con il serbatoio in servizio, i sistemi di tenuta primaria montati in parte o completamente nella zona, non raggiungibile dal tetto, della paratia verticale del cassone. In questo caso le riparazioni da eseguirsi durante il funzionamento vanno limitate alla sostituzione del tessuto.

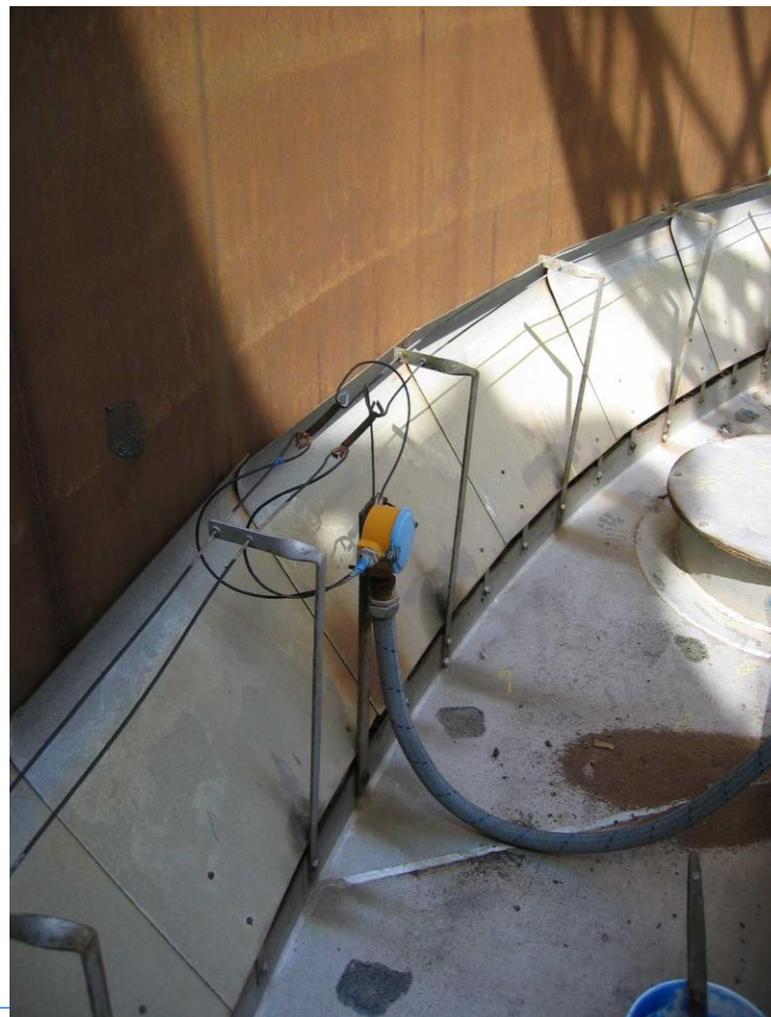


TETTO

GUARNIZIONI DI TENUTA (API653)

GUARNIZIONE SECONDARIA

- le tenute secondarie possono essere facilmente installate, riparate o sostituite con il serbatoio in servizio.



TETTO

GUARNIZIONI DI TENUTA (API653)

DISTANZA TENUTA - MANTELLO

Per ottenere la corretta distanza tra mantello e guarnizione è consentito:

- Correggere il sistema di supporto della tenuta primaria (o nel caso di guarnizioni toroidali aggiungere schiuma)
- Incrementare la lunghezza della tenuta secondaria
- sostituire, tutto o in parte, il sistema primario con estensione della tenuta secondaria. Questo può essere fatto solo dopo avere verificato lo spazio anulare a tutte le altezze.



CONTROLLI NON DISTRUTTIVI A SEGUITO DI MANUTENZIONE

PENETRAZIONI SUL MANTELLO (API653)

CONTROLLO ULTRASONORO DIFETTOSCOPICO PER RICERCA DIFETTI DI LAMINAZIONE NELLE AREE SU CUI:

- si inseriscono piastre di rinforzo su penetrazioni non rinforzate
- si eseguono hot taps

ESAME VISIVO E CONTROLLO MAGNETOSCOPICO (O LIQUIDI PENETRANTI)

- su cavità provocate da rimozione di piastre di rinforzo
- su giunti trattati termicamente, dopo trattamento termico ma prima di prova idrostatica

CONTROLLO MAGNETOSCOPICO (O LIQUIDI PENETRANTI)

- dopo aver completato le saldature di bocchelli e piastre al mantello e al colletto del bocchello. Nel caso di hot taps su mantelli di resilienza non nota e spessore maggiore di 12,5 mm (1/2") o con temperatura di progetto inferiore a curva riportata su tab.5.2 API653, in aggiunta UTD (ultrasuoni difettoscopici)e WFMT (magnetoscopia fluorescente)

CONTROLLI NON DISTRUTTIVI A SEGUITO DI MANUTENZIONE

RIPARAZIONI DI DIFETTI DI SALDATURA (API653)

ESAME VISIVO E CONTROLLO MAGNETOSCOPICO (O LIQUIDI PENETRANTI)

-su scavo dopo rimozione difetto

CONTROLLO ULTRASONORO DIFETTOSCOPICO (RADIOGRAFIA)

- al 100% dopo riparazione con saldatura su giunto a piena penetrazione

SALDATURE AD ANGOLO (al termine della loro esecuzione) saranno esaminate con metodi appropriati nel seguito illustrati

CONTROLLI NON DISTRUTTIVI A SEGUITO DI MANUTENZIONE

SALDATURE MANTELLO (API653)

ATTACCHI PERMANENTI AL MANTELLO (tranne saldatura con fondo):
esame visivo (in aggiunta MT o PT se il mantello è in acciaio S275 o superiore)

AREE MANTELLO DOPO ASPORTAZIONE ATTACCHI PERMANENTI:
esame visivo (in aggiunta MT o PT se il mantello è in acciaio S275 o superiore)

SALDATURE MANTELLO: esame visivo e RT (in aggiunta MT o PT su
entrambe le superfici se lo spessore è maggiore di 25,4 mm (1"))

SALDATURE MANTELLO-FONDO: vacuum box o prova a gasolio (prova a
gasolio o VT su prima passata). Sotto le piastre saldate al mantello (e per 150 mm
per lato oltre la piastra) VT e MT o PT su saldatura fondo mantello esistente.

RIPRISTINI CON SALDATURA SU MANTELLO: esame visivo e MT o PT)

SALDATURE PEZZE SU MANTELLO: esame visivo e MT o PT)

CONTROLLI NON DISTRUTTIVI A SEGUITO DI MANUTENZIONE

SALDATURE FONDO (API653)

SALDATURE FONDO: esame visivo e vacuum box (o tracer gas o prova di tenuta con battente di liquido)

In aggiunta le pezze saldate nella zona critica andranno ispezionate (prima passata e finale) con MT o PT sull'intera lunghezza.

Aree ripristinate con saldatura andranno controllate con MT o PT

SALDATURE TETTO (API653)

SALDATURE TETTO: esame visivo e vacuum box

CONTROLLI NON DISTRUTTIVI A SEGUITO DI MANUTENZIONE

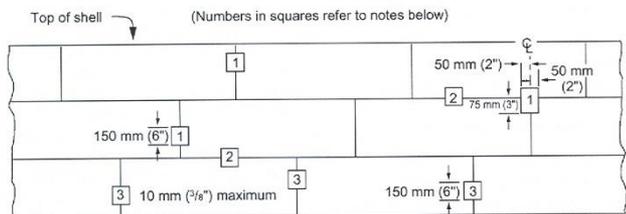
SALDATURE FONDO (API653)

SALDATURE FONDO: esame visivo e vacuum box (o tracer gas o prova di tenuta con battente di liquido)

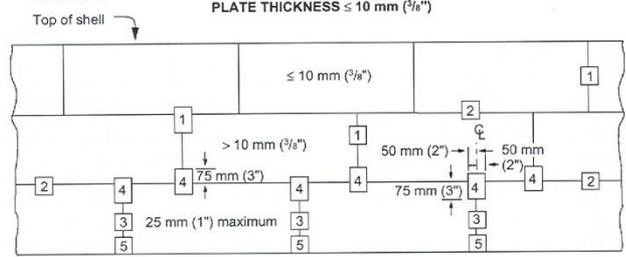
In aggiunta le pezze saldate nella zona critica andranno ispezionate (prima passata e finale) con MT o PT sull'intera lunghezza.

Aree ripristinate con saldatura andranno controllate con MT o PT

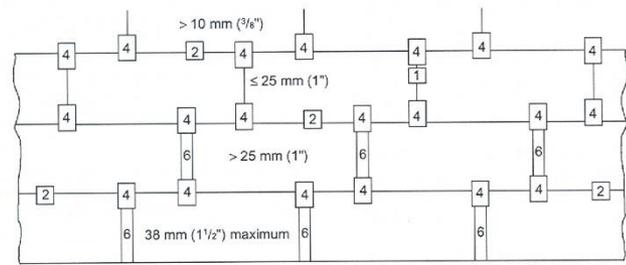
CONTROLLI NON DISTRUTTIVI A SEGUITO DI MANUTENZIONE



98



98



Notes:

1. Vertical spot radiograph in accordance with 6.1.2.2, item a: one in the first 3 m (10 ft) and one in each 30 m (100 ft) thereafter, 25% of which shall be at intersections.
2. Horizontal spot radiograph in accordance with 6.1.2.3: one in the first 3 m (10 ft) and one in each 60 m (200 ft) thereafter.
3. Vertical spot radiograph in each vertical seam in the lowest course (see 6.1.2.2, item b). Spot radiographs that satisfy the requirements of Note 1 for the lowest course may be used to satisfy this requirement.
4. Spot radiographs of all intersections over 10 mm (3/8 in.) (see 6.1.2.2, item b).
5. Spot radiograph of bottom of each vertical seam in lowest shell course over 10 mm (3/8 in.) (see 6.1.2.2, item b).
6. Complete radiograph of each vertical seam over 25 mm (1 in.). The complete radiograph may include the spot radiographs of the intersections if the film has a minimum width of 100 mm (4 in.) (see 6.1.2.2, item c).

100

Figure 6-1—Radiographic Requirements for Tank Shells

ESTENSIONE RT SU MANTELLO (API650)

API 653 PREVEDE UN'ESTENSIONE A QUESTO CONTROLLO QUANDO SI SALDANO NUOVE LAMIERE SU LAMIERE ESISTENTI E QUANDO SI ESEGUONO RIPARAZIONI SU LAMIERE ESISTENTI

CONTROLLI NON DISTRUTTIVI A SEGUITO DI MANUTENZIONE

PROVA IDROSTATICA (API 653)

Una prova idrostatica con acqua, fino alla **massima altezza**, di **durata 24 ore**, dovrà essere eseguita:

- su serbatoi ricostruiti
- su serbatoi sollevati
- serbatoi che hanno subito importanti modifiche o riparazioni
- Ogni volta che una valutazione ingegneristica indica la necessità del test idrostatico a causa di un incremento nella severità del servizio (nuovo prodotto stoccato con maggior densità, temperature di servizio più basse, utilizzo di serbatoi danneggiati)

- **IMPORTANTI MODIFICHE E RIPARAZIONI** sono intese quelle prevedono taglio, inserimento, rimozione o sostituzione del trincarino, saldatura fondo / mantello, porzioni del mantello

- API 653 fornisce tutta una serie di esenzioni alla prova laddove vengano soddisfatti i requisiti ivi inclusi