

# **Ispezioni Linee ed Apparecchiature**



# **API 570 Linee - PUNTO 5 ISPEZIONE**

**PER L'IDENTIFICAZIONE DEI MECCANISMI DI DANNO E LA VALUTAZIONE DELLA LORO CRITICITA' NELLO SPECIFICA CASO E' RICONOSCIUTA AL VALIDITA' DI UN APPROCCIO RBI SECONDO I REQUISITI DI CUI IN RP 580.**

**API 570 RIBADISCE L'IMPORTANZA DELLA MESSA IN ATTO DI TUTTE LE PRECAUZIONI PER LA SICUREZZA NECESSARIE PER L'ESECUZIONE DELL'ISPEZIONE DI UNA LINEA CHE E' IN ESERCIZIO VIENE SUGGERITO CHE GLI ISPETTORI SIANO PRELIMINARMENTE INFORMATI SU:**

- RISULTATI DELLE PRECEDENTI ISPEZIONI**
- INTERVENTI DI RIPARAZIONE EFFETTUATI**
- ALTRI DATI STORICI DELLA LINEA DA ISPEZIONARE E TIPOLOGIE DEI DANNI ATTESI IN FUNZIONE DELLE CARATTERISITCHE DEL SERVIZIO (UTILI RIFERIMENTI IN API RP 574 E API RP 579, APPENDICE G)**

# API 570 - PUNTO 5 ISPEZIONE

## **TIPOLOGIE DI DANNEGGIAMENTO E LOCALIZZAZIONI PREFERENZIALI**

- **PUNTI DI INIEZIONE (INJECTION POINTS)**
- **TRATTI MORTI (DEADLEGS)**
- **CORROSIONE SOTTO COIBENTE (CUI)**
- **INTERFACCIA SUOLO/AIRIA (S/A INTERFACES)**
- **CORROSIONE LOCALIZZATA**
- **EROSIONE E CORROSIONE/EROSIONE**
- **CRICCHE DA AMBIENTE (ENVIRONMENTAL CRACKING)**
- **CORROSIONE SOTTO DEPOSITO O SOTTO LININGS**
- **CRICCHE DA FATICA**
- **CRICCHE DA CREEP**
- **ROTTURA FRAGILE**
- **DANNEGGIAMENTI PER PRESENZA DI GHIACCIO**



# API 570 - PUNTO 5 ISPEZIONE

## INTERFACCIA SUOLO-ARIA (SOIL-AIR INTERFACE)

**I TRATTI IN INTERRAMENTO DI LINEE NON SOTTOPOSTE A PROTEZIONE CATODICA RIENTRANO IN API 570.**

**Inizialmente, ispezione visiva mirata a verifica danneggiamento su rivestimento protettivo e presenza pitting; poi, se necessario, scavo e rilievi spessimetrici per valutare se la corrosione interessa solo il tratto in interrimento o se si estende alla parte interrata.**

**Se la tubazione è sottoposta a protezione catodica, lo scavo è da prevedersi solo se si notano danneggiamenti nel rivestimento protettivo.**

**Se il tratto in interrimento non è protetto, lo scavo va esteso da 150 mm a 300 mm (6"-12").**

**Nel caso di penetrazioni in zone in cemento o in asfalto di linee non protette catodicamente, è necessario verificare che non vi siano distacchi/fessurazioni che potrebbero favorire l'ingresso di umidità (per tubazioni oltre i 10 anni di vita, sarà necessario indagare lo stato della superficie metallica).**



# API 570 - PUNTO 5 ISPEZIONE

## EROSIONE E CORROSIONE/EROSIONE

**EROSIONE:** rimozione di materiale dalla superficie interna della tubazione per effetto di numerosi impatti di particelle liquide o solide

Generalmente, l'erosione si verifica in zone con turbolenza di flusso (cambi di direzione del flusso o a valle valvole dove possono avvenire fenomeni di vaporizzazione, in flussi dove sono presenti grandi quantità di particelle solide ad alta velocità).

**EROSIONE/CORROSIONE:** l'effetto di rimozione materiale può risultare ben più evidente rispetto a quanto potrebbe avvenire se si considerassero i singoli danneggiamenti

Tipici esempi:

- tratti a valle di punti di iniezione
- tratti a valle di valvole (fenomeni di flash)
- tratti a valle di pompe
- punti critici della linea (al margine saldature, al margine flangie, termocoppie) dove si possono produrre fenomeni di turbolenza localizzata (flussi con tracce di solfuri e prodotti ammoniacali)

Controlli applicabili: scansioni UT, RX di profilo, CI



# API 570 - PUNTO 5 ISPEZIONE

## **CORROSIONE SOTTO DEPOSITO O SOTTO LINING**

**Se non si evidenziano danneggiamenti del refrattario/lining protettivo non vi sono motivi per rimuoverlo.**

**La resistenza del lining viene ad essere compromessa in presenza di rotture-fori-rigonfiamenti-blisters.**

**Per lining interno sarà' necessario rimuoverne parte per verificare le condizioni del materiale sottostante; in alternativa, controllo ultrasonoro da esterno. stesso intervento si applica nel caso di rotture del refrattario interno**

**CASO PARTICOLARE: FORMAZIONE DI STRATI DI COKE ADERENTI ALLE SUPERFICIE INTERNE DI TUBI: possibile formazione di corrosione sotto deposito. Rimozione del coke su aree più o meno grandi in funzione loro criticità e applicazione di controlli, tipo radiografia digitale**

# API 570 - PUNTO 5 ISPEZIONE

## ROTTURE A FATICA

**Carichi ciclici, anche al di sotto della tensione di snervamento, dovuta ad azione meccanica, termica o a una loro combinazione (numero di cicli)**

**Basso numero cicli: ad esempio, cicli di riscaldamento o di raffreddamento.**

**Alto numero di cicli: vibrazioni, ad esempio, se la tubazione è collegata a macchine**

**Posizioni tipiche:**

- **attacco connessioni (punti di intensificazione della tensione per condizioni geometriche particolari)**
- **unione tra due materiali con coefficiente di dilatazione termica differente (fatica termica)**
- **giunzioni filettate**

**Controlli applicabili: PT/MT, emissione acustica**

**Fondamentale è il fatto di valutare preliminarmente se la tubazione può essere soggetta a fatica o no.**

# API 570 - PUNTO 5 ISPEZIONE

## ROTTURE A CREEP

**CREEP CORRELAZIONE TRA TENSIONE-TEMPERATURA-TEMPO**

**POSSIBILE CORRERAZIONE CON FATICA**

**ES: 1 ¼ Cr per temperature superiori a 480° C**

**Controlli applicabili: PT/MT, UT, repliche metallografiche**

**Fondamentale è il fatto di valutare preliminarmente se la tubazione può essere soggetta a creep o no**

# API 570 - PUNTO 5 ISPEZIONE

## **ROTTURA FRAGILE**

**ACCIAI AL CARBONIO O BASSO LEGATI POSSONO ESSERE SOGGETTI A ROTTURA FRAGILE A T AMBIENTE O INFERIORI PIU' PROBABILE SU ALTI SPESSORI E PER ELEVATE SOLLECITAZIONI (ES: PROVA IDRAULICA A PRESSIONE)**

**PORRE ATTENZIONE QUANDO SI DECIDE DI SOTTOPORRE UNA LINEA GIA' ESERCITA A PROVA IDRAULICA (ES: 2 ¼ Cr, in quanto soggetto a infragilimento).**

**API RP 579 SEZIONE 3: PROCEDURE PER LA VALUTAZIONE DELLA RESISTENZA A ROTTURA FRAGILE**

# API 570 - PUNTO 5 TIPOLOGIE DI ISPEZIONE E DI MONITORAGGIO

## ISPEZIONE VISIVA INTERNA

**L'ISPEZIONE VISIVA ALL'INTERNO DELLE TUBAZIONI NON E' NORMALMENTE EFFETTUATA (SOLO PER GRANDI DIAMETRI).**

**OVE FATTIBILE, SEGUIRE INDICAZIONI API 510 (OVVERO, CON LE STESSE MODALITA' PREVISTE PER GLI APPARECCHI A PRESSIONE)**

**PIU' FREQUENTE E' L'ISPEZIONE INTERNA CON VIDEOCAMERA O SIMILARI  
ALTRA SOLUZIONE: ISPEZIONE INTERNA ACCEDENDO DALL'IMBOCCO DI COLLEGAMENTI FLANGIATI O DA STACCHI (MEDIANTE ENDOSCOPIA)**

# API 570 - PUNTO 5 TIPOLOGIE DI ISPEZIONE E DI MONITORAGGIO

## MISURE DI SPESSORE

ESEGUIBILI SIA CON LA LINEA IN ESERCIZIO CHE FUORI ESERCIZIO  
LIMITI DI TEMPERATURA: PER RILIEVI PUNTUALI, ADOTTANDO SONDE PARTICOLARI EVENTUALI LINE DI RITARDO E ADEGUATI ACCOPIANTI, SI PUO' ARRIVARE A CIRCA 600° C.

CON LE SONDE E GLI ACCOPIANTI A t AMBIENTE SI PUO' ARRIVARE A CIRCA 70° C

ATTENZIONE: PER I CONTROLLI A CALDO (DI SOLITO, SOPRA 90° C, SARA' NECESSARIO ELABORARE OPPORTUNE CURVE DI CALIBRAZIONE IN QUANTO LA MISURA A CALDO, DI SOLITO, DA' VALORI LEGGERMENTE SUPERIORI A QUELLI REALI, A FREDDO, A PARITA' DI SPESSORE.

API RP 574: VARIAZIONI DA 1% A T=149° C FINO A 5% A T=371° C

# API 570 - PUNTO 5 TIPOLOGIE DI ISPEZIONE E DI MONITORAGGIO

## ISPEZIONE VISIVA ESTERNA

### PUNTI DI VERIFICA:

- condizioni del rivestimento protettivo o della coibentazione
- segnali di disallineamento, deformazioni
- vibrazioni
- trafilamenti
- stato dei supporti (possibile presenza di corrosioni sotto supporti, prevedere sollevamenti linea)
- presenza di riparazioni temporanee, modifiche (tubi flessibili), valvole non a specifica e ogni altra situazione incompatibile con un servizio a lungo termine

### CHECK LIST APPENDICE D

**L'ISPEZIONE DEVE ESSERE CONDOTTA DALL'ISPETTORE AUTORIZZATO CHE E' ANCHE RESPONSABILE DELLA REGISTRAZIONE DI QUANTO RICONTRATO. TUTTAVIA, L'ISPEZIONE PUO' ESSERE EFFETTUATA ANCHE DA ALTRO PERSONALE ESPERTO, SE AUTORIZZATO DALL'ISPETTORE E SE ADEGUATAMENTE ADDESTRATO IN ACCORDO A API 570**

**OLTRE CHE ALL'ISPEZIONE ESTERNA SOPRA DESCRITTA DEVONO ESSERE PREVISTE PERIODICHE SORVEGLIANZE A CURA DEL PERSONALE DI ESERCIZIO**



# API 570 - PUNTO 5 TIPOLOGIE DI ISPEZIONE E DI MONITORAGGIO

## ISPEZIONE VALVOLE

Usualmente sul corpo valvole non si conducono indagini spessimetriche in quanto essi sono a priori sovradimensionati (fattore 1,5 API RP 574).

Tuttavia, se le valvole sono smontate per manutenzione o riparazione, una verifica visiva o strumentale per valutare la presenza di eventuali assottigliamenti deve essere fatta.

In casi particolari dove vi sia il rischio di rotture a fatica, il corpo valvola e le eventuali saldature presenti devono essere sottoposte ad adeguati NDT (PT/MT, UT).

L'ispezione valvole deve essere condotta secondo i requisiti di API 598.

## ISPEZIONE SALDATURE

Le saldature sono controllate di solito quando si effettuano modifiche o sostituzioni di parti della linea o quando si sospetta la presenza di corrosione che interessi anche le giunzioni.

E' necessario, però, accertare che i difetti trovati e, in particolare, le cricche, siano dovute all'esercizio e non siano originali della fase di fabbricazione.

Se i difetti sono di chiara origine costruttiva, è necessario prevedere una analisi che porti ad accertare la loro influenza sull'affidabilità al servizio della linea (parere dell'ispettore autorizzato, dell'ispettore di saldatura, del piping engineer, con ausilio anche di valutazione fitness-for-service).

**L'impiego dei criteri di accettabilità radiografici secondo ASME B 31.3 su saldature di linee in esercizio non è sempre corretto, in particolare su saldature non esaminate all'origine (vedi stacchi).**

Fondamentale l'impiego del controllo ultrasonoro



# API 570 - PUNTO 5 TIPOLOGIE DI ISPEZIONE E DI MONITORAGGIO

## ISPEZIONE GIUNTI FLANGIATI

Verifica della conformità delle guarnizioni montate ai requisiti delle specifiche di linea. Evidenti fuori asse possono essere indice di flangie non correttamente progettate o fuori specifica.

Verificare sintomi di corrosione, trafilamenti o presenza di depositi sul bordo più esterno. Eventuali trafilamenti sull'esterno, potrebbero provocare l'innesco di fenomeni corrosivi e rotture.

Per collegamenti flangiati che prevedono l'impiego di appositi sigillanti, da verificare che il prodotto non abbia intaccato i tiranti, con possibili rischi di corrosione.

Altre indicazioni in API RP 574



# API 570 - PUNTO 6 FREQUENZA E ESTENSIONE DELLE ISPEZIONI

## GENERALITA'

**La frequenza e l'estensione delle ispezioni sulle linee dipende dalla criticità delle forme di danneggiamento previste e dall'entità delle relative conseguenze in caso di rottura.**

**API 570 prevede una semplice classificazione delle linee sulla base della conseguenza della rottura.**

**Schemi più complessi e precisi possono essere elaborati dal proprietario/utente delle linee sulla base dei vari tipi di conseguenza (esplosione, incendio, tossicità, danno all'ambiente, etc).**

**Il tutto deve essere mirato a definire:**

- le modalità di controllo più adeguate e l'estensione delle singole indagini previste**
- la frequenza delle ispezioni**
- la necessità di eseguire prove a pressione nel caso di riparazioni o modifiche della linea**

**L'approccio RBI può essere utilizzato per aumentare o diminuire le frequenze di ispezione previste in API 570, e, conseguentemente, le estensione dei controlli.**

**Se RBI consente di incrementare gli intervalli di ispezione, una sua revisione deve essere fatta almeno ad intervalli non superiori a quelli indicati in API 570 per le ispezioni, con relativa approvazione dell'ispettore autorizzato e del piping engineer.**



# API 570 - PUNTO 6 FREQUENZA E ESTENSIONE DELLE ISPEZIONI

## CLASSI DI LINEE

API 570 prevede 3 CLASSI

### CLASSE 1

Servizio molto critico, ad esempio:

- fluidi infiammabili che possono autorefrigerarsi e portare a rotture fragili
- fluidi a pressione che possono vaporizzare rapidamente durante il rilascio, dando origine a miscele esplosive (temperature di ebollizione inferiori a 10° C)
- fluidi gassosi con presenza H<sub>2</sub>S in percentuale superiore a 3% in peso
- fluidi con HCL
- servizi con acido fluoridrico (HF)
- linee che scorrono all'interno o in prossimità di corsi d'acqua e luoghi abitati

### CLASSE 2

Servizi di media criticità, ad esempio:

- idrocarburi che vaporizzano lentamente durante il rilascio, ovvero, che operano a temperature inferiori al loro flash point
- idrogeno, fuel gas, gas naturale
- linee per trasporto on-site di acidi forti o prodotti caustici

### CLASSE 3

- fluidi infiammabili ma che non vaporizzano durante il rilascio
- linee per trasporto off-site di acidi forti o prodotti caustici
- prodotti distillati



# API 570 - PUNTO 6 FREQUENZA E ESTENSIONE DELLE ISPEZIONI

## INTERVALLI DI ISPEZIONE (FREQUENZE)

L'intervallo tra due ispezioni successive dipende dai seguenti fattori:

- rateo di corrosione e valutazione della vita residua
- classificazione della linea
- eventuali prescrizioni di legge
- valutazioni dei vari esperti (ispettore autorizzato, piping engineer, corrosionista) in merito alle condizioni operative, precedente storia ispettiva, risultati dell'attuale ispezione.

Il proprietario/utilizzatore della linea stabilirà la frequenza ispettiva sulla base dei risultati dell'ispezione esterna e dei rilievi spessimetrici, nonchè sugli esiti delle ulteriori indagini strumentali effettuate.

La data per i futuri rilievi spessimetrici sarà scelta in modo tale che non più della metà della vita residua, calcolata come in seguito, sia stata consumata e, comunque, non oltre i limiti fissati.

Gli intervalli ispettivi andranno modificati al termine di ogni ispezione in modo da tener conto dei nuovi risultati e di eventuali modifiche intervenute.



# API 570 - PUNTO 6 FREQUENZA E ESTENSIONE DELLE ISPEZIONI

**TABELLA 6.1 INTERVALLI MASSIMI RACCOMANDATI PER LE ISPEZIONI**

CLASSE LINEA	RILIEVI SPESSIMETRICI	ISPEZIONE VISIVA
1	5 ANNI	5 ANNI
2	10 ANNI	5 ANNI
3	10 ANNI	10 ANNI

# API 570 - PUNTO 6 FREQUENZA E ESTENSIONE DELLE ISPEZIONI

**TABELLA 6.1 INTERVALLI MASSIMI RACCOMANDATI PER LE ISPEZIONI  
CASI PARTICOLARI**

ITEM	RILIEVI SPESSIMETRICI	ISPEZIONE VISIVA
PUNTI DI INIEZIONE	3 ANNI	DIPENDE DALLA CLASSE LINEA
INTERFACCIA ARIA/SUOLO	dipende se la linea e' protetta catodicamente e dallo stato di conservazione della rivestimento protettivo (maggiore attenzione va posta se la linea ha più di 10 anni di esercizio)	DIPENDE DALLA CLASSE LINEA

# API 570 - PUNTO 6 FREQUENZA E ESTENSIONE DELLE ISPEZIONI

## CASO PARTICOLARE: CUI

**IN TABELLA 6.2 SONO RIPORTATE LE ESTENSIONI RACCOMANDATE PER L'APPLICAZIONE DI CONTROLLI STRUMENTALI SU LINEE POTENZIALMENTE SOGGETTE A CUI**

**L'ESTENSIONE PUO' ARRIVARE AL 100% QUALORA SI INDIVIDUINO DANNEGGIAMENTI.**

**OVVIAMENTE, LE PERCENTUALI POSSONO ESSERE RIDOTTE NEL TEMPO QUALORA LE INDAGINI SVOLTE TENDANO AD ESCLUDERE LA PRESENZA DI DANNEGGIAMENTI SIGNIFICATIVI**

**AD ESEMPIO, LINEE CON VITA RESIDUA SUPERIORE A 10 ANNI CHE NON MOSTRINO SIGNIFICATIVI DANNEGGIAMENTI DELLA COIBENTAZIONE POSSONO NON ESSERE SOTTOPOSTE A NDT SUPPLEMENTARI SARA', PERO', NECESSARIO CHE IL PERSONALE DI ESERCIZIO COMUNICHI PRONTAMENTE EVENTUALI DANNEGGIAMENTI INTERVENUTI SULLA LINEA ESEMPI TIPICI:**

- linee criogeniche
- linee coibentate in atmosfera gas inerte
- circuiti in cui la temperatura (bassa o alta) è tale da escludere la presenza di acqua

# API 570 - PUNTO 6 FREQUENZA E ESTENSIONE DELLE ISPEZIONI

**TABELLA 6.2 CASO PARTICOLARE: CUI**

<b>CLASSE LINEA</b>	<b>ESTENSIONE NDT O RIMOZIONE COIBENTAZIONE IN ZONE DANNEGGIATE</b>	<b>ESTENSIONE NDT IN AREE SOSPETTE O SU LINEE CON RANGE DI TEMPERATURE DI ESERCIZIO SUSCETTIBILE A CUI</b>
<b>1</b>	<b>75 %</b>	<b>50 %</b>
<b>2</b>	<b>50 %</b>	<b>33 %</b>
<b>3</b>	<b>25 %</b>	<b>10 %</b>

# API 570 - PUNTO 6 FREQUENZA E ESTENSIONE DELLE ISPEZIONI

## CASI PARTICOLARI: PICCOLI DIAMETRI (DI SOLITO $DN \leq 2''$ )

**PICCOLI DIAMETRI : SMALL BORE PIPING (SBS)**

**SE SBS APPARTIENE AD UN CIRCUITO PRIMARIO, LE FREQUENZE ISPETTIVE SONO LE STESSE DELLA LINEA, IN FUNZIONE DELLA SUA CLASSE**

**SE SBS APPARTIENE AD UN CIRCUITO SECONDARIO, SE DI CLASSE 1, LE FREQUENZE ISPETTIVE SONO LE STESSE DEL CIRCUITO PRIMARIO.**

**SE DI CLASSE 2-3, L'ISPEZIONE E' FACOLTATIVA (SE NEL CIRCUITO SBS VI SONO TRATTI MORTI, ESSI ANDRANNO ISPEZIONATI NEL CASO SI ABBIA ESPERIENZA DI CASI CON PRESENZA DI CORROSIONE).**

## CASI PARTICOLARI: CIRCUITI AUSILIARI (STRUMENTAZIONI)

**DI SOLITO NON COMPRESI NELL'ISPEZIONE.**

**IN ALCUNI CASI POSSONO ESSERE COMPRESI SULLA BASE DELLA VALUTAZIONE DEI SEGUENTI FATTORI:**

- classe linea
- rischio di rotture a fatica o dovute all'ambiente
- rischio di corrosione basata sul confronto con il circuito primario
- rischio di CUI



# API 570 - PUNTO 7 VALUTAZIONE, ANALISI E REGISTRAZIONE DELLE ISPEZIONI

## DETERMINAZIONE DEL RATEO DI CORROSIONE

$$\text{VITA RESIDUA (anni)} = \frac{\text{spessore attuale} - \text{spessore richiesto}}{\text{rateo corrosione (mm/anno)}}$$

spessore attuale = spessore misurato nell'ispezione in un determinato punto o componente

spessore richiesto = spessore di calcolo esente da sovrasspesore corrosione e tolleranze di fabbricazione

Due tipi di rateo di corrosione

- 1) Rateo corrosione a lungo termine (LT) = 
$$\frac{\text{spessore iniziale} - \text{spessore attuale}}{\text{periodo di tempo trascorso (anni) da inizio esercizio a oggi}}$$
- 2) Rateo corrosione a breve termine (ST) = 
$$\frac{\text{spessore precedente} - \text{spessore attuale}}{\text{periodo di tempo trascorso (anni) da ultima ispezione a oggi}}$$

# **API 570 - PUNTO 7 VALUTAZIONE, ANALISI E REGISTRAZIONE DELLE ISPEZIONI**

**Le formule precedenti possono essere trattate attraverso metodi statistici per determinare i ratei di corrosione e, quindi, la vita residua: tali metodi non devono essere impiegati se il circuito è oggetto a forme di corrosione localizzata.**

**LT e ST devono essere comparati al fine di scegliere quello che comporti il valore minore di vita residua**

**L'ispettore autorizzato, eventualmente supportato da corrosionista, sceglierà il rateo che meglio corrisponda alla situazione effettiva di processo.**

**Per linee nuove o linee soggette a importanti modifiche, il rateo di corrosione necessario per determinare la data della prossima ispezione può essere stabilito in uno dei seguenti modi:**

- a) sulla base di dati derivanti da linee similari per tipo di processo (soluzione più corretta)**
- b) sulla base di dati derivanti dalla bibliografia scientifica**

**Se nessuna delle due soluzioni può essere applicata, effettuare rilievi spessimetrici entro 3 mesi dalla messa in servizio della linea: strumenti per il monitoraggio della corrosione o provini di corrosione possono essere utili per meglio stabilire il periodo in cui eseguire tali rilievi spessimetrici**

# **Ispezione dei componenti**



# API 510 Pressure Vessel Inspector

L'API 510 è una norma che definisce i requisiti per l'ispezione, la riparazione, l'alterazione e la rivalutazione (*re-rating*) di recipienti a pressione in servizio. Ha lo scopo di garantire la sicurezza e l'integrità operativa dei componenti a pressione limitando la possibilità dell'insorgenza di eventuali anomalie.

- Scambiatori di calore
  - Fascio, mantello, componenti
- Aircooler
- Serbatoi di stoccaggio
- Colonne
- Vessels
- Caldaie
- Forni



# API 510 - FREQUENZA E ESTENSIONE DELLE ISPEZIONI

## GENERALITA'

**La frequenza e l'estensione delle ispezioni sulle apparecchiature dipende dalla criticità delle forme di danneggiamento previste e dall'entità delle relative conseguenze in caso di rottura.**

**Schemi più complessi e precisi possono essere elaborati dal proprietario/utente delle linee sulla base dei vari tipi di conseguenza (esplosione, incendio, tossicità, danno all'ambiente, etc).**

**Il tutto deve essere mirato a definire:**

- le modalità di controllo più adeguate e l'estensione delle singole indagini previste**
- la frequenza delle ispezioni**
- la necessità di eseguire prove a pressione nel caso di riparazioni o modifiche della linea**

**L'approccio RBI può essere utilizzato per aumentare o diminuire le frequenze di ispezione previste in API 510, e, conseguentemente, le estensione dei controlli.**

**Se RBI consente di incrementare gli intervalli di ispezione, una sua revisione deve essere fatta almeno ad intervalli non superiori a quelli indicati in API 510 per le ispezioni, con relativa approvazione dell'ispettore autorizzato e del pressure vessel engineer.**



# API 510 - FREQUENZA E ESTENSIONE DELLE ISPEZIONI

## INTERVALLI DI ISPEZIONE (FREQUENZE)

**L'intervallo tra due ispezioni successive dipende dai seguenti fattori:**

- **rateo di corrosione e valutazione della vita residua**
  - **eventuali prescrizioni di legge**
  - **valutazioni dei vari esperti (ispettore autorizzato, pressure vessel engineer, corrosionista)**
- in merito alle condizioni operative, precedente storia ispettiva, risultati dell'attuale ispezione.**

**Il proprietario/utilizzatore dell'attrezzatura stabilirà la frequenza ispettiva sulla base dei risultati dell'ispezione e dei rilievi spessimetrici, nonché sugli esiti delle ulteriori indagini strumentali effettuate.**

**La data per i futuri interventi ispettivi sarà scelta in modo tale che non più della metà della vita residua, calcolata come descritto in precedenza per le linee, sia stata consumata e, comunque, non oltre i limiti fissati.**

**Gli intervalli ispettivi andranno modificati al termine di ogni ispezione in modo da tener conto dei nuovi risultati e di eventuali modifiche intervenute.**

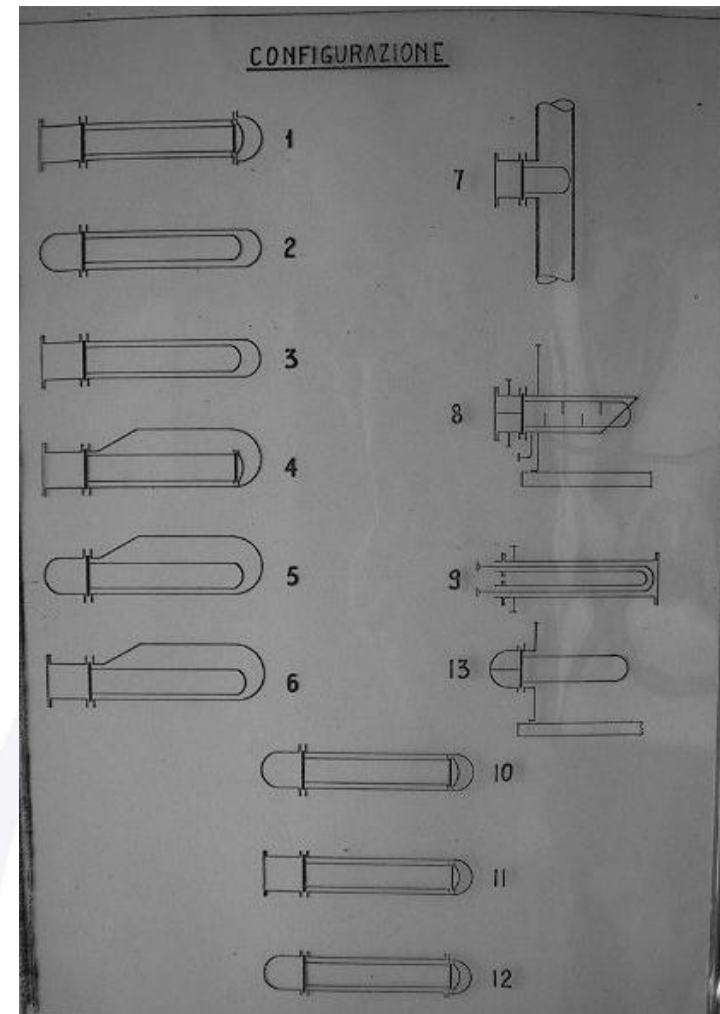




# SCAMBIATORI

## Principali tipi

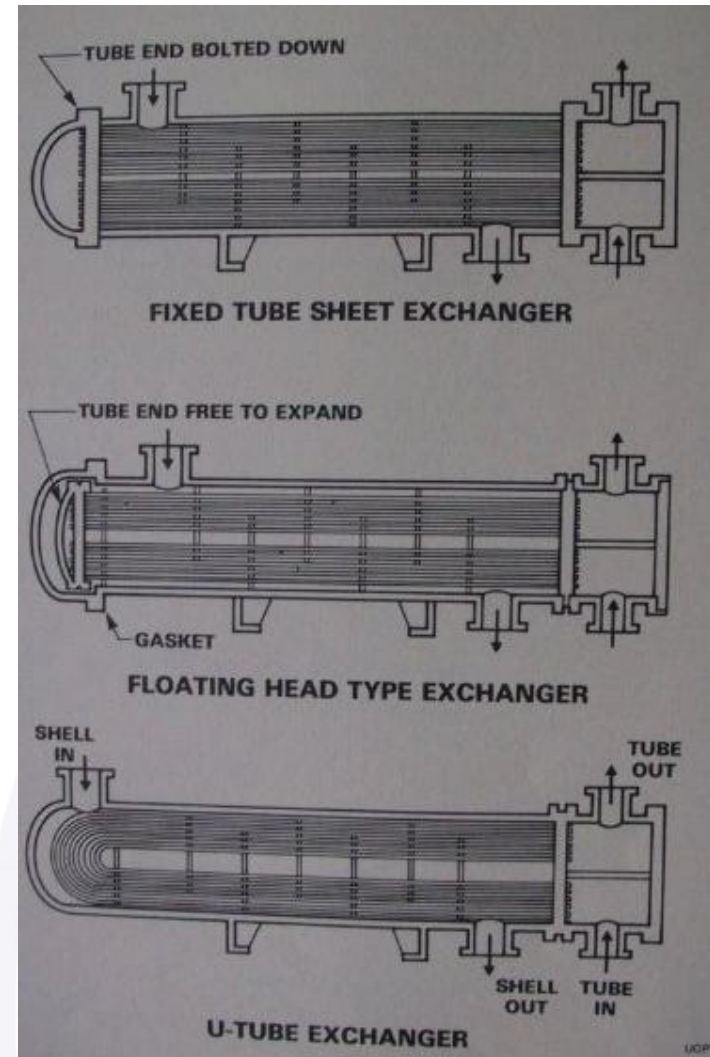
- Prodotto - prodotto
- Ribollitori (prodotto -vapore, hot oil)
- Refrigeranti (prodotto -  $H_2O$ )
- Generatori vapore (prodotto -  $H_2O$  demi)

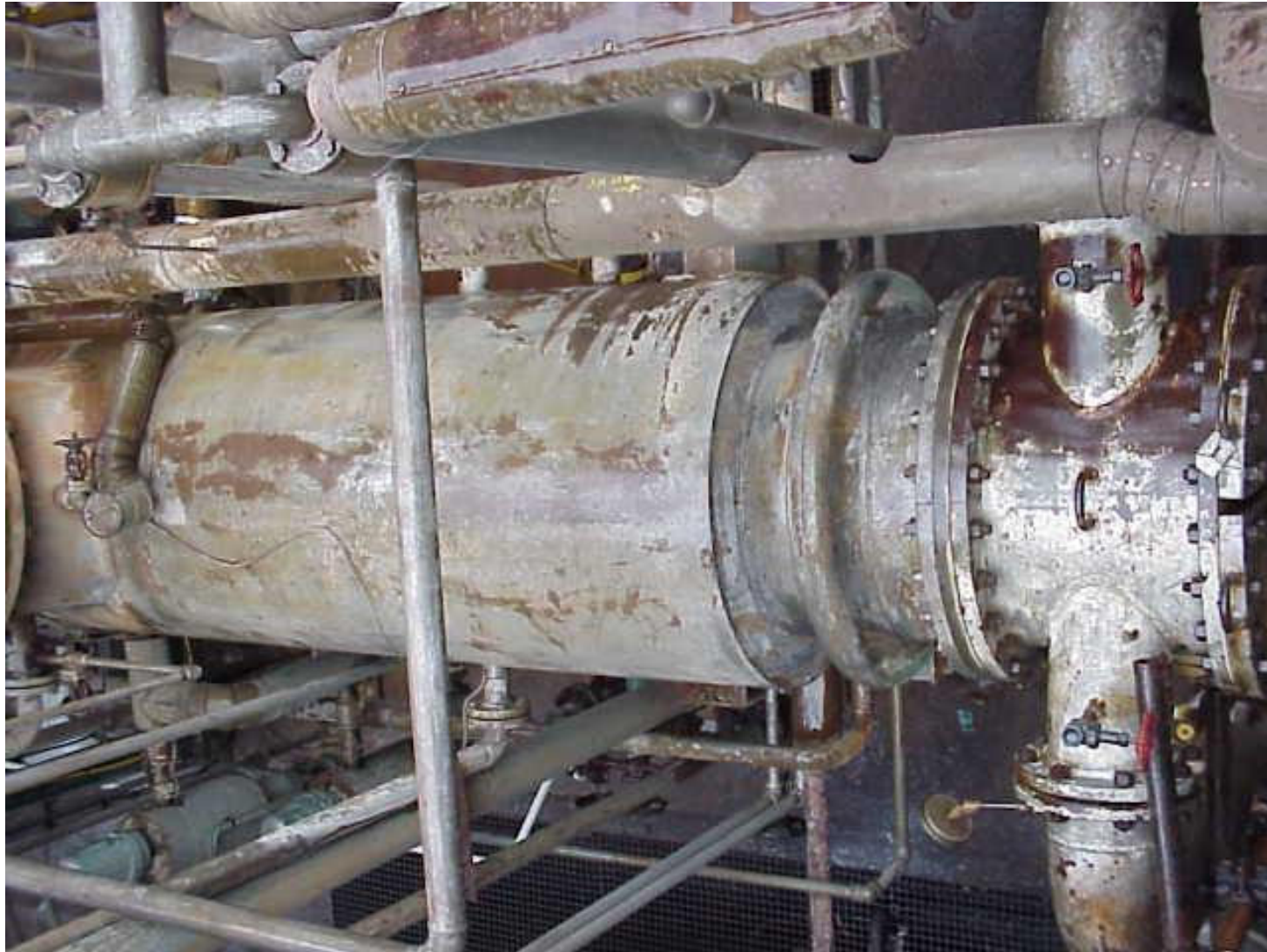


# SCAMBIATORI

## Componenti

- Distributore e coperchio
- Fascio e calotta flottante
- Mantello e fondello





# SCAMBIATORI

La manutenzione consiste:

- Ciecatura
- Scoibentazione (ove esiste)
- Apertura
- Sfilaggio del fascio
- Pulizia componenti
- Ispezione componenti
- Rimontaggio



# SCAMBIATORI

## L'ispezione deve verificare:

- Sporramento del fascio dopo lo sfilaggio.

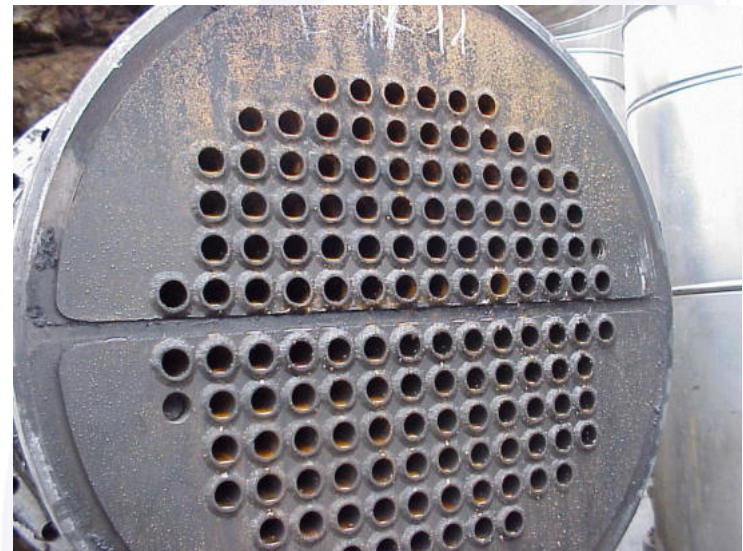
Importante per focalizzare le zone che potrebbero essere più soggette a corrosione

- Verifica dello stato di conservazione di tutti i componenti  
Distributore e coperchio – fascio e calotta – mantello e fondello

Come:

- Ispezione visiva
- CnD



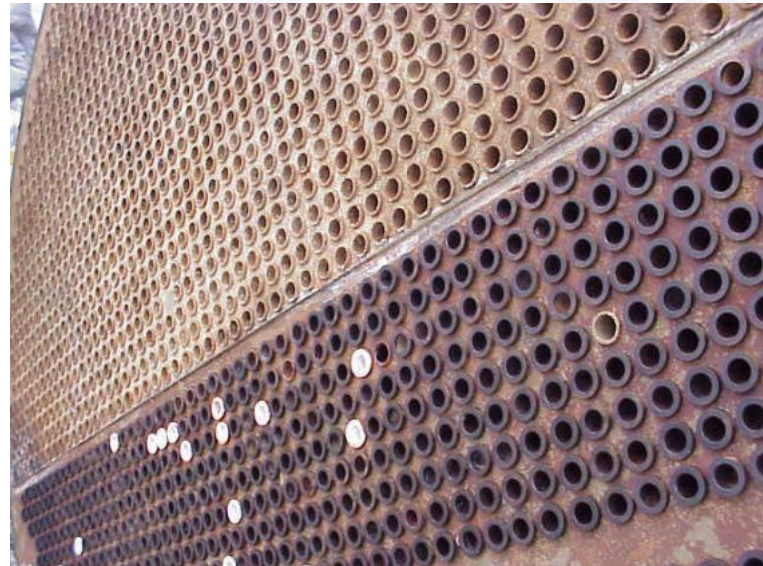
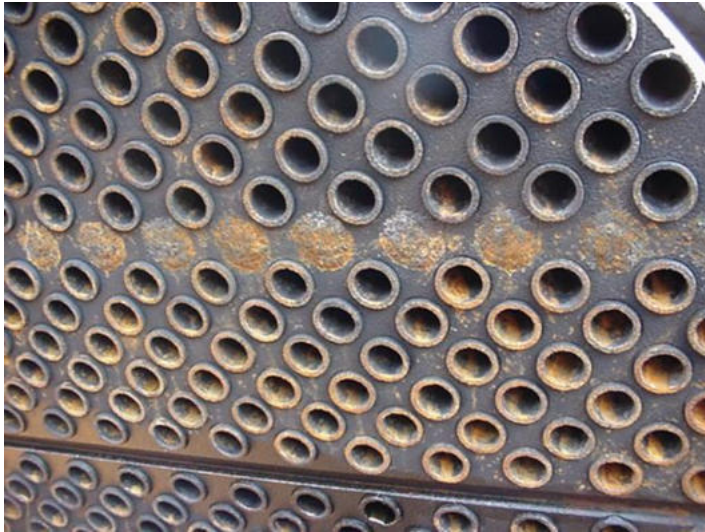


## FASCIO Tubiero - ISPEZIONE

- Verifica sporcamento
  - Ispezione visiva
  - Controlli CnD
  - Controlli distuttivi
- Sia interno che esterno
  - Deve verificare lo stato di conservazione di tutti i componenti. Tubi-piastre-diaframmi-tiranti-ecc.. Nell'ispezione e di aiuto l'uso del calibro e martello.
  - Per valutare le corrosioni interne ai tubi o lo spessore residuo e possibile eseguire RT sui tubi esterni.
  - Per valutare le corrosioni interne ai tubi o lo spessore residuo e possibile tagliare uno o più tubi esterni ed eseguire un'ispezione visiva.







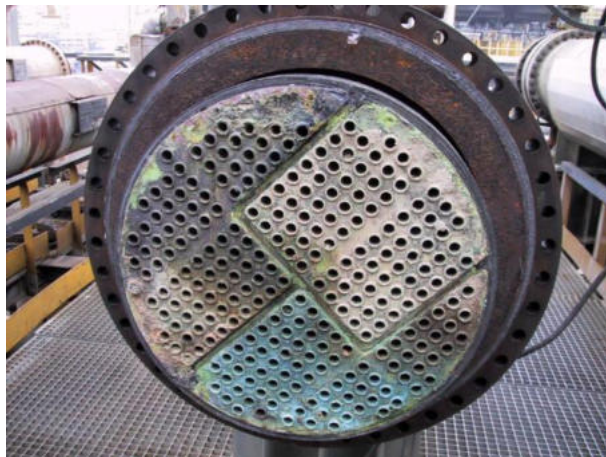
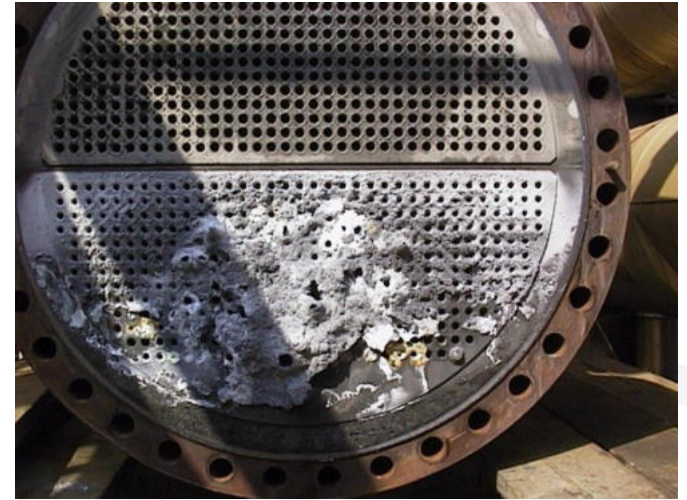


Sporcamenti rilevanti  
esterni



Es. di sporcamento esterno  
e la presenza di corpi estranei  
(probabili pezzi metallici da  
interno colonna)





**Es. di sporramento interno tubi**



Es. di sporramento  
interno tubi



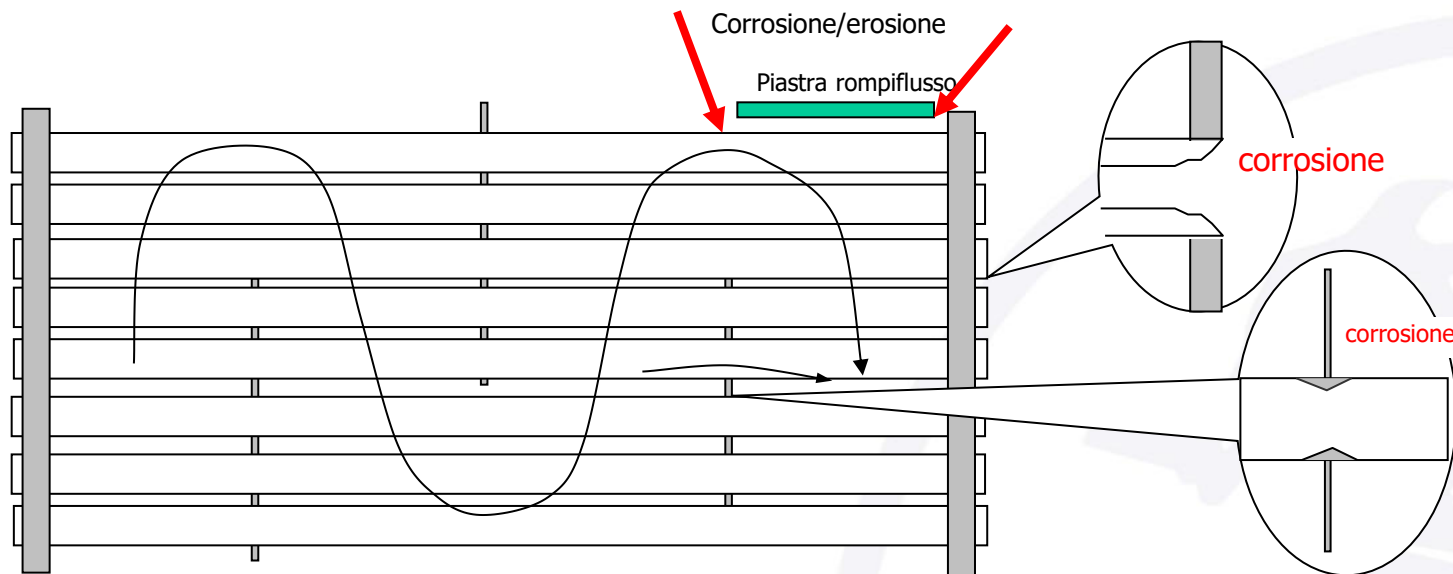
Sporramento o residuo  
corrosione



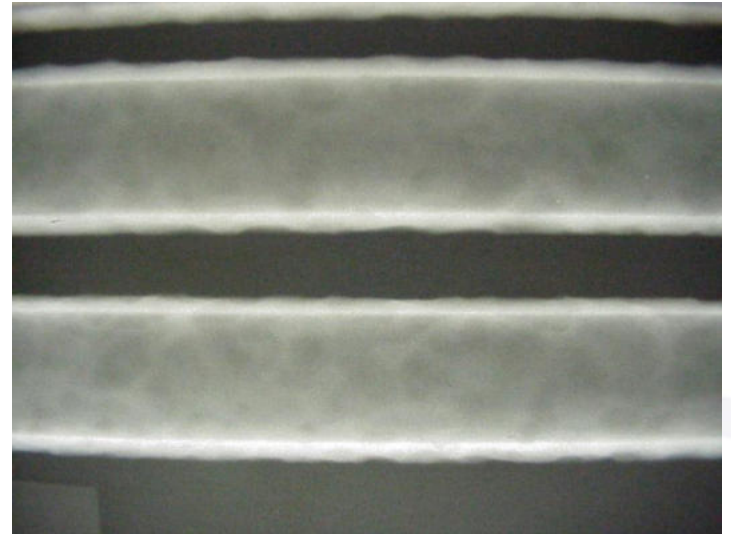
**Sistemi di trasporto e pulizia**

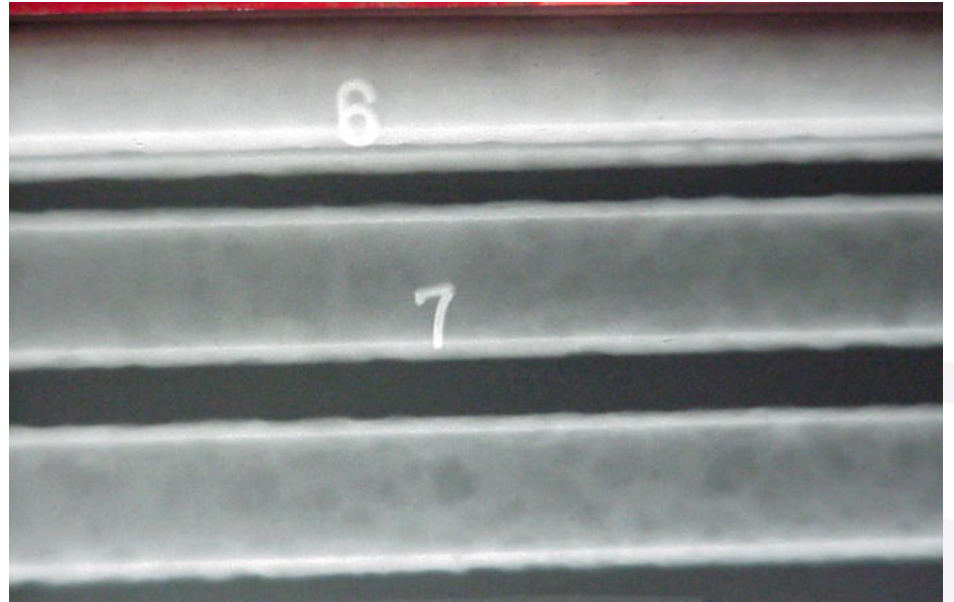
# FASCIO Tubiero - ISPEZIONE

Zone di possibili danneggiamenti



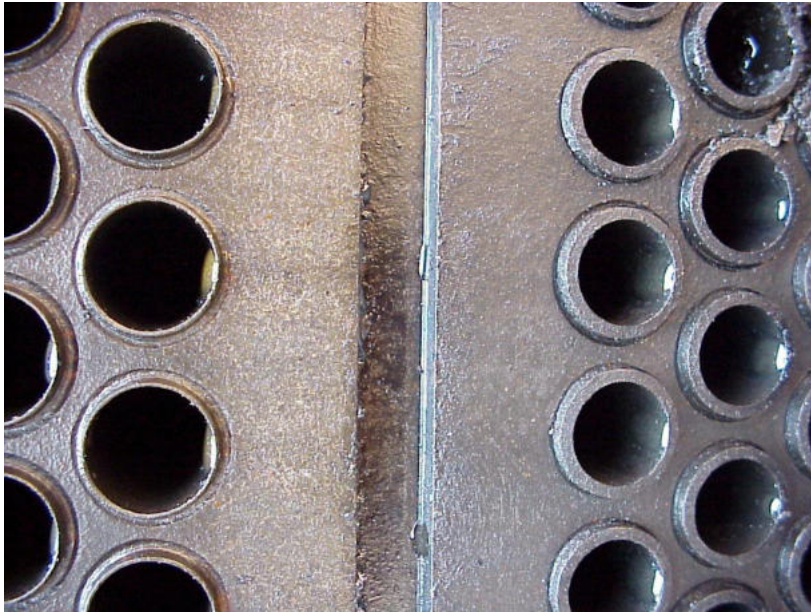






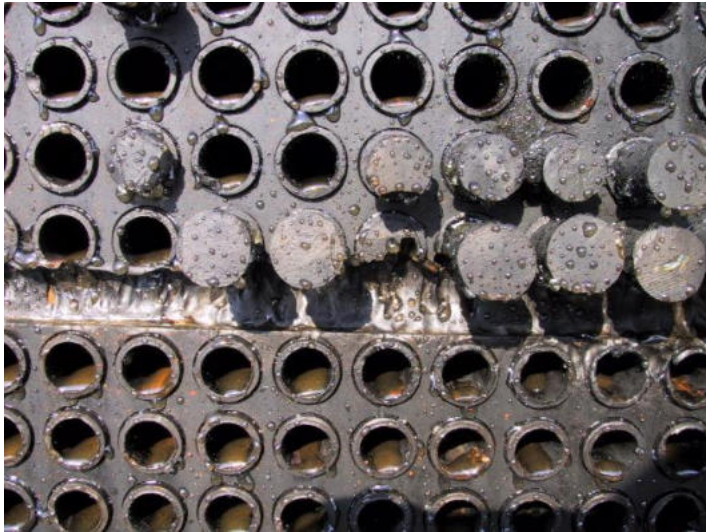














# **MANTELLO - fondello mantello**

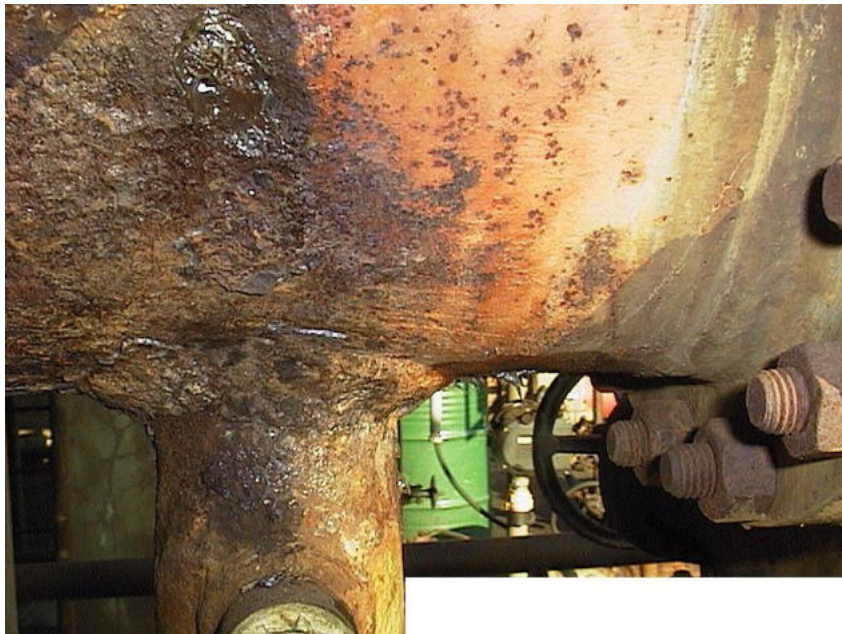
## **DISTRIBUTORE – coperchio distributore**

### **CALOTTA flottante**

- **Ispezione visiva**
  - Deve verificare lo stato di conservazione delle superfici. Fasciame, bocchelli, selle, basamenti, pittura, coibentazione, ecc.
- **Controlli CnD**
  - Per valutare le corrosioni e gli spessori residui eseguire UT o UTD; per rotture visibili o ipotizzabili (es. wet H<sub>2</sub>S, NAOH) eseguire UTD, MT, PT, RT, ecc.







027 E-47 Particolare della corrosione esterna sulla superficie del mante

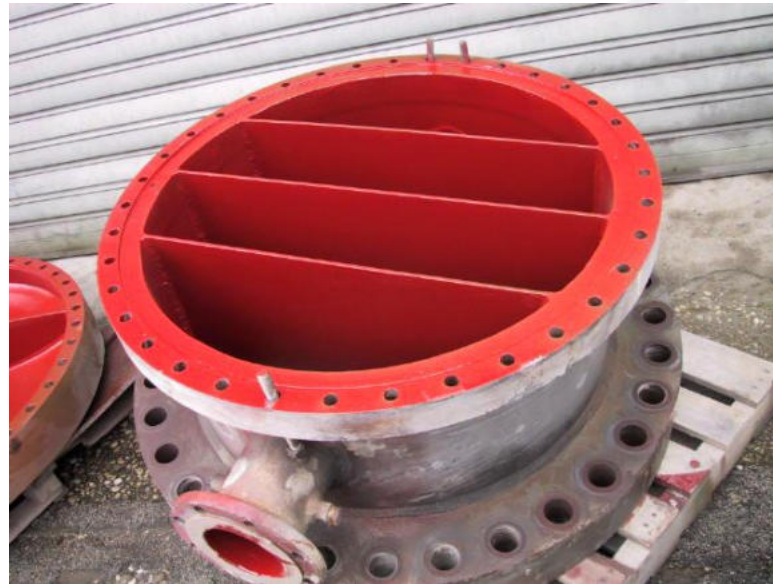


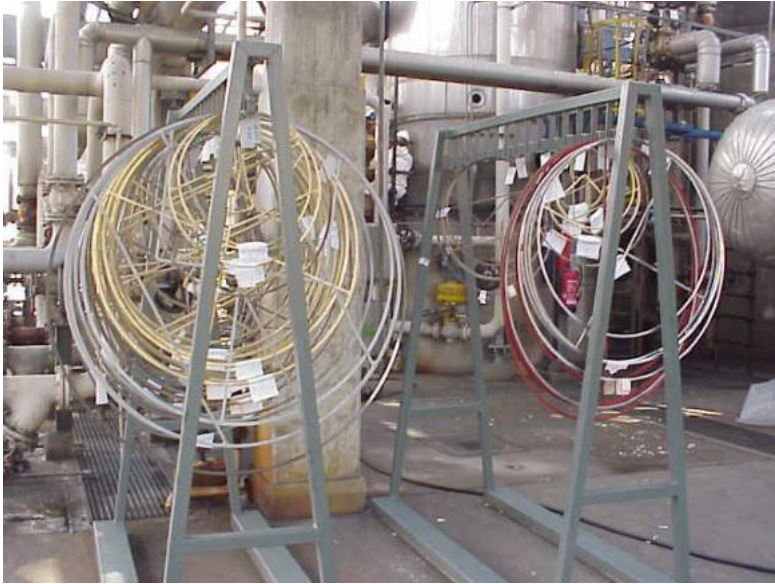
















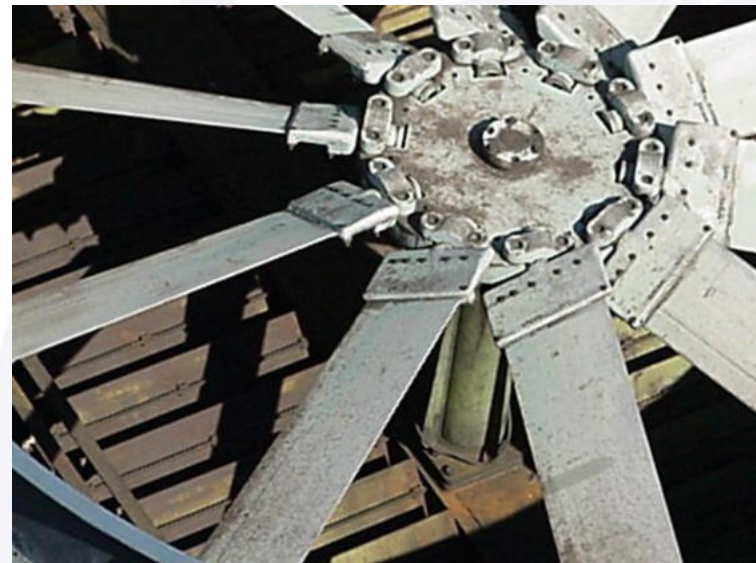
## REFRIGERANTI ad ARIA

Composti da:

- **2 casse di distribuzione.** Una fissa e una mobile (assorbe le dilatazioni). Casse a tappi o con coperchio
- **Tubi.** Alettati esternamente ( per un maggiore scambio
- **Cassa esterna.** Contiene casse e tubi
- **Gruppo convogliatore/ventilatore.** Può essere posizionato superiormente o inferiormente







# REFRIGERANTI ad ARIA

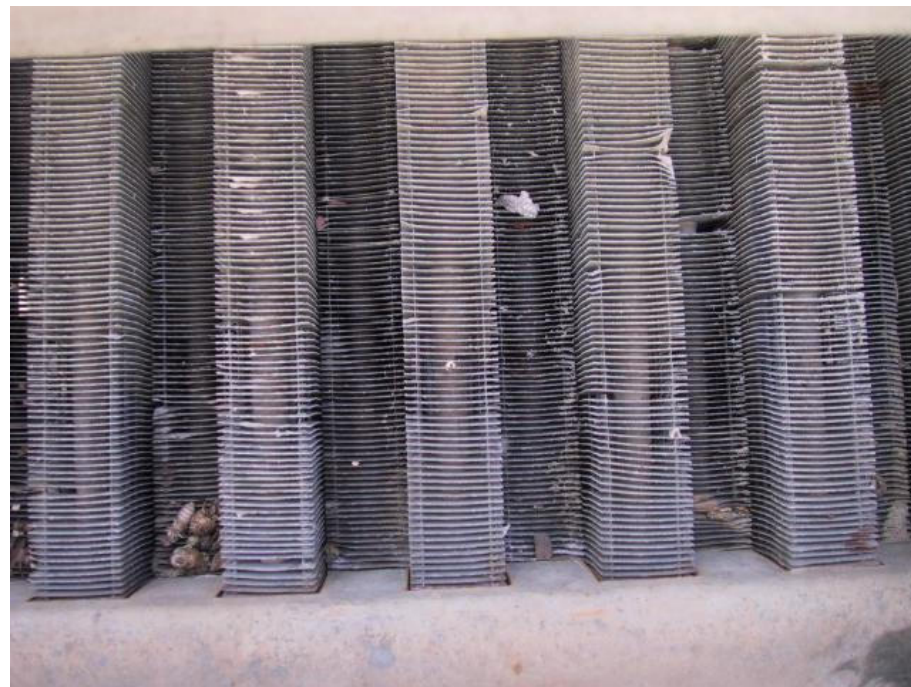
- Verifica sporcamento
  - Ispezione visiva
  - Controlli CnD
  - Controlli distruttivi
- Sia interno che esterno
  - Deve verificare lo stato di conservazione di tutti i componenti. Tubi-casse- strutture- ecc..  
Nell'ispezione e di aiuto l'uso del calibro e martello.
  - Per valutare le corrosioni interne ai tubi o lo spessore residuo e possibile eseguire RT sui tubi esterni. Per le superfici piane UT e UTD.
  - Per valutare le corrosioni interne ai tubi o lo spessore residuo e possibile tagliare uno o più tubi esterni ed eseguire un'ispezione visiva.



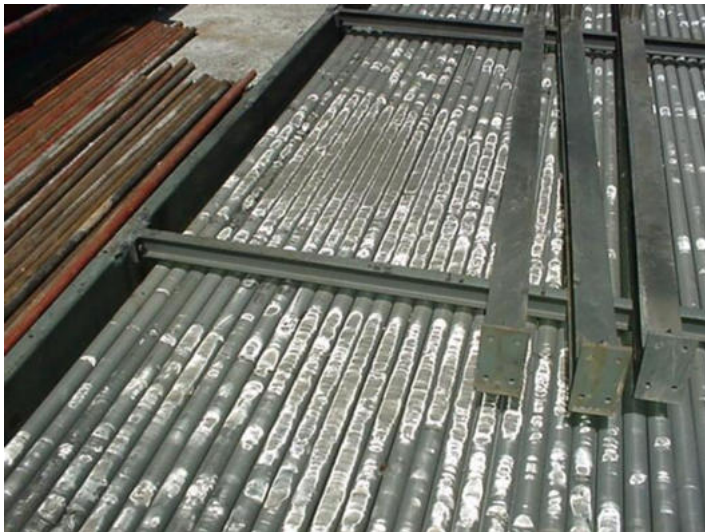


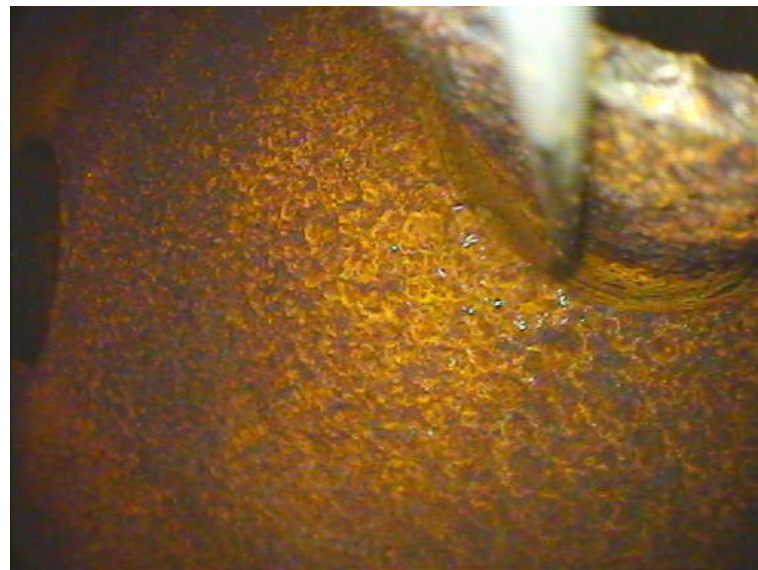
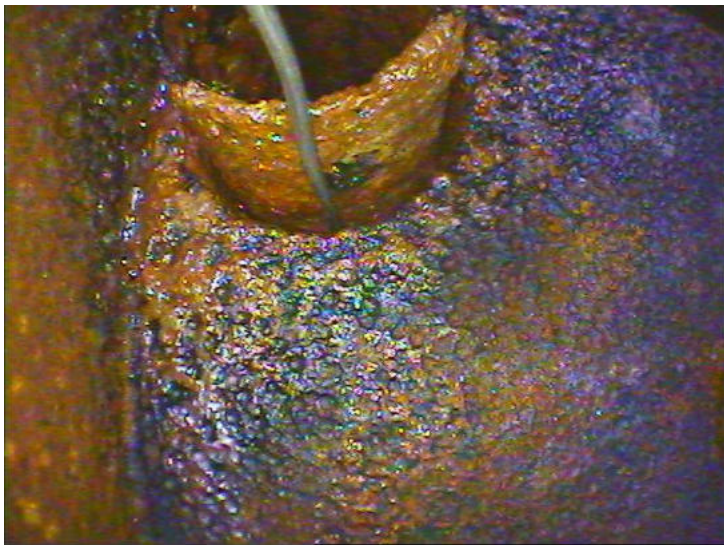


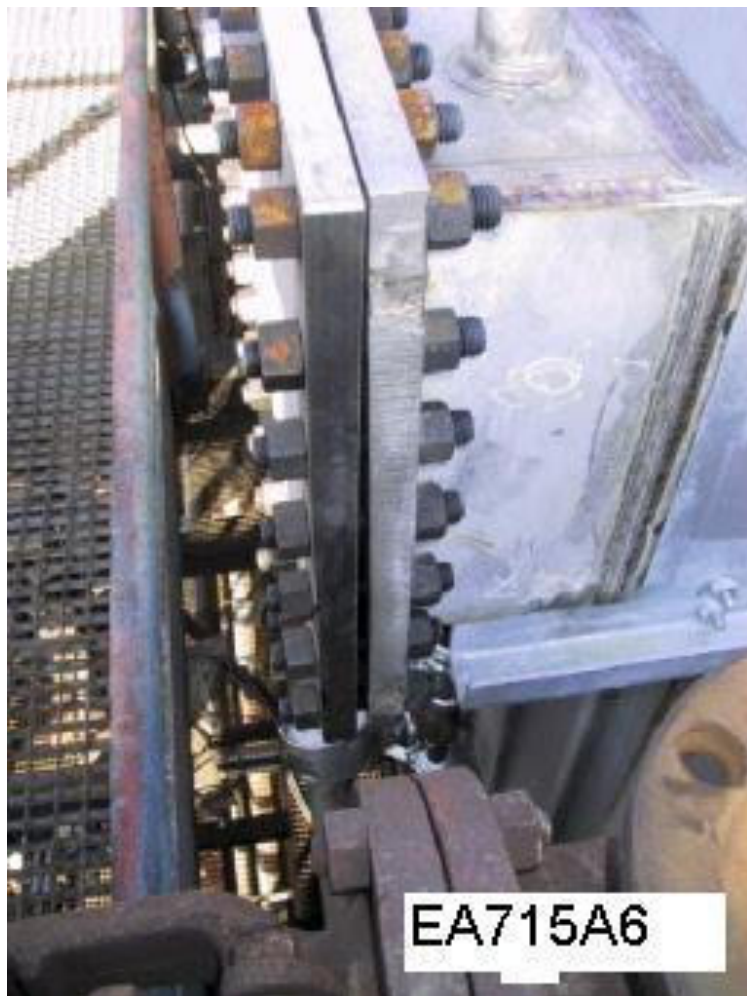






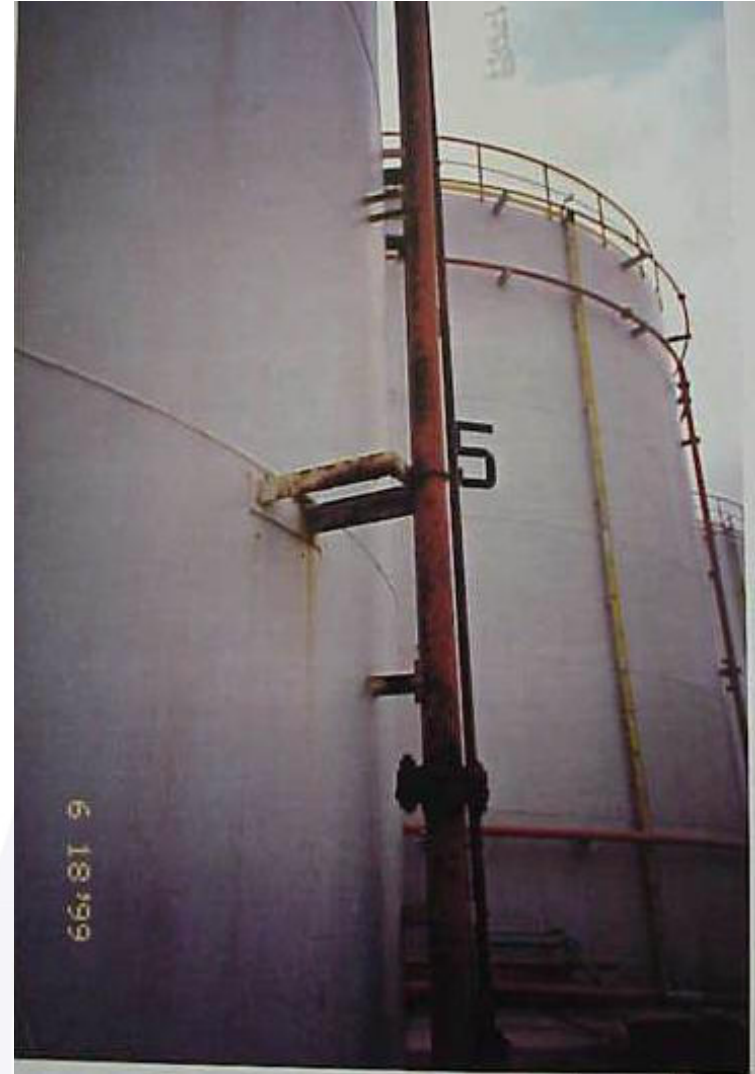






# SERBATOI di STOCCAGGIO









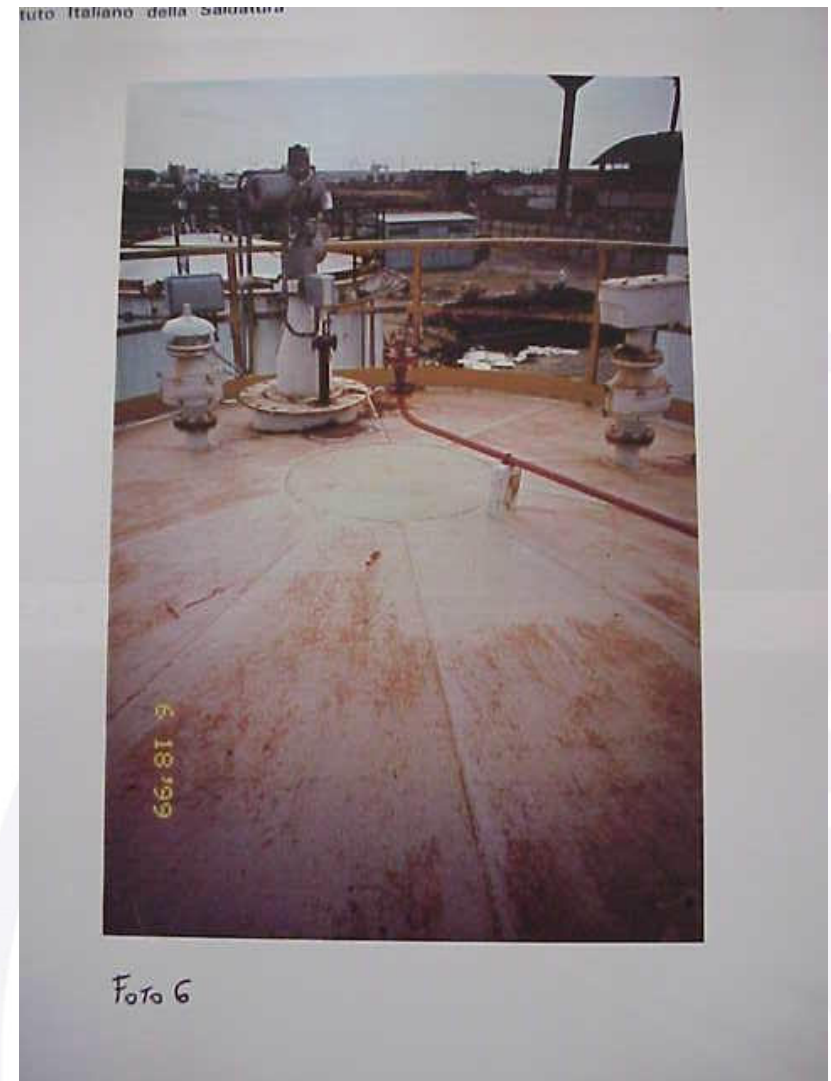










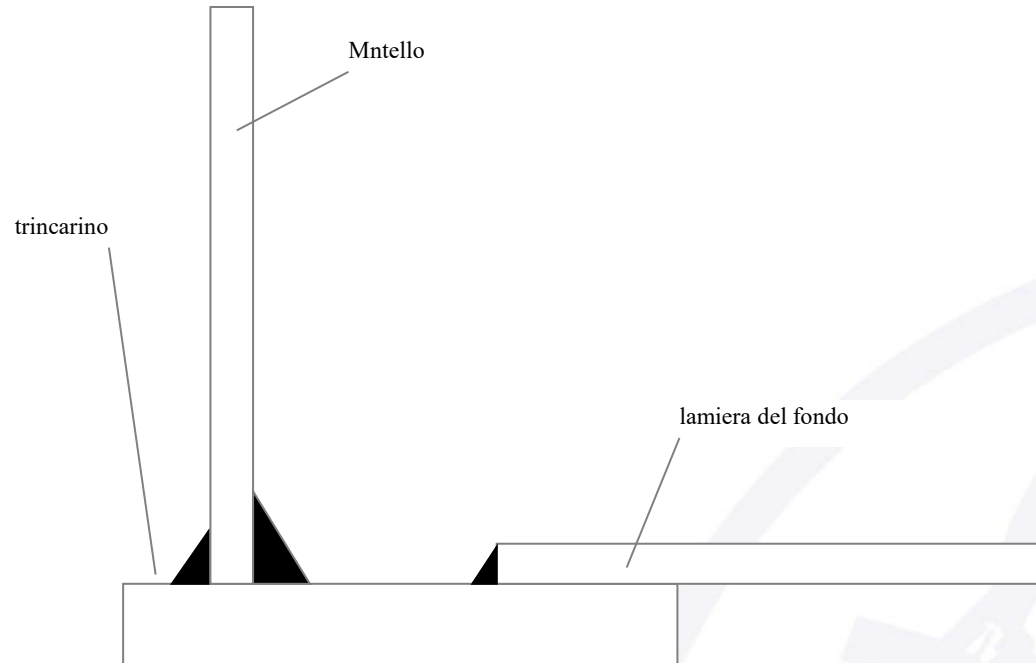




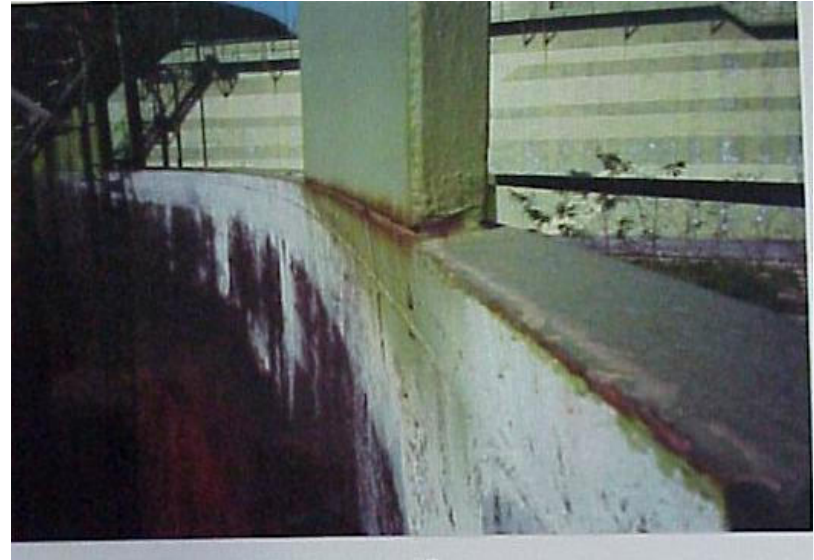
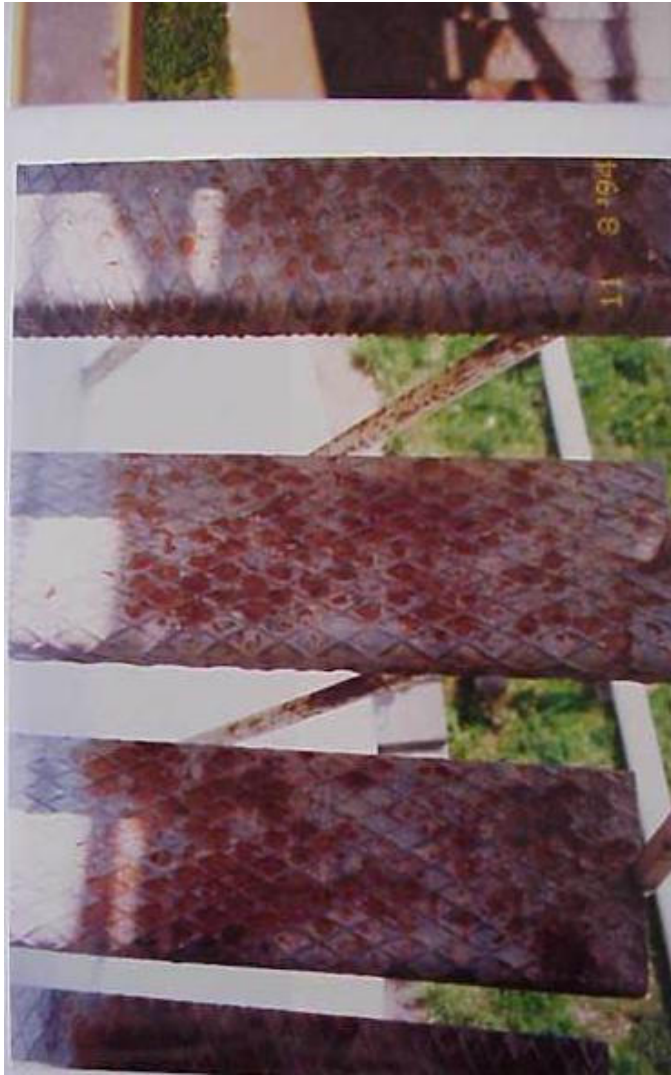




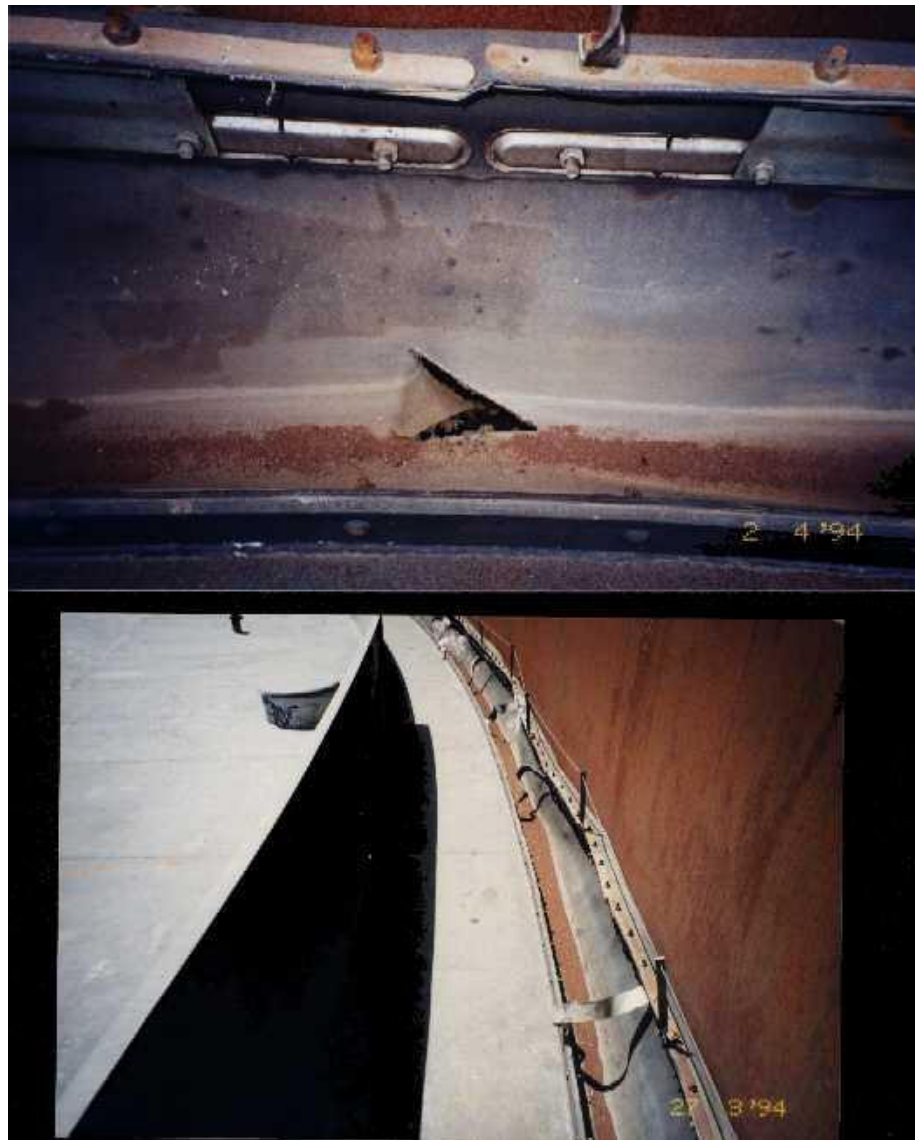




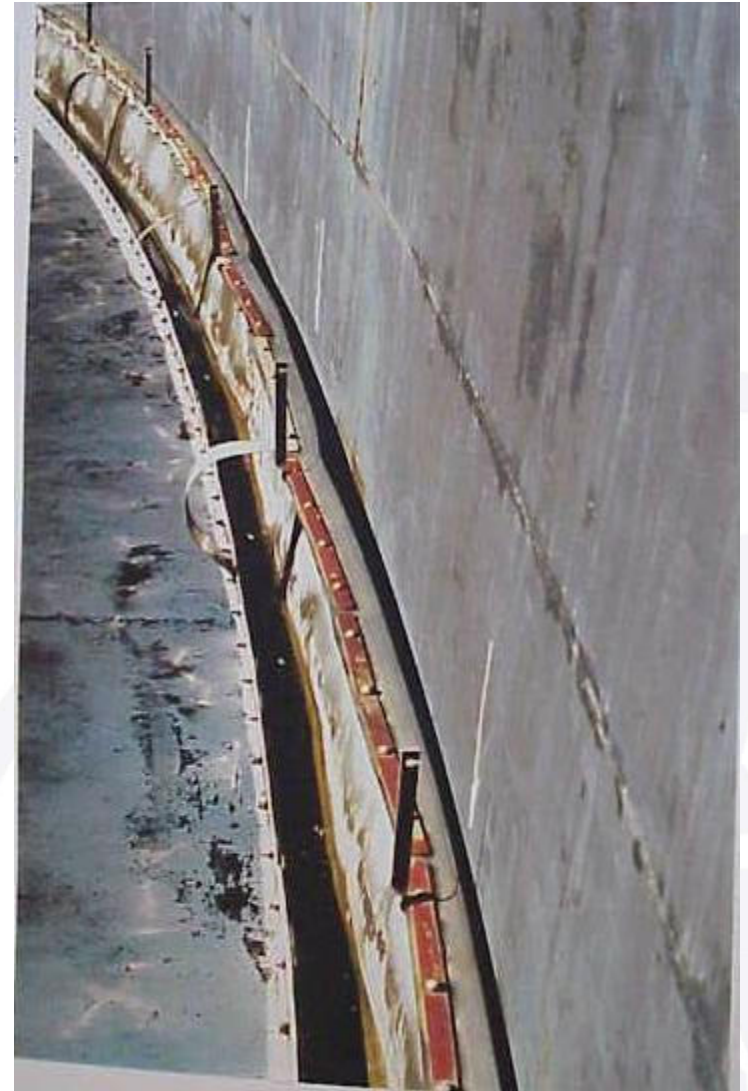
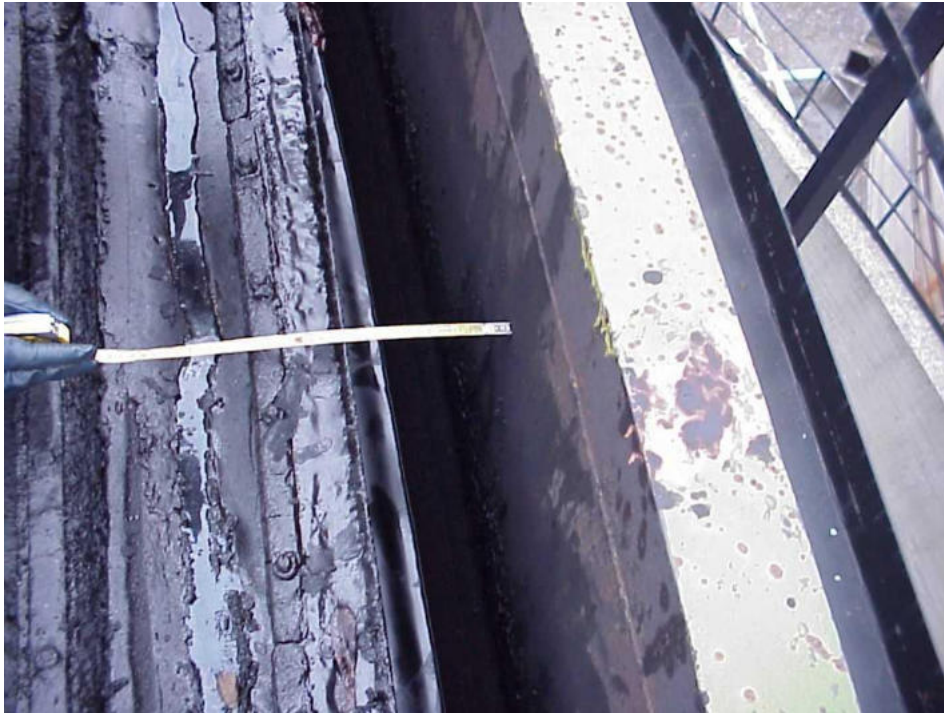










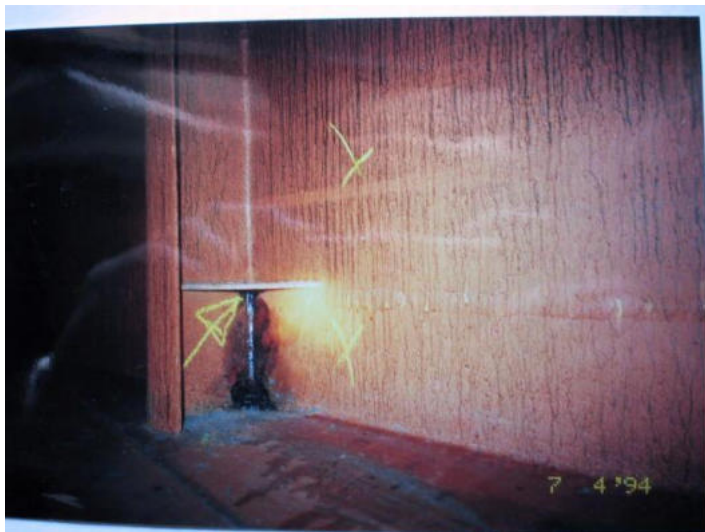




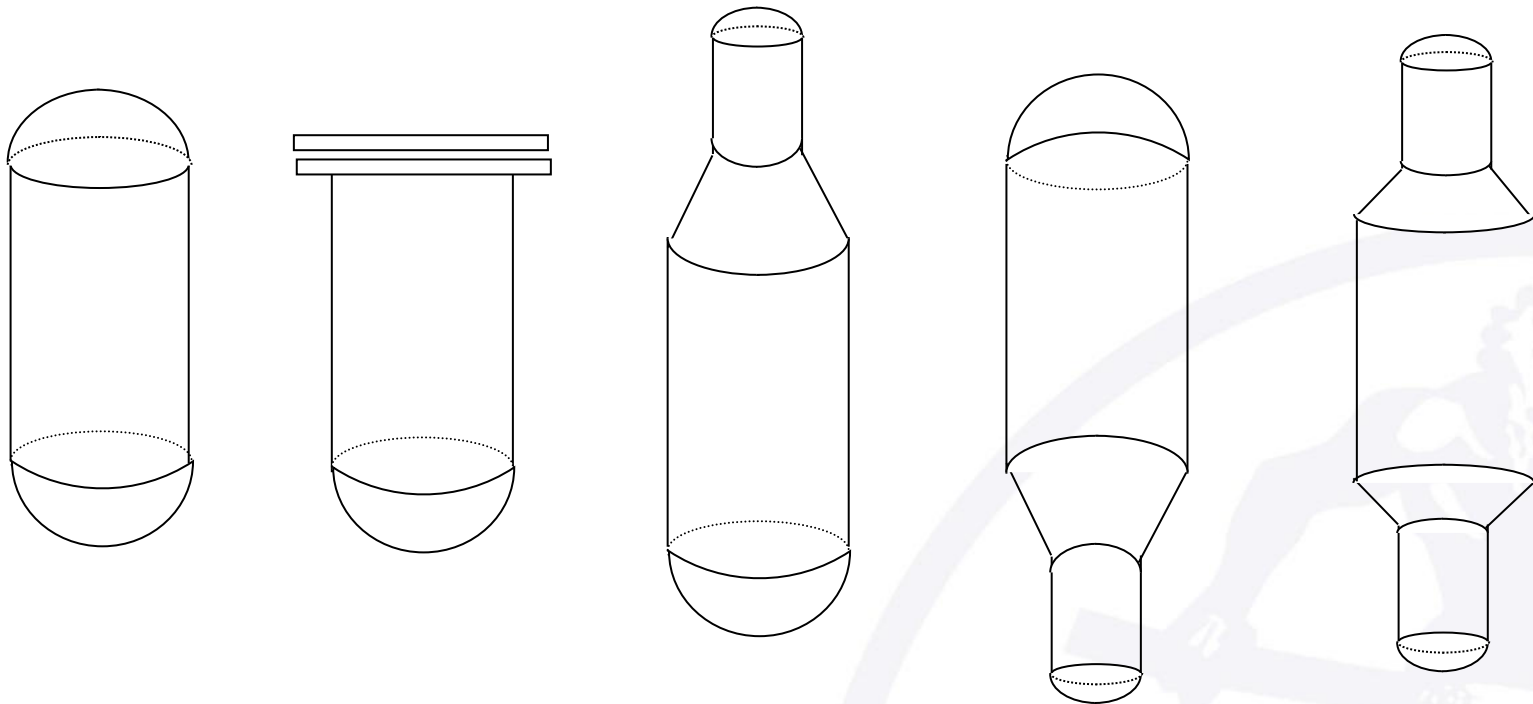




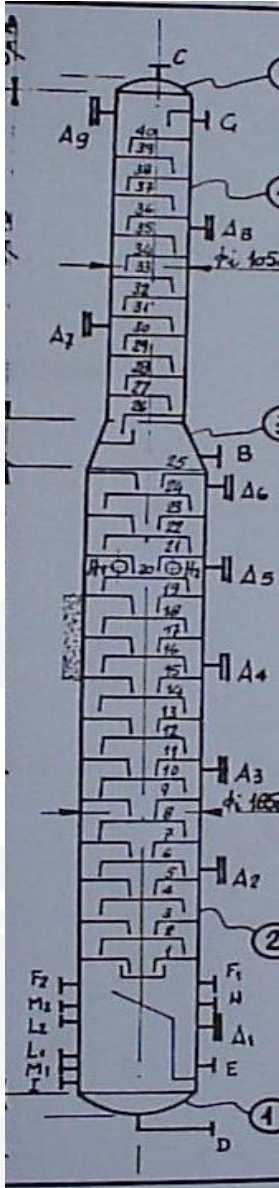
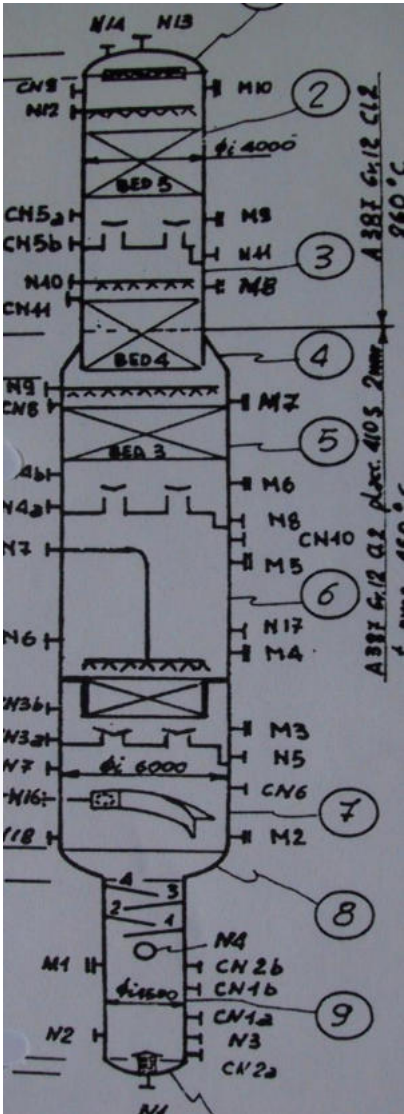
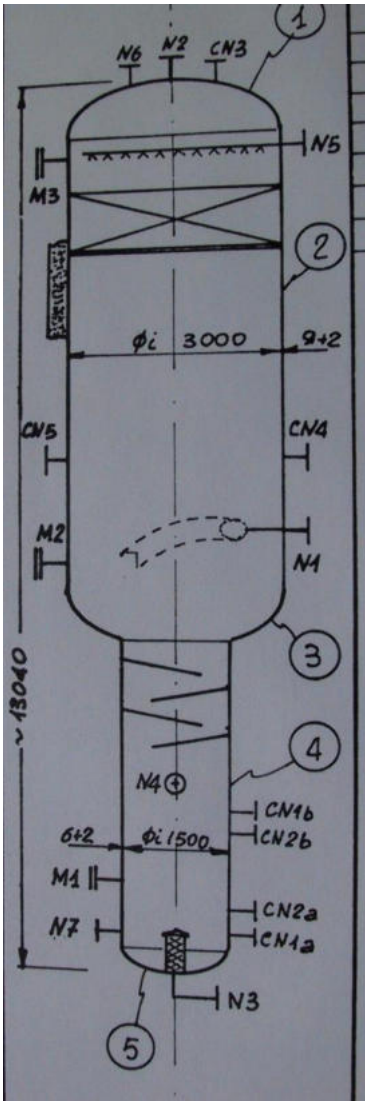
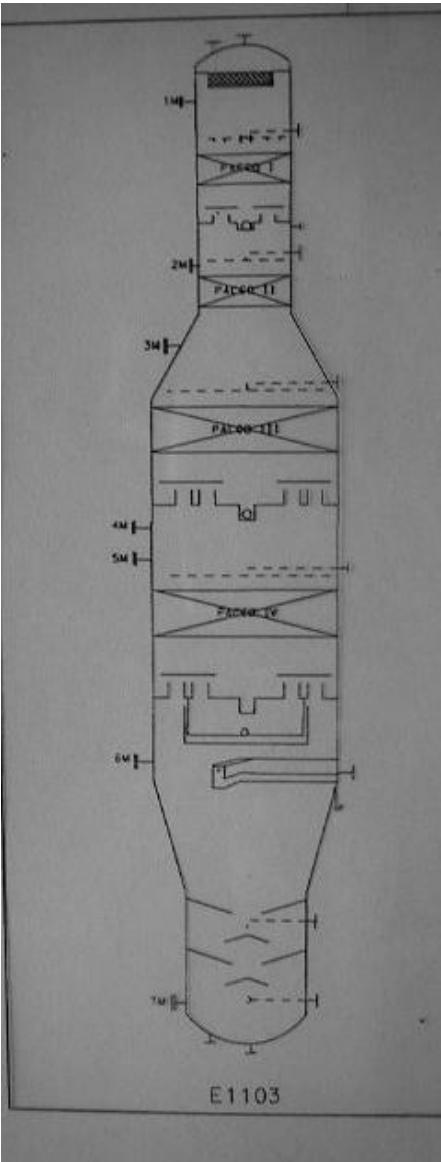




# COLONNE



Diverse tipologie di colonne schematizzate

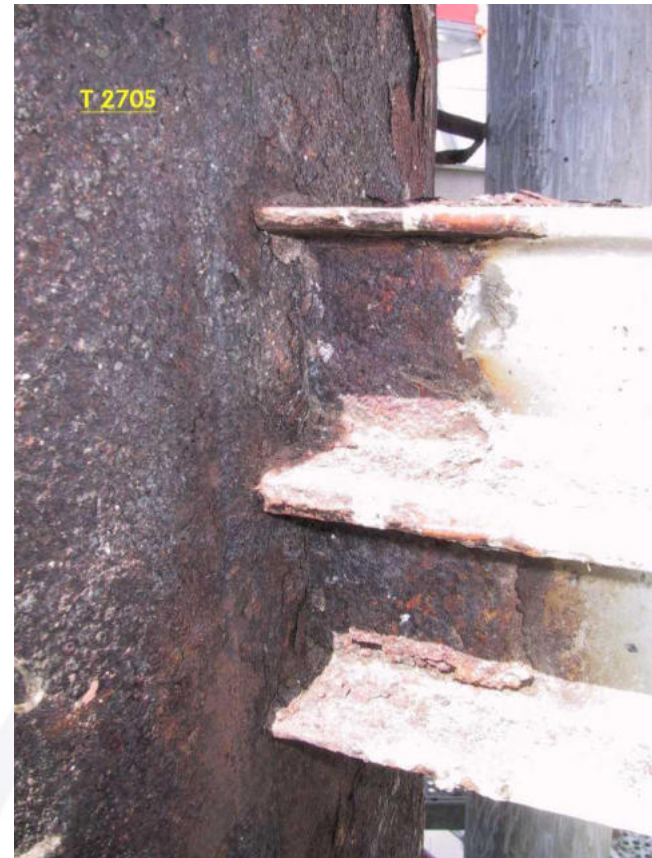




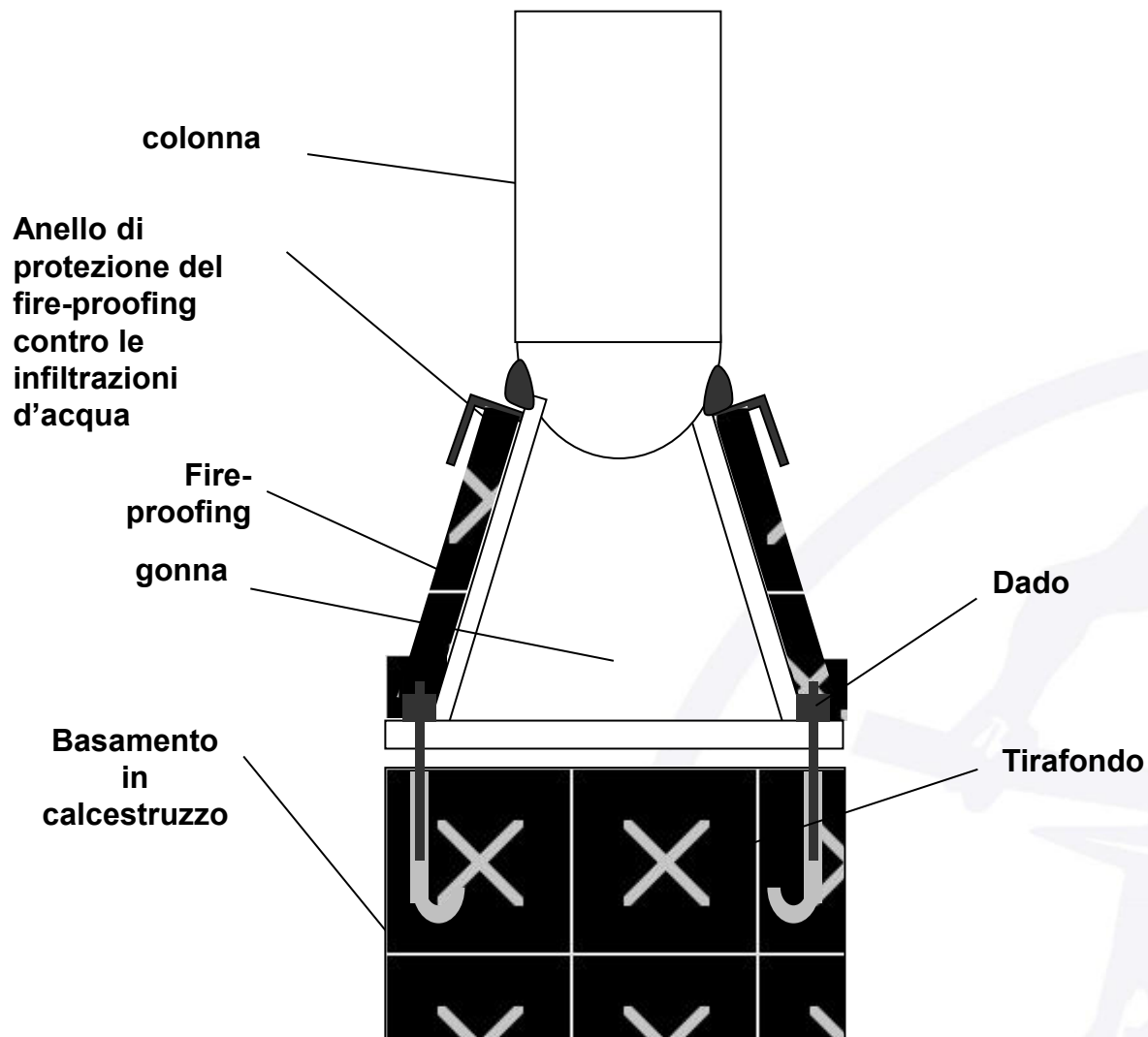




Fasciame deformato per incendio interno











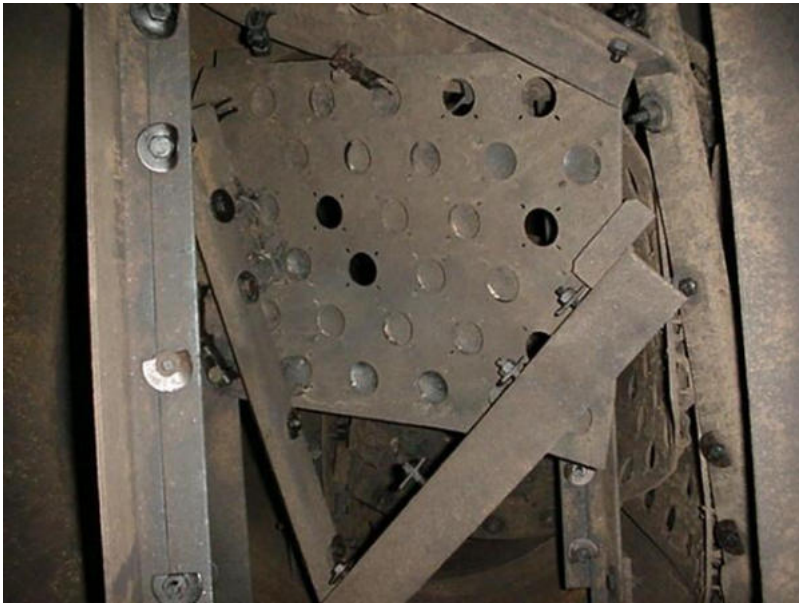


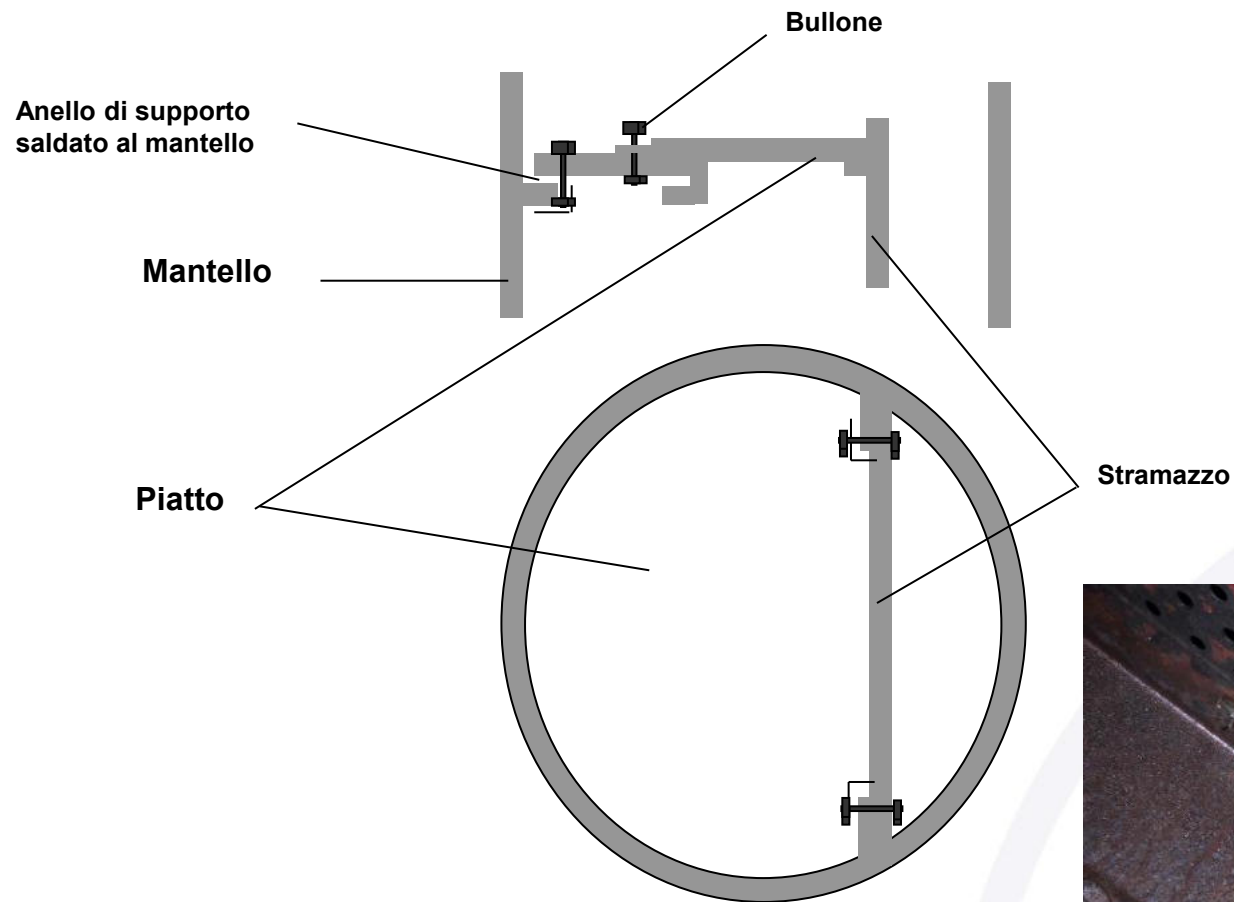






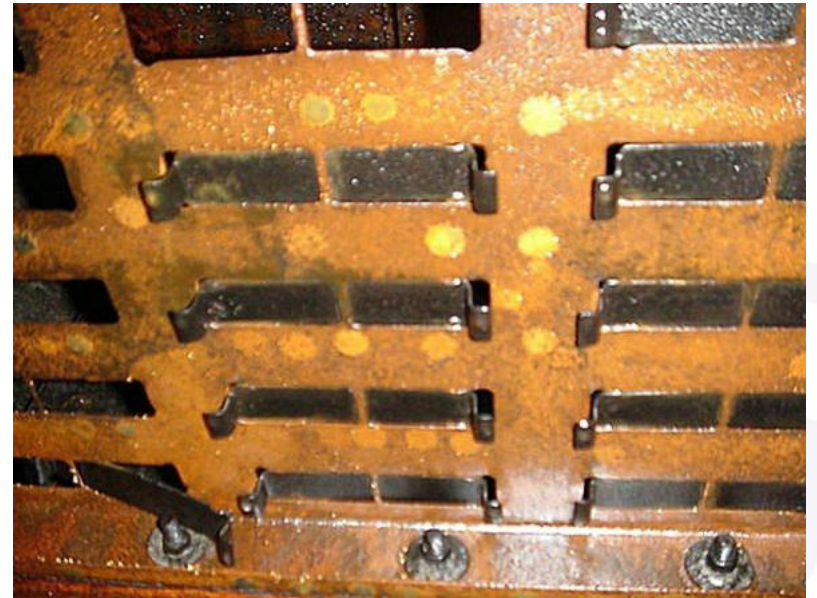


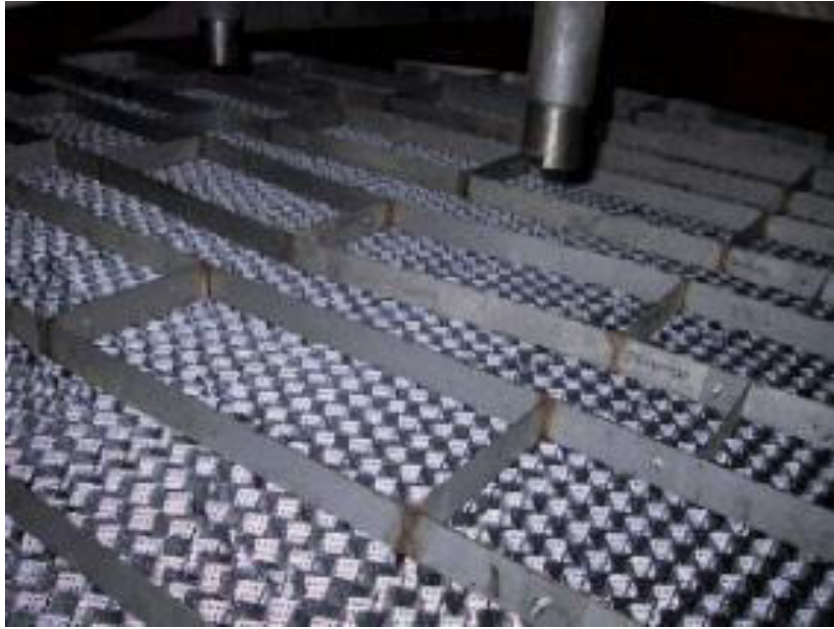












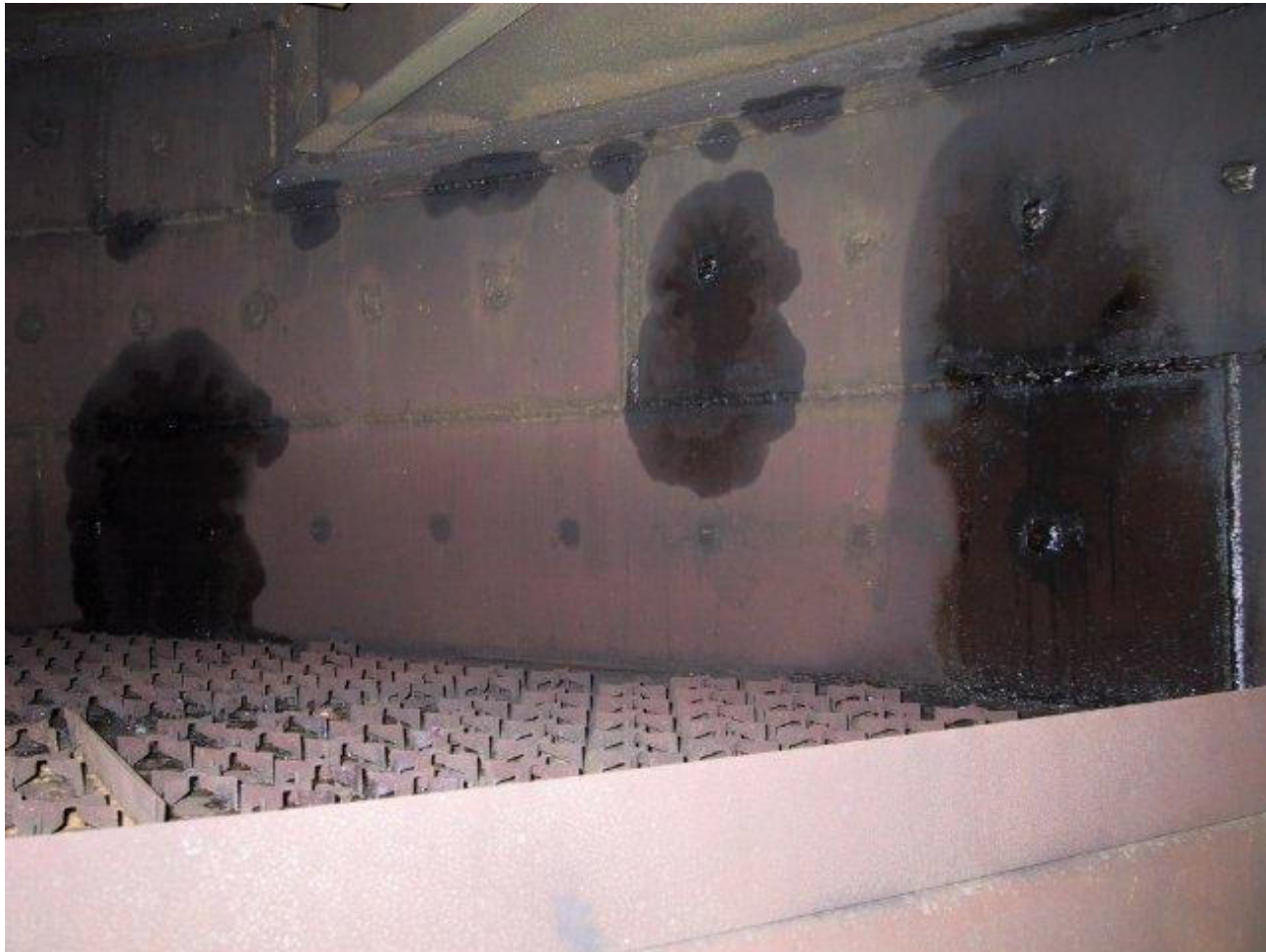


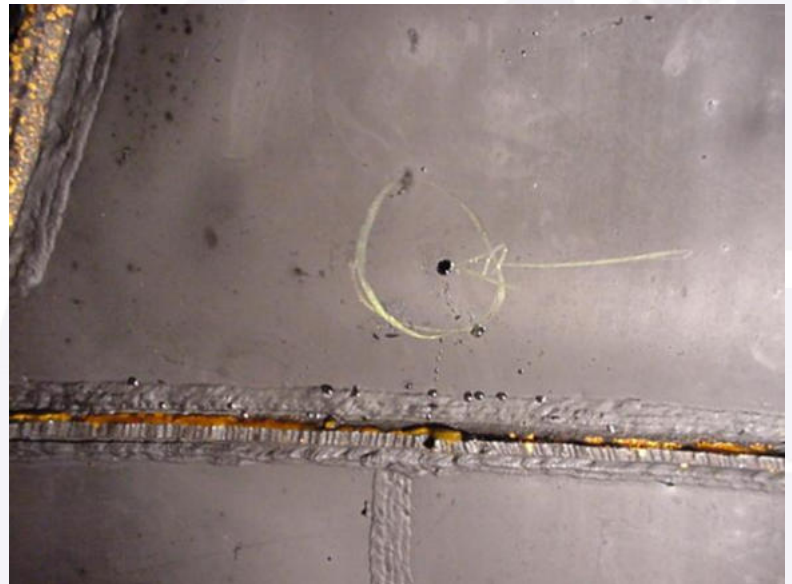


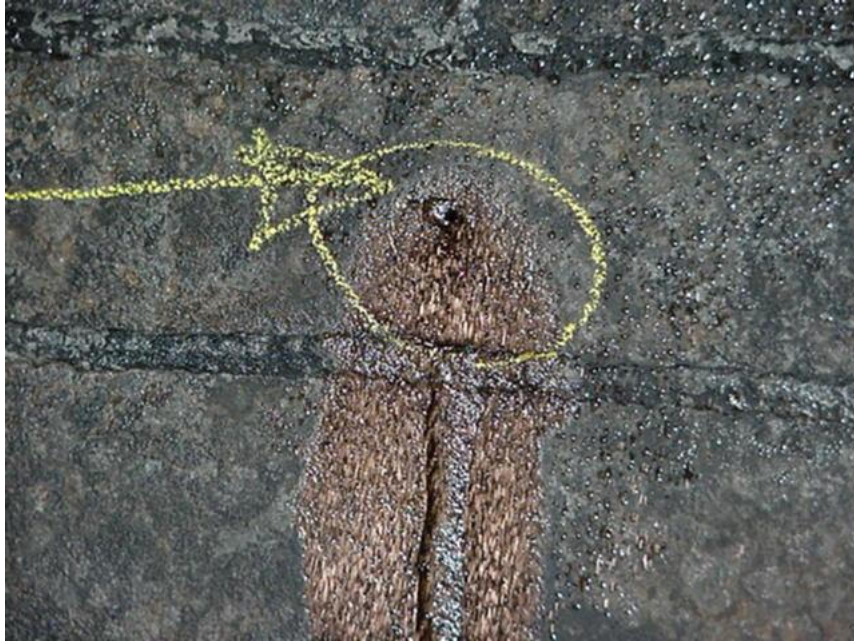




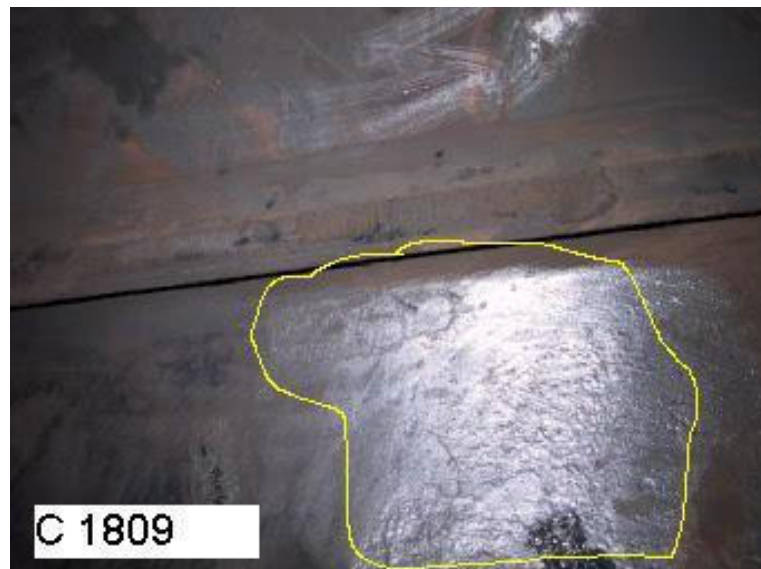
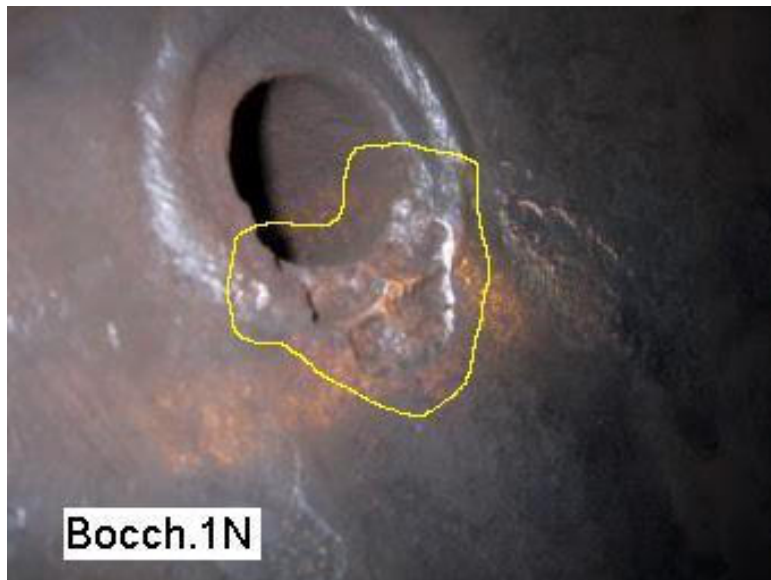


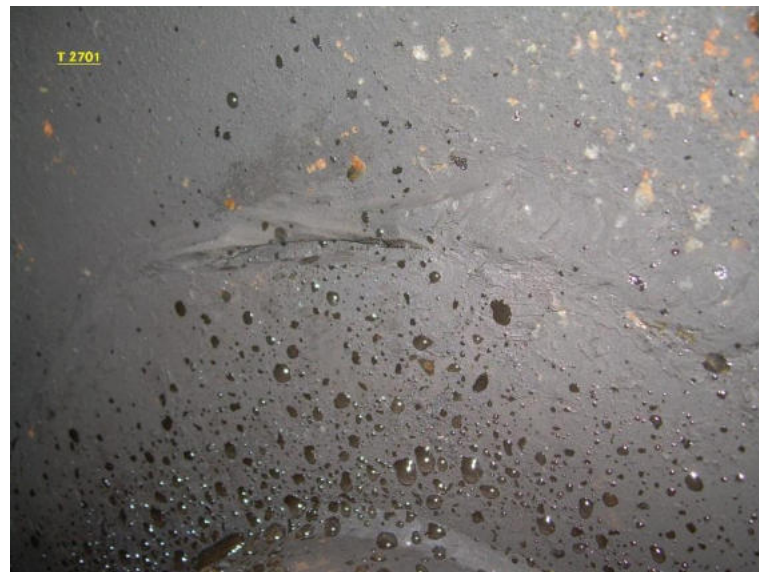


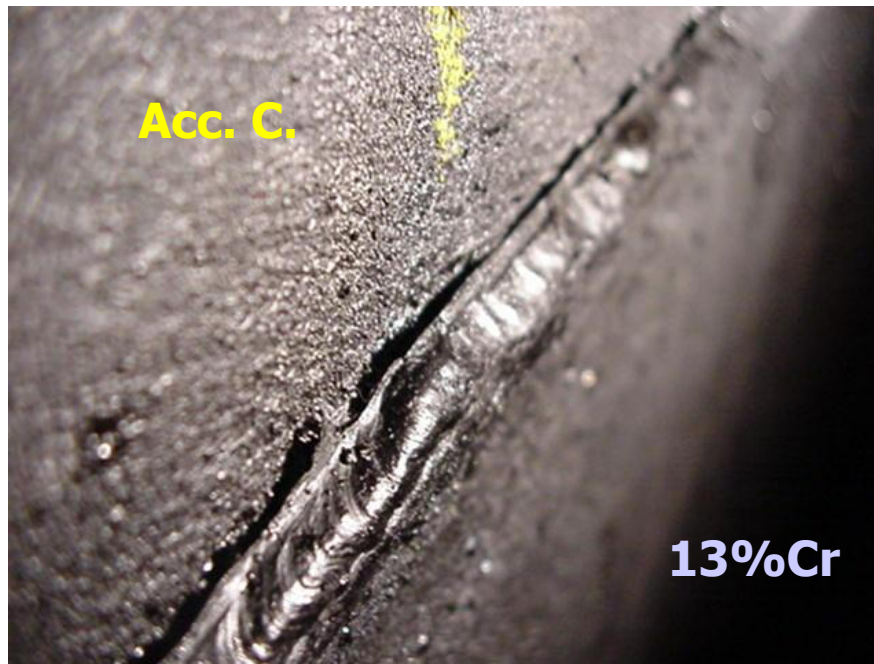
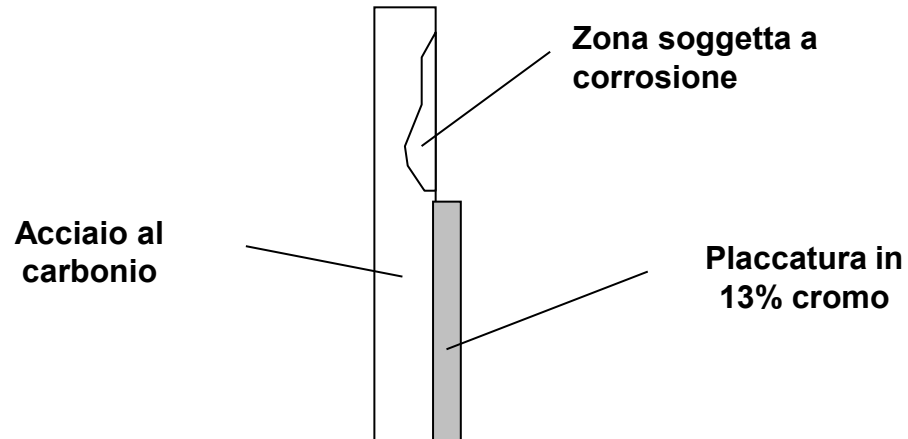


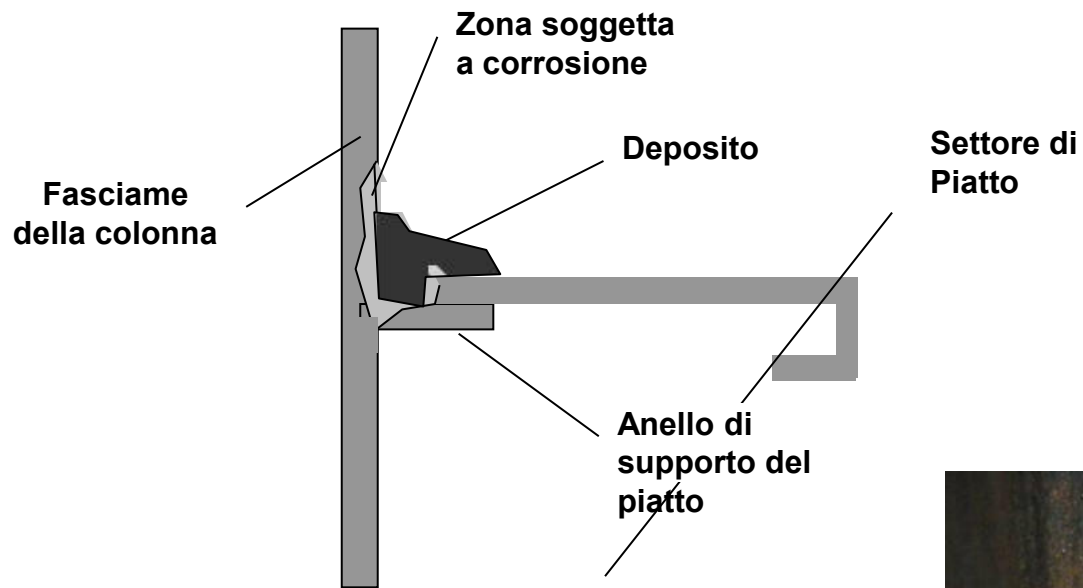


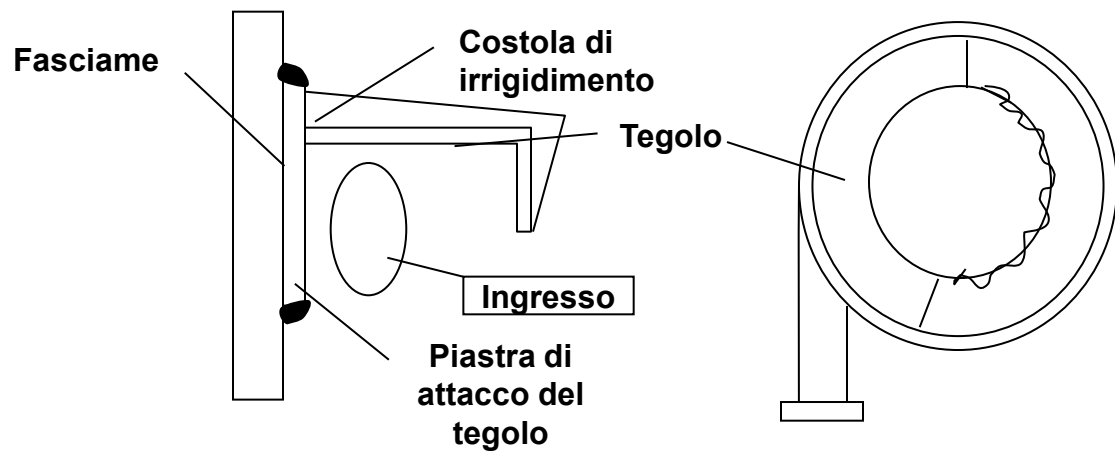






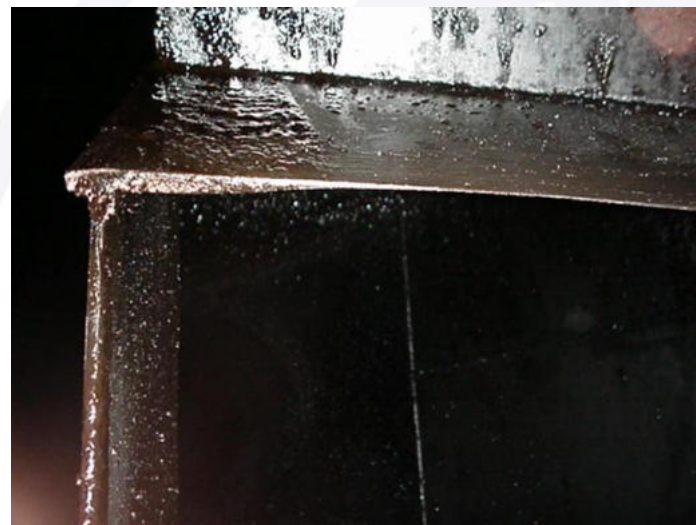
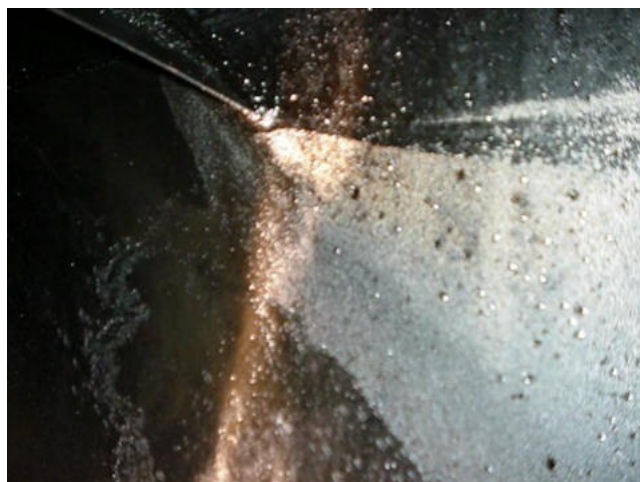






**Sezione  
verticale**

**Sezione  
orizzontale**

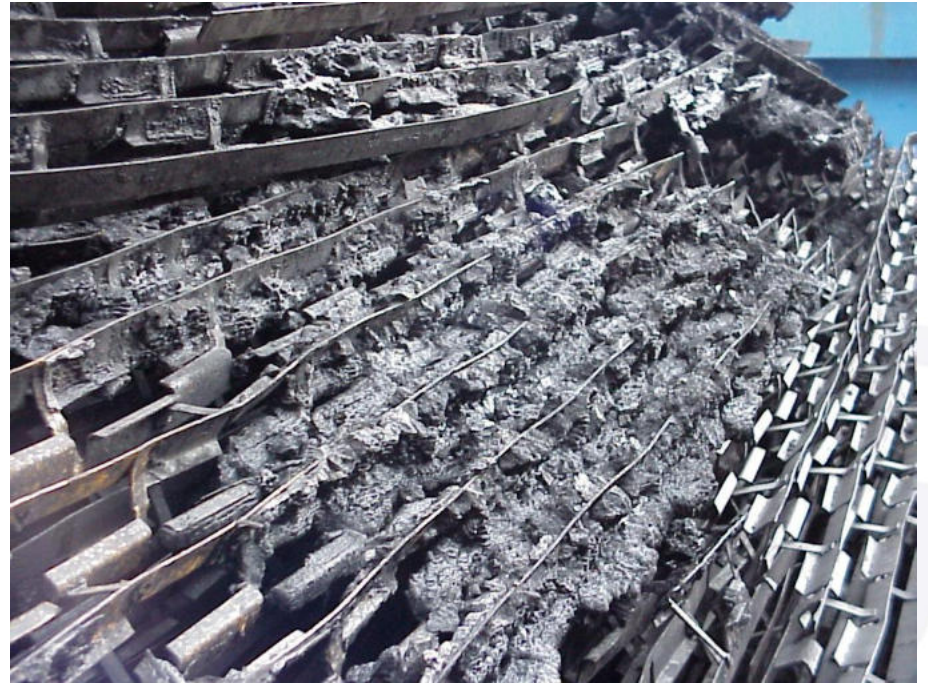
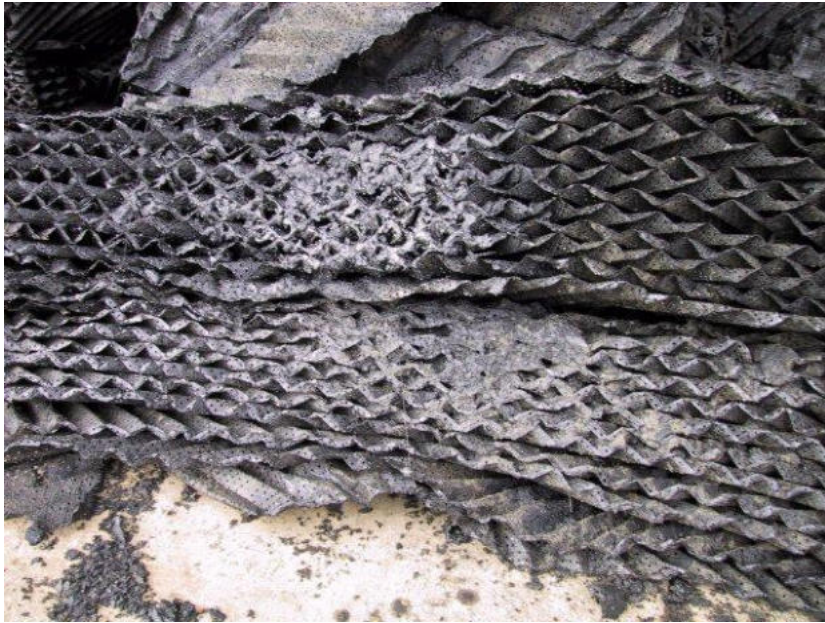






Resti di un piatto





# Apparecchiature

- Accumulatori/ricevitori
- Separatori



# Apparecchiature

In genere costituite da:

- Fasciame cilindrico
- 2 fondi emisferici
- Bocchelli vari
- Ad asse verticale o orizzontale
- Supporto con gonna o selle
- Con o senza mammellone
- Con o senza appendici interne

- In generale internamente hanno poche o niente appendici.
- Nella parte inferiore possono avere dei rivestimenti anticorrosivi: metallici, cementi, pittura.
- Serpentini di riscaldamento (esterni o interni).

Principali categorie:

- Accumulatori di liquido o gas
- Separatori liquido/gas
- Separatori d'acqua



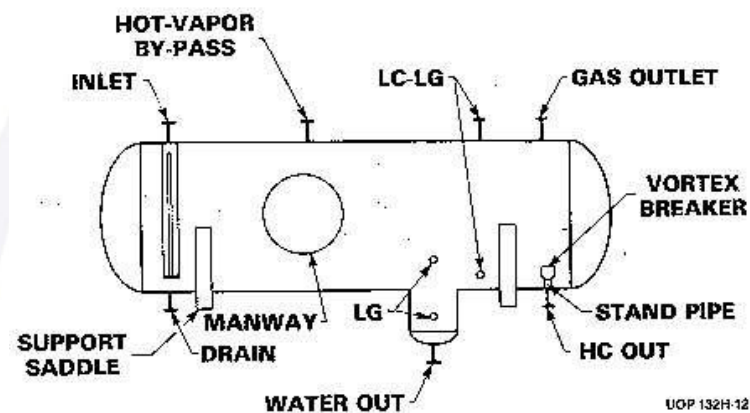
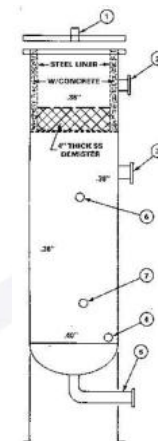
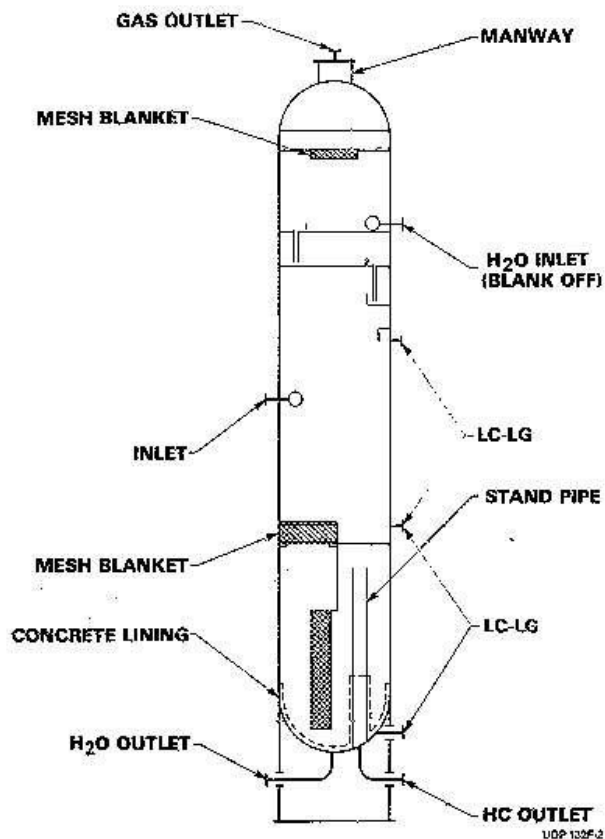
# Separatori liquido/gas

Internamente possono essere presenti:

- Distributori (a pipa o crociera)
- Diaframmi/paratie (dividono prodotti di diversa densità)
- Pacchi rete/deminster (trattengono liquidi da una fase gassosa)
- Serpentini di riscaldamento (esterni o interni)
- Nella sua parte bassa possono avere dei rivestimenti anticorrosivi: metallici, cementi, pittura



# Tipi di apparecchi schematizzati



# Principali attività ispettive

- Ispezione visiva esterna
  - Stato di conservazione della pittura o coibentazione
  - Ove necessario dopo scoibentazione stato del fasciame (ossido, corrosioni)
  - Stato di conservazione selle, gonne, basamento, fire proofing, messa a terra.
- Ispezione visiva interna
  - Stato di conservazione delle superfici (corrosioni)
  - Eventuali danneggiamenti visibili da H2 (blister, cricche)
  - Stato di conservazione dei rivestimenti anticorrosivi
  - Stato di conservazione delle appendici interne (corrosioni, rotture)
  - Stato di conservazione del deminster (integrità, posizione)
- Ispezione strumentale CnD

# Ispezione strumentale CnD

I controlli CnD devono essere mirati a quantizzare o circoscrivere il difetto visibile; o alla ricerca di un danneggiamento ipotizzabile.

- Difetto visibile
- Danneggiamento ipotizzabile
  - Zona corrosa = esecuzione di UT (con o senza molatura del punto)
  - Bocchelli corrosi = UT (da esterno o interno per grandi diametri), RT (per piccoli diametri inf. a 2")
  - Blister = UT, MT, UTD
  - Cricche visibili = UTD (per dimensionare soprattutto la profondità), RT
  - Danneggiamento da Wet H<sub>2</sub>S, NAOH = MT (per veificare se affioranti), UTD ( per dimensionarli)
  - Politonici, cloruri = PT (per veificare se affioranti), UTD ( per dimensionarli)

**NOTA -** Le preparazione delle superfici dell'esame devono essere sempre appropriate.  
Per i controlli difettoscopici (UTD,MT,PT) quasi sempre necessita di un intervento di molatura.



## Ispezione visiva

Zone più soggette a possibili corrosioni nel fasciame

- Le zone inferiori (generatrici e fondelli)
- Zona di fluttuazione liquido gas
- Zona di alloggiamento deminster
- Zone di ingresso prodotti
- Zone con eventuale rivestimento anticorrosivo danneggiato
- Per le superfici esterne zone con pittura mancante o zone con ristagno di umidità per quelle coibentate
- Superfici con fire proofing parzialmente mancante o criccato

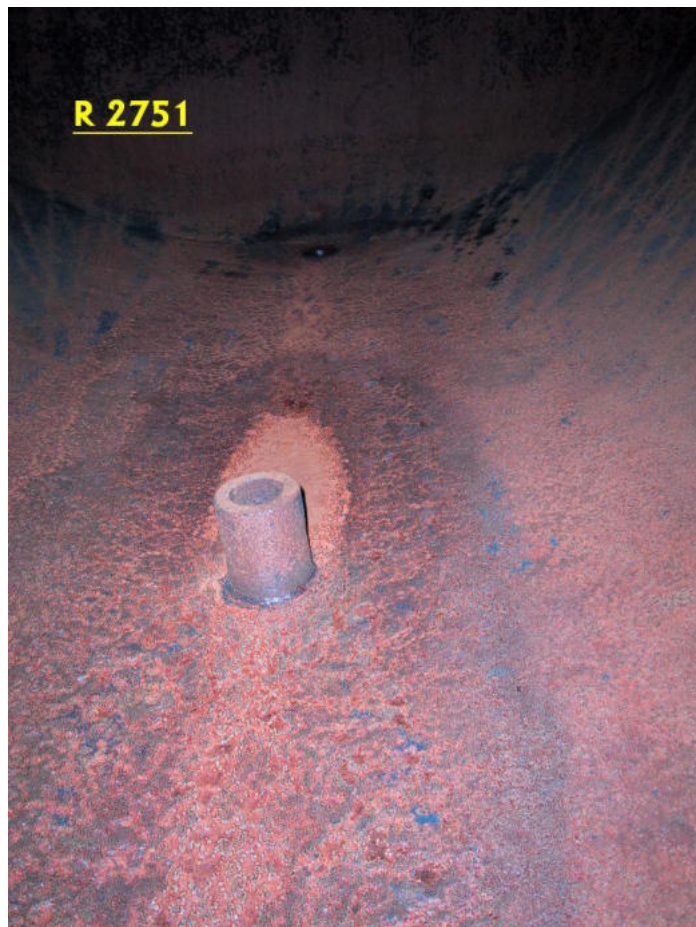
Zone più soggette a possibili anomalie

- Appendici interne (es. rotture di paratie, degrado dei deminster, corrosione tubi diffusori interni)
- Le zone inferiori generatrici e fondelli (es. blister)
- Saldature e zone adiacenti bocchelli bassi (es. SCC, HIC, ecc.)
- Cemento fire proofing ( su gonne o gambe)
- Coibentazione o pittura degradata
- Ecc.

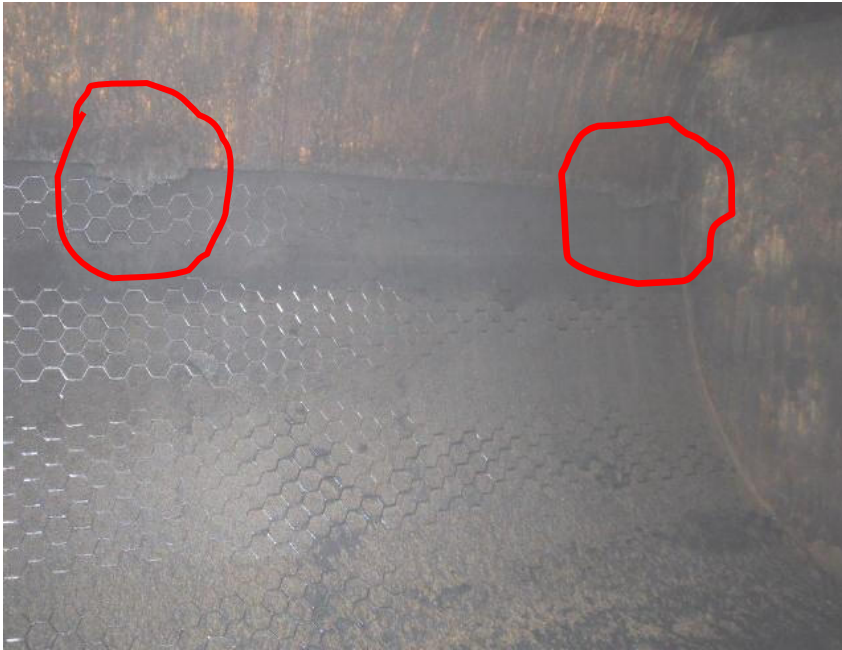












**Danneggiamento rivestimento in cemento ancorato con sistemi diversi**



**Danneggiamento rivestimento  
in cemento ancorato con  
sistemi diversi**



**Erosioni su doppia piastra di  
sacrificio metallica**



**Interno Apparecchiatura  
Visto dal basso un supporto deminster**



**Deminster non correttamente legato**



**Deminster danneggiati non più riutilizzabili**

# CALDAIE







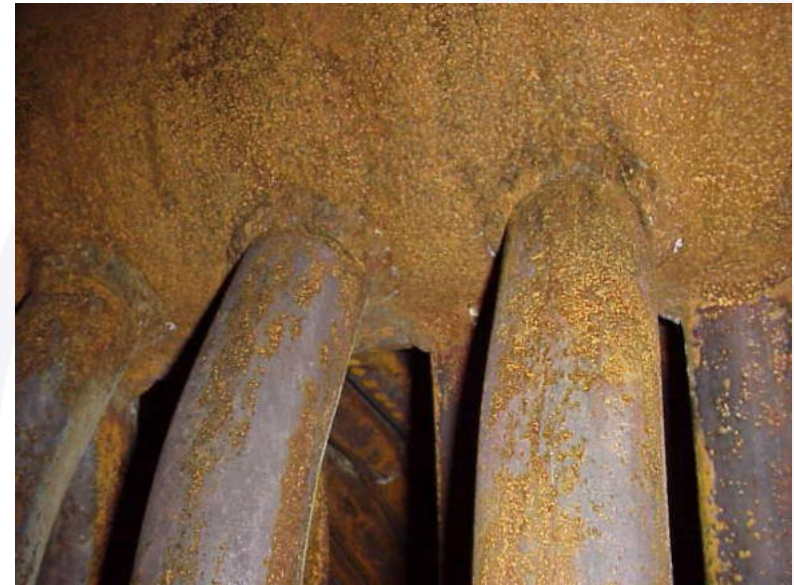
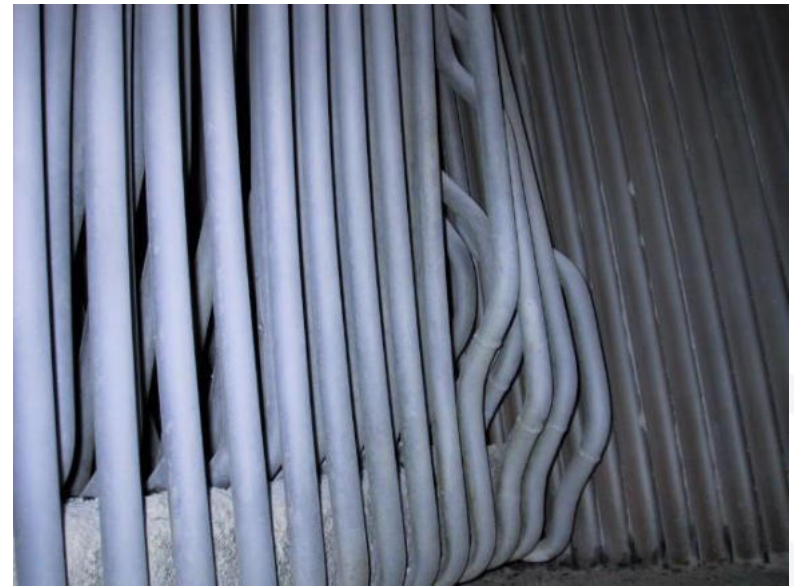


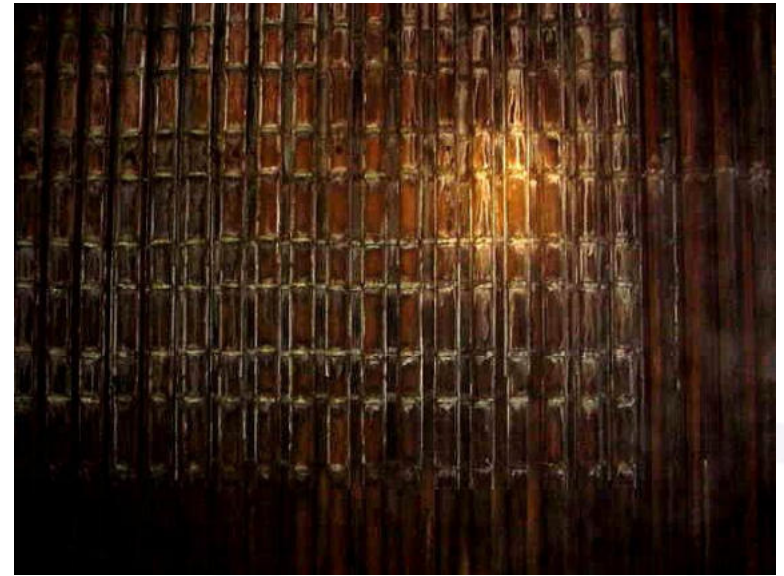






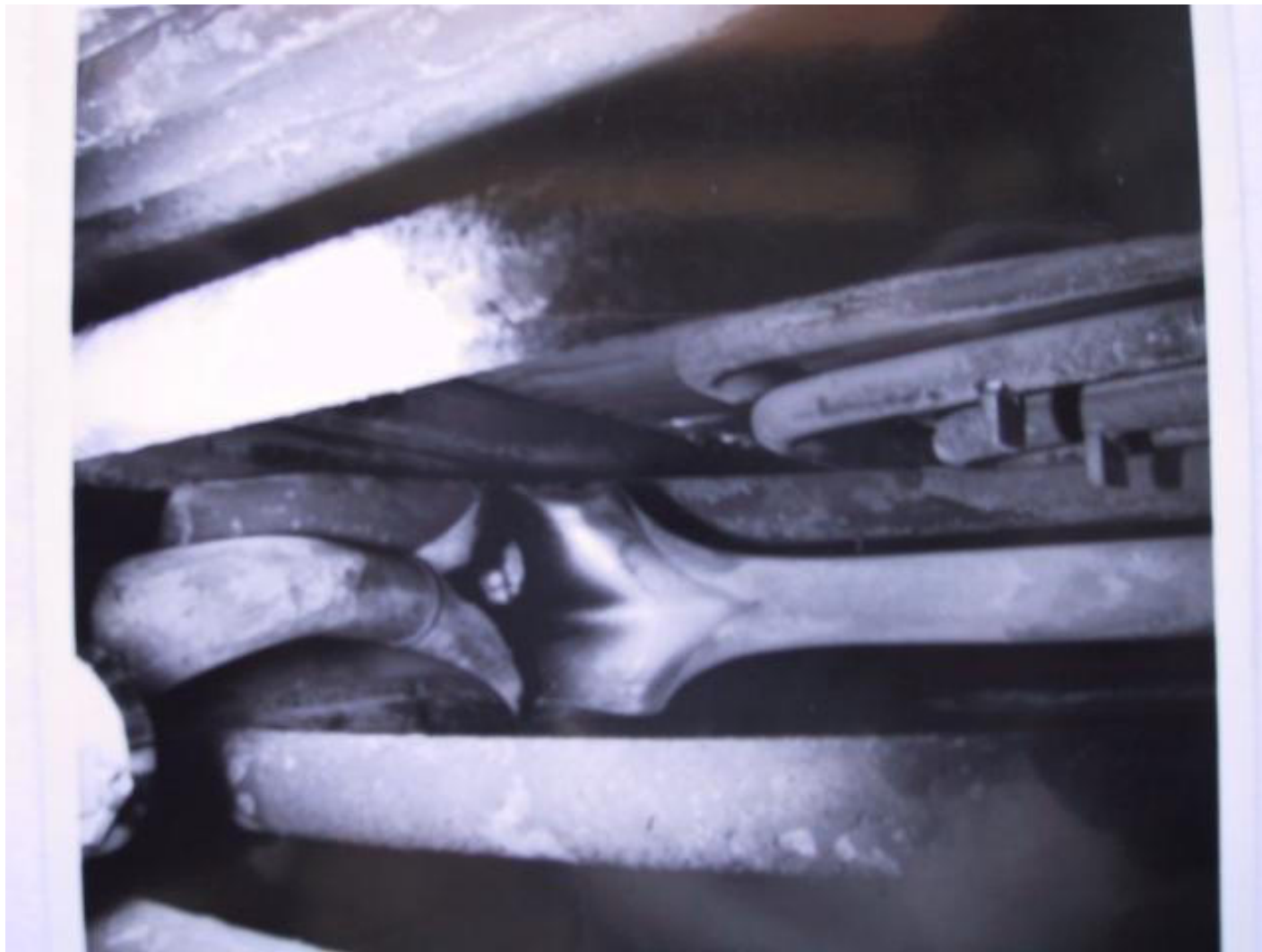












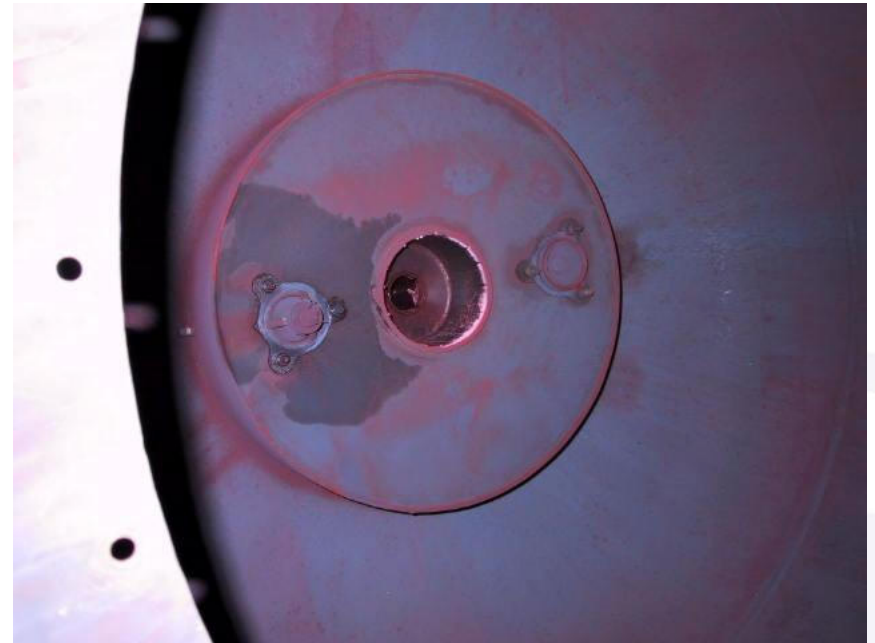
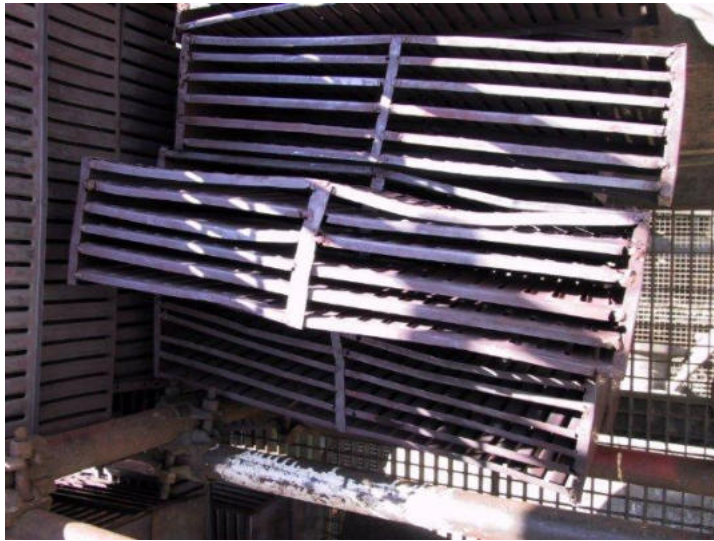






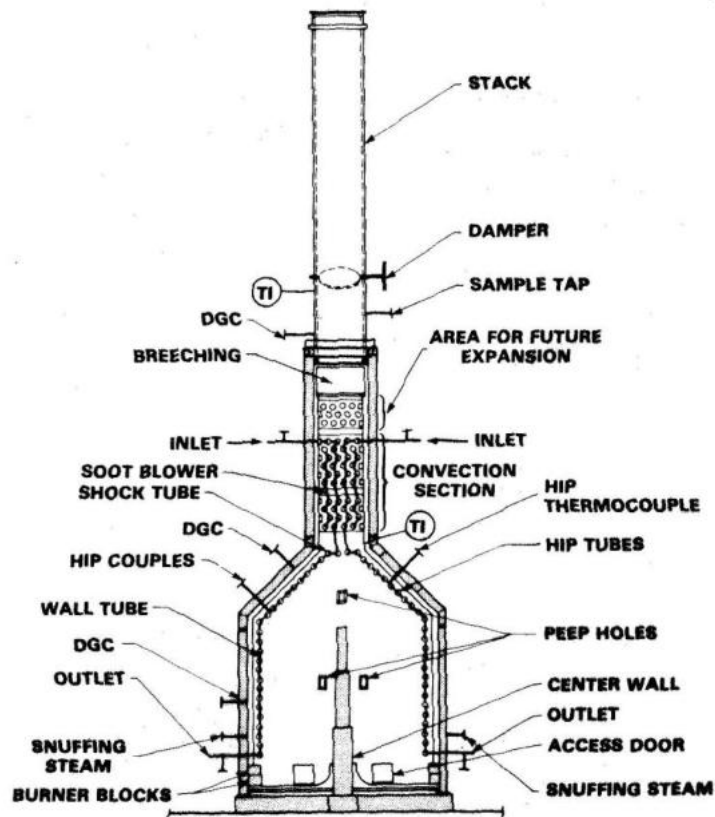




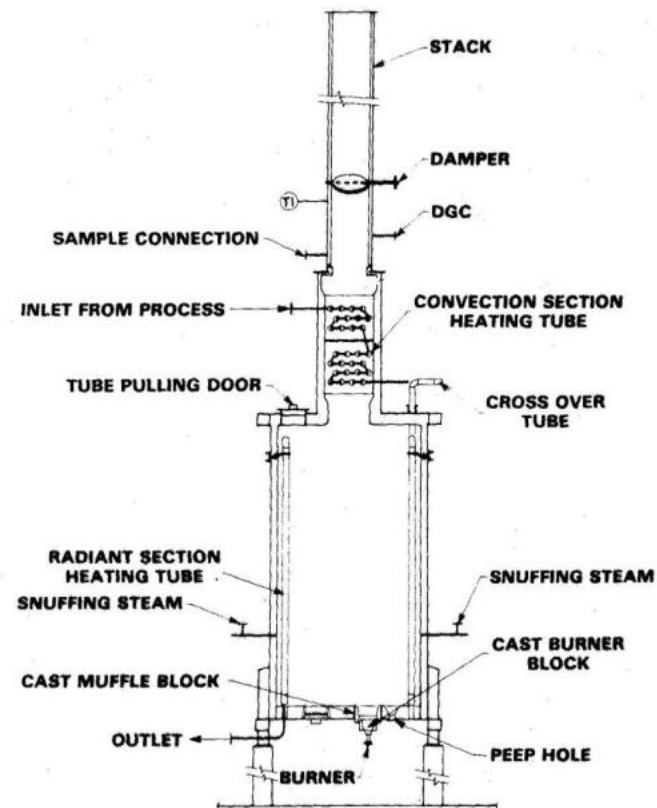


# FORNI

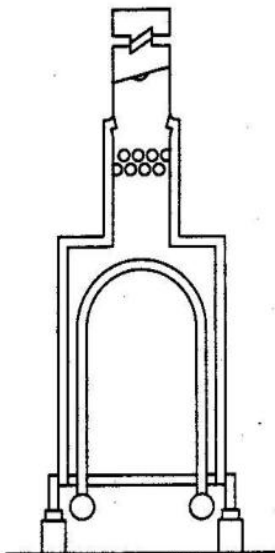




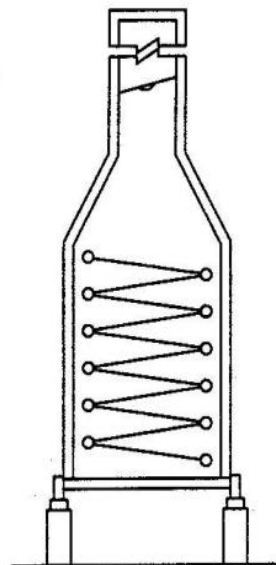
Esempio di forno a cattedrale a camere separate da parete divisoria.



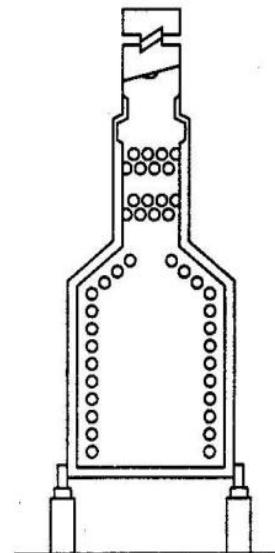
Esempio di forno cilindrico.



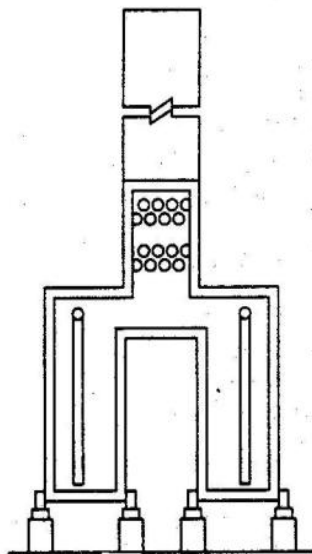
A: Forno con serpentine radianti verticali del tipo "ad arpa".



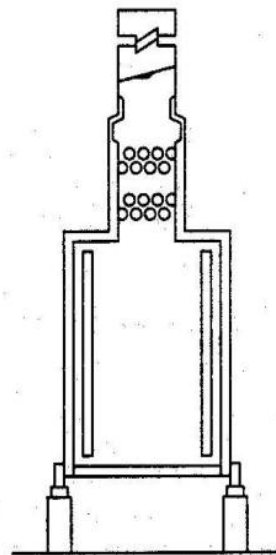
B: Forno cilindrico con serpentino radiante elicoidale.



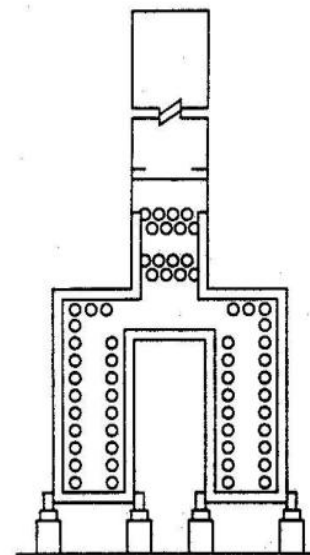
C: Forno a cattedrale con serpentino radiante orizzontale.



D: Forno a cattedrale a doppia camera con serpentino radiante verticale.



E: Forno cilindrico con serpentino radiante verticale.



F: Forno a cattedrale a doppia camera con serpentino radiante orizzontale.

## MATERIALI

La struttura portante è costituita da profili in acciaio al carbonio (acciai per impieghi strutturali).

I tubi di processo possono essere di diverso diametro, spessore e materiale a seconda delle temperature che deve raggiungere il fluido in riscaldamento ed in funzione dei possibili fenomeni di danneggiamento (ad esempio corrosione da composti di zolfo ad elevata temperatura).

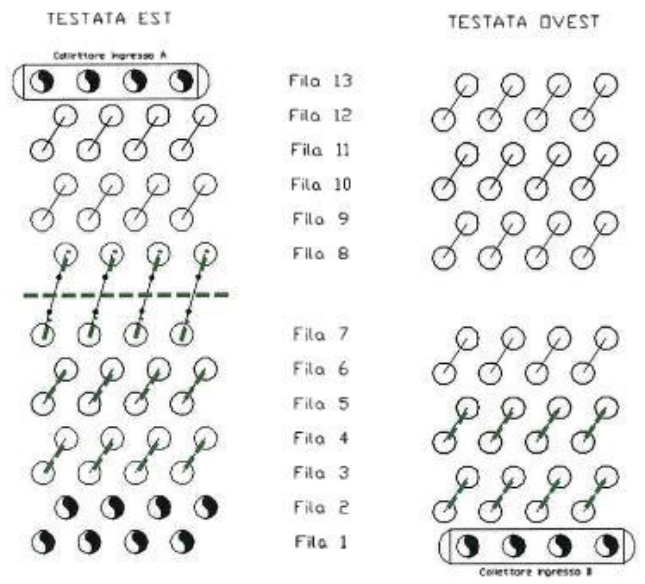
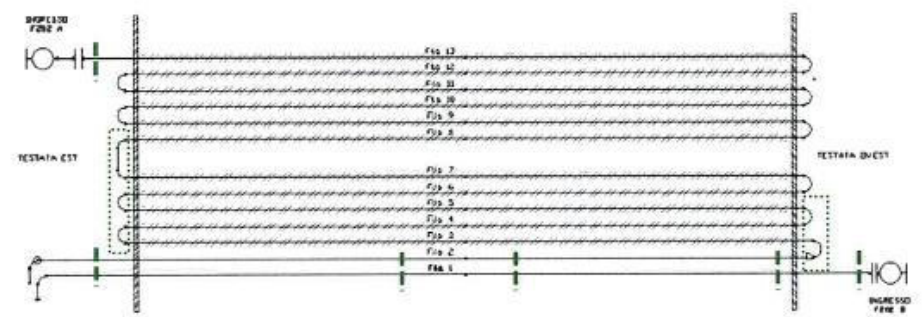
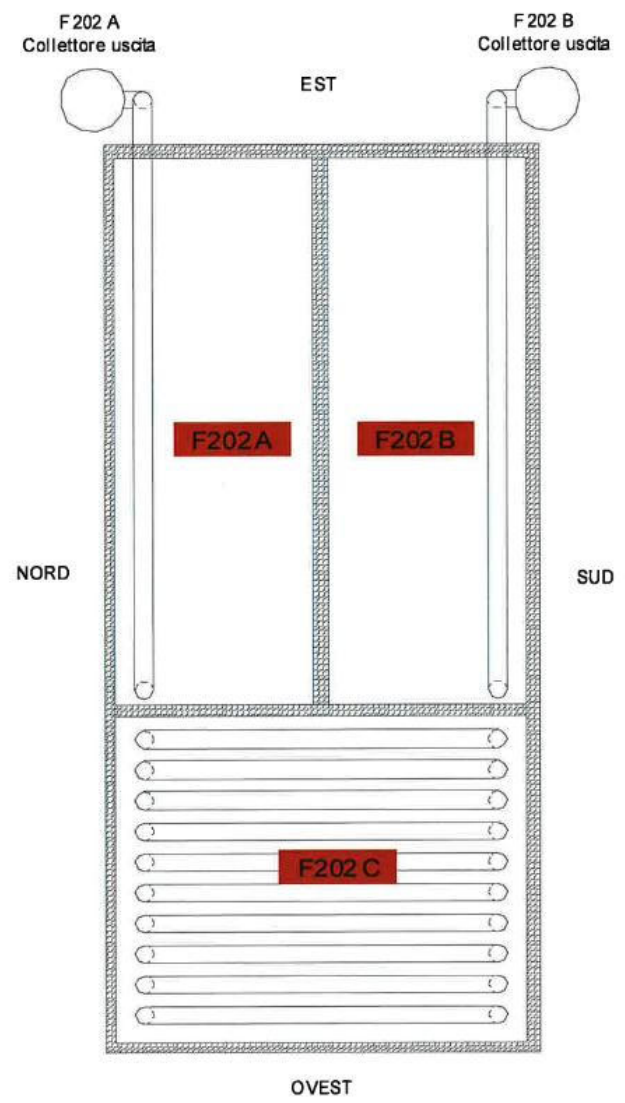
In generale è possibile identificare i seguenti campi di impiego:

- per temperature fino a 350° C e in assenza di particolari fenomeni di corrosione è impiegato l'acciaio al carbonio (ad esempio per i ribollitori di fondo colonna );
- per temperature tra 350° e 700° C è possibile utilizzare l'acciaio al cromo (5% o 9%) che presenta anche una certa resistenza a corrosione (ad esempio per i forni degli impianti Topping, Visbreaker, Reforming);
- per temperature superiori sono utilizzati tubi centrifugati alto contenuto di Nichel (ad esempio per i forni destinati alla produzione di Idrogeno).

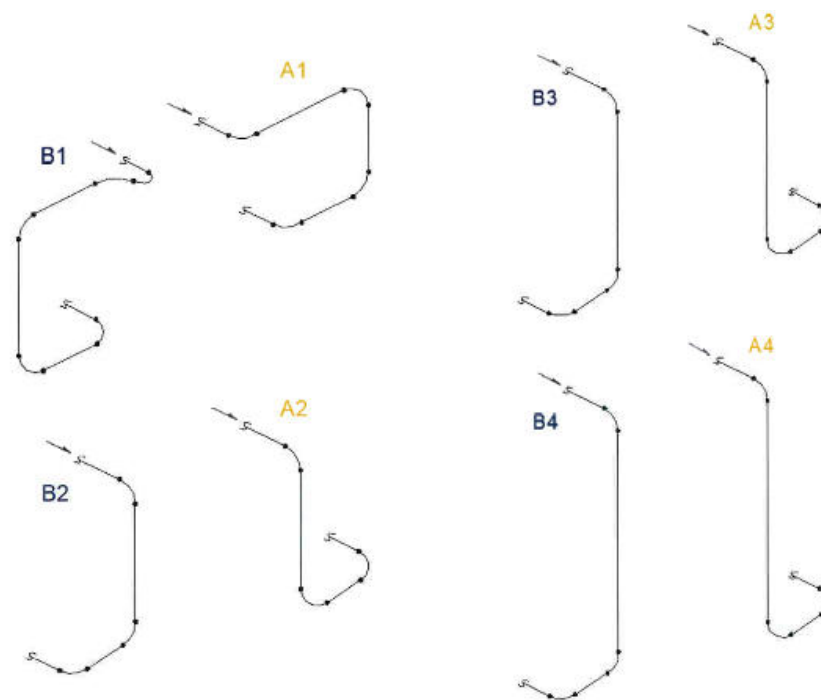
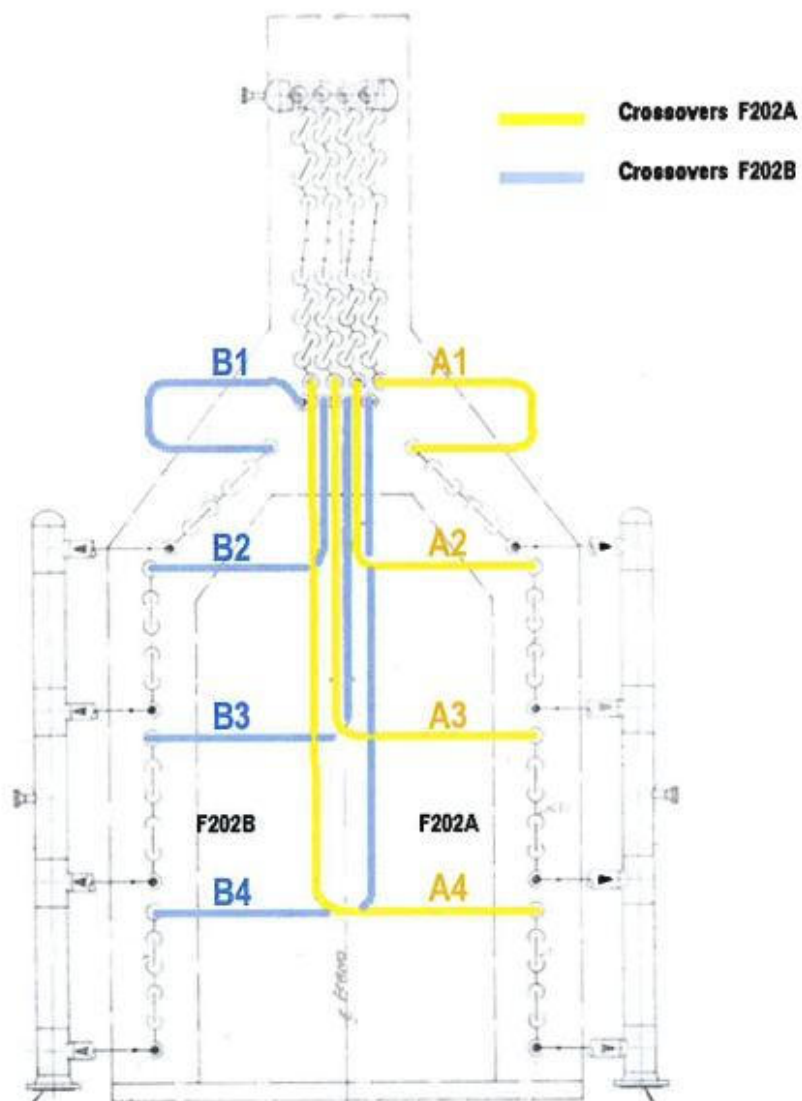
I materiali di isolamento sono cementi che hanno la duplice funzione di isolante a ridosso della lamiera e di refrattario a contatto con la fiamma; tali materiali possono essere installati sia con pigiata o con mattoni.

I tubi di processo sono supportati da ancore/supporti/piastre tubiere in materiali resistenti al calore, come l'acciaio altolegato tipo 25Cr-20Ni o la lega 50Cr-50Ni.



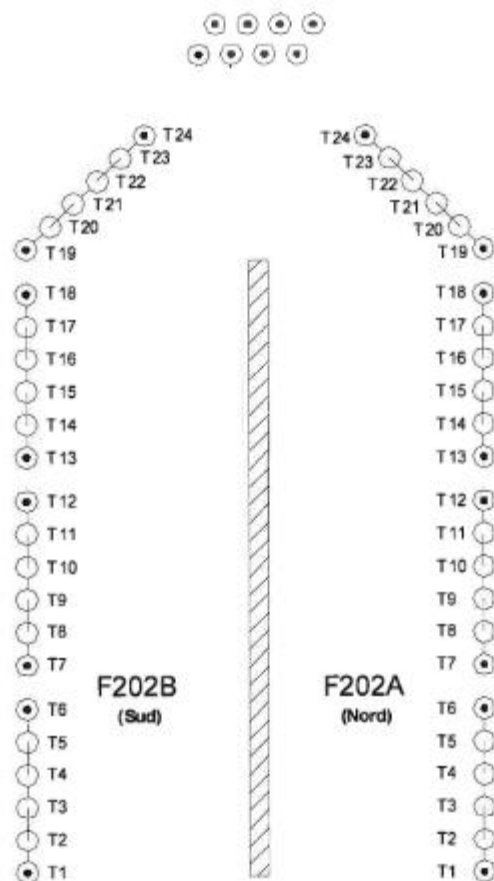


SCHEMA DI IDENTIFICAZIONE DEI CROSSOVER



## F202 A/B (radiante e tubi di schermo)

Vista da EST



## Collettori di uscita F202 A/B (Vista da Est)

