

Bocca di Lido Treporti

GRUPPI DI AGGANCIO E TENSIONAMENTO

RICHIESTE DI CHIARIMENTI DEI COLLAUDATORI STATICI SULLA RELAZIONE TECNICA “STIMA DELLA VITA RESIDUA DEGLI STELI TENSIONATORI”

TECHNITAL - MV089P-PE-TAR-0001-C0

Prof. Ing. Carlo Brutti – Prof. Ing. Donatella Mascia

1. Oggetto

Il presente documento riguarda le richieste di chiarimento indirizzate al progettista TECHNITAL concernenti il contenuto e le conclusioni del documento MV089P-PE-TAR-0001-C0.

Infatti il predetto documento riguarda la valutazione della vita residua dei gruppi di aggancio della Bocca di Treporti dei quali i sottoscritti sono stati nominati collaudatori statici. L'emissione del documento è stata dettata dall'esigenza di valutare gli effetti dei danneggiamenti da corrosione evidenziati a 3 anni circa dall'installazione ed esso entra pertanto a far parte del dossier di progetto in base al quale eseguire il collaudo stesso. Nei paragrafi seguenti sono riportati i chiarimenti richiesti evidenziati in corsivo e numerati per facilitare la risposta.

Applicabilità del documento

Stante gli spettri applicabili il contenuto del documento è pertinente ai gruppi di aggancio della Bocca di Treporti ma dato che:

- I gruppi di aggancio sono identici per tutte le bocche e differiscono solo per lo spettro applicabile.
- I fenomeni di corrosione hanno interessato, seppur in maniera molto minore come frequenza ed estensione.

si richiede di estendere le considerazioni e conclusioni esposte anche alle altre bocche valutando gli effetti delle sollecitazioni diverse mediante lo spettro inviluppo contenuto nei documenti di progetto¹.

Impostazione generale del calcolo

Riguardo all'impostazione generale del calcolo si richiedono i chiarimenti riportati nei seguenti punti con le motivazioni ivi specificate.

Il tasso di corrosione generalizzato riportato nelle norme UNI EN 9223 e UNI EN 9224 e' espresso dalla relazione

$$s [mm]=k[mm/aaaa]*t^{0.6} [aaaa] \quad (1)$$

Esso sembra applicabile al caso in cui l'elemento sia soggetto a carico costante. Nel caso di contemporanea presenza di cicli di fatica la variazione di sforzo induce la rottura dello strato di ossido offrendo quindi sempre nuovo materiale vergine al contatto con l'ambiente corrosivo. Inoltre una volta interrotta l'integrità dello strato di nichelatura si crea una situazione favorevole alla corrosione considerando che il Nichel è metallo più nobile del ferro sottostante. Nel caso dei gruppi di aggancio di Treporti è necessario distinguere due casi: la situazione attuale, cioè in assenza di esercizio normale della barriera, durante la quale le paratoie vengono dispiegate solo saltuariamente e con mare calmo e quindi in assenza di cicli di fatica importanti e quella in esercizio normale dove avvengono i fenomeni di interruzione dello strato di

¹ Le relazioni di calcolo corrispondenti al progetto dei gruppi di aggancio delle diverse bocche sono i seguenti:

- Bocca di Treporti: Relazione di calcolo – Parte meccanica MV089P-PE-TMR-3203 C0
- Bocca di Malamocco: Relazione di calcolo – Parte meccanica MV080P-PE-MMR-3203 C1
- Bocca di Malamocco: Gruppo di aggancio e tensionamento - Nota tecnica integrativa MV080P-PE-NMR-3210-C0
- Bocca di Chioggia: Relazione di calcolo – Parte meccanica MV078P-PE-CMR-3203 C1
- Bocca di S.Nicolò: Relazione di calcolo – Parte meccanica MV082P-PE-NMR-3203 C1

passivazione descritti. La valutazione del tasso di corrosione può essere diversa se si considera l'esercizio effettivo.

1. *Per quale motivo nelle analisi eseguite si è supposto un tasso di corrosione decrescente nel tempo?*
2. *In base a quali considerazioni si è assunto un esponente b nella (1) pari a 0.6?*
3. *In base a quali considerazioni si può considerare valido il tasso di corrosione sperimentato in assenza di esercizio per la vita normale del tensionatore?*

Il tempo trascorso dall'installazione del gruppo di aggancio al momento dell'ispezione riportata nel report va calcolato in base ai seguenti dati:

- I gruppi di aggancio sono stati costruiti e installati all'interno dei cassoni nel 2011.
- I cassoni sono stati varati nella bocca nel 2012.
- Le paratoie sono state poste in opera tra il 2012 e il 2013 con il conseguente tensionamento.

Pertanto si può dire che, al momento delle ispezioni avvenute alla fine del 2016, erano trascorsi 5 anni dalla costruzione/montaggio, 4 anni dall'inizio del contatto con l'atmosfera marina e almeno 3 anni dal tensionamento e quindi dal contatto con l'acqua di mare durante le operazioni di montaggio e dalla successiva pulizia. La valutazione del tasso di corrosione dovrebbe quindi tenere conto di un tempo di sviluppo della profondità di corrosione rilevata pari a 3 anni.

4. *Per quale motivo il progettista ha assunto un tempo di sviluppo del danno da corrosione pari a 1.5 anni?*

La prof.ssa Zanella, consulente per i problemi di corrosione della FIP ha rilevato ("Relazione Tecnica. Indagine sull'ossidazione presente sui gruppi di aggancio, identificazione di meccanismi, cause, azioni correttive e preventive. 6.3.2016") una profondità dell'attacco corrosivo fino a 3 mm sullo stelo del connettore 1 – Paratoia 5.

5. *Su quale connettore è stato eseguito il rilievo di una profondità di cricca di 1.5 mm e con quale metodo di misura?*

Aspetti specifici dei calcoli eseguiti

In base alla modellazione FEM eseguita dal progettista² le sezioni critiche dal punto di vista della resistenza sono 2: al raccordo tra testa e corpo cilindrico, al primo filetto in presa. Ad esse va aggiunta la sezione minima in corrispondenza della rastrematura da $D=190$ mm a $D=181.7$ mm.

6. *Per quale motivo l'analisi del progettista è limitata ad una sola sezione?*

I coefficienti di concentrazione calcolati dal progettista sono 3.16 in corrispondenza del raccordo tra testa e corpo cilindrico e 5.88 in corrispondenza al primo filetto in presa.

7. *Per quale motivo l'analisi svolta non tiene conto di tali coefficienti di concentrazione?*

² Bocca di Treporti: Relazione di calcolo – Parte meccanica MV089P-PE-TMR-3203 C0

Nell'analisi si introduce un coefficiente di concentrazione pari a 3 e derivante dall'espressione relativa ad un foro ellittico in trazione:

$$K_t = 1 + 2 \frac{a}{b}$$

Il valore di 3 corrisponde alla condizione $a=b$ mentre le evidenze sperimentali suggeriscono che in una sezione diametrale tale rapporto è sicuramente inferiore a 1 e può raggiungere valori molto bassi; per esempio per un rapporto pari a 0.1 si ha $K_t = 21$ e per 0.01 si ha $K_t = 201$. Solitamente, in queste condizioni, si abbandona la verifica tradizionale degli sforzi e si utilizza la Meccanica della Frattura per la verifica di collasso e la legge di Paris per la durata a fatica, passando cioè da una verifica di punto ad una verifica di campo.

8. *Per quale motivo si assume nel calcolo $K_t = 3$?*

Il valore dello sforzo di taglio è stato calcolato come valore medio su tutta la sezione.

9. *Per quale motivo non si è considerato il valore massimo nella sezione circolare pari a 4/3 di quello medio?*

La sovrapposizione tra sforzi normali e sforzi di taglio è stata eseguita considerando che tutti gli sforzi si verificano nello stesso punto mentre gli sforzi di flessione sono massimi dove gli effetti del taglio sono nulli.

10. *Qual'è la ragione per cui si è assunta la concomitanza di tutti gli sforzi nello stesso punto?*

La sollecitazione di fatica agente, in base ai documenti di progetto, è costituita da uno spettro nel quale a ciascuna sollecitazione esterna è associato un determinato numero di cicli; in totale si hanno 6.000.000 cicli rappresentativi di 100 anni di vita utile ai quali vanno aggiunti, prudenzialmente, 600 cicli di tensionamento-detensionamento per un totale quindi di 6.000.600 cicli. La sovrapposizione è stata eseguita nel progetto originario approvato con la legge di Miner.

11. *Perché il progettista non considera lo spettro di progetto?*

12. *Perché il progettista considera nella verifica a fatica un numero di cicli pari a 2.000.000?*

La verifica a fatica viene eseguita mediante il diagramma di Goodman Smith nel quale, anziché rappresentare il ciclo come d'uso con un segmento simmetrico rispetto alla bisettrice del primo e terzo quadrante, si inserisce un segmento con $\Delta\sigma$ diverso a trazione e compressione. Il diagramma è quello del materiale in assenza di corrosione mentre l'evidenza sperimentale suggerisce che si dovrebbe considerare la resistenza ridotta in presenza di acqua salata.

13. *Per quale motivo non si è inserita la riduzione di resistenza derivante dalla corrosione?*

E' da notare che se si utilizza tale coefficiente riduttivo la verifica non è soddisfatta stante la sollecitazione di involuppo impiegata rispetto a quelle effettive.