

<u>Asset Consulting srl</u>	Riferimento	Mose Bocca San Nicolò
<b>Rapporto di Visita</b>	<b>N° 114-2018</b>	
Data:	<b>11 APRILE 2018</b>	
Luogo::	<b>BOCCA SAN NICOLÒ</b>	
Progetto:	<b>MOSE</b>	
Area:	<b>GRUPPO AGGANCIO E TENSIONAMENTO N°34</b>	
Cliente	<b>FIP INDUSTRIALE SpA</b>	
Specifica emessa da:	<b>CVN</b>	

<b>STATO DELL'ARTE</b>
<p>In data 11 Aprile 2018 si è svolto un sopralluogo congiunto, alla presenza di tutte le parti coinvolte nelle attività di progettazione, costruzione e controllo, allo scopo di verificare lo stato di consistenza degli steli dei gruppi di aggancio, della Bocca di San Nicolò</p> <p>L'attenzione dei presenti si è concentrata particolarmente sul <b>gruppo N° 34</b>.</p> <p>Il <b>N° 34</b> è l'unico gruppo di tutti quelli installati a San Nicolò, che presenta una forte corrosione dello stelo, in particolare nella zona interna al carter.</p> <p>Contrariamente a tutti gli altri gruppi, che attraverso l'oblò, non evidenziano ossidazioni diffuse, il N°34 presenta una severa ossidazione e ruggine di riporto, anche sul vetro dell'oblò (<b>Foto#1</b>)</p> <p>Dopo la rimozione dell'oblò, si osserva una importante quantità di prodotti di corrosione sul fondo del carter ed un diffuso arrugginimento su tutto lo stelo oltre a ossidi di riporto che hanno interessato le pareti del carter in acciaio inox (<b>Foto#2</b>)</p> <p>I prodotti di corrosione, da un rapido esame visivo ed olfattivo, confermano trattarsi di ossido di ferro rosso (ruggine -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · H<sub>2</sub>O) mischiato probabilmente con sostanze organiche, forse il grasso usato come protettivo ed presumibilmente altri residui di sostanze utilizzate durante le lavorazioni.</p> <p>Dopo aver ripulito l'interno del carter, lo stelo evidenzia sulla circonferenza una preoccupante corrosione molto profonda, almeno 5 mm (<b>Foto#3</b>)</p> <p>I presenti hanno discusso e preso in considerazione molte ipotesi sulle cause che possono aver determinato il fenomeno, che noi cercheremo di riassumere nella sezione <b><u>Ipotesi &amp; Conclusioni</u></b> che segue.</p>

## IPOTESI & CONCLUSIONI

Prima d'ipotizzare le possibili cause che hanno generato il problema nel Gruppo N°34, vorremmo segnalare che nel Tunnel di San Nicolò, c'è una elevata umidità stagnante, dovuta all'assenza di ventilatori, peraltro presenti ad esempio nella Bocca di Chioggia, generano, se installati, un giro d'aria costante che eviterebbe appunto il ristagno dell'umidità e la formazione di condense aggressive.

Questa elevata umidità, che riteniamo salmastra, può innescare fenomeni di corrosione anche rapidi.

Si è ispezionato anche il **Gruppo N°33**, dove, all'interno del carter si è trovata una notevole quantità di condensa, la quale percolando e ristagnando nella zona della guarnizione, può generare corrosione.

A conferma dell'ipotesi sopra esposta, è la notevole salificazione delle superfici galvanizzate, con formazione di idrossido di zinco, il quale in presenza della CO<sub>2</sub> atmosferica, si trasforma in carbonato basico di zinco, che è insolubile e protettivo, ma il Cloruro di Sodio (acqua di mare/condensa salmastra) in presenza di elevata umidità forma acidi/alcali idrolizzati, che possono dissolvere rapidamente questo leggero strato protettivo ed iniziare il processo di corrosione dello zinco stesso. Solitamente ciò avviene ad un pH di 5,5 e visto che lo zinco è anfotero può salificare e quindi consumarsi, anche in ambienti alcalini (circa pH 12).

Questo escursus su quanto sta succedendo sui corrimani e grigliati galvanizzati è per meglio chiarire che l'umidità stagnante è molto pericolosa per i metalli, non protetti con idonei trattamenti o rivestimenti, anche le canaline porta cavi ed i contatti elettrici nel tempo potrebbero deteriorarsi.

Riteniamo quindi prioritario, provvedere all'eliminazione/riduzione dell'umidità stagnante, installando in tempi ragionevolmente brevi idonei impianti di ventilazione e/o climatizzazione.

La riduzione dell'umidità sicuramente determinerà un rallentamento della velocità di corrosione di tutte le strutture metalliche presenti, perchè non si formeranno più le condense aggressive nelle quantità che abbiamo incontrato durante il sopralluogo.

Il gruppo N°34, come detto presenta una notevole corrosione, che è alquanto anomala, perchè da un rapido controllo di tutti i gruppi, risulta essere l'unico con questo problema.

Ovviamente la causa principale è la condensa salina formatasi all'interno del carter, ma la presenza di acqua salmastra all'interno del tubo di scarico del carter stesso (**Foto#4**), con conseguente presenza di ossido di riporto all'interno del tubo, porta a supporre che forse in qualche modo nel carter sia entrata acqua e, questo spiega perchè è solo questo gruppo ad avere una corrosione così accentuata.

L'acqua è stata successivamente scaricata, ma ha comunque aggravato e velocizzato la corrosione dello stelo, già abbastanza veloce a causa dell'elevata RH% presente in tutta la struttura, che come detto deve essere eliminata o comunque ridotta il prima possibile.

Se l'acqua nel carter, arrivata in modo a noi sconosciuto, non fosse stata scaricata, lasciando lo stelo immerso, la corrosione sarebbe stata più lenta e meno intensa, perchè in immersione, la quantità di ossigeno è minore e l'ossidazione sarebbe stata più lenta, chi ha scaricato l'acqua di mare, avrebbe dovuto rimuovere subito l'oblò, lavare con acqua dolce ed idonei detergenti, asciugare bene, poi richiudere il tutto.

A fronte della notevole estensione e profondità della corrosione sullo stelo in questione, non si deve escludere anche la corrosione elettrochimica, generata dall'accoppiamento di metalli con differente forza elettromotrice, in presenza di un elettrolita salino, molto conduttivo.

Come si evince dalla tabella allegata, abbiamo il nikel con potenziale maggiore dell'acciaio al carbonio e inferiore all'acciaio inossidabile, **(Foto#5)**.

La differenza di potenziali elettrochimici dei tre metalli in contatto tra loro, determina che il ferro è anodico verso il nikel e si corrode, a sua volta il nikel è anodico verso l'inox e si corrode, ne consegue che il più anodico si corrode rapidamente e la massiccia presenza di elettrolita salino (elevata umidità/condensa) velocizza il fenomeno.

Un Ferroxyl Test effettuato su parte dello stelo, esterno al carter, evidenzia una elevatissima presenza di ferro **(Foto#6)** che potrebbe confermare l'ipotesi della corrosione elettrochimica, cioè la porosità tipica del nikel ha innescato la corrosione elettrochimica del ferro, con formazione di ruggine, la quale essendo un sale idrato ha un volume di gran lunga superiore al ferro e innesca la corrosione sottopellicolare, aumentando la superficie anodica, inoltre la notevole presenza di condensa, mantiene il contatto elettrico tra inox e nikel, dove quest'ultimo a sua volta si consuma, incrementando ulteriormente l'esposizione del ferro che entrerà in contatto anche con l'inox circostante, corrodendosi più velocemente.

Non abbiamo la possibilità immediata di eseguire test di laboratorio che potrebbero o meno avallare le ipotesi sopra esposte, ma riteniamo comunque che quanto già successo sia abbastanza grave e significativo, comunque è prioritario ridurre umidità e condense per rallentare i processi corrosivi.

Per la conservazione degli impianti, durante i lunghi periodi in cui gli impianti non sono in funzione, quindi senza essere sottoposti a controlli continui e a manutenzione, si potrebbe valutare l'ipotesi, se non ci sono controindicazioni legate alla sicurezza o a quant'altro, di inserire nei carter, oltre a quanto già si fa, dei gas inerti, tipo azoto, per garantire la conservazione ed evitare o perlomeno limitare al massimo l'innescò dell'ossidazione.

Resta inteso che a fronte di questa esperienza e di quanto evidenziato sugli steli di tutte e 4 le Bocche, il discorso della nichelatura, dovrebbe essere rivisto da esperti dei materiali, che possano valutare la validità del rivestimento e se necessario proporre azioni correttive

**Paolo Caprioli**

Administrator & Technical Director

*NACE Certified Coating Inspector Level III- #6476*

mobile : +39 346 9713020

email : [paolo.caprioli@assetconsulting.it](mailto:paolo.caprioli@assetconsulting.it)

## FOTOGRAFIE

**Foto#1 - Oblò con importante deposito di ossidi**





**Foto#2 – Prodotti di corrosione**



**Foto#3 – Profonda corrosione dello stelo N°34**



**Foto#4 – Tubo scarico carter**



**Foto#5**

**Scala Galvanica dei Metalli e Acciai in acqua di mare**

Crescente tendenza alla protezione catodica (+Nobile)	Platino	Crescente tendenza alla corrosione anodica ( - Nobile)
	Oro	
	Grafite	
	Argento	
	Acciaio Inox passivato	
	Leghe Nichel	
	Bronzo	
	Rame	
	Ottone Giallo-Rosso	
	Manganese	
	Stagno	
	Piombo	
	Acciaio Inox Non passivato	
	Ghisa	
	<u>Acciaio – Ferro</u>	
	Cadmio	
	Alluminio	
	<u>Zinco</u>	
	Leghe di Magnesio	
	Magnesio	

**Foto#6 – FerroxyI Test su Stelo N° 34**

