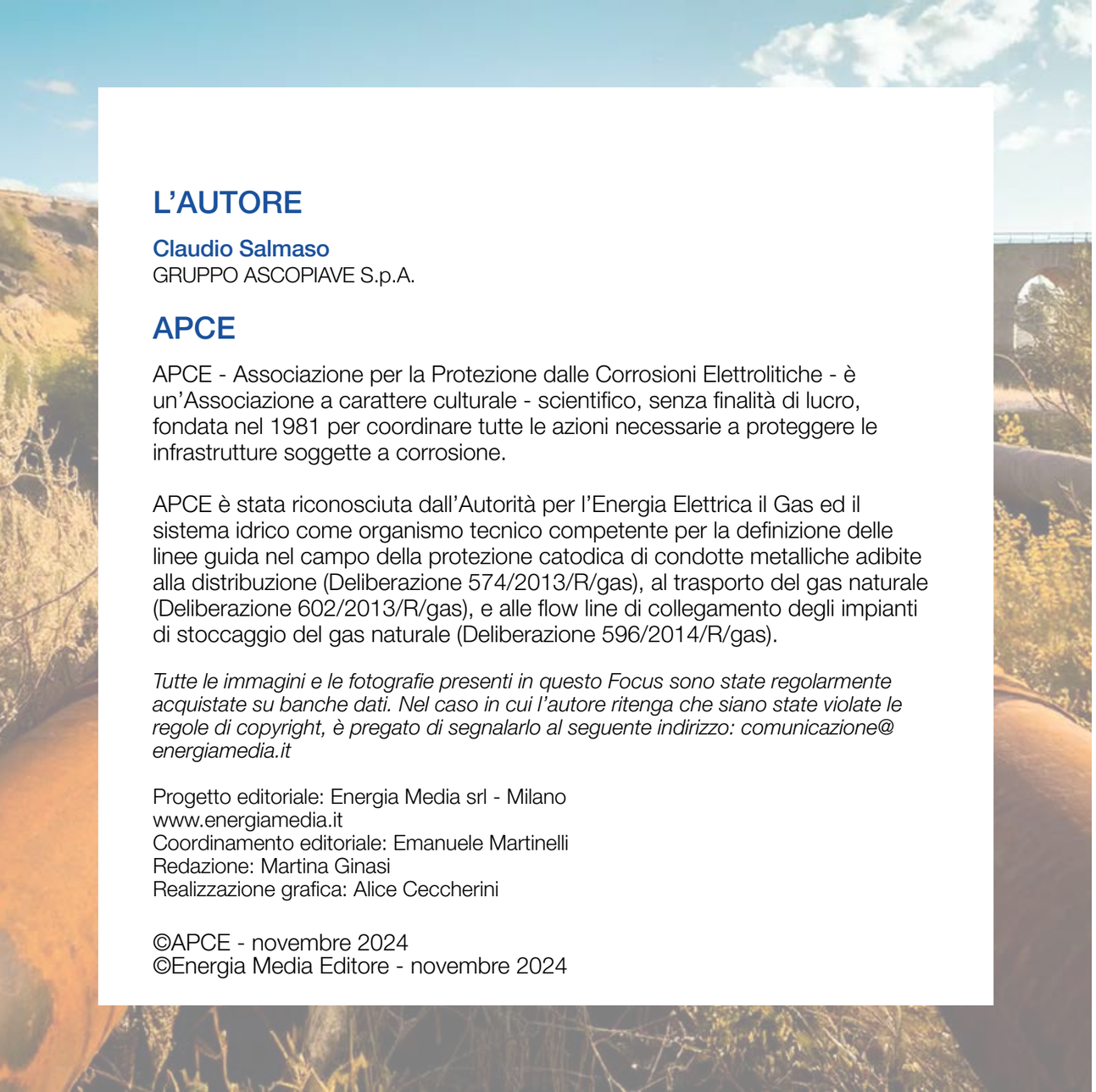
La protezione catodica applicata al mondo idrico

Parte 2 - Chiarimenti pratici

Claudio Salmaso – GRUPPO ASCOPIAVE



L'AUTORE

Claudio Salmaso
GRUPPO ASCOPIAVE S.p.A.

APCE

APCE - Associazione per la Protezione dalle Corrosioni Elettrolitiche - è un'Associazione a carattere culturale - scientifico, senza finalità di lucro, fondata nel 1981 per coordinare tutte le azioni necessarie a proteggere le infrastrutture soggette a corrosione.

APCE è stata riconosciuta dall'Autorità per l'Energia Elettrica il Gas ed il sistema idrico come organismo tecnico competente per la definizione delle linee guida nel campo della protezione catodica di condotte metalliche adibite alla distribuzione (Deliberazione 574/2013/R/gas), al trasporto del gas naturale (Deliberazione 602/2013/R/gas), e alle flow line di collegamento degli impianti di stoccaggio del gas naturale (Deliberazione 596/2014/R/gas).

Tutte le immagini e le fotografie presenti in questo Focus sono state regolarmente acquistate su banche dati. Nel caso in cui l'autore ritenga che siano state violate le regole di copyright, è pregato di segnalarlo al seguente indirizzo: comunicazione@energiamedia.it

Progetto editoriale: Energia Media srl - Milano
www.energiamedia.it
Coordinamento editoriale: Emanuele Martinelli
Redazione: Martina Ginasi
Realizzazione grafica: Alice Ceccherini

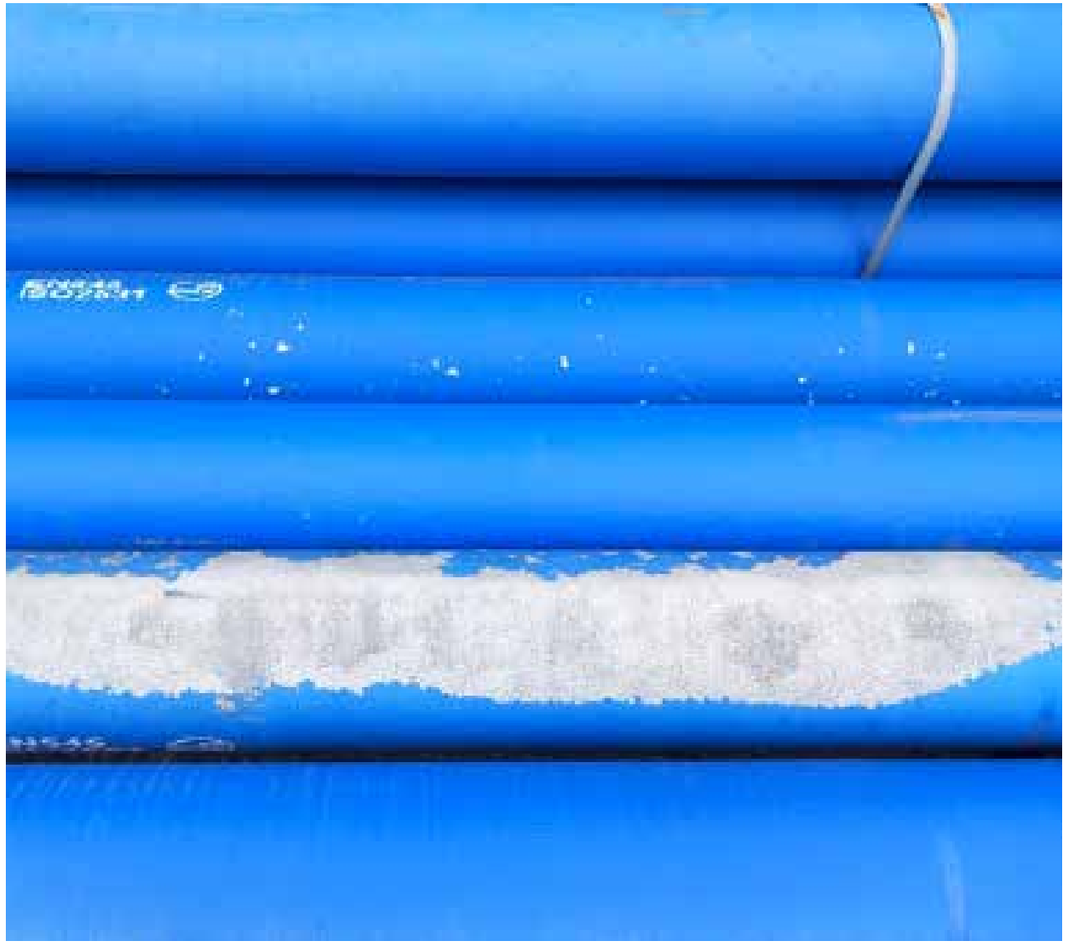
©APCE - novembre 2024
©Energia Media Editore - novembre 2024

LA PROTEZIONE CATODICA APPLICATA AL MONDO IDRICO PARTE 2 – CHIARIMENTI PRATICI

Intervista a Claudio Salmaso
GRUPPO ASCOPIAVE S.p.A.

Nel mondo della distribuzione gas comincia a prevalere la posa di tubazioni in polietilene, negli acquedotti valgono le stesse regole?

La distribuzione gas è normata dal ***DM 16/04/2008*** all'interno del quale è ammesso l'uso di tubazioni di polietilene fino al limite di quarta specie *(MOP ≤ 5bar)*, in media pressione si usa tubo in polietilene con caratteristiche ***PE100 SDR11 S5*** *(PN25)*.
Nelle reti di trasporto *(MOP >5bar)* si applica il ***DM 17/04/2008***, il quale obbliga all'esclusivo uso di tubazioni in acciaio.
Anche nelle reti di distribuzione idriche sono ormai in uso tubazioni in polietilene, cosa diversa invece nelle reti di adduzione dove le pressioni possono essere anche molto elevate *(25/30bar)* e si preferisce l'acciaio che a parità di diametro interno e pressione di utilizzo ha uno spessore molto inferiore rispetto al polietilene, inoltre è stato riscontrato che per diametri elevati il polietilene tende ad ovalizzarsi, pertanto all'atto della realizzazione dei successivi interventi, per inserimento di derivazioni e/o altri elementi, questo può rappresentare un problema.



Molti acquedotti vengono ancora oggi realizzati in ghisa, anche in questo caso viene applicata la protezione catodica?

La ghisa è una lega *Ferro/Carbonio/Silicio* con percentuali di carbonio superiori al 2%. Molti acquedotti sono costruiti in ghisa di tipo sferoidale, quest'ultima a differenza della ghisa grigia presenta la cristallizzazione del carbonio in noduli di forma sferica, ciò conferisce al materiale elevate doti di duttilità e un miglior rapporto resistenza/peso, grazie a piccole quantità di magnesio all'interno della fusione.
La ghisa è particolarmente resistente alla corrosione, ciò può essere spiegato grazie alla presenza di diversi componenti quali la grafite, gli eutettici con fosforo e, in minor quantità, i carburi. Quando sulla superficie della ghisa comincia il processo di corrosione, viene prodotto un sottile strato costituito dagli elementi di cui abbiamo parlato in precedenza che incorporano anche della ruggine. Questo strato, anche se meno resistente del materiale originale, è in grado di resistere a successive azioni corrosive proteggendo quindi la ghisa sottostante.
Le tubazioni in ghisa per acquedotti vengono prodotte per il mercato italiano con diametri a partire da 40mm fino a 700mm, ma si può arrivare fino al diametro di 2000mm, la lunghezza delle barre è compresa tra 5,5m e 6m, la ghisa non si salda, l'accoppiamento delle tubazioni avviene attraverso il bicchiere realizzato ad una estremità della tubazione, la tenuta idraulica è realizzata attraverso una speciale guarnizione elastomerica garantita dai costruttori circa 30 anni, tale guarnizione rende la condotta sezionata elettricamente ad ogni barra.

Il rivestimento interno è realizzato in malta cementizia d'altoforno, mentre il rivestimento esterno è costituito da uno strato di zincante successivamente ricoperto da uno o più strati di vernice acrilica, sono in uso anche sotto strati realizzati in lega di zinco-alluminio, in alcuni casi si possono ottenere anche superfici protette da manicotti in ***PE***.
Il tutto conferisce alle tubazioni una eccezionale resistenza alla corrosione, quindi non vi è la necessità di applicare la tecnica della protezione catodica, se si volesse applicarla *(in caso di terreni particolarmente aggressivi)* si dovrebbe garantire la continuità elettrica cortocircuitando i bicchieri di accoppiamento tra barre, cosa non semplice.
È bene ricordare che saracinesche, giunti gibault e bout sono realizzati in ghisa ed inseriti anche all'interno di tubazioni in acciaio mediante accoppiamento meccanico.

Tubazioni in acciaio vs. tubazioni ghisa, cosa possiamo affermare?

Le tubazioni in acciaio sono costituite da barre di maggiore lunghezza *(12m)*, hanno un costo minore, possono raggiungere pressioni di esercizio molto maggiori, tuttavia la saldatura, i relativi controlli e il ripristino dell'isolamento hanno costi elevati, i rivestimenti devono essere adeguatamente controllati e, ovviamente, le tubazioni realizzate devono essere protette catodicamente.
Le barre di ghisa hanno un peso maggiore per unità di lunghezza, anche se rispetto ad opere realizzate in ghisa grigia ci sono stati notevoli *"alleggerimenti"*, sono più

facili da posare e non richiedono patentini e abilitazioni particolari, presentano una notevole resistenza alla corrosione, hanno una possibile zona di perdita, dovuta alla guarnizione di giunzione, ogni 6m.
I pezzi speciali *(curve, TE, bout ecc.)* devono essere assemblati con giunti meccanici, cosa che favorisce il rischio di perdite nel tempo, le variazioni di percorso devono essere protette da adeguati manufatti di spinta in calcestruzzo, onde evitare lo sfilamento in caso di manovre brusche sulla regolazione del fluido *(colpi d'ariete)*, non è possibile posare barre di ghisa sui tratti aerei, se non con imponenti strutture di supporto talmente complesse da preferire tubazioni in acciaio, alcuni pezzi speciali per motivi di forma ed ingombro non possono essere realizzati con elementi meccanici e tubazione in ghisa, non ultimo la ghisa non può essere posata su terreni che non assicurano stabilità, pena la rottura delle barre o lo sfilamento delle tubazioni dai bicchieri di innesto.
Ho visto realizzare acquedotti di dimensioni notevoli *(1200mm)* in ghisa e dover applicare la protezione catodica ai pezzi speciali in acciaio rivestito, a questo punto, personalmente, avrei realizzato l'intera opera in acciaio evitando le guarnizioni, la vita utile di una condotta in acciaio protetta catodicamente può superare i 50 anni, le guarnizioni delle barre in ghisa sono garantite circa 30 anni!

La tecnica del ritubaggio permette di risanare molte condotte tra cui quelle realizzate in cemento amianto, proprio per l'ottima resistenza unita ad uno ridotto spessore è in uso l'infilaggio di barre di tubo di acciaio

all’interno di vecchie tubazioni in cemento amianto, in questo caso è applicabile la tecnica della protezione catodica?

La tecnica alla quale lei si riferisce è applicabile alle tubazioni di adduzione, è evidente che nelle tubazioni di distribuzione, salvo qualche caso raro, questa tecnica non è applicabile.
Ho già avuto modo di trovarmi in situazioni di questo tipo, la risposta è no!
La tubazione in cemento amianto non si lascia attraversare dalla corrente di protezione catodica causa l’elevato spessore e la presenza delle fibre di amianto.
Indipendentemente dal materiale scelto, per l’applicazione in esame, la protezione catodica non è quindi una tecnica applicabile per proteggere la superficie esterna del tubo in acciaio infilato all’interno del tubo in cemento amianto, anche se l’intercapedine si dovesse riempire di sabbia e acqua nel tempo, il potere penetrante della protezione catodica sarebbe scarso a causa dei pochi centimetri nell’interstizio tra tubo esterno e interno. Una possibile soluzione in questi casi può essere quella di riempire completamente tale intercapedine con una malta cementizia: in tal caso, sia che si usi un acciaio *AISI 304* non rivestito o un acciaio al carbonio, anche quest’ultimo non rivestito, l’alcalinità della malta cementizia fornisce una protezione chimica all’acciaio. Ovviamente si deve assicurare un completo riempimento e questo dipende dalla fluidità della malta e dall’intercapedine disponibile. Pertanto la soluzione ottimale potrebbe essere la seguente: tubo di acciaio al carbonio infilato all’interno del tubo di cemento amianto; riempimento completo dell’intercapedine con malta cementizia.

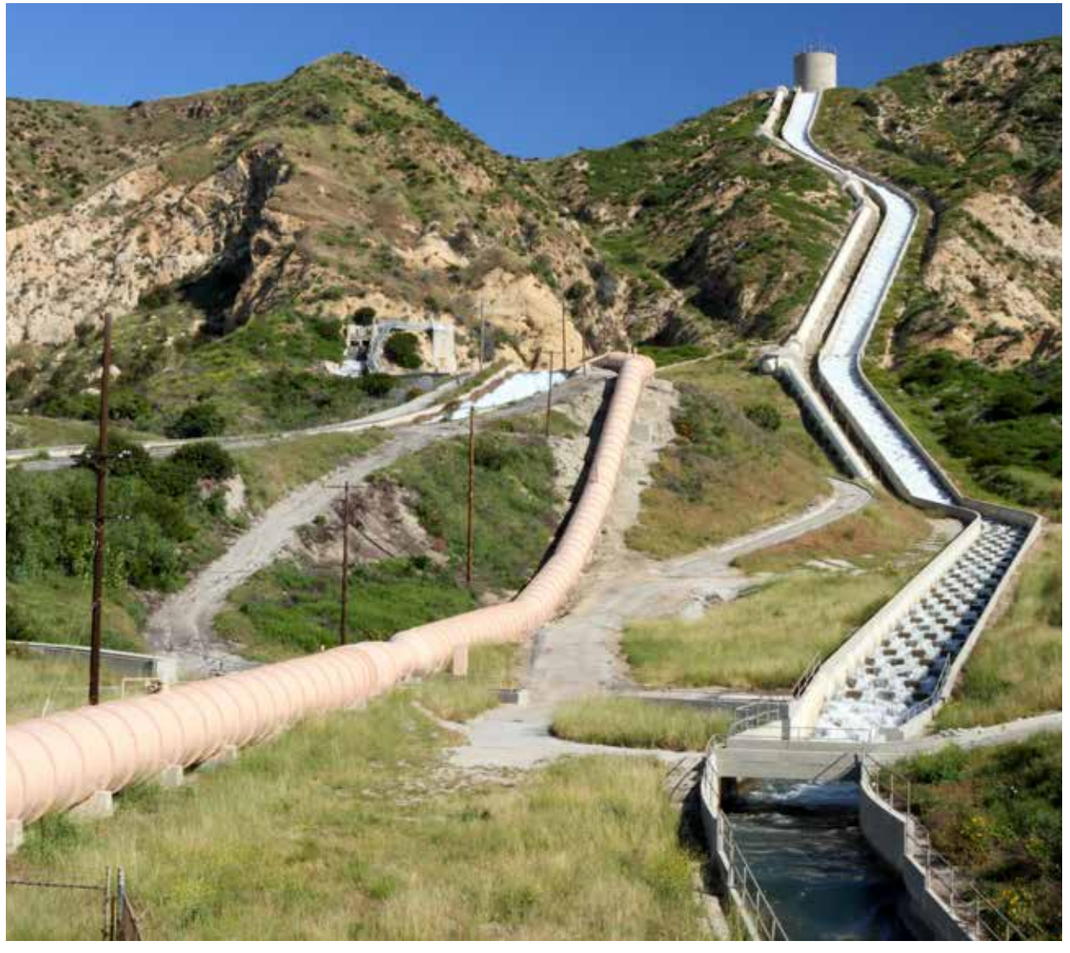
L'eventuale rivestimento esterno della tubazione con polietilene o mescola poliuretanica potrebbe quindi non essere necessario.

Abbiamo parlato di continuità elettrica, esistono reti di adduzione realizzate con intersezione di tratti in ghisa?

Si, esistono, molto spesso quando si interviene per riparare una condotta, se non si può ricorrere a personale saldatore, si inseriscono, al posto del tratto di acciaio ammalorato, tratti in ghisa, non essendo saldabile l'accoppiamento ghisa/acciaio, si ricorre all'inserimento di giunti meccanici, a questo punto quando si applica la protezione catodica si pongono due problemi, il primo è dettato dal fatto che, anche se la ghisa è un metallo, i giunti meccanici dotati di guarnizioni, spesso, non permettono la realizzazione della continuità elettrica, il secondo problema evidenzia il fatto che le barre di ghisa dopo molti anni hanno perso il rivestimento, quindi si comportano come gigantesche falle.
Ho visto anche inserire derivazioni a *T* in ghisa su tubazioni esistenti con giunzioni di tipo meccanico il risultato dal punto di vista elettrico è ovviamente pessimo.
Evidentemente se la protezione catodica non è applicata il problema non sussiste, ma quando si tenta di applicarla successivamente, mancando la continuità elettrica, alcune parti della struttura non risultano protette con grave danno.

Ormai l'automazione viene applicata in tutti i settori, è noto l'impiego di attuatori nei metanodotti di trasporto, e nelle adduttrici per il trasporto di acqua?

Anche nelle grosse adduttrici vengono installate lungo il percorso valvole di sezionamento dotate di telecomandi a distanza, ma qui abbiamo una differenza, nel caso dei metanodotti vengono installate valvole comandate da attuatori pneumatici a semplice o a doppio effetto la cui motorizzazione viene effettuata direttamente tramite il metano in pressione, nel caso degli acquedotti vengono installate saracinesche motorizzate alimentate elettricamente, con velocità di motorizzazione molto basse, ciò serve ad evitare i famosi *"colpi d'ariete"*; dobbiamo distinguere due situazioni, se gli attuatori delle saracinesche sono realizzati a *"doppio isolamento"*, la messa a terra è ovviamente vietata e non si pongono problemi di isolamento, se gli attuatori presentano il morsetto per la messa a terra di sicurezza, devono essere previsti dei giunti isolanti pena la messa a terra dell'infrastruttura con conseguente aumento della corrente di protezione, è anche possibile realizzare, in questo caso la messa a terra degli attuatori mediante la posa di anodi sacrificali.
È possibile ovviare alla posa dei giunti dielettrici, nel caso di attuatori a semplice isolamento, con il metodo della *"protezione per separazione elettrica"*, questo implica l'impiego di un trasformatore di isolamento conforme alla norma ***CEI 96-2***, da notare che la tensione massima di alimentazione non può superare il valore di 500V a.c. la lunghezza massima dei circuiti, che devono essere separati da altri impianti, deve



essere limitata e calcolata; quest'ultima possibilità diventa più difficile da applicare nel caso di camerette interrate definite come *"luoghi conduttori ristretti"*.
A corollario di quanto esposto il mio consiglio è di eseguire il progetto dell'impianto elettrico affidandosi a professionisti abilitati, anche se, nel caso di piccole stazioni di misura e comando, gli impianti elettrici sono normalmente realizzati *"all'aperto"* e non ricadono all'interno del *DM 37/08*.

Parliamo di attraversamenti ferroviari con infrastrutture acquedottistiche, le condizioni delle condotte all'interno dei tubi guaina è identica?

Anche in questo caso riscontriamo delle differenze, gli attraversamenti ferroviari interrati realizzati a servizio dei metanodotti hanno le estremità del tubo guaina sigillato e le testate della tubazione sono messe in comunicazione con l'atmosfera attraverso adeguati tubi di sfiato, pertanto nella maggior parte dei casi, nonostante le sigillature, l'intercapedine tra guaina e tubo si riempie di acqua stabilmente. Nel caso di acquedotti, come accennato in precedenza, la guaina comunica con i pozzetti che si riempiono d'acqua fino al livello di falda, il livello oltre a variare con la stagionalità, spesso lascia scoperta una parte della tubazione all'interno del tubo guaina.
Alcune parti della tubazione sono quindi protette per interferenza a carico del tubo guaina, se metallico, ma dove l'acqua è assente si riscontra una corrosione di tipo atmosferico, in questo caso, ovviamente, la protezione catodica non ha efficacia, la situazione diventa critica nelle zone di bagnasciuga.

In merito ai rivestimenti vuole esprimere qualcosa?

Guardi, sono onesto, i rivestimenti per me sono di fondamentale importanza, è imprescindibile non solo la presenza, ma soprattutto che siano realizzati da personale esperte seguendo specifiche procedure di applicazione note, ciò al fine di evitare corrosioni occulte dovute a rivestimenti applicati in maniera non conforme.
Premetto che la corretta posa e scelta di un rivestimento esterno non dipende dal fluido trasportato.
In merito a quanto appena esposto nella realizzazione degli acquedotti si notano criticità che nel mondo del trasporto e distribuzione gas sono parzialmente superate, oltre ad applicazioni gestite da personale non esperto e talvolta con materiali non idonei, spesso non si esegue nemmeno la misura della resistenza di isolamento della struttura, questo porta a due problematiche molto importanti, la prima è dovuta al fatto che non esistendo una misura iniziale, risulta difficile monitorare il degrado del rivestimento nel tempo, la seconda, non meno importante della prima, è che non è possibile capire se quanto richiesto in fase di *Capitolato Speciale d'Appalto* sia rispettato durante la costruzione.
I rivestimenti esterni da applicare sulle parti interrate sono gli stessi del mondo gas e sono indipendenti dal fluido trasportato, ad eccezione delle parti esposte all'atmosfera. Sulle superfici esterne di tubazioni per trasporto e distribuzione acqua potabile si forma condensa, i fenomeni vengono particolarmente esaltati nel periodo estivo, dove le portate sono massime, le ragioni di ciò sono la presenza di elevata umidità

nell'aria ambiente e la differenza tra la temperatura dell'aria e la temperatura interna della tubazione, nei metanodotti tali fenomeni sono praticamente assenti, in questo caso i rivestimenti sono molto più sollecitati causa l'assorbimento di acqua.
Un rivestimento inappropriato, complice l'azione dei raggi solari, può degradare prima del previsto riportando sulla superficie del metallo corrosioni, spesso occulte, che inficiano nel tempo l'intero tratto aereo.

Nella prima parte dell'intervista, abbiamo parlato di corrosione interna, ma la protezione catodica viene applicata solo sulle superfici esterne, quindi perché preoccuparsi delle parti interne? Non mi sembra compito suo, sbaglio?

La ringrazio della domanda, capisco la sua affermazione, premesso che la protezione catodica si applica anche a superfici interne *(serbatoi ecc.)*, personalmente Le rispondo che non mi occupo di protezione catodica, ma di corrosione!! Vede, ho sempre pensato che la corrosione debba essere vista come un fatto generale, non possiamo applicare la protezione catodica e basta! Il compito di un corrosionista è di garantire la vita utile di una struttura a trecentosessanta gradi, senza limitarsi all'impianto di protezione catodica, troppe volte ho visto infrastrutture di adduzione realizzate con efficienti sistemi di protezione catodica e sostegni in calcestruzzo per i tratti aerei con copriferro di qualche millimetro, se tali sostegni dovessero cedere, la tubazione sarebbe compromessa anche se protetta efficacemente nei tratti interrati.

A tal proposito ricordo che la protezione catodica può essere applicata anche alle armature del calcestruzzo.
Ecco perché è fondamentale il coinvolgimento di tutte le parti dall'inizio di un progetto.

Ha qualche esperienza in merito a quanto affermato pocanzi?

Si, ricordo un tratto di acquedotto del quale avevo curato la progettazione del sistema di protezione catodica, personalmente mi ero addentrato anche sui rivestimenti, soprattutto su quelli dei tratti aerei per i quali avevo esplicitamente imposto tubi con verniciatura in ***FBE***, ma alla fine non ero stato ascoltato, terminato il collaudo del sistema di protezione catodica, scrissi un'appendice relativa alla situazione dei tratti aerei e la inviai alla *Direzione Lavori*, la quale la infilò in qualche cassetto.
I tratti aerei erano stati costruiti con tubo rivestito in ***PE*** ed erano esposti alla radiazione solare e alle intemperie.
Incredibilmente dopo solo sei anni su un tratto in un attraversamento di un fiume cominciarono le prime corrosioni, il polietilene presentava delle fessurazioni sull'estradosso inferiore colme di prodotti di corrosione, la superficie interna era forata in più punti, la committenza, dopo avere tentato qualche riparazione, mi chiamò in causa.
La corrosione insisteva solo ed esclusivamente sui tratti aerei e ricordo le parole con cui fui redarguito dai responsabili *"…Lei ha progettato un sistema di protezione catodica che non è in grado di proteggere i tratti aerei…"*

Di fronte a tali affermazioni fui costretto a rispondere che era vero!
Con me avevo la famosa appendice che tentai di esporre, fu molto difficile ma alla fine uscii dalla porta con una soddisfazione non da poco, ero riuscito a far capire alla committenza che la protezione catodica non ha efficacia sui tratti aerei!

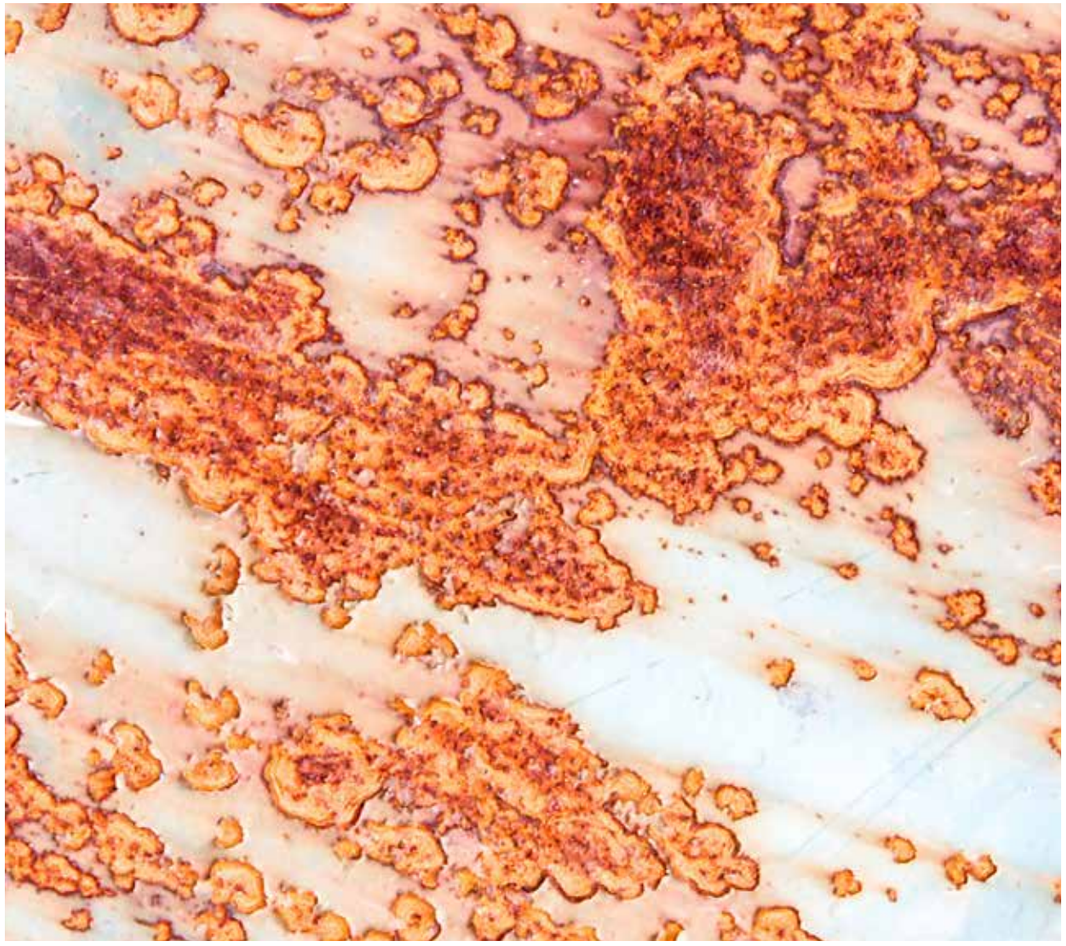
Ci racconta qualche esperienza sulle corrosioni interne?

Certamente, ho un particolare ricordo relativo ad una problematica di corrosione interna. Circa vent'anni fa dovevamo attraversare una ferrovia con una condotta gas in *BP* e una condotta di distribuzione per acqua potabile, a monte e a valle dell'attraversamento le reti erano state previste in polietilene, per la realizzazione degli attraversamenti venne scelto acciaio rivestito in polietilene.
L'impianto di protezione catodica venne dimensionato per entrambe le tubazioni al fine di indurre un'economicità nell'opera, considerato anche la presenza di un unico gestore per entrambi i servizi, durante l'esecuzione dei lavori mi accorsi che la tubazione dell'acquedotto era priva di rivestimento interno, segnalai subito la cosa alla *Direzione Lavori*, purtroppo era tardi e la tubazione venne messa in esercizio in quelle condizioni.
Passarono dieci lunghi anni e ad un certo punto la guaina dell'acquedotto cominciò a convogliare acqua nei pozzetti di testa dell'attraversamento ferroviario, la tubazione venne intercettata, venni avvisato anch'io e, purtroppo, mi venne in mente quella segnalazione, forse il tempo aveva svelato la verità!

Si trattava di un attraversamento ferroviario inferiore, le misure di protezione catodica avevano sempre fornito dati soddisfacenti, tenga conto che in quel periodo avevamo già iniziato la posa di elettrodi impolarizzabili dotati di piastrina, a quel tempo si trattava di un'importante innovazione, anche se perfezionabile.
La tubazione venne estratta dalla guaina e messa in pressione, la cosa strana era che il rivestimento era integro e l'acqua fuoriusciva da sotto i termorestringenti, elementi atti a ripristinare il l'isolamento delle barre della tubazione saldata, pensai subito ad una corrosione sotto nastro per errata applicazione del termorestringente.
Dopo aver tolto il termorestringente notammo che diversamente da quanto immaginato non vi era traccia di corrosione, rimessa in pressione la tubazione ci accorgemmo invece che l'acqua fuoriusciva da sotto il rivestimento, a quel punto pensammo di tagliare la tubazione in modo da poter osservare l'interno, si trattava di corrosioni interne!
Internamente la tubazione sembrava un setaccio per la sabbia, e questo giustificava l'enorme quantità d'acqua che fuoriusciva dalla tubazione, probabilmente, nel tempo, la corrosione aveva portato a scalzare il rivestimento che non riusciva più a garantire l'aderenza sulla superficie metallica, ecco spiegata la fuoriuscita di liquido da sotto il rivestimento.

Interessante, cos'ha imparato da questa esperienza?

Sicuramente tante cose, ad esempio, i fenomeni corrosivi, ed i loro risultati, devono essere sempre sottoposti ad un'analisi da parte del corrosionista, quest'ultimo deve



capire le motivazioni affinché gli errori non si ripetano, è prassi corrente riparare tubazioni in protezione catodica corrose senza chiedersi la motivazione dell'accadimento di tali fenomeni, in questo modo la problematica non viene risolta e l'errore può ripetersi anche su altre installazioni, in secondo luogo, quanto sopra insegna che la corrosione deve essere analizzata in tutti i suoi molteplici aspetti, anche perché i fenomeni elettrochimici sono spesso lenti e occulti, ma quando presentano il conto, spesso, la situazione è drammatica.

Qualche insuccesso nella sua esperienza lavorativa?

Fortunatamente, ad oggi, gli insuccessi sono dovuti solamente al fatto di non essere riuscito ad essere convincente nella risoluzione dei problemi, ricordo una tubazione di adduzione appena posata, realizzata in acciaio rivestito in polietilene, per la quale all'atto del collaudo del sistema di protezione catodica venne rilevata la presenza di un contatto con i ferri di armatura di un manufatto interrato contenete gli organi di manovra, probabilmente un elemento di armatura sporgente su una finestra di passaggio, ricavata sulla parete del manufatto, aveva inciso il rivestimento protettivo entrando in contatto con il metallo della tubazione, il risultato fu un anomalo assorbimento di corrente e un notevole abbassamento del potenziale di protezione nella zona del contatto.
Cercai inutilmente di interloquire con la *Direzione Lavori* per eliminare il contatto, ma la sola proposta, poi attuata, fu la costruzione di un ulteriore impianto di protezione

catodica che non portò nessun beneficio se non un aumento dell'interferenza sulle infrastrutture confinanti, nemmeno davanti a relazioni tecniche corredate da misure di interferenza fui ascoltato, ad oggi penso la situazione sia immutata.
Per me questo rappresenta un piccolo fallimento.

Abbiamo terminato, in breve, cosa vede all'orizzonte nell'applicazione della protezione catodica al mondo idrico?

Vedo l'inizio di un periodo di crescita, per il quale ritengo indispensabile uno sforzo atto a diffondere la cultura della protezione catodica a cui tutti dobbiamo collaborare con uno sforzo di sensibilizzazione che non può prescindere dalla mancanza di **formazione**, quest'ultima è la *parola chiave* che deve fungere da elemento trainante per la crescita professionale dei singoli attori.

Informazioni sull'autore

Claudio Salmaso è un tecnico di protezione catodica, certificato dal 2005, attualmente Livello 4, settore terreno, secondo EN ISO 15257:2017.
Attualmente svolge la funzione di Esaminatore e valutatore presso APCERT in ottemperanza alla UNI EN ISO 15257.
Lavora nel campo della protezione catodica per la distribuzione acqua e gas dal 1991, si occupa anche di impianti elettrici ordinari e speciali (ATEX), telecontrollo e automazione industriale.

E-mail: *claudio.salmaso@apretigasnordest.it; claudes1669@gmail.com*
Tel.: +39.3406606517

ENERGIAMEDIA EDITORE