



AIMAG SpA
Mirandola

Provincia di Modena

**PRESENZA DI FIBRE DI AMIANTO NELL'ACQUA DISTRIBUITA
DALL'ACQUEDOTTO DI CARPI: CAUSE E RIMEDI**

RELATORE

ITALO MELCHIORRE

BOLOGNA 30.10.2013

PRESENZA DI FIBRE DI AMIANTO NELL'ACQUA DISTRIBUITA DALL'ACQUEDOTTO DI CARPI: CAUSE E RIMEDI

Premessa

Le condotte in cemento-amianto (C-A) sono state applicate per la prima volta negli USA. Alla fine degli anni venti del secolo scorso.

Successivamente costruire acquedotti, le cui condotte di trasporto dell'acqua potabile fossero in C-A diventò una prassi. Sia in Nord America sia in Europa.

Un sondaggio effettuato nel 1995, in Nord America, indicava che circa il 15% delle condotte d'acqua era in C-A. (1)

Alla fine degli anni settanta, del secolo scorso, queste tecnica fu abbandonata.

Le tubazioni in C-A, attualmente in esercizio, hanno quindi una età compresa tra i 35 e i 65 anni. Almeno in Italia. E al pari di tutti gli altri materiali si corrodono. Come risultato di reazioni chimiche che avvengono tra i costituenti delle tubazioni, in C-A e le sostanze contenute nell'acqua.

La composizione delle tubazioni in C-A

La matrice delle tubazioni in C-A è una complicata combinazione di composti e fasi. In totale oltre 100.

I principali componenti sono: *il silicato tricalcico, il silicato bicalcico e l'alluminato tricalcico*. Insieme a piccole quantità di composti di Ferro e Magnesio.

Oltre a "calce libera" Ca(OH)_2 in quantità inferiore all'1% in peso e, naturalmente, fibre di amianto.

Cause del deterioramento delle tubazioni in C-A

I processi di ammaloramento delle tubazioni in C-A sono, sostanzialmente, due: lisciviazione e attacco da parte dei solfati.

La lisciviazione

La calce libera, che si forma nel corso del processo di idratazione mantiene la forza della matrice del cemento, ma la calce libera può essere disciolta, ovvero separata per lisciviazione, quando la superficie delle condotte in C-A è in contatto con acqua avente un basso contenuto in carbonati e bicarbonati. In una parola con acque aggressive.

E questo è in accordo con quanto venne formulato dall'AWWA (American Water Works Association) e dall'EPA (Environmental Protection Agency) per determinare la qualità dell'acqua che può essere trasportata in condotte in cemento-amianto senza danneggiarne la struttura.

L'indicazione fu quella di determinare l'indice di Aggressività come segue:

Indice di Aggressività = $\text{pH} + \log (\text{Alcalinità} \times \text{Calcio})$
 in cui pH = valore pH dell'acqua considerata
 Alcalinità = alcalinità dell'acqua considerata in mg/l CaCO_3
 Calcio = calcio dell'acqua considerata in mg/l CaCO_3

E di interpretarne i risultati con la seguente modalità:

I.A. < 10	Acqua molto aggressiva
I.A. da 10 a 12	Acqua moderatamente aggressiva
I.A. > 12	Acqua non aggressiva

L'indice di Aggressività è poi stato adottato nella normativa italiana, per la valutazione dell'aggressività delle acque sulle tubazioni di cemento amianto, con Circolare Ministeriale 1 Luglio 1986, nr.42.

Detta circolare, nel caso di utilizzo di tubazioni in cemento amianto, stabilisce che l'indice di Aggressività dell'acqua condottata debba essere > 12 .

Tuttavia ci sono casi, riportati in letteratura (2), nei quali si verifica che anche acque che presentano un valore dell'indice di aggressività (I.A.) maggiore di 12 risultano aggressive nei confronti delle tubazioni in C-A.

È il caso di acque con alto contenuto minerale e con valori pH compresi tra 7,5 – 8,0.

Acque con queste caratteristiche possono indurre una accelerazione del processo di lisciviazione.

Bisogna ricordare che il valore di questi indici (I.A. – Langelier – ecc) varia al variare della temperatura e, per l'appunto, della forza ionica della soluzione acquosa. Il loro significato è quello di indice "direzionale" al quale non si può quindi attribuire un valore quantitativo. Né, tanto meno, cinetico.

Attacco da parte dei solfati

L'attacco solfatico, noto anche come bacillo del cemento, gioca un ruolo importante nella degradazione delle tubazioni in C-A, attraverso la reazione chimica tra i solfati contenuti nell'acqua e l'alluminato tricalcico contenuto nel cemento. Con formazione di Ettringite (*trisolfoalluminatodicalcio*).



I solfati reagiscono anche con la calce libera formando solfato di calcio idrato (gesso).

Il gesso e la ettringite formati occupano un volume decisamente maggiore (dal 123 al 224%) di quello che era occupato dai solidi preesistenti.

Questo causa, prima un rigonfiamento e poi la distruzione della porzione di tubazione in C-A interessata.

Il feltro di fibre di amianto (feutre de fibres) (fig 1) rimane esposto e quindi vulnerabile all'erosione: inizia così il rilascio di fibre di amianto nell'acqua.

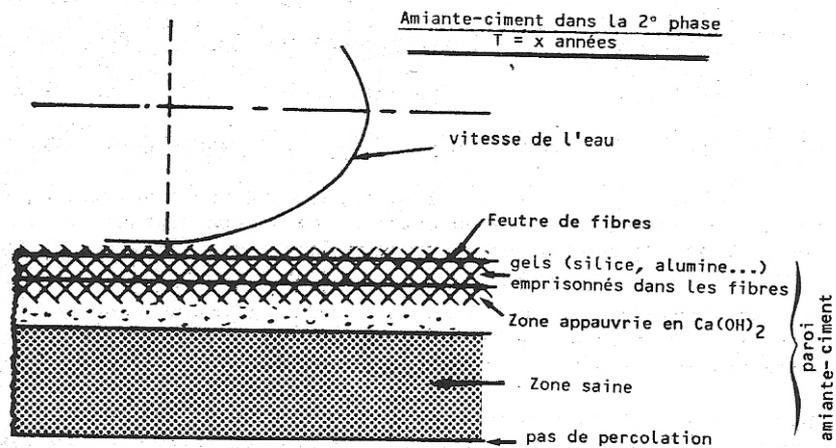


Fig.1

Il caso dell'acquedotto di Carpi

L'acquedotto di Carpi è approvvigionato con acqua di falda profonda proveniente dal campo pozzi di Bosco Fontana.

Per lo studio della composizione e dell'usabilità dell'acqua abbiamo utilizzato i valori medi dei parametri chimici di interesse, fornitici dal laboratorio chimico-microbiologico di AIMAG.

Risultati dello studio della composizione e dell'usabilità delle acque

Il comportamento dell'acqua naturale nei confronti del carbonato di calcio (cioè la sua aggressività o il suo potere incrostante) e nei confronti dei materiali metallici, (cioè il suo potere corrosivo), può essere valutato con l'impiego di numerosi indici e metodi di calcolo. Poiché lo sviluppo di questi metodi richiede l'esecuzione di calcoli complessi e di procedimenti iterativi abbiamo utilizzato un pacchetto software denominato "LISACORR".

I risultati ottenuti dall'utilizzo di questo programma, realizzato con Visual Basic in ambiente Windows, per lo studio dell'acqua di che trattasi, possono essere così riassunti:

- *Il bilancio ionico evidenzia una buona correttezza dell'analisi chimica;*
- *l'acqua non contiene anidride carbonica aggressiva (CO₂ aggressiva);*
- *il valore pH dell'acqua è 7,08, il valore pH all'equilibrio è di 7,06 (solo a questo valore pH l'acqua non sarebbe né aggressiva né incrostante);*
- *il valore del rapporto di saturazione (1,04) ci dice che l'acqua è, sostanzialmente, all'equilibrio;*
- *il valore dell'indice di Langelier, che esprime la tendenza di un'acqua a depositare o a dissolvere il carbonato di calcio, è 0,0188 il che significa che l'acqua è all'equilibrio;*
- *il valore dell'indice di Ryznar (7,04) o indice di stabilità, indica che l'acqua è leggermente aggressiva;*
- *il valore dell'indice di aggressività (12,18) indica la proprietà non aggressiva di quest'acqua;*
- *il valore del potenziale di precipitazione del carbonato di calcio (CCPP = 2,71) svela che l'acqua è leggermente incrostante.*
- *Il valore dell'indice di Larson (0,959) indica che l'acqua possiede nette proprietà corrosive nei confronti dei materiali metallici.*

Diagnosi tecnica

La disamina di questi risultati ci indica che l'acqua in esame non è stata e non è in grado di formare una pellicola protettiva di carbonato di calcio sulla superficie interna delle tubazioni in C-A. Come testimoniano la foto 1 e 2 da noi eseguite su spezzoni di tubazioni in C-A appartenute all'acquedotto di Carpi.

Un'acqua come quella in esame, caratterizzata da bassi valori di pH, ma alto contenuto minerale, in particolare 207 mg/l di Solfati, esplica una accelerazione della lisciviazione delle condotte in C-A. Con conseguente rilascio di fibre di amianto.



Foto 1



Foto 2

Soluzione tecnica

Obiettivo del trattamento da adottare è quello di arrestare, o almeno ridurre il fenomeno in atto. Ossia il rilascio di fibre di amianto dalle tubazioni in C-A all'acqua.

Questo obiettivo ha una precisa connotazione igienica, tecnologica e legislativa che richiede, nei riguardi del trattamento e dell'impianto adottato, soluzioni in grado non solo di assicurare con continuità i rendimenti richiesti, ma anche tali da consentire la massima affidabilità di esercizio. Riducendo al minimo i fattori di rischio.

Sulla base della nostra esperienza e sulla base di quanto riportato nella letteratura internazionale sull'argomento (3 e 5) il dosaggio in continuo, di un formulato a base di fosfato monosodico alimentare e zinco, all'acqua da trattare, produce benefici effetti alle tubazioni in C-A corrose.

Riteniamo che questa soluzione sia particolarmente adatta al caso in esame, nel quale il fenomeno di ammaloramento delle tubazioni è modesto.

Le quantità d'impiego si possono stimare in 0,35 gr Zn/mc e 2 gr PO₄/mc.

Lo zinco esplica un'azione protettiva nei confronti delle tubazioni in C-A; l'ortofosfato ha un'azione protettrice anche nei confronti delle tubazioni metalliche.

Teoricamente l'azione protettrice si concretizza attraverso la precipitazione di un idrossicarbonato di zinco $Zn_5(OH)_6(CO_3)_2$ sulla superficie del cemento.

Successivamente questo composto si trasforma in prodotto meno solubile, più duro e meno permeabile: un silicato di zinco. A fronte di reazioni a bassa cinetica tra lo zinco e le alte concentrazioni di silicati presenti sulla superficie del cemento, a causa della dissoluzione del cemento stesso.

Monitoraggio e controllo

Per il cemento non esiste una definizione standardizzata di corrosione, tuttavia la degradazione delle condotte in C-A, può essere monitorata con una serie di metodi che includono la perdita di peso di test-coupons e la determinazione del valore dei seguenti parametri:

Valore pH; Calcio; Alcalinità totale; Alluminio; Silicati; Zinco; Fosfati; Fibre di amianto

BIBLIOGRAFIA

- 1) Yafei Hu and Al.
“Condition Assessment Methods for AC Pipe and Current Practices”
National Research Council – Canada 2010

- 2) Association Générale des Hygiénistes ed Techniciens Municipaux
“Le canalisations d’eau et de gaz – Corrosion, dégradation et protection”
Ed. Technique ed Documentation – Lavoisier, 1987

- 3) Michael R. Schock and Al.
“The behavior of asbestos-cement pipe under various water quality conditions”
AWWA 1981 – page 636

- 4) AWWA
“Water Quality&Treatment – Chapter seventeen”
Ed. McGraw-Hill, 1999

- 5) Parks et Al.
“Effect of zinc and orthophosphate corrosion inhibitors on cement-based pipes”
AWWA Journal, Vol. 104:1:2012