

## **Sistema di distribuzione e qualità dell'acqua**

**Sergio Papiri**

Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale  
Università degli Studi di Pavia

### **Premessa**

La qualità dell'acqua distribuita da un acquedotto dipende dalle caratteristiche dell'acqua approvvigionata, dai trattamenti di potabilizzazione ai quali è sottoposta, dal sistema di distribuzione e dalla gestione degli impianti di attingimento, di trattamento, di trasporto e di distribuzione.

Emerge chiaramente come l'obiettivo finale di distribuire all'utenza un'acqua salubre e di buone caratteristiche organolettiche non sia facile da raggiungere e richieda che tutta la filiera (progettazione, esecuzione e gestione delle opere) funzioni al meglio. Occorre inoltre, evidentemente, che tutti i materiali con i quali l'acqua viene in contatto siano idonei.

### **1. Qualità delle acque destinate al consumo umano e punti di rispetto della conformità**

La qualità delle acque destinate al consumo umano è disciplinata, in Italia, dal **Decreto Legislativo 2 Febbraio 2001, N. 31 “Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”** (G.U. 03/03/2001, n.52 – suppl.), con le modifiche ed integrazioni del Decreto Legislativo 2 Febbraio 2002, N.27 ( G.U. 09/03/2002, n.58).

Ai sensi dell'art.2 del D. Lgs. N.31, per **acque destinate al consumo umano** si intendono, tra le altre, *le acque trattate e non trattate, destinate ad uso potabile, per la preparazione di cibi e bevande, o per altri usi domestici, a prescindere dalla loro origine, siano esse fornite tramite una rete di distribuzione, mediante cisterne, in bottiglie o in contenitori.*

L'art.4 “Obblighi generali”, recita:

[1] *Le acque destinate al consumo umano devono essere salubri e pulite.*

[2] *Al fine di cui al primo comma, le acque destinate al consumo umano:*

*a) non devono contenere microrganismi e parassiti, né altre sostanze, in quantità ovvero concentrazioni tali da rappresentare un potenziale pericolo per la salute umana.*

L'art.5 “Punti di rispetto della conformità”, recita:

[1] *I valori di parametro fissati nell'allegato I devono essere rispettati nei seguenti punti:*

*a) per le acque fornite attraverso una rete di distribuzione, “nel punto di consegna..... e nel punto in cui queste fuoriescono dai rubinetti utilizzati per il consumo umano.*

[2] *Nell'ipotesi di cui al primo comma lettera a), si considera che il gestore abbia adempiuto agli obblighi di cui al presente decreto quando i valori di parametro fissati nell'allegato I sono rispettati nel punto di consegna.*

Le condutture, i raccordi e le apparecchiature installati tra i rubinetti utilizzati per l'erogazione dell'acqua destinata al consumo umano e la rete di distribuzione esterna costituiscono **l'impianto di distribuzione domestico.**

La delimitazione tra impianto di distribuzione domestico e rete di distribuzione esterna è costituita dal contatore, salva diversa indicazione del contratto di somministrazione.

## **2. Qualità del trattamento, delle attrezzature e dei materiali**

L'art.9 "Assicurazione di qualità del trattamento, delle attrezzature e dei materiali" del D. Lgs., N. 31, recita:

[1] *Nessuna sostanza o materiale utilizzati per i nuovi impianti o per l'adeguamento di quelli esistenti....., o impurezze associate a tali sostanze o materiali, deve essere presente in acque destinate al consumo umano in concentrazioni superiori a quelle consentite per il fine cui sono impiegati e non debbono ridurre, direttamente o indirettamente, la tutela della salute umana prevista dal presente decreto.*

Il comma 2 dell'art.9 prevede che con decreto del Ministero della Sanità saranno adottate le prescrizioni tecniche necessarie ai fini dell'osservanza di quanto disposto dal comma precedente. Tali prescrizioni tecniche sono state adottate con il **Decreto Ministero della Salute 6 Aprile 2004, N.174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano"** (G.U. 17/07/2004, n.166).

Tale regolamento sostituisce la Circolare del Ministero della Sanità n. 102 del 02/12/78

L'art.1 del decreto, recita:

[1] *Le disposizioni del presente regolamento definiscono le condizioni alle quali devono rispondere i materiali e gli oggetti utilizzati negli impianti fissi di captazione, di trattamento, di adduzione e di distribuzione delle acque destinate al consumo umano, di cui al decreto legislativo 2-2-2001, n.31. Le presenti disposizioni si applicano ai materiali degli impianti nuovi e a quelli utilizzati per le sostituzioni nelle riparazioni, a partire dal 18 luglio 2005...*

L'art.2, recita:

[1] *I materiali e gli oggetti considerati nell'art.1 del presente regolamento, così come i loro prodotti di assemblaggio (gomiti, valvole di intercettazione, guarnizioni ecc.), devono essere compatibili con le caratteristiche delle acque destinate al consumo umano, quali definite nell'allegato I del decreto legislativo 2-2-2001, n.31. Inoltre essi non devono, nel tempo, in condizioni normali o prevedibili di impiego e di messa in opera, alterare l'acqua con essi posta a contatto:*

- a) sia conferendole un carattere nocivo per la salute;*
- b) sia modificandone sfavorevolmente le caratteristiche organolettiche, fisiche, chimiche e microbiologiche.*

Il Capo 2 "Disposizioni applicabili ai materiali costituenti le tubazioni, i raccordi, le guarnizioni e gli accessori" stabilisce i materiali utilizzabili a contatto con le acque destinate al consumo umano e i requisiti che questi devono avere.

L'allegato I definisce i metalli e le loro leghe utilizzabili e fissa il tenore massimo di altri costituenti e il contenuto massimo di impurezze. Sono previsti i seguenti materiali: - acciaio al carbonio - ghisa - acciaio al carbonio zincato - acciaio inossidabile - rame e leghe - titanio e sue leghe.

L'allegato 2 definisce i requisiti che devono avere i materiali a base di leganti idraulici, smalti porcellanati, ceramiche e vetri. Le malte e i calcestruzzi usati per la fabbricazione dei materiali a base di leganti idraulici possono contenere fibre metalliche, fibre di vetro, fibre organiche (che devono rispondere tutte a requisiti fissati), ma non fibre di amianto.

E' consentito l'impiego di materiali e prodotti cementizi purché l'acqua con cui vengono a contatto non sia aggressiva nei loro confronti.

L'allegato 3 concerne le materie plastiche autorizzate per l'utilizzazione negli impianti e le gomme naturali e sintetiche utilizzabili per la fabbricazione dei giunti e degli elementi di tenuta.

Possono essere utilizzati tutti i monomeri, le sostanze di partenza, gli additivi e i coloranti previsti dalla legislazione sui materiali ed oggetti in materia plastica destinati ad entrare in contatto con alimenti, di cui al decreto ministeriale 21-3-1973.

L'idoneità degli oggetti destinati a venire a contatto con l'acqua, fabbricati con i materiali sopra detti, è subordinata all'effettuazione del controllo della migrazione globale, della migrazione specifica, della migrazione di coadiuvanti e della migrazione di coloranti.

### **3. Impianto di distribuzione**

L'installazione e l'esercizio degli impianti di acquedotto sono regolamentati dall'**allegato 3 della "Delibera 4 febbraio 1977. Criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all'art.2, lettere b), d) ed e), della legge 10 maggio 1976, n° 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento"** (G.U. 21/2/1977, n. 48 - suppl.).

Le norme tecniche generali dell'allegato 3 definiscono i requisiti tecnici cui debbono corrispondere gli impianti nella loro installazione e le modalità per il relativo esercizio.

Per **acquedotto** si intende il complesso degli impianti di attingimento, di trattamento, di trasporto e di distribuzione.

Per **impianto di distribuzione** si intende il complesso dei serbatoi, della rete di distribuzione e delle relative diramazioni fino al punto di consegna agli utenti.

Per quanto concerne l'installazione e l'esercizio dell'impianto di distribuzione, si riportano nel seguito le principali prescrizioni che hanno attinenza diretta con la conservazione della qualità delle acque distribuite destinate al consumo umano.

#### **3.1 Installazione dei serbatoi**

I serbatoi interrati dovranno essere ubicati preferibilmente in zone lontane da insediamenti e da fonti di inquinamento, e che offrano inoltre sufficienti garanzie di stabilità.

All'intorno di essi dovrà essere stabilita un'area di rispetto.

I serbatoi, specie se di grandi dimensioni, dovranno essere frazionati in più unità parallele.

Le pareti dovranno essere protette dall'esterno mediante idonea intercapedine ispezionabile, munita di apposita cunetta di raccolta e di allontanamento delle acque. In mancanza di tale intercapedine le pareti dovranno essere impermeabilizzate verso le venute dall'esterno e fornite di un adeguato sistema verticale di drenaggio, che consenta di rilevare eventuali perdite.

Il fondo della vasca avrà una pendenza verso il punto di scarico per consentire un agevole smaltimento delle acque di lavaggio.

L'accesso alle vasche deve avvenire attraverso la camera di manovra. Le porte di accesso devono essere a tenuta e non aprirsi verso le vasche.

Le vasche non dovranno essere fornite di luci aperte direttamente all'esterno e, al di sopra di esse, non dovranno essere praticate aperture di accesso.

I dispositivi di aerazione dovranno preferibilmente aprirsi verso le camere di manovra ed essere idonei ad impedire il passaggio di organismi viventi o polveri.

Le acque di sfioro e di scarico dovranno confluire in appositi pozzetti, i cui scarichi siano muniti di chiusura idraulica.

La presa sarà situata ad una conveniente altezza sul fondo della vasca o dell'eventuale zona ribassata predisposta per l'alloggiamento della presa stessa e sarà munita di apposita succhieruola, ciò al fine di evitare di smuovere il limo che può essersi depositato sul fondo.

### **3.2 Installazione delle reti di distribuzione**

*“Sotto l’aspetto igienico le reti di distribuzione costituiscono la parte più vulnerabile dell’acquedotto, sia per la presenza di numerose apparecchiature (di sezionamento, derivazione, sfiato, scarico, misura) che costituiscono punti di possibile inquinamento, sia per le caratteristiche dell’ambiente nel quale di norma si ha coesistenza fra le reti medesime e quelle fognanti. La situazione è aggravata dalle sollecitazioni dovute al traffico e dalla presenza di correnti vaganti, che possono essere causa di rottura delle tubazioni.”*

*“ .... Quando non sia possibile mantenere le distanze desiderate da fognature urbane e industriali, è necessario che la generatrice inferiore della condotta di acqua potabile sia sufficientemente al di sopra di quella superiore della condotta di acque reflue”.*

Le reti di distribuzione *“...sono costituite sempre da tubazioni in pressione. In ciascun punto della rete la quota piezometrica dovrà essere adeguatamente superiore alla quota del terreno, anche nelle situazioni di esercizio più gravose.”*

*“Dovranno essere predisposte apposite apparecchiature di scarico e di sezionamento, che consentano il completo svuotamento per tronchi della rete. Gli scarichi delle condotte non devono essere messi in comunicazione diretta con la fognatura; essi devono avvenire attraverso apposito pozzetto provvisto di intercettatore idraulico. Lo sbocco della condotta di scarico dall’acquedotto nel pozzetto dovrà essere convenientemente al di sopra del livello massimo nel pozzetto medesimo.*

*E’ opportuno che le diramazioni agli utenti siano munite di apparecchiatura automatica atta ad impedire il ritorno dell’acqua già consegnata agli utenti stessi, dovuto ad eventuale abbassamento della pressione in rete.”*

### **3.3 Esercizio dell’impianto di distribuzione**

*“ Prima che venga posto in esercizio un impianto di acquedotto, dovrà procedersi alla sua disinfezione. Altrettanto dovrà farsi per quelle parti in cui siano stati effettuati interventi di manutenzione. E’ indispensabile che venga esercitato un attento e continuo controllo della qualità delle acque.....e del buon funzionamento di tutti gli impianti che compongono l’acquedotto, tenendo presente che- qualunque siano le precauzioni adottate nella loro realizzazione- possono insorgere cause di contaminazione non previste o non prevedibili”.*

*“ Le strutture murarie dei serbatoi (specie delle pareti perimetrali e della platea ) dovranno essere periodicamente controllate, per accertare la presenza di eventuali fessurazioni, attraverso le quali potrebbe inquinarsi l’acqua immagazzinata. Si dovrà procedere periodicamente alla pulizia delle vasche, per rimuovere i depositi e la vegetazione che potrebbero formarsi.”*

**Il Decreto Ministero della Sanità 26 marzo 1991 “Norme tecniche di prima attuazione del decreto del Presidente della Repubblica 24 Maggio 1988, n. 236..... (G.U. 10-4-1991, n.84) , all’art. 2 “Mappatura degli impianti di acquedotto” recita:**

**[1] Per i fini di cui all’art.1 (“Attività di controllo”), i soggetti gestori di impianti di acquedotto.....redigono e trasmettono alle unità sanitarie locali.....la mappatura delle opere di attingimento, di trasporto, di raccolta, di trattamento e di distribuzione, fino ai rami terminali della rete, dell’acqua fornita all’utenza”.**

Tale operazione doveva essere completata entro tre anni dall’entrata in vigore del decreto.

L’allegato 2 ( “Esame ispettivo”) del decreto, al comma 3 (“controllo degli impianti di trasporto, raccolta e distribuzione”) prescrive che le unità sanitarie locali effettuino tutta una serie di controlli periodici di congruità. Per ben 23 volte ( sei per le opere di trasporto, 13 per i serbatoi e 4 per le reti di distribuzione) è detto: *occorre verificare.....Le verifiche da effettuare concernono essenzialmente il rispetto di quanto prescritto dall’allegato 3 della "Delibera 4 febbraio 1977”, riportato sopra.*

#### **4. La scelta dei materiali da impiegare per la realizzazione di un'opera acquedottistica**

La scelta del materiale da impiegare per la realizzazione di un'opera acquedottistica è una fase importante e delicata del progetto; di volta in volta l'ingegnere sceglierà quel tipo di tubazione che, dal punto di vista tecnico-economico, meglio si adatta alle particolari condizioni di esercizio (portata, pressione di esercizio, condizioni geologiche e geotecniche dei terreni interessati dal tracciato, caratteristiche fisiche e chimiche dell'acqua da trasportare, condizioni di impiego: altezza dei rinterri, sovraccarichi esterni statici e dinamici, eventuali azioni sismiche).

I criteri da osservare nel progetto, nella costruzione e nel collaudo delle «tubazioni» sono stabiliti dal **Decreto Ministeriale 12 Dicembre 1985 «Norme tecniche relative alle tubazioni»** (G.U. n. 61 del 14 Marzo 1986).

Con il termine «tubazioni» il decreto definisce *«il complesso dei tubi, dei giunti e dei pezzi speciali costituenti l'opera di adduzione e/o di distribuzione di acqua ad uso potabile, agricolo, industriale e ad usi multipli, ovvero l'opera di fognatura per la raccolta delle acque reflue e il convogliamento all'impianto di trattamento e al recapito finale»*.

Il decreto prevede che *«la scelta dei tipi di tubazioni e delle corrispondenti caratteristiche concernenti diametri interni, spessori, classi di impiego, giunti, pezzi speciali ed appoggi»* debba essere espressa in forma circostanziata sulla base dei seguenti elementi:

- caratterizzazione fisica, chimica, sanitaria dei fluidi da trasportare;
- caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni interessati dal tracciato delle tubazioni;
- esame dei diversi possibili schemi idraulici di funzionamento delle opere;
- analisi delle situazioni ambientali, in quanto elementi vincolanti nello studio del tracciato e del profilo delle tubazioni.

Il progetto deve dimostrare l'affidabilità dell'opera progettata, che riguarda il grado di sicurezza statica, di resistenza alla corrosione, di conservazione delle caratteristiche idrauliche, di integrità della tenuta e di continuità nel servizio.

**La caratterizzazione fisica e chimica del fluido da trasportare** serve per la valutazione delle interazioni tra il fluido medesimo e la tubazione e, di conseguenza, per tenere in debita considerazione le seguenti fenomenologie:

- conservazione o modifica delle caratteristiche del fluido lungo le opere di trasporto in dipendenza di fattori intrinseci alle tubazioni;
- conservazione o modifica delle pareti e/o delle strutture dei tubi, dei giunti e dei pezzi speciali, a causa delle azioni aggressive di natura chimica e/o fisica esercitate dalle acque.

Le interazioni tubi-fluido trasportato condizioneranno la scelta della tipologia della tubazione.

**La caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni** interessati dal tracciato serve per la valutazione delle interazioni tubazione-terreni di posa sia per quanto concerne problemi di stabilità che problemi di aggressività dei terreni o di presenza di correnti vaganti.

La scelta dei tipi di tubazioni è dettata poi anche da criteri di funzionalità idraulica.

**Lo studio idraulico** dovrà riguardare tutti i possibili funzionamenti idraulici ai quali le tubazioni potranno essere assoggettate in fase di esercizio, di avviamento, di collaudo, sia come situazioni permanenti che transitorie.

#### **5. Problemi che si riscontrano negli impianti di distribuzione esistenti**

Dall'esame delle leggi e delle norme tecniche citate emerge chiaramente che se esistono problemi di affidabilità degli impianti di distribuzione, questi non sono imputabili a mancanza di norme adeguate, ma a scarsa competenza tecnica di alcuni progettisti, molti dei quali hanno operato e continuano ad operare pur non essendo abilitati alla progettazione di opere igienico sanitarie, e a

inadeguatezza e/o “banditismo” di alcuni gestori.

Come ho potuto personalmente rilevare, molti serbatoi esistenti, specialmente quelli a servizio di piccoli impianti di distribuzione, non sono conformi alle prescrizioni tecniche dell'allegato 3 della Delibera 4 febbraio 1977 citata e non rispettano le più elementari norme di igiene. Alcune situazioni riscontrate: non esiste area di rispetto recintata; lo scarico di troppo pieno comunica direttamente con l'esterno e sono assenti sia dispositivi di intercettazione idraulica, sia griglie; le botole di accesso sono situate sulla soletta di copertura, posta a livello del piano campagna; la camera di manovra attigua al serbatoio comunica con le vasche tramite aperture prive di porte ed è utilizzata come magazzino di materiali vari; la camera di manovra è situata sopra la vasca e comunica con essa tramite aperture praticate a pavimento; la vasca è unica, impedendo di fatto qualsiasi possibilità di intervento di manutenzione e di lavaggio periodico del serbatoio; le pompe di rilancio sono installate sommerse dentro la vasca o nella camera di manovra situata sopra la vasca e le perdite di olio dei motori possono entrare nella vasca attraverso i fori, non sigillati, effettuati nella soletta per il passaggio delle tubazioni di aspirazione delle pompe; i vetri delle finestre della camera di manovra sono rotti e, mancando zanzariere, la camera di manovra è un ricettacolo di mosche, ragni, ecc.

Molte reti di distribuzione esistenti non rispettano le prescrizioni tecniche dell'allegato 3 della Delibera 4 febbraio 1977. La situazione più frequente di difformità è rappresentata dal fatto che non solo la generatrice inferiore della condotta di acqua potabile non è sufficientemente al di sopra di quella superiore della condotta di acque reflue (almeno trenta centimetri), ma in alcuni casi la condotta di acqua potabile è situata al di sotto di quella delle acque reflue, o attraversa, senza alcuna protezione, collettori misti o addirittura viaggia all'interno di essi.

Le apparecchiature di scarico sono praticamente inesistenti, come pure inesistenti sono le apparecchiature atte ad impedire il ritorno in rete dell'acqua già consegnata agli utenti.

Le tubazioni in essere non sono state scelte tenendo conto delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque convogliate e delle caratteristiche geotecniche dei terreni attraversati, con la conseguenza che intere reti di distribuzione realizzate in acciaio sono ridotte a “colabrodi” per corrosione dall'interno dovuta ad aggressività delle acque convogliate o per corrosione dall'esterno dovuta a elevata corrosività specifica dei terreni di posa e/o a corrosione da correnti vaganti, con assenza di adeguata protezione passiva e attiva delle condotte.

Un altro problema delle reti di distribuzione esistenti è rappresentato dalla presenza, in alcune situazioni ancora rilevante, di tubazioni in cemento amianto con la concomitanza di acque convogliate aggressive.

Il problema, a mio avviso, più critico per la garanzia della potabilità dell'acqua distribuita è comunque rappresentato dall'erogazione turnata. Tale pratica, molto frequente in zone caratterizzate da problemi di carenza idrica in alcuni periodi dell'anno, comporta che non sia più garantito il requisito essenziale delle reti di distribuzione idrica, cioè che le tubazioni siano sempre in pressione, anche nelle situazioni di esercizio più gravose, e che, in ciascun punto della rete la quota piezometrica sia adeguatamente superiore alla quota del terreno in modo da escludere la possibilità di infiltrazioni di acqua dall'esterno all'interno delle condotte. Nelle città in cui l'erogazione turnata è frequente, spesso si osserva anche la presenza di impianti di rilancio privati con aspirazione direttamente collegata alla condotta di allacciamento; ciò può condurre facilmente a situazioni in cui nella condotta pubblica di distribuzione si hanno pressioni relative negative. In tali situazioni, inoltre, sono spesso presenti serbatoi privati di accumulo dell'acqua che, in genere, non garantiscono condizioni igieniche accettabili.

Molto carente è stata poi in passato, ma in vari casi lo è ancora, la gestione degli impianti di distribuzione idrica a servizio di piccoli centri abitati, fatta in economia dai Comuni e affidata a personale totalmente impreparato dal punto di vista tecnico e non consapevole del rischio igienico-sanitario.

Riporto un caso, forse estremo, di gestione in economia poco consapevole del rischio igienico sanitario. Un giorno di non molti anni fa ho effettuato un sopralluogo in un serbatoio nuovo da poco realizzato e ho visto, con un po' di sorpresa, che l'addetto comunale all'acquedotto aveva messo, all'interno dell'area di rispetto recintata e in adiacenza al serbatoio, due cuccie con relativi cani da caccia; nella camera di manovra, ancora sottoutilizzata in attesa di fondi per l'installazione di un impianto di trattamento di deferrizzazione e demanganizzazione, aveva "installato" varie gabbie di conigli; evito di descrivere le condizioni igieniche all'interno della camera di manovra.

Occorre anche dire che alcuni gestori privati, ai quali è stato affidato il servizio con la speranza di una gestione tecnica più adeguata, non si sono comportati meglio di quanto avrebbe potuto fare lo stradino comunale che prima gestiva il servizio. A mero titolo di esempio si riportano due casi.

Nel Verbale dell'A.S.L. Pavia del .....2002, relativo al "rilievo ispettivo n....ore 12:30, si legge: *"si verificava n.1 campione di acqua eseguito da un dipendente comunale presso il rubinetto dei servizi igienici del Municipio. Questo si presentava di un colore rosa...e dal forte odore di cloro. Si precisa che l'acqua della rete non potrà essere usata a scopo potabile ma ai soli fini igienico sanitari- in attesa delle opportune analisi"*.

Il Dirigente A.S.L. ha successivamente confermato che l'emergenza idrica verificatasi era causata da eccesso di permanganato di potassio. Dalla perizia tecnica richiesta dal Sindaco è emerso che *"La colorazione in rosa dell'acqua potabile, riscontrata in data...., è sicuramente connessa con un progressivo incremento di concentrazione di permanganato di potassio connesso con un sovradosaggio del medesimo. Dai risultati dell'analisi effettuata a cura dell'ASL...., tenuto conto del fattore di conversione manganese- permanganato di potassio, emerge una **concentrazione di permanganato di potassio dell'ordine di 400 µg/l**. Dal momento, infatti, che l'acqua ha colorazione rosa e quindi contiene permanganato di potassio, è ragionevole ritenere che tutto il manganese presente sia associato al permanganato"*.

In data 15 Settembre 2000, con lettera prot.n....., il Responsabile U.O. Territorio di Voghera dell'A.S.L. Pavia comunica al Sindaco del Comune di ...che il giudizio sul prelievo acqua campione n. ..effettuato presso il Municipio ...è "non rispondente" per:

- carica batterica su agar a 37°C : 14 colonie per cubico;
- carica batterica su agar a 22°C : 30 colonie per cubico;
- coliformi totali : 50/100 ml;
- coliformi fecali : 18/100 ml;
- streptococchi fecali : 13/100 ml

In data 18/09/2000, il Comune, che da tempo ha affidato il servizio ad un gestore privato che tuttora opera nel mercato, comunica all'ASL la presenza di un alveare all'interno della torre piezometrica e richiede tempestivo sopralluogo.

Con lettera in data 20/9/2000, l'ASL , facendo riferimento al sopralluogo del 19/9/2000, *"prescrive radicale intervento di disinfezione della torre piezometrica.....L'intervento di rimozione del favo dovrà essere effettuato da ditta specializzata e dovranno essere concordati preventivamente.....i tempi, i modi ed eventuali prodotti utilizzati"*.

Con lettera in data 23/09/2000, il Comune comunica all'ASL che è pervenuta notizia ufficiosa di effettuazione della rimozione del favo di calabroni con modalità in contrasto con le prescrizioni ASL e chiede ulteriore sopralluogo.

In data 23/9/00, alle ore 14:45 (come risulta dal verbale dell'Istruttore di Polizia Municipale.....), arrivano presso il Comune quattro tecnici dell'ASL di Voghera che chiedevano di incontrare con la massima urgenza il Sig.....per avere una relazione tecnica dettagliata dell'intervento di rimozione del favo di calabroni dalla torre piezometrica da lui eseguito. L'interessato, prontamente rintracciato ha riferito che è stato contattato dalla Ditta .... (Gestore del servizio idrico) nella serata di lunedì 18/09/2000 per chiedergli l'intervento di rimozione del favo di calabroni. Effettuato un sopralluogo

nella mattinata di martedì 19/09 per studiare le modalità d'intervento, mercoledì 20/09/00, accompagnato da un operaio del Gestore, procedeva all'operazione:..." *con una mano teneva un sacco in juta e con l'altra una bomboletta di gas, che ha spruzzato all'interno del favo... Il gas utilizzato è stato fornito in prestito da un amico titolare di ditta vinicola...I calabroni storditi o morti cadevano nel sacco...Con un coltello si è provveduto a rimuovere il favo.... Dal favo usciva una sostanza gialla...che poteva confluire nella vasca...*"

Secondo l'esecutore dell'intervento, "il favo di forma ovale molto grande circa cm 40 di larghezza e cm. 50 circa di altezza poteva essere presente dalla primavera del 1999. ... I calabroni avevano accesso all'interno della struttura attraverso una fessura nella botola o lucernaio rotto...dopo l'intervento si è provveduto a chiudere provvisoriamente tale fessura con un pezzo di cartone". Alla richiesta del Sindaco all'operaio del Gestore, che aveva partecipato all'operazione di rimozione del favo, se aveva provveduto ad eseguire le operazioni di pulizia della vasca, lo stesso rispondeva "che aveva provveduto con un retino di acciaio alla rimozione dei calabroni morti caduti nell'acqua".

Il decreto Ministero della Sanità 26 marzo 1991 obbligava i soggetti gestori di impianti di acquedotto a redigere e trasmettere alle unità sanitarie locali..... ,entro tre anni dall'entrata in vigore del decreto, la mappatura delle opere di attingimento, di trasporto, di raccolta, di trattamento e di distribuzione, fino ai rami terminali della rete, dell'acqua fornita all'utenza. Per quanto mi consta, non si è ancora ottemperato in maniera seria a tale obbligo e la conoscenza dei sistemi idrici che si gestiscono è ancora, in molti casi, fortemente inadeguata.

In un caso, forse limite, che mi è capitato circa 10 anni fa, un Comune collinare, con forte vocazione turistica, mi ha chiesto di studiare i problemi del suo sistema acquedottistico. Il sistema era costituito da vari pozzi di approvvigionamento, vari serbatoi e centrali di pompaggio e dalla rete di distribuzione. Non è stato possibile reperire nessuna planimetria con la localizzazione dei pozzi, dei serbatoi, della rete di distribuzione e nessun disegno delle opere. Per quanto concerne struttura planimetrica della rete, sue caratteristiche dimensionali e materiali impiegati, ci si è dovuti basare sulla memoria, speriamo buona, dell'idraulico del paese e del vecchio tecnico comunale. Per quanto concerne serbatoi ed impianti è stato necessario procedere ad un rilievo generalizzato.

Tutti si auspicano che il livello gestionale migliori decisamente con la piena attuazione della **legge 5 gennaio 1994, n.36 "Disposizioni in materia di risorse idriche"** (G.U. 19/01/1994, n.14 – suppl.). Tale legge ha previsto il superamento della frammentazione esasperata esistente delle gestioni; ha previsto che la gestione debba essere del "servizio idrico integrato", costituito dall'insieme dei servizi pubblici di captazione, adduzione e distribuzione di acqua ad usi civili, di fognatura e di depurazione delle acque reflue , e che i servizi idrici devono essere riorganizzati sulla base di ambiti territoriali ottimali. Ha stabilito inoltre che "la tariffa costituisce il corrispettivo del servizio idrico" e che "La tariffa è determinata tenendo conto della qualità della risorsa idrica e del servizio fornito, delle opere e degli adeguamenti necessari, dell'entità dei costi di gestione delle opere ecc".

## **6. Alcune considerazioni tecniche**

La rete di distribuzione dovrebbe essere, per quanto possibile, a maglie chiuse e ciò non solo per maggiore affidabilità tecnica del sistema, ma anche per problemi legati alla qualità dell'acqua distribuita. Nella rete a ramificazioni infatti, dal momento che il percorso possibile fra un nodo ed un altro qualsiasi nodo è unico, si ha una maggior frequenza di tratti in cui l'acqua ha velocità nulla per lunghi periodi di tempo con conseguente peggioramento delle sue caratteristiche di freschezza. Nei tratti di estremità tendono a concentrarsi i fenomeni corrosivi per scarsa aerazione e tendenza ad accumularsi di depositi, soprattutto di idrossido ferrico, in maniera discontinua generando aerazione differenziale con formazione di micropile.



Un aumento del tempo di permanenza dell'acqua in rete ne peggiora le caratteristiche qualitative, anche per l'aumentato tempo di contatto con i materiali costituenti le condotte. Velocità di flusso abbastanza elevate sono quindi preferibili a velocità basse, ma in genere riducono l'affidabilità della rete che richiede, per contro, ridondanza dimensionale o strutturale.

E' molto opportuno limitare le escursioni diurne del carico piezometrico, poiché esse sollecitano i giunti e quindi favoriscono l'insorgere di punti di perdita.

L'aumento della scabrezza delle condotte in esercizio da molti anni è in larga misura riconducibile a fenomeni di corrosione, sia di tipo diffuso, sia di tipo concentrato con formazione di tubercoli.

Tali fenomeni creano siti ideali per lo sviluppo di microrganismi.

**Le tubazioni metalliche sono soggette a corrosione spontanea.**

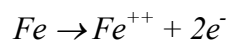
La corrosione è quel complesso di fenomeni chimici che causa l'alterazione dei materiali metallici degradandone le proprietà fisiche, chimiche e le caratteristiche meccaniche.

La possibilità di impiego delle tubazioni metalliche deriva dal fatto che, in molte condizioni pratiche di impiego, sulla superficie del metallo si ha la formazione di un film superficiale o di spessore molecolare (passività di assorbimento) o di spessore tale da far apparire una fase cristallografica ben definita (passività di ricoprimento) che provoca la passivazione del metallo.

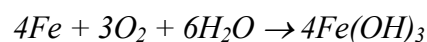
Data l'estrema importanza del film protettivo nel determinare le caratteristiche di resistenza alla corrosione interna del materiale, ogni condizione tendente a impedire la formazione del film o a rimuoverlo si traduce in un forte incremento della velocità di corrosione.

La corrosione di origine interna può essere dovuta ad aggressività delle acque convogliate, in genere dovuta ad eccesso di CO<sub>2</sub> libera.

Il ferro tende a mettere in soluzione ioni secondo la relazione:



La concentrazione di Fe<sup>3+</sup> che è possibile mantenere in soluzione è estremamente limitata per cui solitamente la precipitazione dell'idrossido è immediata:



Una naturale protezione delle condotte dagli attacchi corrosivi può determinarsi ogni qualvolta alla precipitazione dell'idrossido ferrico si accompagna la precipitazione di carbonato di calcio. In tal caso si ha la formazione di una pellicola calcio-ferrica aderente, compatta e continua, che, evitando il contatto tra l'acqua e il materiale metallico, preserva quest'ultimo da ogni attacco corrosivo.

Tale precipitazione simultanea può avvenire ed essere efficace solo se sono contemporaneamente verificate varie condizioni, fra le quali la più importante è che l'acqua si trovi all'equilibrio calcio carbonico, cioè la CO<sub>2</sub> libera presente sia in quantità strettamente necessaria a tenere in soluzione il carbonato di calcio. In questo caso, infatti, gli ioni idrossile reagiscono con l'anidride carbonica libera dando luogo alla formazione di bicarbonati secondo la reazione:



La diminuzione del contenuto in CO<sub>2</sub> libera determina lo spostamento verso destra dell'equilibrio:



nel senso, cioè, della precipitazione del carbonato.

Altre cause di corrosione dall'interno sono connesse con la corrosione elettrochimica generata da condizioni eterogenee locali (incrostazioni, depositi, bolle d'aria, ecc). Una buona velocità in tubazione è in grado di impedire l'instaurarsi di tali eterogeneità e ciò spiega come, sempreché si sia in presenza di un'acqua sufficientemente aerata, la corrosione elettrochimica non si verifichi che raramente nei tratti di tubazione ad elevato scorrimento.

La presenza di microrganismi, infine, può intervenire a causare la cosiddetta corrosione biologica. I ferrobatteri (e i manganobatteri) sono, in generale, i maggiori responsabili del fenomeno.

Le più frequenti cause di corrosione di origine esterna delle tubazioni metalliche o dotate di armature metalliche sono:

- a) corrosività del mezzo in cui sono immerse;
- b) corrosività da pila geologica;
- c) correnti vaganti.

Le correnti vaganti sono correnti disperse nel terreno da impianti di trazione a corrente continua (ferrovie, tramvie), da impianti industriali che utilizzano le terre come conduttori di ritorno (impianti elettrolitici, di saldatura) e da alimentatori di protezione catodica installati su strutture di terzi.

Per evitare la corrosione di origine esterna occorre che le condotte metalliche siano dotate di adeguata protezione passiva e, qualora l'intensità dei fenomeni lo richieda, anche di adeguata protezione attiva.

La cinetica dei processi di corrosione suggerisce la possibilità di impedirli isolando le superfici del metallo dal mezzo elettrolitico mediante rivestimenti impermeabili e dielettrici.

Occorre osservare che, se in qualche punto della tubazione si verificano discontinuità del rivestimento, ivi insorgono e si concentrano i fenomeni corrosivi con la rapida perforazione della tubazione.

La protezione attiva (catodica) consiste nel far sì che la condotta si comporti tutta da catodo. Si ha infatti corrosione su un metallo quando questo cede corrente all'ambiente esterno. Se noi inviamo in senso contrario una corrente di protezione di intensità uguale o maggiore di quella corrosiva, la corrente risultante è nulla o diretta verso il metallo. Se questa condizione è verificata in tutti i punti in cui il metallo è a contatto con l'ambiente esterno, il fenomeno di corrosione si arresta.

## **7. Considerazioni conclusive**

Molti impianti di distribuzione esistenti non sono conformi alle disposizioni di legge vigenti, sia per concezione, sia per materiali impiegati.

Molte reti di distribuzione sono fatiscenti e disperdono una percentuale molto rilevante di acqua approvvigionata.

Con la piena attuazione della legge 5 gennaio 1994, n.36, la qualità del servizio idrico dovrebbe migliorare decisamente. Occorre tuttavia tenere presente che in molti casi il Gestore si troverà a gestire reti ed impianti obsoleti e poco noti.

La prima cosa che il Gestore dovrebbe fare è procedere alla mappatura delle opere di attingimento, di trasporto, di raccolta, di trattamento e di distribuzione, fino ai rami terminali della rete. Non è infatti possibile gestire correttamente ciò che non si conosce.

Dopo aver eseguito la mappatura, è necessario verificare l'adeguatezza delle varie componenti del sistema a fornire un servizio in grado di soddisfare le esigenze attuali e le prevedibili esigenze future. Senza tale studio, che deve essere fatto da personale altamente qualificato, non è possibile fare nessuna programmazione seria degli interventi di adeguamento da eseguire.

La tariffa costituisce il corrispettivo del servizio idrico. Occorre che la tariffa sia adeguata, altrimenti la mancanza di risorse economiche non consentirà di rinnovare e adeguare gli impianti e di avere un servizio buono. In molti casi, attualmente, la tariffa copre solo i costi operativi.

Le leggi ci sono e sono buone e sul mercato sono disponibili prodotti di altissima qualità che rispondono perfettamente alle prescrizioni legislative. Occorre che i Progettisti delle opere non vengano scelti "a caso", ma fra i molti competenti presenti nel mercato del lavoro. Occorre che i Gestori qualificano sempre più il loro personale ed agiscano eticamente.

Occorre che il sistema di controllo pubblico funzioni per togliere dal mercato gli incompetenti e reprimere i furbi.