

# **L'ACQUA È UNA RISORSA PREZIOSA: BREVE PANORAMICA DALLE VALVOLE DI BRONZO AL TELECONTROLLO NELLE RETI DI DISTRIBUZIONE IDRICA**

**Gianluca EUGENI**

Da quando venivano realizzate le prime valvole di bronzo utilizzate per gli acquedotti Romani ne è passata di acqua sotto i ponti!

A parte facili battute attualmente nel settore acquedottistico ci si sta rivolgendo verso nuove tecnologie come supporto alla gestione.

Il progresso nel settore delle telecomunicazioni, dell'informatica e della telemetria consente di realizzare impianti di telecontrollo, a costi accettabili, anche per realtà che, come le reti di distribuzione idrica, hanno l'esigenza di coprire grandi distanze di comunicazione.

Inoltre, il recente intervento del legislatore in materia di risorse idriche ha spinto i gestori di impianti idropotabili a rivolgere la loro attenzione verso nuovi sistemi, imperniati su controlli e automazioni a distanza.

L'abitudine di considerare l'acqua un prodotto facilmente reperibile e di basso costo d'acquisto ha portato, in passato, ad una scarsa attenzione nella gestione di questa risorsa, ma in tempi recenti le cose sono cambiate, anche a causa di nuovi fenomeni che si sono presentati. Ad esempio la carenza di acqua nei mesi estivi è sempre più frequente, anche in luoghi che mai avevano sofferto di questo problema; le scarse precipitazioni nevose ed il ritiro dei ghiacciai sono, in questo contesto, un'altra dimostrazione che l'acqua diventa un bene sempre più prezioso a cui rivolgere maggiore attenzione.

C'è una sensibilità diversa, non solo da parte dei tecnici *addetti ai lavori*, che da tempo hanno evidenziato le cause di vari dissesti nel territorio, ma anche dell'opinione pubblica, che ha il suo peso sull'intervento del legislatore. Quest'ultimo, sottoposto a continue sollecitazioni da parte del mondo scientifico e dell'opinione pubblica, si è mosso tentando di dare una risposta concreta per salvaguardare le risorse idriche.

Di normative, in materia di risorse idriche, ne sono state prodotte molte, alcune molto specifiche, altre più generali. Tra le più significative ricordiamo la L. 5 gennaio 1994, n. 36 (Disposizioni in materia di risorse idriche).

Tale normativa cita parole come *economia idrica*, *risparmio idrico*, *tutela e uso delle risorse idriche*, *modalità per il riutilizzo delle acque reflue*, *impianti duali*, *servizio idrico integrato*, dalle quali appare chiaro che l'acqua è considera-

ta una risorsa preziosa e che il legislatore sarà sempre meno disposto a tollerare sprechi o cattive gestioni, imponendo vincoli di legge che saranno sempre più restrittivi.

Per il futuro si prevedono servizi idrici integrati, cioè un unico gestore o supervisore dell'intero ciclo dell'acqua, che va dalla captazione fino al reinserimento nel ciclo naturale dopo l'utilizzo, il riutilizzo ed eventualmente il trattamento. La gestione unica del ciclo dell'acqua porta a dei vantaggi di integrazione tra le varie parti di questi impianti che possono essere gestiti oculatamente, portando sia ad un risparmio economico che ad un'economia della risorsa. Si prevedono inoltre impianti duali con distribuzione di acque sia potabile che non potabile, al fine di poter utilizzare la seconda qualora ciò risulti possibile.

La gestione deve avvenire, come è sottolineato più volte nella normativa, nel rispetto del ciclo naturale dell'acqua e cercando di alterare il meno possibile gli equilibri degli ecosistemi esistenti; con la prospettiva di tutelarne l'integrità e la fruibilità per le generazioni future.

Altro punto chiaro è che la gestione dovrà mirare al raggiungimento dell'equilibrio economico-finanziario. Riguardo a questo risulta inoltre evidente l'intento di tutelare le gestioni esistenti già organizzate secondo criteri di economicità.

La gestione del servizio idrico integrato secondo criteri di efficienza, di imprenditorialità e di competitività aziendale, può efficacemente realizzarsi attraverso un adeguamento tecnico delle realtà acquedottistiche.

Per quanto riguarda l'esercizio delle reti idropotabili, tali risultati possono essere ottenuti in maniera ottimale attraverso l'impiego di opportuni sistemi di monitoraggio e telecontrollo, in grado di offrire vantaggi impensabili con impianti di tipo tradizionale.

Senza entrare nei dettagli cerchiamo di dare una descrizione del tutto generale di quello che può essere un impianto di monitoraggio e telecontrollo di una qualsiasi rete, con particolare riferimento alle reti idriche.

Un impianto di telecontrollo ha in genere due funzioni: una è quella di monitorare il funzionamento sia dell'impianto idrico che dell'impianto di telecontrollo stesso; l'altra è quella di telecomandare tutti i dispositivi di manovra (ad esempio le valvole).

Un impianto di monitoraggio è costituito da una serie di sensori, che possono essere i più svariati, a seconda delle esigenze del caso e delle scelte progettuali. Le grandezze misurate sono inviate, attraverso una linea di comunicazione, ad un pannello di controllo o sinottico, che riassume nella maniera desiderata tutti i dati provenienti dall'impianto. In modo del tutto analogo il controllo dei dispositivi è fatto sempre dal pannello di controllo, che comunica con gli attuatori sempre per mezzo della linea di comunicazione.

## I VANTAGGI DEL TELECONTROLLO

Cercheremo di schematizzare e classificare i vantaggi offerti da un moderno sistema di telecontrollo.

*Gestione centralizzata degli impianti e supervisione della rete.* Le difficoltà attuali nella gestione del sistema idrico derivano dalla molteplicità e dalla dislocazione sul territorio delle diverse parti costituenti l'impianto stesso. Un sistema di telemonitoraggio e telecontrollo permette di superare la difficoltà di coordinazione delle varie parti, con un notevole guadagno sui tempi di azione ed economicità nella gestione.

*Ottimizzazione dell'esercizio della rete* (sfruttamento razionale degli impianti, bilanciamento della rete, razionalizzazione energetica). In un impianto tradizionale non è proponibile un continuo intervento, ad esempio nell'arco delle ventiquattro ore, sugli organi di manovra delle centrali non presidiate. Questo naturalmente porta ad una limitazione sul numero di manovre possibili, in quanto non è pensabile mandare un operatore in luoghi lontani o pressoché inaccessibili per regolazioni frequenti e, di conseguenza, si hanno sprechi maggiori. Con un impianto fornito di telecontrollo non solo si hanno a disposizione i dati provenienti da tutta la rete, sia da centrali presidiate che non presidiate, ma si può anche intervenire su tutti i dispositivi di manovra (pompe, valvole) presenti nella rete, ovunque essi siano dislocati. La tempestiva informazione di cosa succede sull'impianto permette di limitare al minimo i disservizi, di partire per un eventuale intervento sapendo già di cosa si tratta, inoltre, spesso permette di capire l'insorgenza dei problemi prima che questi possano causare danni alle installazioni; il tutto a vantaggio di un miglior servizio. In pratica si limitano i disagi presso gli utenti e ciò in alcuni casi si risolve anche in vantaggi economici (minori contestazioni, reclami e richieste di eventuali danni).

*Pianificazione delle risorse idriche.* Nella centrale di controllo si può prevedere (ed è auspicabile che si faccia) un'archiviazione dei dati provenienti dalla rete (portate, livelli, portate in uscita dai serbatoi, ecc.) direttamente su calcolatore. L'elaborazione di questi dati su qualunque programma window diventa una guida fondamentale per una corretta gestione futura delle risorse idriche e per una progettazione dei lavori di potenziamento e/o modifica della rete idrica (aggiunta di serbatoi, condotte, pompe).

*Monitoraggio della qualità dell'acqua potabile distribuita.* Attualmente il controllo della qualità dell'acqua è fatto dagli Enti Sanitari Locali, con dei prelievi giornalieri da ripetersi nell'eventualità che l'acqua sia riscontrata non idonea all'uso potabile. Questi prelievi sono generalmente fatti in punti dedicati allo scopo, o direttamente dalle utenze pubbliche, disseminate su tutta la rete di distribuzione. E' evidente che operare in questo modo comporta una limitata capacità di azione nell'evitare che acqua non adatta finisca nelle case degli utenti. In questo contesto si capisce come possa essere efficace un telemonitoraggio di un eventuale inquinamento da

parte dell'ente gestore dell'acquedotto che può, in caso di emergenza, evitare la propagazione dell'inquinante ad altre parti dell'acquedotto.

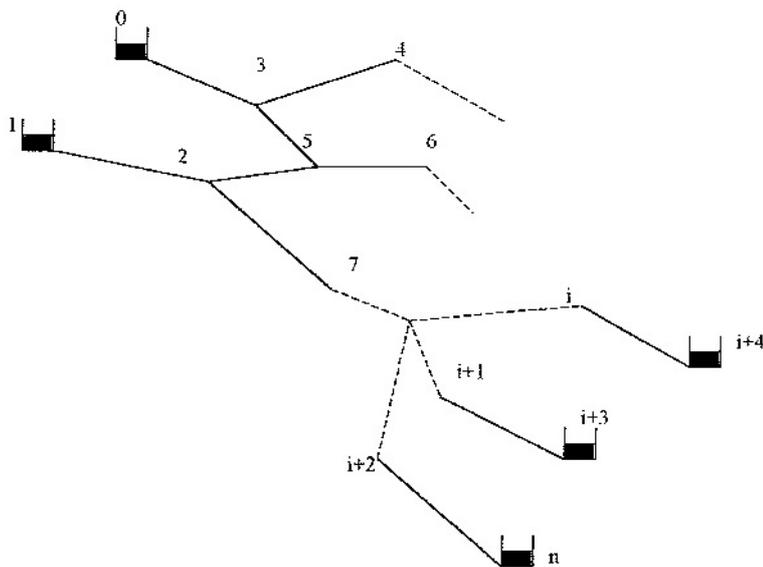
*Minimizzazione dei costi di produzione.* L'economia di manutenzione deriva dal fatto che il sistema rileva da solo le anomalie e quindi può avvertire, se necessario, il personale reperibile che non deve necessariamente presidiare l'installazione o svolgere periodiche e costose ispezioni e verifiche sul campo. Le ispezioni sul campo saranno effettuate solo per necessità di manutenzioni preventive, programmate in base all'utilizzo degli organi di regolazione e controllo, e non dovranno essere svolte continuamente per accertare il corretto funzionamento dell'impianto.

L'economia di gestione deriva dal fatto che è possibile svolgere da un unico punto una quantità di funzioni come comandi di saracinesche, valvole, pompe, regolazioni di livello, di portata, verifiche del numero di manovre, contabilizzazione dei consumi, dell'acqua erogata, il tutto in assoluta sicurezza e senza inviare gli operatori localmente.

Sempre grazie al telecontrollo, si potranno individuare situazioni di allarme, livelli anomali sulle vasche o sui pozzi, pressioni eccessive sulle tubazioni, presenza o meno di allagamenti, di guasti elettrici.

## COME E PERCHÉ RICORRERE A SIMULAZIONI

Un impianto di distribuzione idrica può essere schematizzato come nella seguente figura.



Indichiamo con  $n$  il numero dei nodi (punto di incontro di due tratti di condotta ed anche nodi terminali del sistema di distribuzione idrica rappresentato ad esempio da serbatoi), con  $l$  il numero dei lati (tratti di condotta compresi tra due nodi).

Oltre alle portate che corrono nei lati vi possono essere anche portate immesse o erogate nei nodi. Indichiamo con  $q$  le  $l$  portate di lato, con  $p$  le  $n$  portate di nodo e con  $y$  le  $n$  pressioni nei nodi:  $q$ ,  $p$  ed  $y$  sono le incognite del problema ovvero le variabili da tenere sotto controllo per monitorare correttamente la rete di distribuzione idrica. Tali incognite sono in numero di  $l + 2n$ . Si capisce che in reti idriche di una certa importanza fare tutte queste misure è eccessivamente costoso. Tenendo anche presente che le misure di portata sono molto più costose delle misure di pressione e che invece le misure di livello sono molto economiche, si può ricorrere al modello fisico – matematico di una rete idrica per fare il numero minimo possibile di misure da cui ricavare tutte le altre.

Si può dimostrare che nella situazione più sfortunata le misure da fare sono pari al numero di nodi della rete idrica, cioè ad  $n$ . Le  $l + n$  grandezze mancanti si possono ricavare dalle  $n$  misure.

Nel caso che le portate immesse od erogate nei nodi interni siano pari a zero (possiamo ad esempio immaginare che l'immissione o l'erogazione avvenga solo nei e dai serbatoi) si può risalire a tutte le portate dei lati e a tutte le pressioni dei nodi interni facendo soltanto una misura dei livelli dei serbatoi che, ricordiamo, sono le misure più economiche. Allora si può immaginare di costruire un pannello di controllo che riporti il monitoraggio di tutti i livelli che vengono realmente misurati, ma allo stesso tempo, per mezzo di un software che è in grado di ricavare tutte le altre grandezze, visualizza anche le portate dei lati e le pressioni nei nodi.

In questo impianto naturalmente saranno presenti anche organi di regolazione come ad esempio delle valvole o impianti di sollevamento con presenza di pompe. Anche il funzionamento di tali organi di regolazione può essere modellizzato in maniera adeguata. Si può dunque implementare un programma che simula il funzionamento di reti idriche con dei vantaggi che riassumiamo di seguito:

1. Il primo è quello di fare il numero minimo di misure indispensabile per poter ricavare tutte le incognite senza fare ulteriori misure, onerose dal punto di vista economico. Inoltre c'è la possibilità di scegliere tra le misure di pressioni e di portate nodali. Ad esempio il rapporto tra i costi di misure di portata e di pressione è di circa dieci ad uno. Quando si parla di reti grandi, ragionare in termini di misure e di costi significa viaggiare sull'ordine di grandezza delle decine di miliardi. Avere anche quindi la possibilità di scegliere le misure *meno costose* può significare risparmi notevoli. Inoltre, con il simulatore di rete, è possibile, se le portate nodali sono nulle, risalire a tutte le portate di lato e a tutte le quote piezometriche dei nodi interni, conoscendo solo le quote piezometriche dei serbatoi terminali di una rete, quote che di solito sono facili da conoscere.

2. Se per qualche motivo sono già a disposizione un numero di misure maggiore di  $n$ , attraverso il modello matematico, oltre sempre a trovare quelle mancanti, si può fare un controllo anche su quelle doppie, verificando il corretto funzionamento delle strumentazioni di campo.
3. Un terzo aspetto è quello di gestire l'impianto in base a previsioni che il simulatore può fare, con una lungimiranza che anche l'occhio umano più esperto può non avere, data la complessità che il problema a volte assume; infatti in reti di una certa importanza si può arrivare a migliaia di nodi. Naturalmente un problema di una tale complessità deve essere ridotto mediante opportuni sistemi, ma anche ridotto assume sempre una complessità considerevole.

L'autore ringrazia i relatori della sua Tesi di Laurea, Prof. Aniello Russo Spena e Prof. Nicola Rotondale, per averlo introdotto in questi argomenti di notevole attualità e di interesse per l'immediato futuro.

## BIBLIOGRAFIA

[1] C. LANDI, N. ROTONDALE, A. RUSSO SPENA, G. VACCA, *La gestione di reti di distribuzione dell'acqua: un esempio di applicazione*, Conferenza Internazionale "L'automazione per il monitoraggio e il controllo delle reti di pubblica utilità, Cagliari, 27-29 settembre 1999.

[2] Dispensa per i corsisti del corso di formazione "Telecontrollo di reti distributive: gestione e aggiornamento tecnologico", Napoli, 14-15 Ottobre 1999.

[3] G. EUGENI, *Il telecontrollo nei sistemi di distribuzione idrica*, Tesi di laurea in ingegneria per l'ambiente ed il territorio (estratto in corso di pubblicazione).

Gianluca Eugeni, laureato il 24 Marzo 2000 con lode in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio, ha sviluppato alcune esperienze nell'ambito del progetto Neptune (svoltosi in Olanda nell'Aprile del 1997), nell'ambito di un corso di formazione sul telecontrollo svolto a Napoli dal 14 al 15 Ottobre 1999 e nell'ambito di uno stage presso una ditta che produce connettori ed accessori per fibre ottiche. Attualmente oltre una esperienza didattica nell'ambito di Corsi di post diploma presso l'Istituto Agrario di Teramo collabora con un contratto con la Cattedra di Idraulica della Facoltà di Ingegneria dell'Università di L'Aquila.