

FrancoAngeli

**LA GESTIONE
DELLE RETI IDRICHE**

**Atti del convegno
"Aspetti economici
e tecnici nella gestione
delle reti
di distribuzione idrica"**

Ferrara, Maggio 2008

**a cura di
Paolo Bertola
e Marco Franchini**

**Centro Studi
Sistemi Acquedottistici**



COLLANA FONDAZIONE AMGA

Direzione collana: Amedeo Amato, Osvaldo Conio, Anna Morgavi

La collana Fondazione AMGA intende divulgare i risultati delle iniziative di studio e ricerca promosse dalla Fondazione stessa, con la finalità di diffondere la cultura scientifica ed economica attinente al settore idrico e più in generale alle *public utilities* e di fornire strumenti di conoscenza ed approfondimento agli operatori di tale settore.

Le pubblicazioni, in funzione della natura e delle modalità di esposizione dell'argomento trattato, sono suddivise in monografie, quaderni tecnici e atti di convegni.

Per informazioni sulle attività della Fondazione AMGA è possibile contattare il seguente indirizzo:
Fondazione AMGA, via SS. Giacomo e Filippo, 7 - 16122 Genova
Tel. +39.010.5586.865 - Fax +39.010.5586.741

Monografie

- “L’acquedotto civico di Genova – Un percorso al futuro” *Claudio Guastoni*
“L’arsenico nelle acque destinate al consumo umano” *a cura di Osvaldo Conio, Roberto Porro*
“Il settore idrico italiano – Strategie e modelli di business” *a cura di Andrea Gilardoni, Alessandro Marangoni*
“L’acqua in tavola – Caratteristiche, produzione, consumi, controlli e legislazione vigente per le acque potabili, le minerali naturali, le acque di sorgente, le acque in boccione e quelle affinate al punto d’uso” *a cura di Giorgio Temporelli, Nicoletta Cassinelli*
“La radiazione UV nel trattamento delle acque destinate al consumo umano” *Giorgio Temporelli, Roberto Porro*
“The Economics of the Water Industry: Technology, Ownership and Efficiency” *Amedeo Amato, Maurizio Conti*
“Introduzione alla termovalorizzazione dei rifiuti” *a cura di Marco Ragazzi, Renzo Del Duro*
“Gli acquedotti genovesi” *Giorgio Temporelli, Nicoletta Cassinelli*
“La raccolta differenziata dei rifiuti e il riciclo delle materie seconde” *Nicoletta Cassinelli, Renzo Del Duro*
“L’acqua nella storia” *Francesco Mantelli, Giorgio Temporelli*
“L’industria idrica in alcuni paesi europei - Aspetti istituzionali e organizzativi - Volume I” *a cura di Amedeo Amato*
“L’industria idrica in alcuni paesi europei - Aspetti istituzionali e organizzativi - Volume II” *a cura di Amedeo Amato*
“Le imprese del settore idrico in Italia: una analisi di benchmarking” *a cura di Lanfranco Senn*
“Energia da biomasse e rifiuti” *a cura di Marco Ragazzi, Elena Cristina Rada*

Quaderni tecnici

- “I materiali filtranti granulari” *a cura di Luciano Coccagna, Claudia Lasagna*
“Il telecontrollo nei servizi di pubblica utilità” *Rocco Cutuli*
“Coagulanti e flocculanti nei trattamenti di potabilizzazione” *Luciano Coccagna, Fiorina De Novellis*
“Piccoli sistemi di potabilizzazione. Guida alla scelta del trattamento più appropriato” *Luciano Coccagna, Giuliano Ziglio*

Atti di convegni

- “La gestione delle perdite idriche: la situazione in Italia”. Atti del convegno “Verso una gestione più efficace delle perdite nei sistemi idrici secondo l’approccio dell’IWA” – Genova, Ottobre 2004 – *redazione editoriale a cura di Fiorina De Novellis, Claudia Lasagna*
“Management of Water Networks” Proceedings of the Conference “Efficient Management of Water Networks. Design and Rehabilitation Techniques” – Ferrara, May 2006 – *edited by Paolo Bertola, Marco Franchini*
“La gestione delle reti idriche”. Atti del convegno “Aspetti economici e tecnici nella gestione delle reti di distribuzione idrica” – Ferrara, Maggio 2008 – *a cura di Paolo Bertola, Marco Franchini*

**LA GESTIONE
DELLE RETI IDRICHE**

**Atti del convegno
"Aspetti economici
e tecnici nella gestione
delle reti
di distribuzione idrica"**

Ferrara, Maggio 2008

**a cura di
Paolo Bertola
e Marco Franchini**

**Centro Studi
Sistemi Acquedottistici**

FrancoAngeli

Copyright © 2009 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.
L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito www.francoangeli.it.

INDICE

Prefazione	pag.	7
La distrettualizzazione delle reti idriche per il controllo delle perdite: il sito pilota di Monterusciello (Pozzuoli), di M. Di Natale	»	9
La vulnerabilità e la sicurezza dei sistemi acquedottistici, di G. de Marinis, C. Di Cristo, A. Leopardi	»	22
Ricognizione speditiva di un sistema di condotte in esercizio mediante transitori, di S. Meniconi, B. Brunone, M. Ferrante	»	33
Procedure per la valutazione e pianificazione dei processi di rinnovo delle condotte nelle reti acquedottistiche, di M. Franchini, S. Alvisi	»	48
Il ruolo dell'analisi economica e degli strumenti tariffari nel processo di miglioramento del servizio idrico, di M.R. Mazzola	»	62
Il risanamento delle reti idriche di distribuzione. Metodologie per il contenimento ed il recupero delle perdite idriche, di A. Carbonara	»	78
Interventi integrati per la riduzione ed il controllo delle perdite: applicazioni alla rete acquedottistica di Langhirano (PR), di M. Cingi, L. Francesconi	»	91
Il tasso di fallanza delle condotte negli acquedotti gestiti da A2A S.p.A., di F. Sirio	»	97

Analisi del rendimento energetico dei pompaggi negli acquedotti, di C. Casale	pag.	110
Ammodernamento del sistema idrico Agri-Basento per una gestione ottimizzata delle risorse energetiche e per un miglior utilizzo del personale, di R. Petrullo, F. Mancusi, V. Lanave	»	118
Ottimizzazione della gestione delle risorse idriche mediante la modellazione della rete acquedottistica, di N. Forlani	»	130
Affidabilità ed efficienza di una rete complessa di adduzione sovracomunale nell'area pedemontana trevigiana, di R. Durigon, P. Pizzaia	»	140
L'attività del gestore a salvaguardia della sicurezza dei sistemi idrici, di G.P. Marati	»	161
Gestione dei campi pozzi in un acquifero chimicamente contaminato, di R. Airoidi	»	175
Elenco degli acronimi	»	187

PREFAZIONE

Il Centro Studi Sistemi Acquedottistici (CSSA) nasce dall'esperienza maturata in oltre un ventennio da un folto gruppo di docenti universitari appartenenti a una quindicina di Atenei, sparsi su tutto il territorio nazionale, con attività di ricerca nel settore dei sistemi acquedottistici. Il CSSA è un'associazione senza scopo di lucro, attualmente con sede presso il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università di Trento.

Il CSSA mira a promuovere attività di ricerca sui problemi connessi alle fasi di captazione, produzione, trasporto e distribuzione dell'acqua potabile, tenuto conto del particolare momento di trasformazione del settore sotto la spinta soprattutto della legge 36/1994.

Un aspetto peculiare del gruppo è la stretta collaborazione con i tecnici delle Aziende che distribuiscono l'acqua potabile, come testimonia il Convegno: *Aspetti economici e tecnici nella gestione delle reti di distribuzione idrica*, che si è tenuto a Ferrara il 21/05/2008 nell'ambito della manifestazione H₂O – ACCADUEO 2008. Tale evento ha offerto ai ricercatori universitari e ai tecnici delle Aziende distributrici la possibilità di esporre i risultati delle loro ricerche, creando così l'opportunità di nuovi confronti e proficue discussioni.

In questo volume sono raccolte le memorie presentate, durante il convegno, dai docenti universitari e dai tecnici delle varie aziende che operano nel settore delle reti acquedottistiche. L'organizzazione del convegno e la realizzazione di questo volume è stata possibile per il contributo dato da tutti i membri del CSSA ed in particolare dai professori Bruno Brunone, Giovanni de Marinis, Michele di Natale, Ruggiero Ermini, Orazio Giustolisi, Roberto Guercio, Mario Rosario Mazzola, Enrico Orsi, Paolo Salandin e Giovanni Sechi. A tutti va un sentito ringraziamento.

Le precedenti occasioni di scambio di esperienze tecnico-scientifiche tra i due settori che si occupano dei sistemi di distribuzione idrica (Università

ed Aziende acquedottistiche), pur limitandosi all'ambito delle manifestazioni organizzate a Ferrara da ACCADUEO, risalgono al 2006 e al 2004.

H₂O - ACCADUEO 2004, la settima edizione da quando ebbe inizio tale meritoria iniziativa, fu caratterizzata dalla pubblicazione degli Atti relativi al Convegno: *La gestione e l'affidabilità dei sistemi acquedottistici* del 21 maggio 2004; gli argomenti trattati sono riconducibili a tre filoni principali di ricerca: i) gli strumenti per una moderna gestione dei sistemi acquedottistici, filone che tratta dei problemi innovativi della gestione, attività mai sufficientemente sviluppata dalla cultura tecnica italiana; ii) l'affidabilità e gli indicatori di servizio, filone di ricerca di estrema attualità nella tormentata applicazione della L. 36/1994; iii) tecniche di protezione della risorsa idrica naturale, filone di ricerca connesso ai nuovi problemi della sicurezza, da richiedere rispetto alle contaminazioni sia accidentali che intenzionali, come conseguenza delle note vicende terroristiche di inizio millennio.

L'altra manifestazione di riferimento, cioè H₂O - ACCADUEO 2006, tenutasi il 17 maggio 2006 in collaborazione con *International Water Association*, ha visto la pubblicazione della monografia: *Management of water networks*, FrancoAngeli-collana fondazione AMGA, che raccoglie gli Atti del Convegno: *Efficient Management of Water Networks. Design and Rehabilitation Techniques*.

Ferrara, maggio 2008

Paolo Bertola e Marco Franchini
(CSSA – Editors)

LA DISTRETTUALIZZAZIONE DELLE RETI IDRICHE PER IL CONTROLLO DELLE PERDITE: IL SITO PILOTA DI MONTERUSCIELLO (POZZUOLI)

*M. Di Natale**

Sommario

Nella presente memoria, partendo da precedenti lavori dell'autore, si propongono alcune riflessioni ed indicazioni metodologiche legate alla distrettualizzazione delle reti idriche, evidenziandone vantaggi e svantaggi e rilevandone le differenti problematiche di realizzazione. In particolare si delinea un approccio metodologico per la parzializzazione dei distretti idrici basato su due metodologie: una distrettualizzazione virtuale, la quale definisce i distretti attraverso il solo utilizzo di strumenti di misura e di controllo, senza perturbare in alcun modo l'efficienza del sistema, ed una distrettualizzazione fisica, operata modificando la funzionalità del sistema idrico mediante azioni reali sul sistema (sezionamenti, saracinesche, ecc.). Tale metodologia introduce l'idea di processo di distrettualizzazione, più che di operazione di distrettualizzazione, sottolineando, attraverso l'uso di una diversa terminologia, l'efficacia dell'applicazione graduale delle diverse fasi di distrettualizzazione. Al fine di approfondire le problematiche e le metodologie esposte, si riportano, altresì, i primi risultati relativi ad un progetto di ricerca europeo, denominato HYDRANET, riferiti al sito pilota del quartiere di Monterusciello in Pozzuoli (NA). Lo studio è stato condotto operando la distrettualizzazione della rete idrica per il controllo delle perdite. Il progetto è ancora in fase di completamento ed ha principalmente l'obiettivo di sviluppare criteri, metodologie ed indici di prestazione per una gestione efficiente, efficace ed economica, oltre che di sperimentare sul campo sia i risultati teorici sviluppati dal CIRIAM che i nuovi sistemi di telecontrollo. Tale lavoro si inserisce nel quadro normativo del D.M. dei

* Dipartimento di Ingegneria, Seconda Università di Napoli, Aversa (CE);
e-mail: michele.dinatale@unina2.it.

Lavori Pubblici n. 99 dell'8 gennaio 1997 il quale, recependo le indicazioni presenti già in altri Paesi, si propone di limitare, proprio con l'ausilio della distrettualizzazione, l'enorme quantità di acqua dispersa nelle reti urbane.

1. Premessa

La rilevanza del problema delle perdite nelle reti idriche di distribuzione è stata segnalata più volte nella Relazione annuale al Parlamento sullo stato dei servizi idrici in Italia che, a tale riguardo, nel 2003, riportava: *“I valori rilevati spaziano tra un valore minimo del 22% (ATO 3 Piemonte-Torinese) e massimo del 73% (ATO 4 Lazio Meridionale-Latina e ATO 2 Abruzzo-Marsicano): livello quest'ultimo assolutamente non compatibile con un moderno sistema acquedottistico. Il valore medio per l'intero campione esaminato risulta pari al 42%”* (Ministero dell'Ambiente, 2003).

Per comprendere appieno il fenomeno è opportuno suddividere le perdite, com'è noto (Alegre et al., 2000) in *perdite reali (o fisiche)*, ovvero acqua realmente persa durante l'erogazione del servizio, e *perdite apparenti (o commerciali)*, ovvero risorsa immessa in rete ma non fatturata.

La presenza rilevante di entrambe le aliquote rappresenta indubbiamente un cattivo stato del sistema idrico italiano ed una gestione carente del servizio di distribuzione.

Negli ultimi anni, in seguito alla legge Galli (n. 36/94), per affrontare in maniera adeguata anche in Italia la problematica della diminuzione delle perdite e della gestione dei sistemi idrici di distribuzione cittadina, è stato emanato il D.M. dei Lavori pubblici n. 99, dell'8 gennaio 1997, che ha recepito le indicazioni presenti già in altri paesi per limitare, anche con l'ausilio della distrettualizzazione, l'enorme quantità di acqua dispersa nelle reti urbane.

La distrettualizzazione rappresenta una tecnica moderna di organizzazione dei sistemi idrici urbani; l'idea è quella di partizionare la rete in distretti di misura semplificando, in tal modo, la complessità dell'intero sistema. Tuttavia tale metodologia, pur aprendo nuove prospettive sul tema della gestione dei sistemi idrici acquedottistici, pone una serie di interrogativi sia alla comunità scientifica del settore sia ai tecnici coinvolti nella gestione e nella progettazione delle reti idriche.

Infatti, alla tradizionale filosofia (Milano, 1996), seguita da sempre nel settore delle costruzioni idrauliche, di avere una rete fortemente magliata al fine di migliorarne l'efficienza nelle diverse condizioni di esercizio, si contrappone una filosofia di parzializzazione della rete che presenta inevitabili problemi di prestazione globale e parziale del sistema.

A dieci anni ormai dal D.M. n. 99/97, tuttavia, le reti di distribuzione cittadina non sono state ancora distrettualizzate; gli esempi applicativi sono limitati ad alcune realtà del Nord Italia (Artina et al., 2002a; Calza e Del-soldato, 2002; D'Anisi e Lanave, 2005; Fantozzi e Lambert, 2004; Giugni et al., 2005; Liberatore e Sechi, 2005, Cascetta et al. 2005a, Di Nardo et al., 2006).

In questa memoria vengono proposte alcune riflessioni ed indicazioni metodologiche di carattere generale che evidenziano i vantaggi della distrettualizzazione e ne rilevano anche le differenti problematiche di attuazione (Artina et al., 2002b; Cascetta et al., 2005b).

Viene inoltre proposta l'idea di *processo di distrettualizzazione* di una rete idrica di distribuzione piuttosto che di *operazione di distrettualizzazione*, sottolineando la graduale applicazione delle diverse fasi di distrettualizzazione virtuale. Tale processo infatti si ritiene vada avviato, in una prima fase, mediante una "distrettualizzazione di tipo "virtuale" (Cascetta et al., 2005c), senza alterare il funzionamento idraulico della rete e, successivamente, se necessario, operando una vera e propria "distrettualizzazione fisica" inserendo nel sistema organi di sezionamento ed intercettazione dei flussi.

Infine viene presentato il sito pilota, realizzato dal CIRIAM nell'ambito del progetto di ricerca europeo HYDRANET [INTERREG III B MEDOCC] operando la distrettualizzazione della rete idrica del quartiere di Monterusciello in Pozzuoli (NA) che, nei primi mesi di funzionamento, ha già evidenziato la sua efficacia per il controllo delle perdite idriche.

2. Il quadro normativo

Come previsto dalla legge Galli, l'8 gennaio 1997 viene emanato il D.M. n. 99 "Regolamento sui criteri e sul metodo in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti" che rappresenta per l'Italia una svolta in materia di riduzione e controllo delle perdite idriche. Il D.M. n. 99/97 segna una vera svolta nella gestione e nel controllo del processo di distribuzione idrica e definisce, per la prima volta in maniera formale, i criteri ed i metodi in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti e delle fognature.

Il D.M. n. 99 del 1997 indica, altresì, la guida per l'effettuazione e l'organizzazione del relativo sistema di monitoraggio, nonché le regole per la stesura dei rapporti di cui all'articolo 3 che, come previsto dalla Legge Galli, entro il mese di febbraio di ciascun anno, il gestore deve trasmettere al Ministero dei Lavori Pubblici – Osservatorio dei Servizi Idrici.

Il Regolamento introduce una serie di novità importanti in relazione sia alla distrettualizzazione che alla necessità di disporre di misure di pressione e modelli di simulazione.

Con riferimento alla distrettualizzazione, prevede che *“Per il controllo delle perdite di un sistema di acquedotto è utile suddividere l'impianto in distretti [...], intendendo per “distretti”: [...] porzioni di rete di distribuzione di un acquedotto per le quali sia installato un sistema fisso di misura volumetrica per acqua in entrata ed in uscita [...]”*.

Inoltre il D.M. n. 99 del 1997 indica, con riferimento alle misure di pressione, che *“[...] Nelle condotte principali della rete di distribuzione devono essere installati dei manometri registratori permanenti, con scrittura su supporti informatici su campo o in postazione remota per poter rilevare e confrontare i dati con valori di strumenti posti in posizioni vicine [...]”*.

Un'altra novità importante per la comunità tecnica e scientifica è rappresentata dall'ausilio nella gestione della simulazione teorica del funzionamento della rete: infatti il D.M. prescrive che *“[...] Quando la comparazione indica anomale differenze tra i volumi di acqua immessi nelle condotte adduttrici e quelle in entrata nei serbatoi e tra acqua in uscita dai serbatoi e dai nodi dei distretti di utenza, rispetto a quella rilevata dai contatori terminali, si effettua un confronto con i dati teorici di calcolo dell'esercizio, e quindi, va azionata la ricerca delle cause procedendo con l'analisi delle variazioni di pressione, tramite misurazioni o calcolo teorico delle pressioni [...]”*.

Infine il regolamento sottolinea, in maniera evidente, le responsabilità dell'ente gestore il quale, in ogni caso deve prodigarsi nel fare una valutazione delle perdite, tramite sistemi periodici di lettura e fatturazione, o mediante apposite stime anche su periodi di tempo relativamente brevi, al fine di una più puntuale individuazione delle criticità che concorrono, in maggiore misura, all'ammontare complessivo delle perdite.

Pertanto il disposto normativo rappresenta una vera e propria “rivoluzione” nella gestione dei sistemi di acquedotto confrontata con la tradizionale metodologia seguita, per anni, dai gestori.

Tuttavia il D.M. n. 99/97, pur rappresentando una vera novità sul panorama legislativo nazionale, presenta una serie di carenze: prima fra tutte non indica la percentuale di “perdite consentite”, ovvero i volumi di acqua che il gestore può ritenere economicamente non vantaggiosi da recuperare.

L'unica indicazione normativa italiana a riguardo è quella presente nel DPCM del 4 marzo 1996 in cui sono definite le perdite tecnicamente accettabili nelle reti di adduzione ed in quelle di distribuzione in *“non più del 20%”*. Il DPCM recita anche che *“qualora le perdite in sistemi acquedotti-*

stici esistenti siano superiori a detto limite, il PRGA dovrà prevedere interventi di manutenzione entro un ragionevole periodo di tempo e pertanto una diminuzione, a parità di altre condizioni, del fabbisogno stesso”.

La problematica delle perdite idriche è ripresa anche in alcune delibere del CIPE in cui sono consentiti aumenti della tariffa d'Ambito qualora l'Ente gestore preveda investimenti per diminuire il livello di perdita e migliorare l'efficienza del sistema idrico.

Infine anche le Regioni hanno emanato alcuni provvedimenti in materia di riduzione perdite; a tal proposito va segnalato il prezioso studio della Regione Emilia Romagna (2005) che ha emanato delle linee guida allo scopo di definire le modalità di redazione dei bilanci idrici relativi ai sistemi acquedottistici, nonché rendere più agevole e univoca la compilazione da parte dei Gestori del questionario previsto dal D.M. n. 99/97.

3. Distrettualizzazione fisica e virtuale

Un'altra delle lacune del D.M. n. 99/97 è rappresentata dall'assenza di indicazioni “pratiche” su come operare la distrettualizzazione della rete idrica. Infatti sebbene il D.M. chiarisca le indicazioni “teoriche” sulla distrettualizzazione e le definizioni dei differenti termini del bilancio idrico, la pratica applicazione sulle reti, soprattutto nella realtà italiana, è un'operazione molto complessa, per ragioni scientifiche e tecniche e per motivi economici e gestionali.

Per questi motivi, e per i più generali ritardi nell'applicazione della legge Galli (Ferragina, 2003), il D.M. n. 99/97 è stato pressoché completamente disatteso in tutto il Paese.

Una delle problematiche principali, legate anche alla definizione dimensionale e morfologica dei distretti, è rappresentata dal dover valutare “con fedeltà” i volumi interessati al bilancio, cosa di non sempre facile determinazione e a cui si arriva, spesso, effettuando delle stime più che delle vere e proprie misurazioni (AWWA, 1997; Cascetta et al., 2005a).

Il calcolo del bilancio idrico è reso difficile da diversi fattori, principalmente dovuti alla scelta delle *condizioni spaziali*, legate alla dislocazione dei misuratori; *temporali*, legate alla sincronia degli intervalli di tempo in cui effettuare i bilanci; *di esercizio*, legate alle differenti condizioni di funzionamento della rete.

La verifica del bilancio idrico rappresenta un'operazione che, in linea di principio, può dare indicazioni globali sullo stato della rete, quindi può essere effettuata in qualsiasi momento del giorno e/o considerando un generi-

co arco di tempo, su una porzione o sull'intera rete di distribuzione. Il presupposto però, è sempre quello che si abbiano a disposizione tutti i dati necessari, non tanto quelli relativi ai volumi in ingresso, facilmente misurabili, ma a quelli erogati che, praticamente, vengono sempre stimati con opportune procedure che si basano su una distrettualizzazione, temporanea o permanente, della rete di distribuzione idrica.

Il problema fondamentale della distrettualizzazione è rappresentato dall'azione perturbativa nei confronti della rete idrica – in termini sia di prestazioni che di qualità delle acque.

Intervenire con operazioni di manovra e di chiusura di valvole in un contesto difficile e intricato quale quello delle reti di distribuzione cittadine, spesso accresciutesi senza alcuna progettazione preventiva, comporta notevoli problemi tecnici ed economici (Cascetta et al., 2005d).

In relazione alle due diverse tecniche di distrettualizzazione è stata proposta in un precedente lavoro (Cascetta et al., 2005c) una differente classificazione terminologica, in particolare, una “distrettualizzazione fisica e una “distrettualizzazione virtuale”.

Nel primo caso l'aggettivo “fisica” sta ad indicare l'azione reale che la distrettualizzazione, tramite azionamento di valvole di sezionamento e strumenti di misura, attua nei confronti del sistema idrico urbano, alterandone la funzionalità, in termini di prestazioni idrauliche e di qualità dell'acqua.

Nel secondo caso, l'aggettivo “virtuale”, invece, sta ad indicare che la parzializzazione del sistema avviene soltanto in termini di misura delle caratteristiche idrauliche (portata, pressione, ecc.) di un'area distrettualizzata senza alcun azionamento di organi di intercettazione, e quindi senza comprometterne in alcun modo la funzionalità.

Di seguito si riassumono, in maniera sintetica, i vantaggi legati alle due diverse tecniche di distrettualizzazione, precisando che le indicazioni sono di carattere generale ed hanno una validità di tipo teorico. Infatti nelle applicazioni sarà necessario tenere presente il carattere fortemente “locale” della distrettualizzazione, nel senso che essa dipende dagli obiettivi che si intende perseguire e dalla topologia e morfologia della rete su cui intervenire.

I principali vantaggi della distrettualizzazione fisica sono rappresentati da: possibilità di gestione idrica dei distretti e della rete attraverso la regolazione delle valvole di sezionamento; maggiore attendibilità sul calcolo dei bilanci idrici; riferimenti bibliografici sulla valutazione dei bilanci in altre realtà italiane e straniere; possibilità di operare azioni di riduzione delle perdite idriche (Khaled, 1992; Leone, 2001; Lambert, 2000; Sacchi, 2002). I vantaggi della distrettualizzazione virtuale sono rappresentati da: assenza

di perturbazione sulla rete idrica che conserva il comportamento a maglie pluriconnesse; assenza di modifica alla qualità delle acque; minore complessità nella definizione dei distretti (non occorrono, infatti, modelli e tecniche di simulazione e calibrazione); monitoraggio continuo dei bilanci della rete.

4. Approccio metodologico per la distrettualizzazione

Per inquadrare in maniera opportuna il progetto di distrettualizzazione di una rete idrica di distribuzione è utile distinguere tre diverse fasi:

- stabilire gli obiettivi;
- definire i livelli;
- scegliere i punti di sezionamento e/o di misura ottimali.

Tale suddivisione è importante per non confondere lo strumento con gli obiettivi che, nel caso in esame, possono essere molteplici e riguardano sia il monitoraggio ed il controllo della rete che la valutazione e l'individuazione delle perdite idriche.

La loro definizione esatta risulta di fondamentale importanza sia per la scelta del livello di distrettualizzazione, sia per l'eventuale – in alcuni casi necessaria – fase di calibrazione, simulazione e ottimizzazione del sistema.

Un volta stabiliti gli obiettivi si può procedere alla definizione dei livelli di distrettualizzazione; in particolare, partendo dal sistema idrico circoscritto da opportune condizioni al contorno, si procede alla progettazione di strutture di distrettualizzazione con estensione decrescente in termini di popolazione, di lunghezza della rete, numero di connessioni di utenza ecc.

Com'è noto infatti, è possibile individuare distretti di diversa grandezza *District Meter Area* o *Waste Metering* per operazioni di prelocalizzazione e localizzazione perdite, ma è possibile anche definire ulteriori tipologie di distretti, generalmente più estesi, quando la finalità non sia esclusivamente quella della ricerca delle perdite idriche.

La definizione dei livelli di distrettualizzazione permanente, oppure temporanea, è strettamente dipendente dalla scelta degli obiettivi e dalle esigenze di campo e, comunque, può considerarsi una scelta variabile nel tempo nel senso che, una volta disposti gli organi di misura e/o sezionamento, questi possono essere utilizzati per diversi scopi: sia per la costruzione di altri distretti o settori, sia per altre operazioni di sezionamento e/o misura idraulica. La topologia della rete gioca un ruolo fondamentale sia nella definizione dei livelli di distrettualizzazione che nella morfologia dei singoli distretti. Reti idriche con topologia prevalente ad albero risultano

più semplici da distrettualizzare rispetto a reti molto magliate e pluriconnesse, tipiche, per esempio, delle realtà italiane.

Infine la scelta dei punti di sconnessione dipende da numerose considerazioni: prima di tutto, dal tipo di distrettualizzazione, fisica o virtuale, che determina sulla rete idrica sconnessioni reali o solo di misura, ma anche dalla topologia e dal livello di distrettualizzazione.

Un'altra considerazione importante nella scelta dei punti di sconnessione è rappresentata dal tipo di dispositivi che si intende installare sulla rete che dipenderanno, evidentemente, dagli obiettivi scelti.

È chiaro che, se lo scopo è quello di progettare un sistema di telemonitoraggio e telecontrollo della rete idrica (Cascetta, 2001) saranno indispensabili alcuni tipi di misuratori (per esempio bidirezionali) e valvole di sezionamento (a chiusura variabile), che determineranno una diversa morfologia dei distretti rispetto al caso, per esempio, di una distrettualizzazione finalizzata alla sola valutazione dell'integrità della rete – in cui basterebbero solo valvole unidirezionali e di sezionamento fisso.

A questo punto è utile evidenziare che, in base alle esigenze ed alle criticità del sistema idrico, sia i livelli di distrettualizzazione che la morfologia dei singoli distretti possono essere modificati nel tempo e nello spazio adattandoli alle esigenze e agli obiettivi che, via via, si presentano.

In quest'ottica la distrettualizzazione virtuale, che non consente di intervenire sul sistema in maniera attiva, potrebbe rappresentare un primo stadio della successiva distrettualizzazione fisica della rete, fornendo, in una fase iniziale, una serie di informazioni utili anche alle operazioni di calibrazione e simulazione del sistema.

Pertanto, ed in maniera più adeguata, sarebbe opportuno parlare, più che di *operazioni* di distrettualizzazione, di *processo* di distrettualizzazione di una rete idrica, idea che presenta aspetti interessanti dal punto di vista tecnico, ma anche economico.

Infatti con riferimento ai primi procedere, nel tempo, a livelli di distrettualizzazione sempre più spinti semplifica la fase di calibrazione e simulazione del sistema che potrebbero risultare molto lunghe e complesse, sia per la mancanza di punti di misura distribuiti sull'intera rete che per la generale difficoltà di modellare sistemi con migliaia di chilometri di tubazioni e altrettanti nodi.

In questi casi, poter effettuare una partizione graduale del sistema, con un primo, e più generale, livello di distrettualizzazione (e poi con successive parzializzazioni su parti più ristrette del sistema), renderebbe certamente più agevole le operazioni di modellazione e calibrazione.

Dal punto di vista economico, invece, una graduale evoluzione nella parzializzazione delle reti potrebbe seguire i tempi di una prefissata pianificazione economica che preveda di ottenere risorse (per esempio dalla riduzione delle perdite) in maniera progressiva procedendo ad una crescente distrettualizzazione della rete.

5. Il sito pilota di Monterusciello (Pozzuoli, NA)

Allo scopo di approfondire le diverse problematiche e metodologie espone, il CIRIAM, con la partecipazione ad un progetto europeo (Di Nardo et al., 2007), ha realizzato un sito pilota per lo studio dei problemi legati alla distrettualizzazione ed al controllo delle pressioni.

Il sito prescelto è un quartiere di nuova edilizia residenziale che ospita circa 4500 alloggi distribuiti in 267 fabbricati con una densità abitativa pari a 3,56 ab/alloggio, suddivisi in 19 lotti per un'utenza complessiva pari a circa 16.000 abitanti. Il quartiere, realizzato in seguito ai fenomeni di bradisismo che hanno colpito Pozzuoli nel 1983, è relativamente recente ed è servito da una rete idrica di caratteristiche omogenee sia per materiale (acciaio) che per vetustà (circa 20 anni). Inoltre, gli alloggi prefabbricati si caratterizzano per tipologie edilizie omogenee, consentendo di semplificare la schematizzazione degli allacciamenti e quindi di agevolare l'individuazione delle utenze e dei requisiti minimi di servizio.

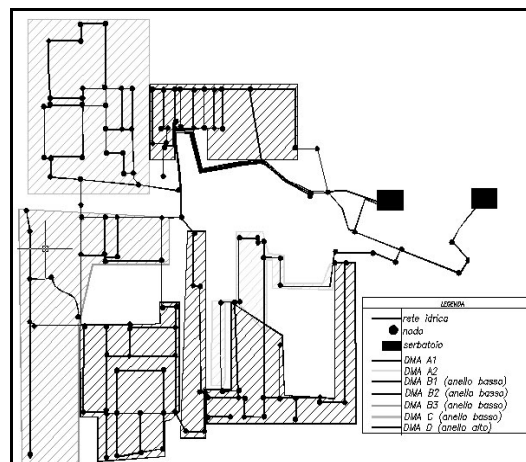


Fig. 1 - Progetto di distrettualizzazione della rete idrica di Monterusciello 2 (Pozzuoli, NA)

Il progetto di distrettualizzazione prevede la definizione di 8 distretti della rete (come evidenziato nella figura 1) che si differenziano per numero di abitanti, lunghezza delle tubazioni e pressione media di esercizio.

Allo stato attuale risultano già delimitati 4 distretti e si prevede di completare l'intervento con il supporto del Comune di Pozzuoli che attualmente è il gestore del servizio idrico integrato.

Nel progetto di ricerca sono stati sperimentati moderni dispositivi integrati di misura e controllo della portata e della pressione, mediante idrovalvole azionabili a distanza attraverso un avanzato sistema di telecontrollo accessibile da Internet in modalità ASP (Application Service Provider) e collegato a Google Map per la georeferenziazione delle attrezzature e la visualizzazione della rete idrica. La comunicazione dati verso il centro di controllo CED avviene mediante i protocolli GSM/GPRS ed Internet, mentre la gestione degli allarmi e la ricezione dei comandi asincroni avvengono mediante SMS.

Il sito pilota, tutt'ora in fase di completamento, è stato allestito principalmente con i seguenti obiettivi:

a) sperimentare sul campo:

- i risultati teorici sviluppati dal CIRIAM, e non solo, nell'ambito della distrettualizzazione e della ricerca perdite: criteri e metodologie per la distrettualizzazione ottimale; metodi per la valutazione dei bilanci idrici (IWA e D.M. 99/97); ottimizzazione della regolazione delle pressioni ecc.;
- le nuove tecnologie disponibili nel mercato dell'acqua (sistemi di telecontrollo, idrovalvole ecc.);

b) sviluppare, partendo dall'analisi della grande quantità di dati disponibili:

- criteri, metodologie, indici di prestazione innovativi per la gestione efficiente, economica ed efficace degli acquedotti, tenendo ben presenti le problematiche reali dei gestori;
- tecniche di *business intelligence* (analisi dei consumi, evoluzione delle perdite ecc.);

c) collaborare con università, centri di ricerca e aziende nello studio delle diverse problematiche che riguardano i sistemi acquedottistici.

Il sistema di telecontrollo ha consentito, dopo pochi giorni dall'installazione delle attrezzature di individuare l'insorgenza di una perdita idrica come evidenziato nella figura 2 con la lettera B.

Dalla figura è anche possibile verificare che dopo l'intervento di manutenzione (lettera C) il valore di portata notturna è ancora più basso del valore precedente (lettera A) all'insorgenza della perdita. L'interpretazione di tale comportamento è riconducibile, con ogni probabilità, al fatto che nei

giorni precedenti all'insorgenza della perdita di notevole entità vi erano già dei segnali di anomalia dovuti a piccole fuoriuscite d'acqua.

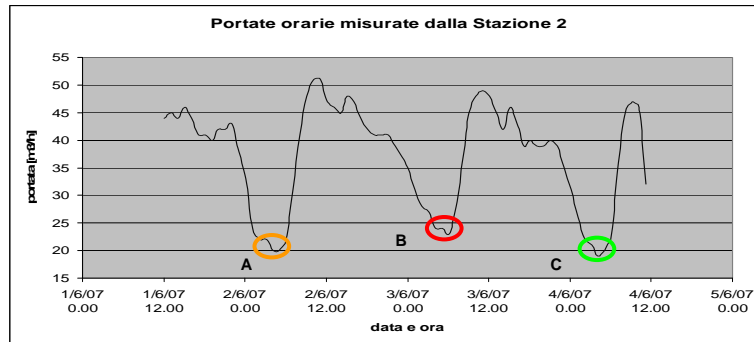


Fig. 2 – Stralcio del grafico delle portate misurate

Un'altra sperimentazione seguita sul sito pilota di Monterusciello, tutt'ora in corso, riguarda la regolazione delle pressioni notturne al fine di ridurre le perdite che, com'è noto (Levin, 2005; Lalonde, 2005 e Sturm e Thornton, 2005), sono funzione della pressione del nodo in cui insorge la perdita.

6. Conclusioni

Il processo di distrettualizzazione delle reti idriche è di grande importanza per affrontare i problemi di:

- riduzione delle perdite;
- regolazione delle pressioni;
- attivazione di adeguate reti di monitoraggio delle reti.

La distrettualizzazione può realisticamente raggiungere le condizioni di ottimo solo attraverso successive fasi intermedie che passano dalla distrettualizzazione virtuale a quella fisica in distretti di dimensioni variabili e via via decrescenti.

È molto importante che si possa disporre di siti pilota (come quello di Monterusciello) affinché sia possibile verificare l'efficacia dei metodi di calibrazione, delle apparecchiature di misura e regolazione, dei criteri ottimali per la formazione dei distretti, del monitoraggio della rete e della regolazione delle pressioni per la diminuzione delle perdite.