

# Sistema avanzato di gestione della pressione

## Esperienze e risultati ottenuti da Enia Reggio Emilia (Gruppo Iren)

↓ **L'applicazione di metodologie avanzate di gestione contribuisce a un miglioramento significativo nell'efficienza del sistema di distribuzione delle acque. Nel caso riportato i risultati presentati mirano a incoraggiare altri distributori a migliorare la propria performance.**

■ Marco Fantozzi, Francesco Calza, Adam Kingdom

La strategia per il controllo avanzato di pressione di Enia (Italia) prevede l'installazione di:

- un sistema avanzato che misura e controlla in continuo la pressione dell'acqua nel distretto di misura in modo che sotto ogni livello di richiesta, dal minore al maggiore, la pressione media venga mantenuta al livello minimo richiesto, comunque consistente con un buon servizio
- una micro-turbina che sfrutta il salto di pressione prodotto dalla valvola di riduzione di pressione (PRV), per ottenere l'energia elettrica necessaria a rendere energeticamente autosufficienti tutti i sistemi di misura e trasmissione dati alloggiati nella cameretta della valvola PRV
- un sistema di monitoraggio che permetta l'acquisizione dei dati di pressione e portata in ogni distretto di misura
- un sistema esperto che permetta l'analisi dei profili di portata minima notturna (MNF) insieme ai dati di pressione acquisiti da sensori posizionati strategicamente nel punto critico e nel punto medio della zona, in modo da valutare dove e quando un intervento di ricerca perdite sia giustificato da un punto di vista economico.

La strategia selezionata da Enia per individuare e ridurre le perdite nella propria rete è stata l'implemen-

tazione di distretti di misura e di zone di gestione della pressione. Le perdite reali calcolate dalle portate notturne e dai bilanci idrici (ciascuno con i propri limiti di confidenza) sono state confrontate in un software specifico che fornisce una stima attendibile delle perdite in ogni distretto di misura; la gestione dell'intero sistema di distretti di misura è stata in questo modo migliorata, grazie a una stima del vantaggio economico derivante da un intervento per il controllo delle perdite. Questo programma di gestione delle perdite è stato finora implementato in oltre il 94% dell'intera estensione della rete (4.590 km), suddivisa in più di 315 distretti di misura. La loro realizzazione ha anche consentito una migliore gestione delle pressioni. Dal 2001 questo progetto ha permesso la riduzione di oltre il 16% della portata giornaliera in ingresso pro capite e di oltre il 28% del numero di interventi di riparazione, grazie alla diminuzione della pressione di esercizio e a interventi di rinnovamento della rete mirati.

Enia Reggio Emilia, che è stata un pioniere in Italia nella gestione delle perdite in Italia, iniziò un primo progetto sul monitoraggio delle perdite nel 1989 e nel 1993 avviò un progetto che comprendeva la settorizzazione della rete di distribuzione mediante distretti di misura (*District Metered Area - DMAs*), che impiegavano sistemi avanzati

di misura della portata integrati da un sistema di controllo, supervisione e acquisizione dati (SCADA). Enia Reggio Emilia, che serve circa 515.000 utenti in 45 comuni della provincia di Reggio Emilia, adottò la metodologia IWA come "best practice" nell'ottobre 2004, imitata dall'ente di regolamentazione della Emilia Romagna nel 2005.

### LA STRATEGIA DI GESTIONE DELLA PRESSIONE DI ENIA

Per una gestione efficiente delle perdite idriche Enia Reggio Emilia ha implementato i distretti di misura (DMA), introdotto il calcolo del bilancio idrico e degli indicatori di performance (PI) di IWA; ha ottimizzato la gestione della pressione; ha realizzato un sistema di monitoraggio; ha implementato un metodo per l'analisi dei profili di portata minima notturna (MNF) e il confronto tra le perdite reali, calcolate a partire dalla misura della portata notturna e dal bilancio idrico. Quanto alla gestione avanzata delle pressioni si sono introdotte diverse tecnologie con lo scopo di ottimizzarne i benefici, premettendone l'implementazione anche in zone senza energia elettrica.

### CREAZIONE E MONITORAGGIO DEI DISTRETTI DI MISURA (DMA)

Il programma di riduzione delle perdite è attualmente implementato lungo 4590 km della rete, cioè

## Il sistema avanzato di gestione della pressione di Enia

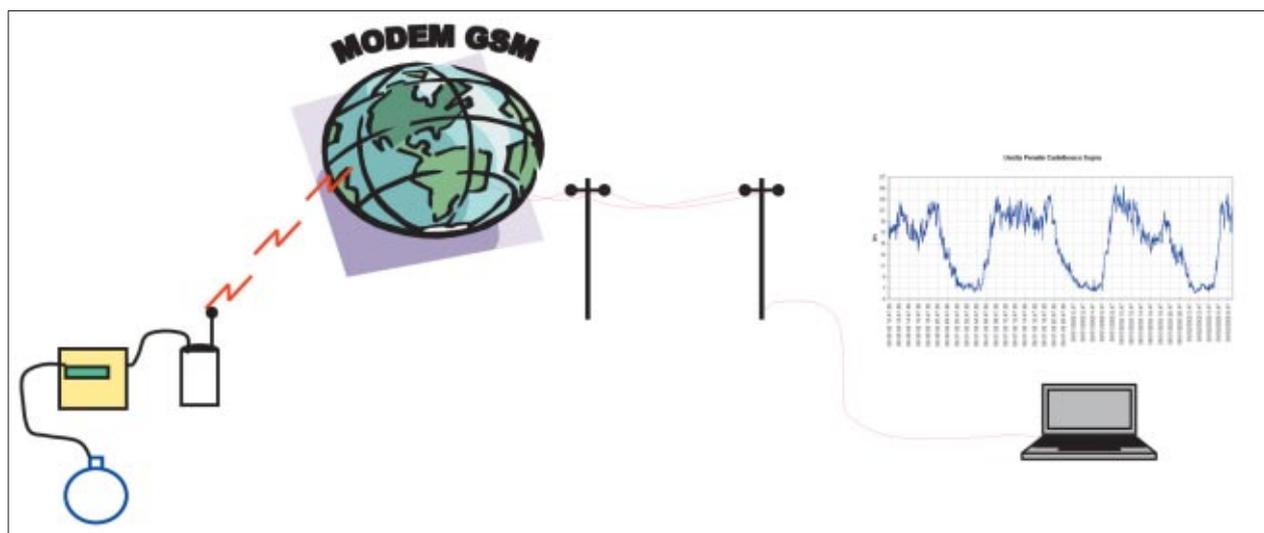


FIGURA 1: SISTEMA DI MONITORAGGIO DEI DISTRETTI DI MISURA

sul 94% della lunghezza totale della struttura. I sistemi di distribuzione sono stati suddivisi in 315 distretti di misura.

In alcuni casi, essi hanno anche favorito una migliore gestione delle pressioni, con riduzioni fino al 20% della pressione media. Anche se di impiego relativamente recente nel panorama italiano, la metodologia implementata viene ora riconosciuta come appropriata ed efficace.

I distretti di misura sono stati impiegati sia per identificare e ridurre le perdite nel breve periodo che per monitorare e controllarle perdite in maniera continuativa.

Un misuratore di portata viene installato in maniera permanente all'ingresso delle condotte di ogni distretto di misura, e i profili di pressione e portata vengono acquisiti mediante *data loggers*. I profili vengono quindi trasmessi via GSM a un computer della sala di controllo di Enia per un monitoraggio in tempo reale di ogni distretto.

Per ogni distretto di misura si analizzano i profili di portata minima notturna (MNF), e quelli di pressione registrati da sensori posizionati strategicamente lungo il distretto di misura nel punto medio (*average zone point - AZP*) e nel punto critico (*critical point - CP*), in modo da definire dove un intervento per il controllo attivo della pressione sia economicamente giustificato.

Questa metodologia ha permesso agli ingegneri di Enia di stabilire una priorità tra le aree con elevate

perdite e di quantificare il tasso di crescita con cui il numero di perdite non segnalate aumenta, in modo da inserire queste informazioni nei calcoli sul ritorno degli investimenti e in quelli sulla frequenza degli interventi di controllo attivo delle perdite.

Dopo avere identificato le aree con perdite significative e quantificato il volume delle perdite, queste sono state singolarmente individuate mediante l'esecuzione di *step test* e l'utilizzo di tecnologie acustiche (correlatori, geofoni e *noise loggers*). Dopo avere eliminato ogni perdita misurabile dal distretto di misura, si è potuto determinare un valore di riferimento per la portata in funzione della pressione, e si è quindi monitorato il distretto per identificare l'insorgenza di nuove perdite.

Nel 2005 è stato introdotto un *software* apposito, progressiva-

mente impiegato in tutti i distretti di misura, che ha permesso a Enia di confrontare le perdite reali calcolate a partire dai flussi notturni e dal bilancio idrico, in modo da individuare rapidamente inefficienze nella gestione delle perdite reali e reagire di conseguenza. Il software è ora in uso anche presso altri gestori italiani.

Presso Enia è ora in funzione un processo automatico di misura delle portate medie misurate tra le 3 e le 4 del mattino in ogni distretto di misura. Ogni mattina è dunque possibile confrontare le portate medie notturne con i valori di riferimento e calcolare lo scostamento da questi ultimi.

Dopo aver identificato i distretti con un elevato numero di perdite e avere quantificato il volume delle perdite, si può procedere all'individuazione della singola perdita per mezzo di tecnologie acustiche.



FIGURA 2: DATA LOGGERS E UN PUNTO DI MISURAZIONE

## Il sistema avanzato di gestione della pressione di Enia

### GESTIONE DELLA PRESSIONE IN ENIA

Il processo di gestione della pressione è stato implementato in Enia a partire dal 2004 nei distretti di misura che richiedessero una ottimizzazione. Enia ha impiegato l'approccio descritto nel seguito:

- verificare la probabilità di successo nella gestione della pressione, sulla base del tipo di erogazione (per gravità o per pompaggio diretto) e della pressione media, secondo una metodologia di base sviluppata dagli autori
  - effettuare indagini e predizioni per ogni settore di una rete, sulla base delle metodologie "best practice" disponibili
  - valutare il vantaggio economico offerto dalla gestione della pressione, che consente la riduzione della frequenza di insorgenza di nuove perdite e la riduzione della portata delle perdite esistenti
  - selezionare il tipo di gestione della pressione più appropriato.
- Il tipo di controllo più appropriato dipende dalle condizioni della sin-



FIGURA 3: INSTALLAZIONE DI UN SISTEMA DI CONTROLLO CON ALGORITMO DI AUTOAPPRENDIMENTO

gola zona come rilevato dalle misure in campo precedentemente descritte.

Il processo si è molto semplificato nel 2007, dopo lo sviluppo di un pacchetto *software* sviluppato da Allan Lambert che permette di elaborare i dati raccolti sul campo in punti chiave preselezionati (punti di ingresso, punto medio e punto critico) e fornisce una stima dei vantaggi offerti da ciascuno dei tre metodi di controllo

della pressione disponibili (a riduzione fissa - Fixed Outlet, in base al tempo - Time Based e modulato in base alla portata - Flow Modulated). Inoltre, è possibile valutare il beneficio economico ottenibile in ogni zona di gestione della pressione e selezionare il tipo di controllo di pressione più appropriato.

La strategia delineata è stata impiegata da Enia in molti distretti di misura negli ultimi anni.

[www.consultinggas.it](http://www.consultinggas.it)

**diamo valore ai Vostri asset**

**Consultinggas S.r.l.**

consulenze - gas - acqua - servizi - perizie

**CONSULTINGAS servizi e consulenza nel campo delle utilities : Gas, Energia, Acqua.**

## Servizi

CONSULTINGAS si propone come partner tecnico e amministrativo per gli enti pubblici e le aziende, per i quali possiamo offrire la ns. collaborazione, con la professionalità derivante da oltre 20 anni di esperienza nel settore delle utility.

- Gare affidamento servizi
- Stima costi delle opere
- Pratiche autorizzative

- Stima industriale delle reti e degli impianti
- Studi di fattibilità
- Gestione commesse

Consultinggas S.r.l. - Via Mons. F. Carminati n. 16 - 24058 Romano di Lombardia (BG)

Capitale Sociale i.v. € 10.000,00 C.F. / P. IVA 03317900169 R.E.A. BG 367895

Iscritta al Registro Imprese di Bergamo al n. 03317900169

Tel. 0363/708556 0363-901071 - Fax 0363-901071 - e-mail : [info@consultinggas.it](mailto:info@consultinggas.it) - [consultinggas@alice.it](mailto:consultinggas@alice.it)



water technology

## TECNOLOGIE PER IL CONTROLLO AVANZATO DELLA PRESSIONE IMPIEGATE IN ENIA

### ■ Controllori avanzati di pressione

Per ridurre ulteriormente le perdite, nel 2009 è stato introdotto un sistema avanzato di controllo della pressione, dotato di un algoritmo di autoapprendimento. L'obiettivo del sistema è mantenere la pressione (P3) al punto critico a un livello prefissato modulando la pressione (P2) di uscita dalla valvola di riduzione della pressione (PRV). La modulazione viene effettuata da un algoritmo con autoapprendimento in base alla variazione della perdita di carico tra i punti P3 e P2 al variare della portata nel tempo. Dato che tale perdita di carico in un distretto di misura varia al variare della richiesta di acqua, per mantenere la pressione P3 al livello prefissato è necessario regolare continuamente la pressione di uscita dalla valvola PRV. Per raggiungere questo obiettivo si è utilizzato la seguente strumentazione:

- una valvola pilota avanzata installata alla PRV con sistema di controllo (*controller*)
- un sistema di controllo che misura la pressione (P1) a monte della valvola PRV, la pressione P2 a valle della PRV e la portata
- il sensore di pressione P3 nel punto critico.

I dati raccolti dal sistema di controllo e dal sensore nel punto P3 vengono elaborati da un sofisticato algoritmo con auto-apprendimento configurato a ciclo aperto. L'algoritmo acquisisce automaticamente le perdite di carico del distretto di misura in funzione dell'ora del giorno, del giorno della settimana e del mese e fornisce giorno per giorno i parametri ottimizzati per il sistema di controllo. Il *controller* comunica con il *server* una volta al giorno attraverso la rete GSM. Durante la comunicazione i dati di pressione e portata vengono trasmessi al *server* e i nuovi parametri di controllo vengono caricati sul *controller*. Anche il sensore di pressione (P3) del punto critico invia i dati di pressione al *server* via GSM.

Il sistema è un sistema *standard*, semplice da installare e adatto ai tipi più diffusi di valvole di riduzione di pressione. Una volta installato, il sistema viene configurato in modo da mantenere la pressione di uscita ad un valore prefissato per due settimane. In questo periodo l'algoritmo apprende il modo di funzionamento del distretto di misura. Al termine delle due settimane il sistema inizia a modulare la pressione P2 in modo da raggiungere il valore obiettivo in P3. I dati del sistema sono accessibili attraverso un'interfaccia utente web sicura e di semplice utilizzo.

### ■ Micro turbina

Uno dei problemi legati all'impiego di *data loggers* e valvole PRV, specialmente in zone remote, è la disponibilità di energia elettrica. Le valvole di riduzione di pressione operando dissipano energia, e questo fatto può essere sfruttato: Enia ha utilizzato un apparecchio (sviluppato da una società di Pisa in collaborazione con il locale acquedotto) per produrre energia ▶

# UNIQA® | U®

NUOVA GAMMA AD ALTA EFFICIENZA

23-25 MAGGIO 2012  
PADIGLIONE 2  
STAND 10-11

H<sub>2</sub>O  
ACQUEDUO



waste stop.  
efficiency on.

www.zenit.com

JOIN OUR WATER MOVEMENT



## Il sistema avanzato di gestione della pressione di Enia

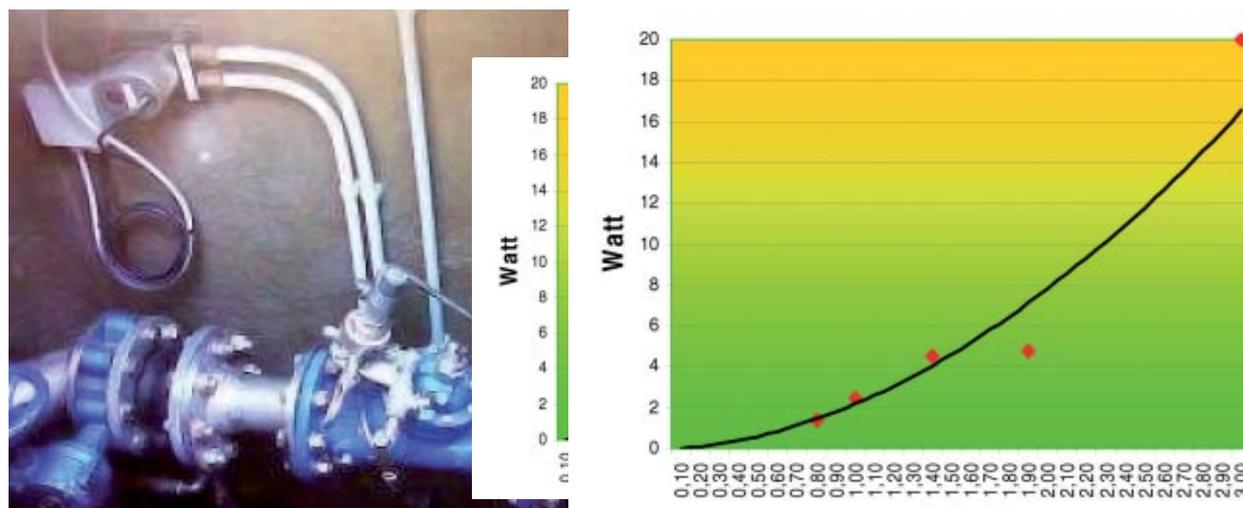


FIGURA 4: MICROTURBINA E GRAFICO DELL'ENERGIA PRODOTTA IN FUNZIONE DI DELTA P

sfruttando il salto di pressione generato dalla valvola PRV. Questa piccola turbina (12-24 Volts) necessita di un salto di pressione di soli 8 metri per produrre sufficiente energia da alimentare tutto il sistema di registrazione e trasmissione dei dati necessario. Fino a ora 18 di queste micro turbine sono state installate in diversi siti della rete idrica di Enia. La figura 4 mostra le micro turbine installate e la relazione tra salto di pressione alla valvola PRV e energia prodotta (misurata in W).

### RISULTATI NEL DISTRETTO PILOTA DI COVIOLIO

Il controllo di pressione è stato installato nel 2005 nel distretto di misura di Coviolo (12,89 km di condotte principali, 330 connessioni). La rete è piuttosto vecchia e le condotte in condizioni precarie, e questo rende il controllo di pressione una soluzione molto efficiente. Nel distretto di Coviolo le frequenze con cui si sono verificate perdite reali e scoppi si è ridotta di più del 50%. Si stima che il costo dell'investimento sia stato recuperato nel giro di pochi mesi. Per migliorare ulteriormente le prestazioni del sistema, si è deciso di impiegare il controllo di pressione avanzato in modo da mantenere la pressione al punto critico a un valore compreso tra 20 e 23 metri in conformità con i requisiti di portata e quelli antincendio. I risultati raggiunti con il controllo avanzato di pressione mediante algoritmo con autoapprendimento sono stati estremamente positivi, e

molto vicini a quanto atteso da un punto di vista teorico. In generale, durante il periodo in cui la pressione obiettivo P3 è stata fissata a 23 metri il sistema ha permesso una riduzione della pressione del 13,8% e una riduzione delle perdite del 15,3%. Nel periodo in cui la pressione obiettivo P3 è stata fissata a 23 metri durante il giorno e 20 metri durante la notte il sistema ha consentito una riduzione della pressione del 15,3% e una riduzione delle perdite del 16,7%. I dati acquisiti prima e dopo l'installazione del sistema di gestione della pressione sono riportati nella tabella 1 in cui il consumo notturno è stato ipotizzato costante.

Inoltre, il grafico di figura 5 mostra come l'algoritmo di controllo mantiene la pressione sempre al di sopra del valore obiettivo (P3) con una variazione massima di 1,5 m. L'algoritmo si è dimostrato anche capace di rispondere in modo corretto in caso di valori obiettivo di pressione diversi per il giorno e la notte. Il grafico di figura 6 mostra le portate in funzione della perdita di carico tra la valvola di riduzione di pressione e il punto critico. Si possono osservare perdite di carico fino a 11 metri, e il fatto che con la portata aumenta la variabilità nelle perdite di carico. La riduzione di pressione riportata non ha avuto effetti sul livello di

#### DATI DAL DISTRETTO DI COVIOLIO

	PRIMA	DOPO	
	P2 a 33 m	P3 obiettivo a 23 m	P3 obiettivo a 23 m di giorno e 20 m di notte
Periodo	24 Feb – 7 Mar	19 Mar–1 Apr	3-7 Apr
MNF (mc/ora)	5,04	4,608	4,5
Fattore Notte Giorno	22,35	24,2	26,5
Perdita	43,8	37,1	36,5
Pressione al Punto Medio	32,6	28,1	27,6
Pressione Massima al Punto Medio	35,4	29,6	26,5
Riduzione perdita		6,7	7,3
Riduzione Pressione al Punto Medio		4,5	5
Riduzione perdita		15,30%	16,70%
Riduzione Pressione al Punto Medio		13,80%	15,30%

TABELLA 1 DATI DEL DISTRETTO DI COVIOLIO

## Il sistema avanzato di gestione della pressione di Enia

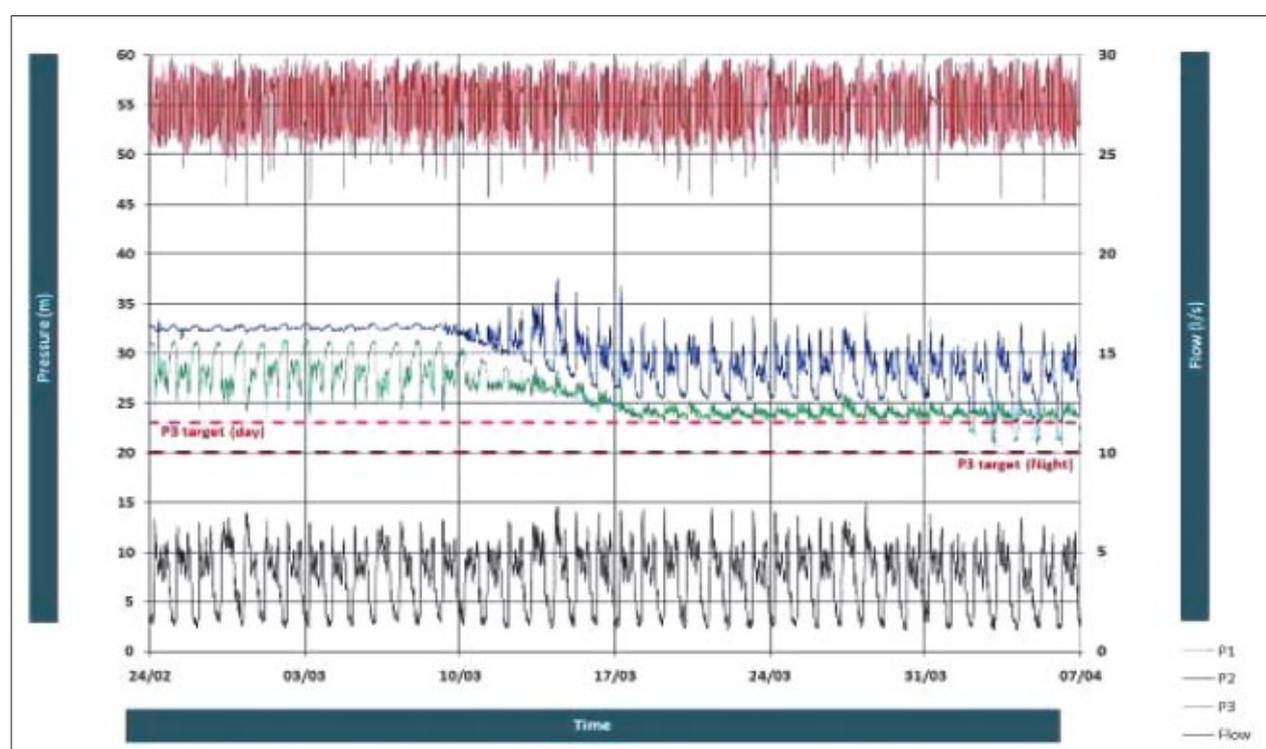


FIGURA 5: PRESSIONE E PORTATA NEL DISTRETTO DI COVILO

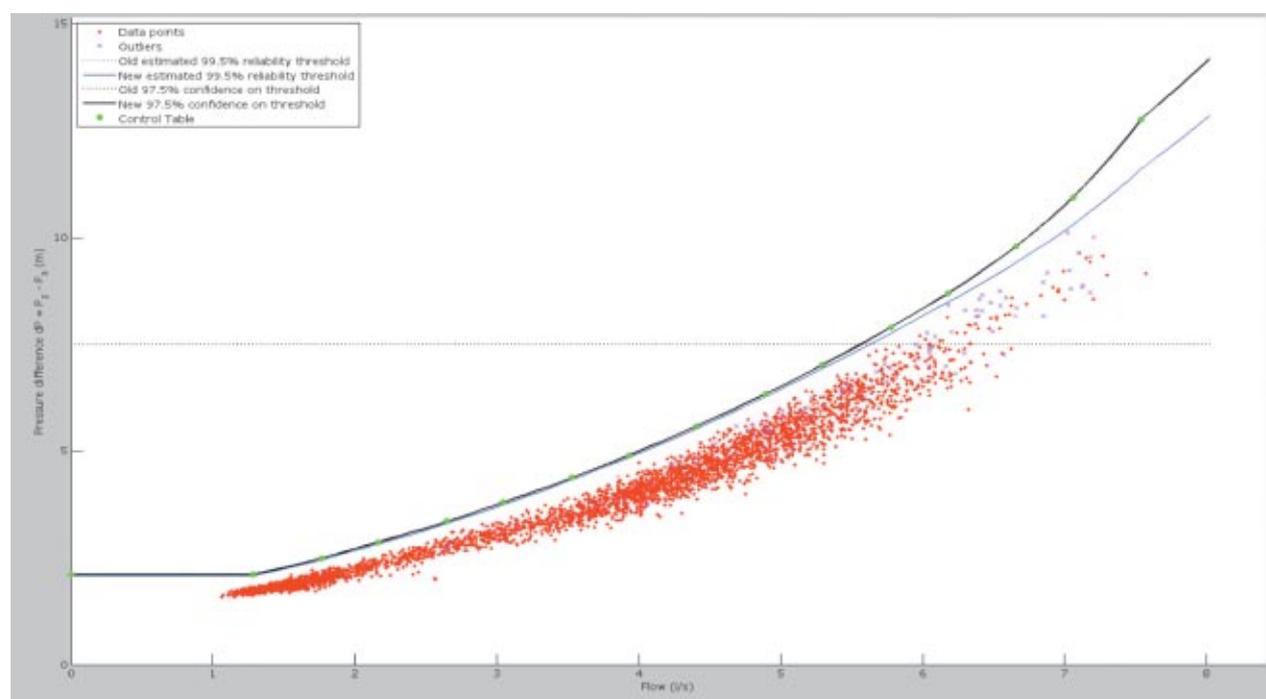


FIGURA 6: GRAFICO PORTATA DIFFERENZA DI PRESSIONE REGISTRATA TRA L'USCITA DELLA PRV E IL PUNTO CRITICO NEL DISTRETTO COVILO

servizio garantendo sempre il rispetto dello standard di pressione per gli utenti.

### RISULTATI E DISCUSSIONE

I benefici ottenuti grazie allo sviluppo del sistema di gestione della pressione descritto sono numerosi e

includono: la riduzione della frequenza con cui si verificano perdite e rotture, la riduzione del tempo di intervento in caso di perdite e l'esecuzione della ricerca perdite secondo criteri economici, la riduzione ottimizzata della pressione sulla base di dati in tempo reale, la riduzione

nei consumi di energia, l'estensione della vita utile della rete, ecc...

Il programma di gestione della pressione del comune di Reggio Emilia nel quadriennio 2004-2009 ha rivestito un ruolo importante nel raggiungere:

- una riduzione del 13% di portata

## Il sistema avanzato di gestione della pressione di Enia

in ingresso pro capite

- una riduzione di oltre il 28% del numero di rotture
- una riduzione di oltre il 16% dell'immesso pro capite (da 113 a 94 mc pro capite all'anno).

Questo lavoro dimostra che l'implementazione di metodi di gestione della pressione avanzati permette un significativo miglioramento nell'efficienza del sistema di distribuzione.

In particolare, il progetto di gestione della pressione di Enia mostra che:

- il primo passo nella gestione delle perdite nella rete idrica è l'applicazione della metodica IWA e dei calcoli di bilancio idrico e degli indici di performance secondo le "best practices" di IWA
- l'introduzione dei distretti di misura e della gestione della pressione consente una riduzione significativa sia delle perdite che della frequenza con cui si verificano nuove perdite e rotture
- l'impiego di sistemi avanzati di gestione della pressione consente una ulteriore riduzione sia delle perdite che della frequenza delle rotture, anche in confronto ad altre soluzioni disponibili per la gestione della pressione. Nel distretto di misura di Coviolo una riduzione della pressione del 13,8% ha permesso una riduzione delle perdite del 15,59%
- l'impiego di microturbine permette l'implementazione del sistema avanzato di gestione della pressione anche in siti in cui non c'è disponibilità di energia elettrica, o il costo di realizzazione di una rete elettrica dedicata è molto elevato
- l'uso di un pacchetto software dedicato consente di monitorare e analizzare le portate notturne, di determinare il contributo delle perdite, di valutare in anticipo i potenziali benefici della gestione della pressione, giustificando così l'implementazione di un sistema avanzato di gestione della pressione

I risultati raggiunti incoraggiano Enia a estendere il sistema di analisi e l'implementazione della gestione della pressione in tutti i distretti di misura in cui si rivelasse efficace.

L'esempio di Enia costituisce un modello in Italia, e spinge altri for-

## Bibliografia

Charalambous B., Lambert A and Lalonde A (2005). *Using practical predictions of Economic Intervention Frequency to calculate Short-run Economic Leakage Level, with or without Pressure Management* IWA Leakage2005 Conference, Halifax (Canada)

Fantozzi, M and Lambert A (2007): *Including the effects of pressure management in calculations of Short-Run Economic Leakage Levels*. IWA Conference 'Water Loss 2007', Bucharest, Sept. 2007.

Fantozzi, M and Lambert A (2008): *Recent developments in predicting the benefits and payback periods of introducing different pressure management options into a Zone or small distribution system* IWA Conference 'Water Loss Management 2008', Skopje (FYROM), June 2008.

Kovacs, J. (2006). *Case studies in applying the IWA WLTF approach in the Western Balkan Region: Results Obtained*. Skopje Conference 2006: *Water loss management, telemetry and SCADA systems in water distribution systems*. [imgd@zg.htnet.hr](mailto:imgd@zg.htnet.hr)

Lambert A, 2002. *International Report on Water Losses Management and Techniques: Report to IWA Berlin Congress, October 2001*. *Water Science and Technology: Water Supply Vol 2 No 4, August 2002*

Lambert A and Lalonde A (2005). *Using practical predictions of Economic Intervention Frequency to calculate Short-run Economic Leakage Level, with or without Pressure Management*. *Proceedings of IWA Specialised Conference 'Leakage 2005'*, Halifax, Nova Scotia, Canada

May, J (1994) *Pressure Dependent Leakage*. *World Water and Environmental Engineering*, Oct. 1994

Ogura (1979) *Japan Water Works Association Journal*, June 1979

Thornton, J (2002) *Water Loss Control Manual*, McGraw-Hill, ISBN 007-1374345

Thornton, J (2003) *Managing Leakage by Managing Pressure*. *Water 21*, October 2003

Thornton, J and Lambert A (2005): *Progress in Practical Prediction of Pressure: Leakage, Pressure: Burst Frequency and Pressure: Consumption Relationships*. *Proceedings of IWA Special Conferences 'Leakage 2005'*, Halifax, Nova Scotia, Canada, September 12-14 2005

Thornton, J and Lambert A (2006): *Managing pressures to reduce new break frequencies, and improve infrastructure management*. *Water 21*, December 2006.

Thornton, J and Lambert A (2007): *Pressure Management extends infrastructure life and reduces unnecessary energy costs*. IWA Conference 'Water Loss 2007', Bucharest, September 2007 (in press).

Waldron et Al. (2002) *Establishing Pressure Management Zones and District Metering Areas: The Toolkit*. *Manual No 4 in the series 'Managing and Reducing Losses from Water Distribution Systems (2004) State of Queensland Environmental Protection Agency and Wide Bay Water E*. ISBN 0

Software specialistici Leaks, Stiperzenia e Anper: Per ulteriori informazioni contattare Marco Fantozzi o visitate i siti [www.leakssuite.com](http://www.leakssuite.com) e [www.studiomarcofantozzi.it](http://www.studiomarcofantozzi.it).

nitatori nazionali a implementare o estendere l'utilizzo dell'approccio di IWA e l'impiego di soluzioni avanzate per la gestione della pressione. ■

### Ringraziamenti

Gli autori vogliono ringraziare Allan Lambert per il contributo, le idee e il supporto a questo lavoro.

## GLI AUTORI

### MARCO FANTOZZI

[Marco.fantozzi@email.it](mailto:Marco.fantozzi@email.it)

Responsabile dello Studio Marco Fantozzi ([www.studiomarcofantozzi.it](http://www.studiomarcofantozzi.it)), specializzato nella consulenza, formazione del personale e sviluppo di software per la gestione di perdite e pressioni nei sistemi idrici. È membro attivo della "Water Loss" Task Force dell'International Water Association (IWA) con ampia esperienza nell'applicazione di soluzioni innovative per la gestione delle perdite idriche sia in Italia che a livello internazionale. È distributore per l'Europa dei software LEAKS ([www.leakssuite.com](http://www.leakssuite.com)) per la gestione delle perdite, sviluppati da Allan Lambert.

### FRANCESCO CALZA

[francesco.calza@gruppoire.it](mailto:francesco.calza@gruppoire.it)

### ADAM KINGDOM

[adam.kingdom@i2owater.com](mailto:adam.kingdom@i2owater.com)