

# Acquedotto Pugliese utilizza le microonde per la ricerca perdite

↓ La collaborazione fra Università del Salento e Acquedotto Pugliese ha dato origine ad un innovativo sistema di ricerca perdite che utilizza la tecnica di misura a microonde.

■ di A. Cataldo, G. Cannazza, E. De Benedetto, M. Miraglia, D. Ancora, N. Giaquinto

La ricerca e localizzazione puntuale delle perdite idriche hanno un forte impatto tecnologico ed economico nel settore della distribuzione idrica. I mezzi d'indagine che vengono adoperati tradizionalmente per la ricerca perdite in condotte interrate si basano, prevalentemente, su metodi elettro-acustici. Tuttavia, tali metodi, per il principio stesso di funzionamento, presentano delle caratteristiche che ne limitano l'efficacia. Ad esempio, sussistono delle problematiche per ciò che concerne la corretta interpretazione dei dati di misura, la difficoltà o impossibilità di impiegarli in presenza di rumori acustici ambientali, la scarsa applicabilità in impianti realizzati in materiale plastico e, soprattutto, i limiti d'impiego in condizioni di bassa pressione media di esercizio in rete (< 1,5 bar). Inoltre, l'esecuzione di una campagna di ricerca perdite sistematica in una rete urbana richiede tempi abbastanza lunghi (orientativamente, la ricognizione di circa 2 km di rete prevede l'impiego di almeno una giornata di lavoro di due unità-uomo). Proprio i limiti applicativi dei metodi tradizionali hanno motivato l'interesse verso la ricerca e lo sviluppo di sistemi ricerca-perdite alternativi e più efficienti. In questo contesto, attraverso un'intensa attività di ricerca e sperimentazione condotta nell'ambito di un progetto di ricerca svolto in collaborazione tra l'Università del Salento e Acquedotto Pugliese S.p.A. (AQP) è stato sperimentato e messo a punto un innovativo sistema ricer-

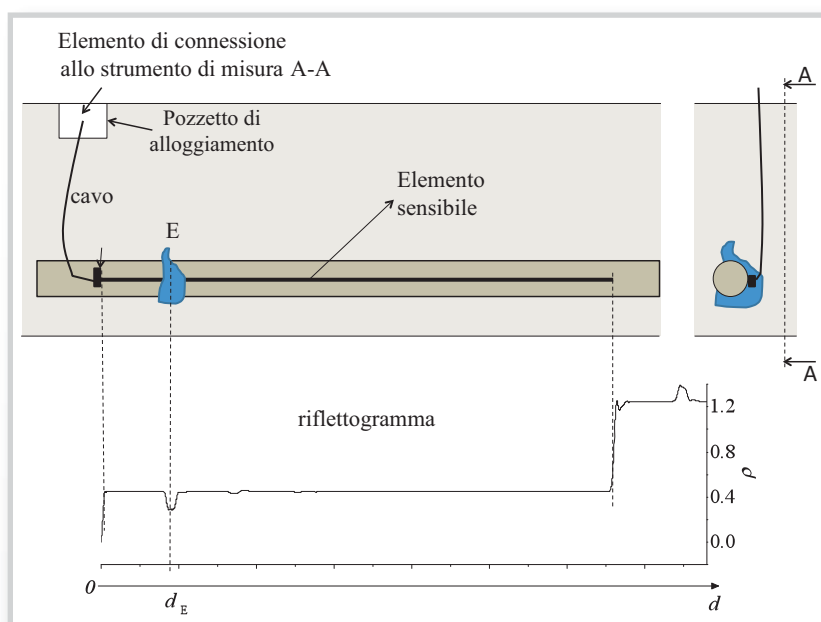


FIG. 1: SCHEMATIZZAZIONE DEL SISTEMA DI MISURA S.I.M.P.Le. (IN ALTO) E DELL'OUTPUT "GREZZO" DI UNA MISURA (IN BASSO)

ca perdite basato su una tecnica di misura a microonde, quale la riflettometria nel dominio del tempo (*time domain reflectometry*, TDR), in grado di localizzare velocemente ed efficacemente le perdite su tratti di condotta interrata, lunghi anche diverse centinaia di metri. Questo sistema, denominato S.I.M.P.Le. (*System for Identifying and Monitoring Pipe Leaks*) sfrutta la tecnologia brevettata da Moni-Tech s.r.l. Spin Off dell'Università del Salento.

S.I.M.P.Le. è stato concepito, principalmente, per due scenari applicativi di ricerca perdite occulte:

- condotte idriche e fognarie di nuova posa in opera e realizzate

in qualsiasi materiale

- condotte idriche in materiale metallico già esistenti.

Alla luce dei risultati ottenuti in vari impianti pilota (*Servizi a Rete n. 2/12 ndr*), S.I.M.P.Le. potrebbe determinare una rivoluzione nell'approccio stesso alla ricerca perdite "tradizionale", garantendo, di fatto, la possibilità di eseguire monitoraggio periodici ed a basso costo sulle reti predisposte per l'ispezione con questo sistema.

S.I.M.P.Le. non risente di limitazioni derivanti dal tipo di materiale di cui è fatta la condotta o dai diametri, né di limitazioni derivanti dalla destinazione d'uso della condotta (infatti è utilizzabile per tronchi di

## Acquedotto Pugliese utilizza le microonde per la ricerca perdite

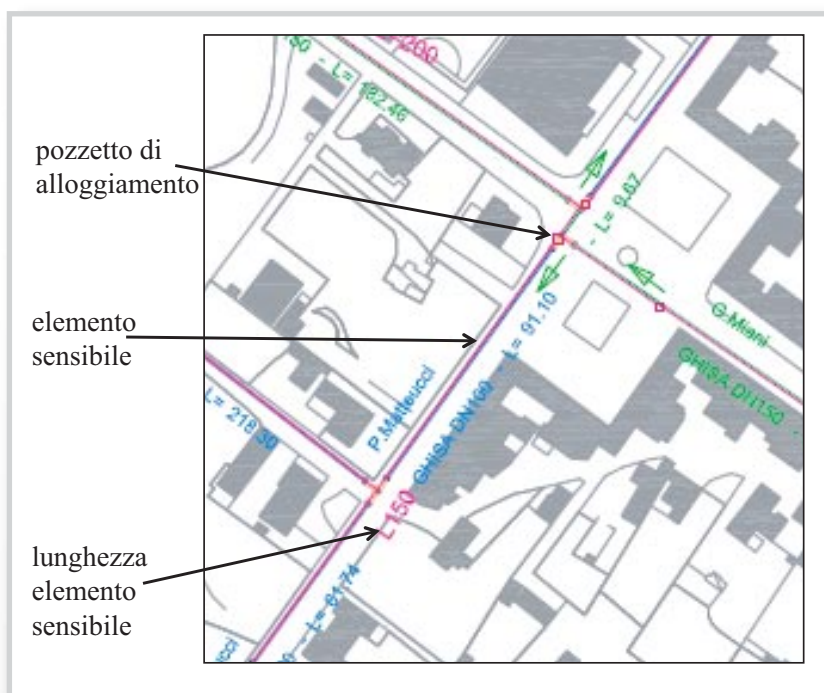


FIG.2: ESEMPIO DI UNO STRALCIO DI PLANIMETRIA PROGETTUALE PER LA PREDISPOSIZIONE DEL SISTEMA S.I.M.P.Le.

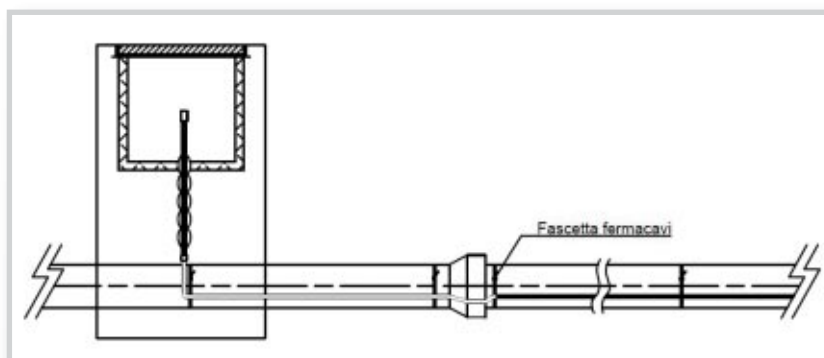


FIG.3: PARTICOLARE DEL POZZETTO DI ALLOGGIAMENTO, ELEMENTO SENSIBILE ED ELEMENTO DI CONNESSIONE

rete urbana o suburbana, impianti domestici, reti di adduzione primaria, ecc.). L'elevata facilità di installazione e di impiego di questo sistema, oltre ai costi di implementazione molto contenuti, sono aspetti che lo rendono una soluzione molto attraente per gli operatori del settore. AQP implementerà questa tecnologia su alcune reti idriche di nuova realizzazione.

### PRINCIPIO FISICO

S.I.M.P.Le. è basato sull'utilizzo della TDR, una tecnica che sfrutta l'interazione tra un segnale elettromagnetico ed il sistema oggetto di indagine. S.I.M.P.Le. si compone di una parte relativa alla strumentazione elet-

tronica (preposta all'acquisizione della misura, all'elaborazione dati e alla gestione, ed interamente contenuta in una valigetta portatile) e di una parte relativa agli equipaggiamenti di sensing.

Per spiegare il principio di funzionamento, è opportuno partire dalla descrizione dell'elemento sensibile da impiegare. Per quanto riguarda la dotazione da predisporre, in fase di posa in opera della nuova condotta, viene disposto un elemento sensibile, come schematizzato in figura 1. L'elemento sensibile interrato rimane accessibile dall'esterno, grazie ad un apposito elemento di connessione integrato all'elemento sensibile e alloggiato in un pozzet-

to (o in qualunque altro punto accessibile a disposizione). Grazie a questa dotazione, in qualunque momento occorrerà effettuare un controllo sulla presenza di perdite, basterà semplicemente collegare lo strumento di misura al connettore e procedere con la misura.

Per quanto riguarda la parte di strumentazione elettronica, l'apparato provvede ad inviare un segnale elettromagnetico attraverso l'elemento sensibile e ad acquisirne ed elaborarne la "risposta".

L'output "grezzo" di una misura (fig.1) è un riflettogramma, ovvero un grafico che fornisce il coefficiente di riflessione (sull'asse verticale) in funzione della distanza dal punto in cui si sta effettuando l'ispezione (asse orizzontale). In pratica, il riflettogramma sarà piatto se non ci sono perdite. Viceversa, il riflettogramma presenterà un minimo locale in corrispondenza di un punto di perdita. Attraverso un software estremamente *user friendly*, appositamente sviluppato, è possibile ricavare automaticamente la posizione della perdita. Operativamente, è possibile ispezionare distanze anche di diverse centinaia di metri con una singola misura.

### IMPLEMENTAZIONE PRATICA

Le fasi essenziali per implementare S.I.M.P.Le. in impianti di nuova installazione (sia idrici che fognari) o in tratti di rete interessate da risanamento, possono essere riassunte come segue:

stabilire sulle planimetrie di progetto quali tratti di condotta dotare di elemento sensibile, i criteri di posizionamento e la lunghezza di ogni singolo tratto. Inoltre, per ogni tratto di elemento sensibile, è necessario prevedere il punto di accesso per l'alloggiamento dell'elemento di connessione cui far afferrire l'elemento sensibile stesso (ad esempio, pozzetti appositamente dedicati, pozzetti previsti per altri scopi, ecc.). Questa fase è anche importante per agevolare la successiva fase di ricerca perdite. Infatti, conoscendo opportunamente la disposizione degli elementi sensibili, l'operatore, tramite il software di gestione in dotazione allo strumento di ricerca perdite, dispone anche

## Acquedotto Pugliese utilizza le microonde per la ricerca perdite

di tutte le informazioni sull'identificazione ed il posizionamento del tratto di rete da ispezionare. La figura 2 mostra un esempio di stralcio planimetrico di un progetto di nuova rete, in fase di esecuzione con AQP, in cui sono indicati i dati salienti per l'installazione degli equipaggiamenti sopra descritti.

Durante i lavori di posa in opera della condotta è necessario installare gli elementi sensibili esternamente alle condotte. Tali elementi sono forniti all'installatore avvolti in matasse e tagliati su misura (secondo le specifiche progettuali), opportunamente assemblati, preliminarmente testati e già predisposti per il corretto funzionamento. L'installazione è estremamente facile: è sufficiente "srotolare" il tratto di elemento sensibile lungo la condotta, man mano che si procede con lo scavo e la posa in opera della tubazione. È opportuno precisare che la condotta non è interessata da nessun intervento o necessità di modifica. La figura 3 mostra una vista longitudinale del particolare di installazione, in corrispondenza di un pozzetto di alloggiamento.

La figura 4 mostra la fase di installazione di un elemento sensibile su una condotta della rete idrica. Dopo l'installazione, è opportuno fare una misura di verifica funzionale ed inizializzazione del sistema S.I.M.P.Le.. Tale operazione permetterà anche di associare il codice identificativo del generico elemento sensibile con la cartografia della rete e con il software dedicato alla



Fig. 5: FASE DI ESECUZIONE DI UNA SESSIONE DI MISURA



Fig. 4: PREDISPOSIZIONE DI S.I.M.P.Le. SU UNA NUOVA CONDOTTA IDRICA: A) PARTICOLARE DELL'INSTALLAZIONE DELL'ELEMENTO SENSIBILE, B) FASE DI RINTERRO DELL'ELEMENTO SENSIBILE E PREDISPOSIZIONE DEL POZZETTO DI ALLOGGIAMENTO CON L'ELEMENTO DI CONNESSIONE

gestione del sistema.

Una volta installato l'elemento sensibile, quando si vuole ispezionare una condotta, è sufficiente collegare lo strumento di misura all'elemento di connessione ospitato nel pozzetto, come illustrato in figura 5. La schermata del software di misura fornirà automaticamente la posizione della perdita, espressa come distanza (in metri) dall'elemento di connessione.

### NOTE OPERATIVE

Il sistema può essere impiegato sia su reti idriche complesse (ovvero in presenza di molti nodi, derivazioni, utenze private, etc.), sia su piccoli impianti domestici (come mostrato in figura 6). Inoltre, S.I.M.P.Le. non risente di influenze derivanti da sottoservizi, interferenze elettriche o acustiche, condizioni di pressione idraulica, né tantomeno da fattori relativi alla geometria o materiale di realizzazione delle condotte. Tutto ciò lo rende più affidabile e di facile utilizzo rispetto a sistemi tradizionali.

Dal punto di vista della "manutenzione" vale la pena di precisare che, anche qualora l'elemento sensibile interrato dovesse rompersi o essere tagliato (accidentalmente, per necessità di manutenzione, per effettuare derivazioni successive, per allacci di nuove utenze, ecc.), è possibile ripristinarne la completa funzionalità operativa tramite operazioni estremamente semplici, veloci e attuabili anche da personale non esperto.

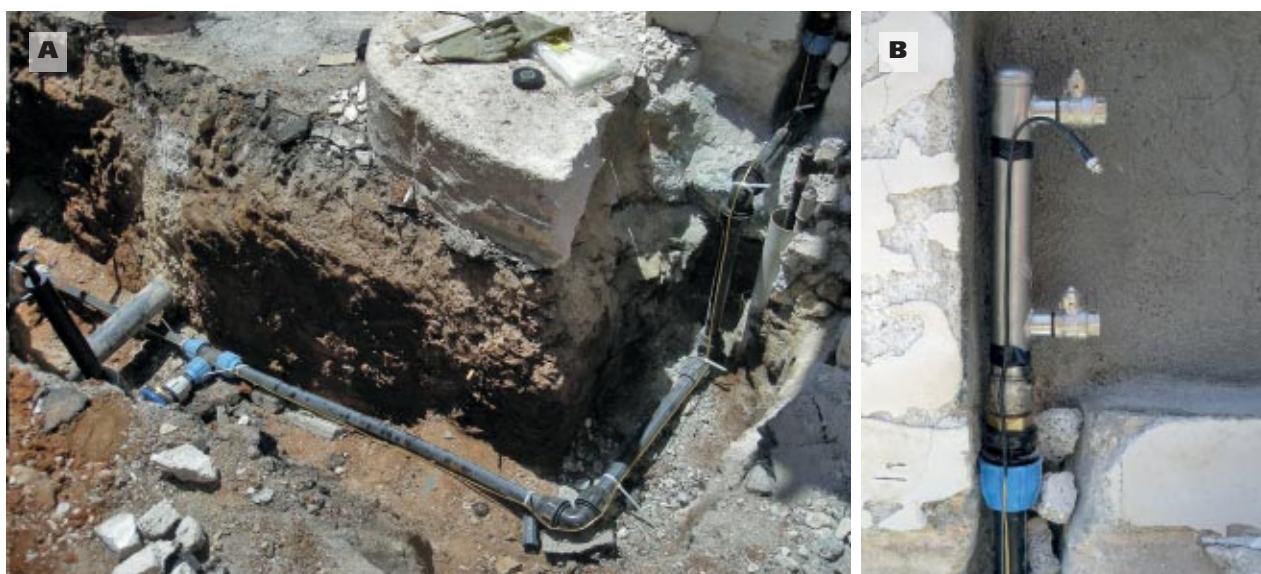
Infine, è opportuno notare che la stessa dotazione strumentale di S.I.M.P.Le. può essere utilizzata anche per l'ispezione di condotte me-

talliche "già installate": con questa espressione ci si vuole riferire a condotte metalliche in cui non sia stato installato l'elemento sensibile durante la fase di posa in opera. Anche in questi casi, infatti, S.I.M.P.Le. rappresenta una valida alternativa ai metodi tradizionali, specialmente in casi che possono invece risultare critici per i sistemi tradizionali.

### CONCLUSIONI

L'impiego di S.I.M.P.Le. potrebbe rivoluzionare il concetto attuale di ricerca perdite (tipicamente caratterizzata da una fase di pre-localizzazione, da una successiva fase di localizzazione puntuale e da "fasi di ripasso" post-riparazione). Infatti, la predisposizione dell'elemento sensibile direttamente all'interno dello scavo in fase di posa in opera della condotta, consente una gestione futura delle perdite e/o anomalie funzionali notevolmente semplificata, un considerevole abbattimento dei tempi di rilevazione e un ingente risparmio economico offrendo, al contempo, una soluzione univoca e definitiva alla problematica di ricerca perdite sia nelle reti idriche che in quelle fognarie. Inoltre, l'impiego su larga scala di tale sistema comporterebbe notevoli miglioramenti in termini di rapporto costi/benefici. A titolo orientativo, infatti, una rivelazione lungo un unico tratto di rete lunga circa 200-300 m, richiederebbe l'impiego di soltanto un operatore per circa 10 minuti. Come diretta conseguenza di tale risparmio in termini sia di personale addetto che di tempo di ispezione, l'ente gestore

## Acquedotto Pugliese utilizza le microonde per la ricerca perdite



**Fig.6:** ESEMPIO DI INSTALLAZIONE DI S.I.M.P.L.E. IN UN IMPIANTO IDRICO DOMESTICO (A), CON PARTICOLARE DELL'ELEMENTO DI CONNESSIONE ALLOGGIATO NELLA NICCHIA DEL CONTATORE (B)

| PARAMETRO  |                      |
|--|----------------------|
| Produttività   | oltre 6 km/giorno    |
| Incertezza nella localizzazione della perdita          | 0.5 m                |
| Personale richiesto                                    | 1 operatore          |
| Tempo necessario per una misura                        | < 10 minuti          |
| Lunghezza massima ispezionabile con una singola misura | Testato fino a 200 m |

**Tab.1:** PARAMETRI PRESTAZIONALI DI S.I.M.P.L.E.

potrebbe disporre di dati su scala molto più ampia e di cicli di monitoraggio molto più frequenti ed accurati, al fine di garantire un rilevante miglioramento dell'efficienza e della qualità del servizio. La tabella 1 riassume i principali parametri prestazionali di S.I.M.P.L.E.. Le potenzialità derivanti dallo sviluppo futuro del sistema e dalla sua implementazione, specie in centri urbani, costituirebbero un esempio di innovazione in ottica *Smart Cities*, in quanto si potrebbe monitorare lo stato di salute delle condotte permanentemente, in tempo reale e completamente da remoto. ■

### GLI AUTORI

#### ANDREA CATALDO

[andrea.cataldo@unisalento.it](mailto:andrea.cataldo@unisalento.it)

Professore aggregato di misure elettriche ed elettroniche presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Innovazione dell'Università del Salento. Le sue principali attività di ricerca riguardano le misure riflettometriche a microonde, la caratterizzazione dielettrica di materiali, la sensoristica e la caratterizzazione di dispositivi elettronici.

#### GIUSEPPE CANNAZZA

[giuseppe.cannazza@unisalento.it](mailto:giuseppe.cannazza@unisalento.it)

Laureatosi in Fisica presso l'Università del Salento, è assegnista di ricerca nel settore delle misure elettriche ed elettroniche presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Innovazione dell'Università del Salento.

#### EGIDIO DE BENEDETTO

[egidio.debenedetto@unisalento.it](mailto:egidio.debenedetto@unisalento.it)

Dottore di ricerca in Ingegneria dell'Informazione (settore: Misure elettriche ed elettroniche). Attualmente è assegnista di ricerca nel settore delle misure elettriche ed elettroniche presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Innovazione dell'Università del Salento.

#### MARCELLO MIRAGLIA

[m.miraglia@aqp.it](mailto:m.miraglia@aqp.it)

Laureatosi a in Ingegneria Civile Idraulica presso il Politecnico di Bari, si è specializzato in Ingegneria Sanitaria ed Ambientale presso il Politecnico di Napoli. Dal 1994 lavora per la società Acquedotto Pugliese S.p.A., dove attualmente, ricopre l'incarico di Responsabile dell'Area Materiali, Cartografia/SIT e Bilancio idrico nella Direzione Servizi Tecnici.

#### DANILO ANCORA

[d.ancora@aqp.it](mailto:d.ancora@aqp.it)

Laureatosi in Ingegneria Idraulica-Civile presso l'Università degli Studi di Pisa, ha svolto attività di ricerca presso il CNR ed attività di consulenza e didattica presso diverse aziende. Dal 1994 lavora per la società Acquedotto Pugliese S.p.A, per la quale, dal 2010, ricopre il ruolo di Dirigente responsabile dell'Unità Energia ed Innovazione Tecnologica.

#### NICOLA GIAQUINTO

[giaquinto@misure.poliba.it](mailto:giaquinto@misure.poliba.it)

Professore associato di misure elettriche ed elettroniche presso il Dipartimento di Elettrotecnica ed Elettronica del Politecnico di Bari. I suoi principali interessi di ricerca riguardano l'elaborazione numerica dei segnali per le misure e la sensoristica, la metrologia della conversione A/D e D/A, e le problematiche teoriche relative alla definizione e alla valutazione dell'incertezza di misura.