

**H2O-2016 XII MOSTRA INTERNAZIONALE DELL'ACQUA**  
**Bologna, 19-21 ottobre 2016**

**PREMIO SOSTENIBILITÀ**  
**AREA DI SVILUPPO DI H2O: URBAN (RICERCA PERDITE DI RETE)**

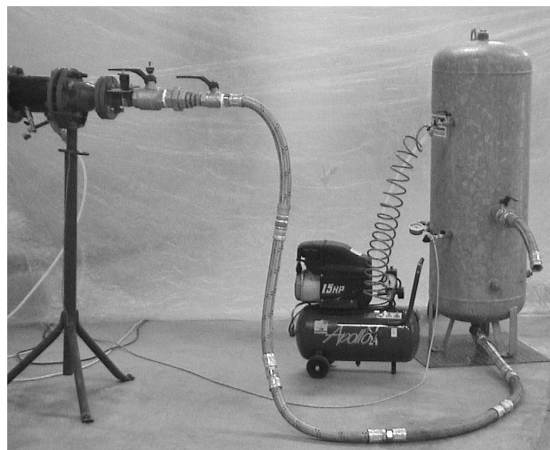
**Autori: Bruno Brunone, Silvia Meniconi e Marco Ferrante**  
Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale  
Università degli Studi di Perugia  
via G. Duranti 93 - 06125 Perugia  
E-mail: bruno.brunone@unipg.it

**UN DISPOSITIVO PORTATILE PER LA LOCALIZZAZIONE E STIMA DELLE PERDITE NELLE CONDOTTE - PPWM (PORTABLE PRESSURE WAVE MAKER)**

Nell'ambito delle tecniche innovative per la ricerca delle perdite, negli ultimi due decenni si sono imposte quelle che si basano sull'esecuzione di prove in moto vario. Tali tecniche sfruttano le proprietà delle onde di pressione che sono parzialmente riflesse in corrispondenza di singolarità quali, ad esempio, perdite, valvole di linea parzialmente chiuse, allacci inattivi e ostruzioni parziali (dovute al deposito di sedimenti). Il tempo di arrivo nella sezione di misura dell'onda riflessa dalla singolarità consente di determinare la posizione di quest'ultima; l'ampiezza dell'onda riflessa dipende dall'entità della singolarità.

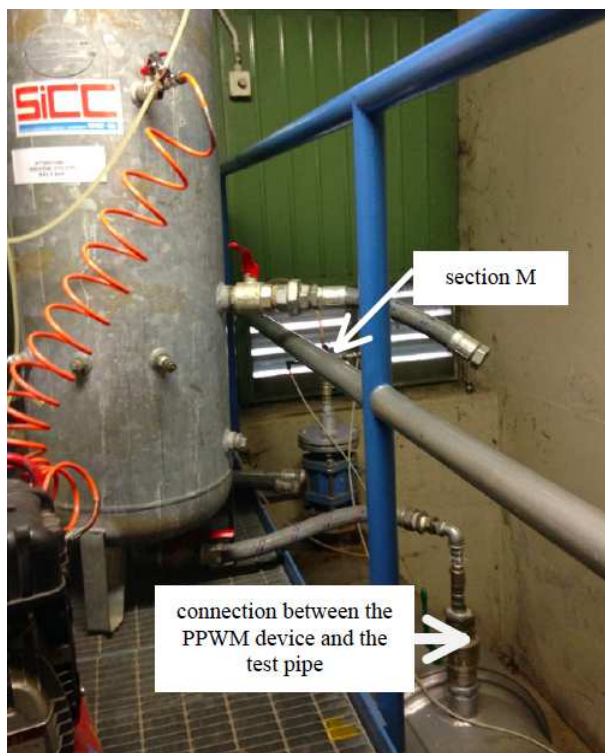
In tale ambito occorre considerare la diffidenza dei gestori che sono poco propensi ad affidare la diagnosi dei propri sistemi di condotte ad una sovrappressione di colpo d'ariete della quale non è facile controllare il valore (si pensi, ad esempio, al caso in cui la sovrappressione è generata chiudendo una valvola). Nasce, pertanto, l'esigenza di mettere a punto un dispositivo mobile, di facile impiego, che generi onde di pressione di piccola ampiezza e che non necessiti di una sofisticata strumentazione di supporto.

Per rispondere a tale esigenza, presso il *Laboratorio di Ingegneria delle Acque* dell'Università degli Studi di Perugia è stato messo a punto il dispositivo **Portable Pressure Wave Maker (PPWM)** (Fig. 1).



**Fig. 1** - Il dispositivo Portable Pressure Wave Maker (PPWM).

Tale dispositivo consiste in un serbatoio di acciaio, riempito con acqua e aria, che viene messo in pressione mediante un compressore. Il collegamento alla condotta in prova avviene mediante una tubazione di breve lunghezza, nella cui sezione terminale è installata una valvola di piccolo diametro (Fig. 2). Le modeste dimensioni di tale valvola ne consentono una notevole rapidità di manovra e il collegamento alla condotta anche attraverso una semplice presa di pressione.



**Fig. 2** - Collegamento alla condotta in prova del dispositivo Portable Pressure Wave Maker (PPWM) e la sezione di misura della pressione M.

Fissato mediante il compressore un valore della pressione nel dispositivo maggiore di quella in condotta, aprendo la valvola di connessione PPWM-condotta, si genera un'onda di pressione che si propaga nella condotta con velocità pari alla celerità di colpo d'ariete (quindi dell'ordine di alcune centinaia di metri al secondo per le condotte in materiale plastico e del migliaio di metri al secondo per le condotte metalliche e in cemento). Tale onda di pressione, quindi, "esplora" la condotta individuando la presenza di singolarità attraverso le onde riflesse da queste (si veda, al riguardo, la pubblicazione [1]).

### **PREGI DEL DISPOSITIVO PPWM**

**1) le prove hanno breve durata:** sono necessari circa 40' per mettere a punto la strumentazione (operazioni da effettuare: disinfezione del PPWM, collegamento alla condotta in prova, parziale riempimento, montaggio del trasduttore di pressione e del sistema di acquisizione dati, verifica della calibrazione), pochi minuti per eseguire ciascuna prova (si veda al riguardo la pubblicazione [4]); è pertanto fortemente limitata l'interferenza con il regolare esercizio dell'impianto da verificare;

**2) l'onda di pressione generata può essere fissata con esattezza;** in particolare, sono efficaci ai fini della diagnosi anche onde di pressione molto piccole (si veda al riguardo la pubblicazione [4] dove viene mostrata l'efficacia del PPWM nell'individuare un allacciamento inattivo generando un'onda di pressione di ampiezza inferiore al metro di colonna d'acqua);

**3) semplicità della strumentazione di misura:** durante le prove è necessario misurare unicamente l'andamento nel tempo della pressione immediatamente a valle del PPWM (il cosiddetto "segnale di pressione" nella sezione M di Fig. 2); ciò comporta costi senz'altro modesti per quanto concerne la strumentazione di misura che consiste in un trasduttore di pressione di adeguato fondo scala;

**4) in molti casi l'analisi del segnale di pressione è estremamente agevole:** nel caso di "piccole" singolarità, un utile ausilio all'analisi è rappresentato dall'impiego delle funzioni wavelet per le quali esistono specifici pacchetti in tutti i software dedicati all'analisi dei segnali (si veda, al riguardo, la pubblicazione [1]);

**5) il dispositivo è agevolmente trasportabile su qualunque impianto;**

**6) il dispositivo è stato testato con successo sia in laboratorio** (si vedano al riguardo le pubblicazioni [1] [2] [3]) **sia su impianti in esercizio** (si veda, al riguardo, la pubblicazione [4]). È inoltre previsto il suo impiego nell'ambito del progetto internazionale *Smart Urban Water Supply System* (Smart UWSS - <http://smartuws.ust.hk/index.html>), guidato dalla Hong Kong University of Science and Technology (HKUST), cui partecipa anche l'Università di Perugia.

#### **MATERIALE PER APPROFONDIMENTI** (allegati):

- [1] Brunone, B., Ferrante, M., e Meniconi, S. (2008). Prelocalizzazione delle perdite mediante prove in moto vario (cap. 9). In "Ricerca e controllo delle perdite nelle reti di condotte. Manuale per una moderna gestione degli acquedotti", B. Brunone, M. Ferrante, e S. Meniconi (eds), Novara, CittàStudi Edizioni, 335-368 (in particolare le pagg. 354-364).
- [2] Brunone, B., Ferrante, M., and Meniconi, S. (2008). Portable pressure wave-maker for leak detection and pipe system characterization. *J. of American Water Works Association*, AWWA, 100 (4), 108-116.
- [3] Meniconi, S., Brunone, B., Ferrante, M., and Massari, C. (2011). Small amplitude sharp pressure waves to diagnose pipe systems. *Water Resources Management*, EWRA, 25(1), 79-96.
- [4] Meniconi, S., Brunone, B., Frisinghelli, M. Mazzetti, E., Larentis, M., Costisella, C. (2016). Safe transients for pipe survey in a real transmission main by means of a portable device: the case study of the Trento (I) supply system. *Proc., 18th Int. Conf. on "Water Distribution System Analysis - WDSA2016"*, Cartagena (CO), Procedia Engineering, Elsevier.