



# L'ACQUA

ISSN 1125-1255 - Poste Italiane S.p.A. - Spedizione in abbonamento postale - D.L. 353/2003 (convertito in L. n. 46 del 27/02/04) art. 1 comma 1 - D.C.B. ROMA



INDICE  
CONTENTSVIII SEMINARIO  
**Tecnologie e Strumenti Innovativi per le Infrastrutture Idrauliche (TeSI)**  
**Advanced Instruments and Technologies for Hydraulic Infrastructures**

<b>Saluti Introduttivi / Introductory Greetings</b> <i>di Giuseppe De Martino</i>	<b>7</b>
<i>di Bruno Brunone</i>	<b>8</b>
<b>Introduzione ai lavori /Introduction to the Workshop</b> <i>di Maurizio Giugni</i>	<b>9</b>
<b>I Sessione - Strategie gestionali per un uso sostenibile della risorsa idrica / Management Strategies for Water Resources Sustainable Use</b>	
<i>Chairman: Vittorio Di Federico</i>	<b>13</b>
<b>Pagano A., Fratino U., Vurro M., Giordano R.: Analisi di resilienza di reti idriche urbane con indicatori topologici / Resilience Assessment of Urban Water Distribution Networks Using a Topological Indicator</b>	<b>15</b>
<b>Meniconi S., Capponi C., Cifrodelli M., Rubin A., Tirello L., Lucato P., Frisinghelli M., Brunone B.: Alcune considerazioni sulle diagnosi delle lunghe adduttrici in pressione / A Brief Analysis of Fault Detection Procedures in Long Transmission Mains</b>	<b>18</b>
<b>Di Federico V.: Metodologia generale per l'analisi di sostenibilità delle strategie gestionali dei sistemi idrici / A General Methodology for Sustainability Analysis of Management Strategies of Water Systems</b>	<b>22</b>
<b>Fiorillo D., Creaco E., De Paola F., Giugni M.: Generazione di domanda idrica a partire da serie storiche misurate / Generation of Water Demands Starting from Measured Time Series</b>	<b>25</b>
<b>Viccione G., Pellecchia V., Parente G.: Una proposta per la riduzione delle portate di sfioro nei serbatoi di testata / A Proposal to Contain Overflow Discharges in Head Tanks</b>	<b>28</b>
<b>Cimorelli L., Fecarotta O.: Regolazione ottimale di stazioni di pompaggio a servizio di reti di fognatura / Optimal Operation of a Pumping Station for a Sewage System</b>	<b>31</b>
<b>Parrotta A., Tobia P., Borrini S., Nania E.: Riduzione delle perdite idriche con gli Smart Meter ed i Software Analitici / Utilization of Smart Metering, IoT Infrastructures and Data Analytics in Order to Improve the DMA Management</b>	<b>34</b>
<b>Esposito G., Papirio S., Pirozzi F., Pontoni L.: Valorizzazione energetica dei fanghi prodotti in impianti con sistemi MBR / Enhancement of Energy Production From Sewage Sludge Deriving from MBR Systems</b>	<b>37</b>
<b>Bonanno F., Giardino R.: La fitodepurazione. Tecniche per il riutilizzo delle acque depurate / The Wet-Lands. Techniques for the Reuse of Purified Water</b>	<b>40</b>
<b>Balacco G., Iacobellis G., Pisani D., Portincasa F., Ragno E., Piccinni A.F.: Le perdite nei sistemi fognari / Water Losses in Sewer Systems</b>	<b>43</b>
<b>Sessione II - Metodologie e tecnologie innovative nei sistemi acquedottistici / Advanced Technologies and Practices for Water Supply Systems</b>	
<i>Chairman: Paolo Veltri</i>	
<b>Veltri P., Morosini A. F.: Metodologie e tecnologie: gli approcci alla verifica delle reti/ Practices and Technologies. Innovative Approaches to Networks Verification</b>	<b>47</b>
<b>Berardi D., Laucelli D.B., Georgescu S.C., Georgescu A.M., Simone A., Ciliberti F., Giustolisi O.: Modellazione del pompaggio da pozzi mediante il sistema WDNetXL/ WDNetGIS / Using WDNetXL/WDNetGIS System to Model Pumping from Well Field</b>	<b>51</b>
<b>De Nicola A., Faedda F., Melotti N.: La lega polimerica PVC-A per le infrastrutture idriche e fognarie. Storia e caratteristiche / PVC-A Polymeric Alloy for Water Supply Networks and Sewerage Networks. History and Technical Features</b>	<b>54</b>
<b>Ferraiuolo R., De Paola F., Fiorillo D., Pugliese F.: Valutazione sperimentale e numerica della legge di perdita in condotte in PVC-a / Experimental and Numerical Assessment of Leakage Law in PVC-a Pipes</b>	<b>57</b>
<b>Morselli A., Santoro D., Gatti M.: Trovare una perdita per risparmiare un tesoro / Look for a Loss to Save a Treasure</b>	<b>60</b>
<b>Zarbo R., Marsili V., Alvisi S., Franchini M.: Caratterizzazione del comportamento di una PRV a fuso in regime di basse portate / Characterisation of the Behaviour of a Piston Actuated PRV in Low Flow Regimes</b>	<b>62</b>

INDICE  
CONTENTS

<i>De Paola F., Giugni M., Fiorillo D., Pugliese F.: Il BIM quale strumento innovativo di progettazione delle infrastrutture idrauliche / BIM Modeling: an innovative approach for water systems design</i>	<b>65</b>
<i>Caravetta A.: Progettazione ecocompatibile degli impianti di sollevamento / Ecodesign of Pumping Systems</i>	<b>68</b>
<i>Viola D.: Rinnovamento e non manutenzione. Inquadramento normativo del settore C.I.P.P: Ispezione, Progettazione, Installazione / Renewal and Non-Maintenance. Regulatory Framework of the C.I.P.P. Inspection, Design, Installation</i>	<b>71</b>
<i>Tricarico C., Gargano R., de Marinis G.: Le ANN per l'analisi della richiesta idrica residenziale giornaliera / ANN for Daily Residential Water Demand Analysis</i>	<b>74</b>
<i>Fraldi M., De Paola F., Perillo G., Cutolo A., Giugni M.: Verifica termo-mecanica delle sollecitazioni nelle linee di vapore sotto l'azione combinata di pressione interna, gradienti termici e flessione / Thermo-Mechanical Behaviour of Vapour Pipes Under Internal Pressure, Thermal Gradients and Bending</i>	<b>78</b>
<b>Sessione III - Efficientamento energetico e funzionale delle reti di distribuzione idrica/ Energy Efficiency and Functional Improvement of Water Distribution Networks</b>	
<i>Chairman: Tullio Tucciarelli</i>	<b>81</b>
<i>Malavasi S., Ferrarese G.: GreenValve. Regolazione e recupero di energia per un acquedotto intelligente / GreenValve. Control and Energy Harvesting for Smart Water Distribution Systems</i>	<b>84</b>
<i>Giudicianni C., Herrera M., Di Nardo A., Greco R., Creaco E., Scala A., Di Natale M.: Approccio topologico per il posizionamento ottimale dei sensori nelle reti idriche ai sensi del D.Lgs. 31/2001 / Topological Approach for the Sensor Placement in Water Distribution Networks</i>	<b>87</b>
<i>Santopietro S., Gargano R., Granata F., de Marinis G., Righetti M.: L'utilizzo delle spline per la modellazione della domanda idrica / Modelling Water Residential Demand Through Spline Curves</i>	<b>91</b>
<i>Fontana N., Glielmo L., Giugni M., Marini G.: RTC di una PRV per la regolazione della pressione e la produzione idroelettrica in una rete idrica / RTC of a PRV for Pressure Regulation and Hydropower Generation in a WDN</i>	<b>94</b>
<i>Sorgenti degli Uberti G., Natale M.: Smart Metering - Un esempio applicativo esteso nella città di Napoli / Smart Metering - an Extended Application in Naples</i>	<b>98</b>
<i>Marquez-Calvo O., Quintiliani C., Alfonso L., Di Cristo C., Leopardi A., Solomatine D., de Marinis G.: Valve Management Robust Optimization to Enhance Water Quality in WDN Under Uncertainty / Ottimizzazione robusta della gestione delle valvole per migliorare la qualità dell'acqua in WDN in caso di incertezza</i>	<b>101</b>
<i>Fontanella S., Fecarotta O., Cozzolino L., Della Morte R.: Modello per la stima prestazionale di una pompa utilizzata come turbina / A Performance Prediction Model for Pumps as Turbines (PAT)</i>	<b>105</b>
<b>■ Discussione/Discussion</b>	
<i>Veltri M.: Una Rivista viva, un ruolo sempre più incisivo / A Lively Journal, an Incisive Role</i>	<b>109</b>
<b>■ ... In Breve/Short Notes</b>	
<i>Informazioni dalle Aziende:</i>	
<i>Riduzione delle incrostazioni organiche grazie all'ottimizzazione del distanziatore dell'alimentazione durante la filtrazione delle acque reflue con l'osmosi inversa / Less Organic Due to Optimized Feed Spacer During the Filtration of Wastewater with Reverse Osmosis</i>	<b>110</b>
<i>Spigolature/Gleanings</i>	
<i>Orientamento / Orientation di R. Jappelli</i>	<b>113</b>
<b>■ Notiziari A.I.I. ed Enti Collaboratori/News from All and Collaborating Institutions</b>	
<i>A.I.I. - Associazione Idrotecnica Italiana/Italian Hydrotechnical Association</i>	<b>115</b>
<i>Iscrizione Soci / Subscription</i>	<b>117</b>
<i>In ricordo di Giannantonio Pezzoli / In Memory of G. Pezzoli. A cura di G. Bianco</i>	<b>119</b>

# SALUTI INTRODUTTIVI

**Giuseppe De Martino**

Già Università di Napoli Federico II

Buon giorno a tutti. Sono stato sorpreso, un attimo fa, dal professore Maurizio Giugni, Direttore del Dipartimento di Ingegneri civile Edile ed Ambientale e Presidente della Sezione Campana dell'Associazione Idrotecnica Italiana, dall'invito rivoltomi ad essere io il primo a porgere i saluti istituzionali ai convenuti in questa Aula Magna per il seminario odierno.

Richiesta dettata probabilmente dalla mia età, per essere stato, allorquando era giovinetto, biondo e bello, il mio primo allievo dal 1980, e forse anche per la mia qualifica di Presidente Onorario (così come riportato nella locandina, pur se dagli atti del Consiglio risulta il titolo onorifico di Emerito) della Sezione Campana. Probabilmente per tutte le motivazioni elencate. Non posso, quindi, che aderire volentieri all'affettuosa richiesta di Maurizio e lo ringrazio di cuore.

Ma ora, però, mi tocca dapprima soffermarmi sulla mia nomina a Presidente Onorario che risale al 2014. La Sezione Campana venne istituita, a seguito di invito pressante rivoltomi dall'allora Presidente Nazionale, ing. Carlo Lotti, nel 1986, con la notevole collaborazione di Maurizio e Giovanni de Marinis, che mi siede accanto e che fu il mio secondo allievo dal 1982 (ed a cui si aggiunsero poi altri). Io assunsi la carica di Presidente e Giugni quella di segretario che ha conservato per più anni. A prescindere dai vari incontri e seminari a carattere regionale, mi è particolarmente caro soffermarmi su tre Convegni Nazionali organizzati dalla Sezione Campana, grazie all'attiva e preziosa collaborazione di Maurizio e Giovanni e che riscossero notevole successo.

Il primo, nel 1987, ad appena un anno dalla istituzione, che si svolse in quest'Aula Magna, sul tema "Tubazioni in materiale sintetico". Ed, all'uopo, ricordo ai più giovani che erano i tempi in cui il PVC assumeva ruoli quasi indiscutibili nella scelta delle soluzioni tecniche, di competenza dei progettisti, e che per molti anni era solito sentire dagli operatori "squadra vincente non si tocca", per poi rivelarsi prodotto senza futuro.

Il secondo Convegno Nazionale venne organizzato nell'isola di Ischia nel 1989 sul tema "Immissione di acque reflue in mare".

Il terzo, ancora ad Ischia, nel 1991 per il "Centenario della nascita di Girolamo Ippolito".

Perché ho voluto ricordare questi tre Convegni? Per la presenza e per gli interventi di tanti colleghi, amici e Maestri, molti dei quali, purtroppo, non ci sono più e che sono sempre nel mio cuore.

Infine, mi soffermo sull'ultimo Convegno Nazionale, organizzato dalla Sezione Campana nel 2013, anche con la collaborazione di altre sezioni dell'Associazione, e che si svolse in questa Aula Magna sul tema "Il ruolo delle fonti energetiche rinnovabili". Solo allora mi resi conto che la mia Presidenza durava da oltre ventisette anni, durante i quali non mi ero mai chiesto il perché non avessi pensato a farmi sostituire da nuove leve. Ma a fine 2013 decisi categoricamente che il mio ruolo era finito e a seguito di elezioni il nuovo Consiglio Direttivo volle nominarmi Presidente Emerito, attesi i lunghi anni durante i quali avevo guidato la Sezione.

Ora posso porgere i miei più cordiali saluti a tutti i presenti ed in particolare ai tanti ex allievi che ricordo e mi ricordano sempre con affetto.

Mi auguro che il Seminario odierno su "Tecnologie e Strumenti Innovativi per le Infrastrutture Idrauliche", organizzato dal professore Giugni con la collaborazione dei suoi ragazzi (ed il ciclo si ripete), durante il quale saranno discusse oltre trenta note scientifiche che potranno di certo essere da stimolo per i più giovani ricercatori, possa riscuotere lo stesso successo del precedente, che si svolse a Gaeta nel 2017, organizzato dai professori de Marinis e Brunone.

Ma prima di chiudere, esprimo un saluto affettuoso per il mio amico "di antica data" (così come nella sua dedica al volume di appunti scientifici che mi regalò nel mese di giugno scorso a Guardia Piemontese) Corrado Frega, Professore Emerito di Costruzioni Idrauliche nell'Università della Calabria e Presidente del Comitato Scientifico del seminario odierno, al quale toccherà aprire i lavori con la sua prolungazione "Strategie gestionali sostenibili per le infrastrutture idrauliche" che ascolterò con vivo interesse.





# SALUTI INTRODUTTIVI

**Bruno Brunone**

*Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale  
Università degli Studi di Perugia*

Con il Seminario *Tecnologie e strumenti innovativi per le infrastrutture idrauliche (TeSI)* – organizzato in maniera eccellente dal Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale dell’Università di Napoli Federico II diretto dall’amico Maurizio Giugni – la serie iniziata a Perugia nel 2003 taglia il lusinghiero traguardo dell’ottava edizione.

La stampa sulla prestigiosa e antica Rivista Italiana *L’ACQUA* dei lavori presentati nell’ambito di TeSI offre l’occasione per alcune brevi considerazioni personali sui temi della gestione dei sistemi acquedottistici e della professione di Ingegnere Idraulico.

Non vi è alcun dubbio che la “svolta normativa” introdotta dall’Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA) nel dicembre 2017 rappresenti un elemento di notevole importanza in grado di innescare – come cercherò di evidenziare nel seguito – comportamenti virtuosi a vantaggio della società e dell’ambiente. L’effetto in qualche modo automatico derivante dal rispetto dei parametri indicati da ARERA è il miglioramento della gestione sia della risorsa idrica sia delle fonti di energia (quella della mancanza di indicazioni precise è sempre stata, a parere di chi scrive, una delle principali cause della non adeguata efficienza dei sistemi acquedottistici). Ma i benefici sono ancora più ampi in quanto includono anche una maggiore attenzione da parte dei gestori nei confronti dell’innovazione – termine di cui si abusa nei proclami – e, quindi, della ricerca condotta nelle Università, centri di ricerca e industrie private.

Qualche riferimento più preciso può chiarire quest’ultima considerazione. La necessità di monitorare il comportamento idraulico delle reti di distribuzione per il controllo dei transitori, ad esempio, spinge l’industria a realizzare dispositivi elettronici e sensori sempre più performanti (in grado, fra le altre cose, di acquisire a frequenze elevate simultaneamente in più nodi) e dal costo contenuto (che ne consente, quindi, l’installazione anche in manufatti non sempre al riparo dagli agenti atmosferici e dai malitensionati).

Le maggiori garanzie in termini di controllo delle reti per effetto della loro distrettualizzazione, inoltre, si traducono in un impulso allo sviluppo di affidabili modelli di simulazione del funzionamento idraulico e alla messa a punto di più affidabili dispositivi di regolazione e controllo. In questo elenco, senz’altro non esaustivo, non può essere dimenticato il rinnovato interesse per la diagnosi (ad esempio, la ricerca delle eventuali perdite) delle lunghe adduttrici, infrastrutture assolutamente strategiche ma spesso trascurate in passato dai gestori. Un importante elemento di novità nel panorama delle infrastrutture italiane è infine rappresentato da quanto riportato in una recente intervista (Il Sole 24ORE del 7 settembre 2019 a firma di Morya Longo) rilasciata da Enrico Giovannini, ex Presidente dell’Istat ed ex Ministro del Lavoro, che osserva che “... mentre tutti parlano della TAV, servirebbero opere per ammodernare la rete idrica soprattutto in Meridione dove le perdite di acqua sono ingenti”.

Ma l’effetto “volano” delle disposizioni di ARERA va ancora oltre, determinando importanti ricadute anche nei settori dell’occupazione giovanile e della formazione. Sono sempre maggiori, infatti, le richieste da parte dei Gestori di Ingegneri in grado di raccogliere le sfide offerte dalla gestione dei sistemi acquedottistici utilizzando metodologie e strumenti appropriati. Appariva al riguardo alquanto anomalo che nel campo dell’Ingegneria Civile ci si preoccupasse delle competenze unicamente nel campo della sicurezza delle strutture trascurando quasi del tutto quella dei sistemi idrici la cui progettazione, direzione lavori e collaudo è stata “talvolta” disinvoltamente affidata a professionisti che in alcuni casi non avevano sostenuto nemmeno l’esame di Idraulica. A tale riguardo riporto quale esperienza personale il caso di un importante impianto di irrigazione in pressione – con diametri dei tronchi principali superiori al metro – affidato ad un dottore agronomo con la giustificazione che gli agronomi progettano queste opere (“ma per giardini e non sistemi complessi”, mi sono permesso di far notare ....).

Nel campo della verifica delle competenze, peraltro, non si è ancora imposta quale riferimento la certificazione di “ingegnere esperto” rilasciata dall’Agenzia Nazionale per la Certificazione delle Competenze degli Ingegneri (CERTing) che vaglia il curriculum del professionista e lo inserisce in uno specifico elenco (in data 30/04/2019 sono stati attivati ventuno elenchi fra cui quello di “ingegnere esperto in Idraulica” che comprende a tutt’oggi cinque professionisti). Sono altresì importanti anche gli effetti sulla formazione. È evidente che tale crescente richiesta di elevate professionalità nel campo delle risorse idriche non può lasciare indifferenti gli Atenei chiamati a potenziare e rinnovare i relativi corsi di studio. In questo modo verrà in qualche modo anche contrastata l’emorragia di studenti che si verifica dai corsi dell’Ingegneria Civile verso altri settori la cui presunta maggiore attualità deriva in gran parte, a mio parere, da più efficaci campagne di comunicazione.

Voglio concludere ringraziando gli amici della Federico II per l’inappuntabile organizzazione di TeSI il cui successo ha contribuito a consolidare gli indispensabili legami fra gestori, industria privata e Università.



# INTRODUZIONE AI LAVORI

**Maurizio Giugni**

*Direttore Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale  
Università di Napoli Federico II*

Le risorse idriche - non a caso definite l'oro blu del terzo millennio - hanno assunto oggi un ruolo centrale per la sostenibilità dello sviluppo economico e sociale, su scala globale e locale. I processi accelerati di incremento demografico e urbanizzazione, combinati con gli impatti climatici in atto e la contaminazione delle risorse, creano un allarmante stato di incertezza circa la disponibilità, l'utilizzo e la gestione delle risorse idriche, definendo scenari di stress idrico molto preoccupanti per il prossimo futuro. Una previsione globale al 2050 ipotizza che, a livello mondiale, oltre 3.9 miliardi di persone possano essere soggette ad un severo stress idrico, la cui natura, fortemente variabile su scala territoriale, risulta strettamente correlata ai cambiamenti globali ed insediativi (Fig. 1).

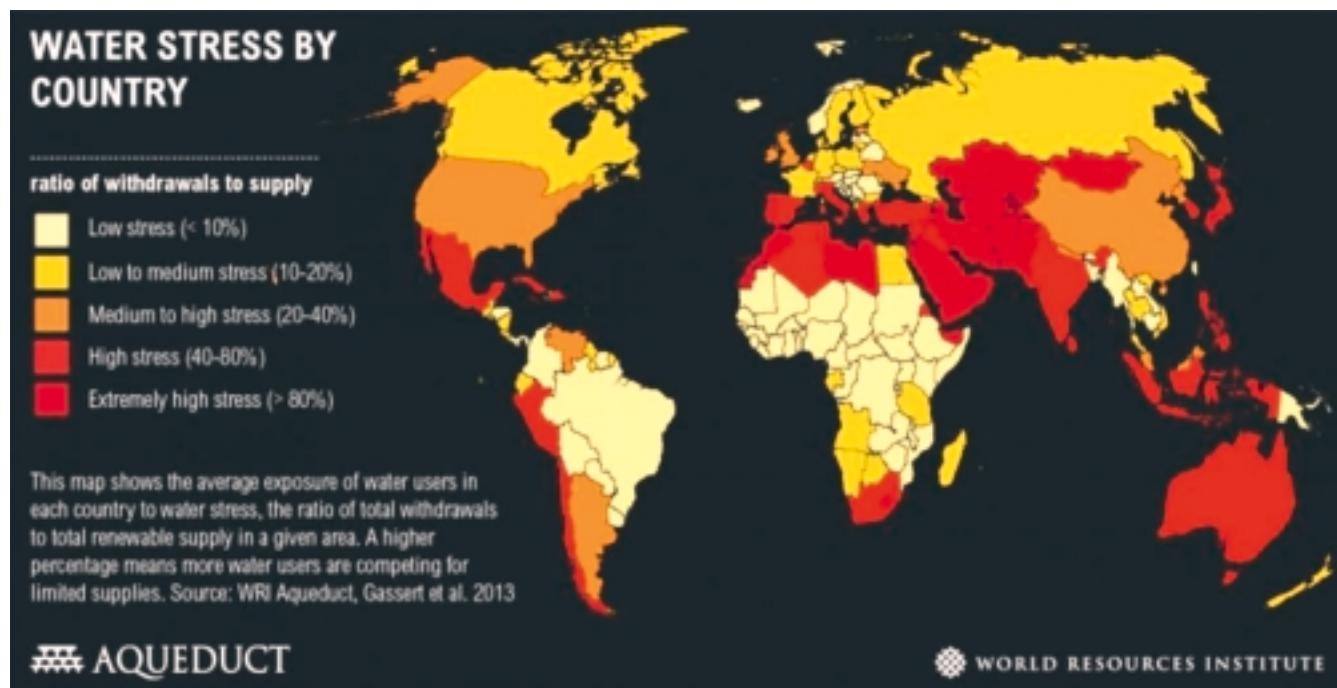


Figura 1 - Esposizione media nazionale agli stress idrici (World Resources Institute, 2017).

E' evidente, quindi, la necessità di sviluppare criteri e pratiche in tutti i settori (agricolo, domestico, industriale), finalizzati ad una gestione sostenibile e razionale della risorsa idrica.

In particolare, con riferimento al quadro nazionale italiano, per quanto concerne lo stato attuale del Servizio Idrico Integrato (SII), non possono essere tralasciate alcune significative criticità:

- la progressiva riduzione delle disponibilità idriche;
- l'utilizzo intensivo delle risorse idriche sotterranee, in particolare nei periodi estivi, con conseguenti pericoli di eccessivo sfruttamento e contaminazione;
- lo stato di obsolescenza diffuso dei sistemi di adduzione e distribuzione idrica, aventi vita media di almeno 40 anni, e dei sistemi di drenaggio urbano, ancora più vetusti;
- la notevole entità delle perdite idriche dei sistemi acquedottistici e specificatamente delle reti di distribuzione idrica;
- l'esigenza di ottimizzare i consumi energetici correlati all'utilizzo della risorsa idrica;
- la frammentazione, sia territoriale che gestionale, del servizio idrico;
- la carente pianificazione dell'uso e gestione delle risorse, in termini sia quantitativi che qualitativi.

E' indispensabile, quindi, una rinnovata e specifica attenzione all'efficienza dei sistemi acquedottistici e di drenaggio urbano, con l'applicazione di criteri innovativi di gestione (*Smart Water Network, SWN*) che garantiscono



un uso razionale, sostenibile e tecnicamente ed economicamente efficiente della risorsa idrica, con particolare riguardo agli aspetti, oggigiorno di primaria importanza, del recupero delle perdite idriche, della riduzione dei costi energetici e del controllo della qualità dell'acqua distribuita, con l'obiettivo di assicurare non solo qualità, continuità e sicurezza del servizio - con il contemporaneo contenimento dei costi di gestione - ma anche una riduzione dell'impatto ambientale, conseguente ad una gestione più idonea delle risorse e dell'impatto sui corpi idrici ricettori.

Tra le pratiche innovative (*Best Management Practice, BMP*) sono da considerare anzitutto i **criteri per l'allocazione ottima delle fonti di approvvigionamento** che, mediante adeguati Sistemi di Supporto Decisionale (*Decision Support System, DSS*) integrati con reti di rilevamento climatico e di monitoraggio delle risorse idriche, consentono il controllo in continuo del sistema idrico e lo sviluppo di scenari operativi a diversa scala temporale (breve, medio, lungo termine) di intervento, di previsione e di adattamento ai cambiamenti climatici.

Un tema di significativo rilievo è rappresentato, inoltre, dalle **perdite idriche**, oggigiorno costituenti un'aliquota non trascurabile e purtroppo in molti casi addirittura considerevole, dei volumi idrici utilizzati. A livello globale, si stima che all'incirca il 30% delle risorse idriche prelevate siano disperse. A semplice titolo d'esempio, si ricorda che le perdite totali (fisiche ed amministrative) si attestano intorno al 25% a Londra e al 32% in Norvegia. Nelle reti idriche in Italia si stimano percentuali dell'ordine del 40% a livello nazionale, con percentuali regionali in alcune aree del Sud anche sino al 60%. Le perdite idriche, oltre a rappresentare un fattore determinante per la crescente carenza idrica, definiscono anche un considerevole aggravio dei costi energetici connessi al Ciclo Integrato delle Acque. L'attuale stato di dispersione risulta, quindi, incompatibile con gli standard essenziali per una moderna gestione del servizio idrico, in modo ancor più evidente se rapportato ad altri servizi essenziali, caratterizzati da percentuali di perdita assai meno consistenti. Tale problema può essere affrontato mediante tecniche di controllo attivo delle pressioni (*Pressure Management*), volte alla riduzione delle pressioni eccedenti rispetto a quelle necessarie per una idonea erogazione del servizio: le portate disperse, infatti, sono correlate ai valori di pressione in rete, in funzione della geometria dell'orifizio, del materiale della condotta e della tipologia di perdita. I due principali approcci di Pressure Management sono:

- controllo delle pressioni in rete mediante regolazione statica o dinamica di valvole di riduzione della pressione (*Pressure Reducing Valve, PRV*), volto a modulare le pressioni ai livelli minimi richiesti per un'erogazione efficiente ed efficace del servizio alle utenze;
- distrettualizzazione del sistema idrico, consistente nella partizione della configurazione topologica della rete mediante valvole di intercettazione, in modo da definire sub-aree idraulicamente disconnesse definite "distretti" (*District Metering Area, DMA*), caratterizzate in generale da estensione ridotta, omogeneità altimetrica e limitato numero di punti di immissione (Fig. 2).

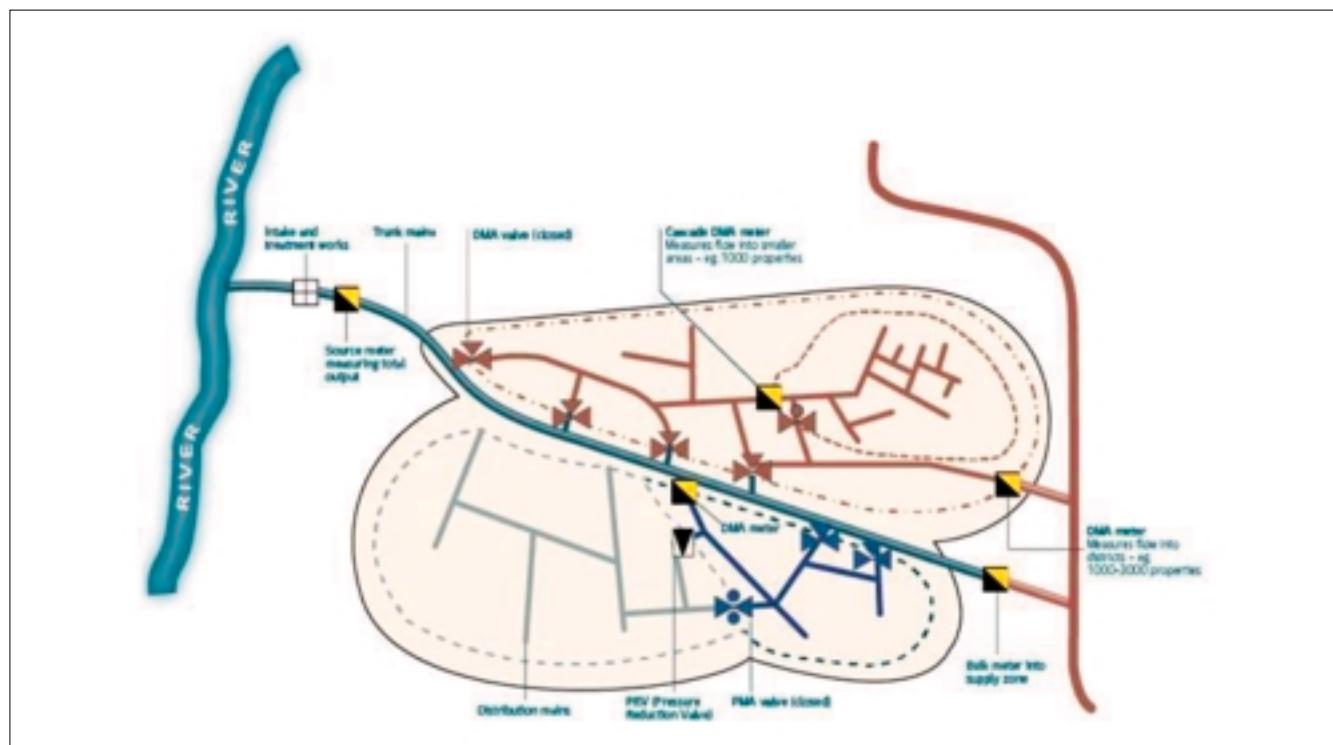


Figura 2 - Distrettualizzazione di una rete di distribuzione idrica (Commissione EU, 2015).



Gli approcci descritti in precedenza possono essere vantaggiosamente integrati dalla **valorizzazione di fonti energetiche rinnovabili**, consistente nel recupero nei sistemi idrici di energia altrimenti dissipata per la produzione idroelettrica in piccola scala, mediante l'utilizzo di micro-turbine e pompe "inverse" (*Pump As Turbine, PAT*). L'inserimento di tali dispositivi nei sistemi idrici necessita, comunque, di opportune indagini preliminari per la selezione ottimale del dispositivo da installare e per l'analisi delle problematiche idrauliche e tecniche (caratterizzazione delle curve prestazionali della macchina, propagazione di fenomeni di moto vario, idoneo dispacciamiento dell'energia prodotta alla rete di distribuzione elettrica).

Ulteriore aspetto particolarmente significativo è costituito dai consumi energetici del Servizio Idrico Integrato (SII), che rappresentano oggi un'aliquote rilevante dei consumi energetici globali. In Italia il consumo totale di energia elettrica nel SII è stimato, infatti, pari a circa 7.5 miliardi di kWh/anno, ovvero pari a circa il 2.5% del consumo elettrico nazionale. Tale valore risulta in linea con quanto noto per altri paesi con un grado di infrastrutturazione comparabile a quello italiano. Di conseguenza, la **riduzione dei consumi energetici nel ciclo idrico** riveste estrema attualità ed è ovviamente legata al concetto di *Watergy Efficiency*, ovvero soddisfacimento della domanda dell'utenza con il minor impiego possibile di risorsa idrica e di energia. L'implementazione di modellistica di efficientamento energetico per la definizione di strategie gestionali per i diversi scenari di domanda possibili deve, quindi, essere mirata ad integrare l'ottimizzazione energetica del sistema con l'allocazione ottima delle risorse idriche, compatibilmente con la disponibilità idrica a diversa scala temporale e in funzione delle fasce orarie a minor costo tariffario. L'efficientamento energetico può, inoltre, essere perseguito anche mediante l'utilizzo di gruppi di pompaggio dotati di motori ad elevata efficienza, combinati con convertitori statici di frequenza (inverter) per la modulazione della velocità di rotazione e della coppia.

Sul tema fondamentale della **caratterizzazione della domanda idrica**, un supporto tecnologico significativo è oggi costituito dalla telelettura dei consumi (*Automatic Meter Reading, AMR*) mediante smart meter che consentono una misura accurata ed affidabile, la trasmissione a distanza dei dati rilevati (con tempi/frequenze adeguati all'applicazione), la fatturazione dei consumi effettivi, la tempestiva segnalazione di eventuali consumi anomali (Early Warning agli end-user). La disponibilità di un ampio campione di dati permette inoltre al gestore la caratterizzazione dei pattern di consumo dell'utenza (giornaliero, settimanale, stagionale), un monitoraggio continuo e una più rapida individuazione delle perdite, un rapido bilancio di rete, una fatturazione chiara e trasparente. L'AMR consente, infine, su più ampia scala, lo sviluppo di modelli di previsione dei consumi, una più affidabile calibrazione dei modelli di simulazione idraulica, la messa a punto di modelli avanzati di simulazione per bilanci idrici affidabili su brevi periodi.

Altro aspetto da sviluppare riguarda il **controllo della qualità dell'acqua distribuita all'utenza**, relativamente al quale si attendono a breve notevoli progressi, sia con specifico riferimento alla problematica di individuazione dei *Disinfection By Products* (DBP), sia, più in generale, per quanto concerne la messa a punto di un sistema "globale" di protezione da fenomeni di contaminazione sia accidentale che intenzionale.

Con riferimento, invece, ai **sistemi di drenaggio urbano**, un problema frequente è costituito dalle perdite in rete, legate sia all'obsolescenza dei sistemi che ad una manutenzione in molti casi quasi inesistente. In questa ottica, un contributo importante può essere fornito dalla sensoristica innovativa disponibile. Anche per il comparto fognario e depurativo si può, inoltre, procedere ad operazioni di efficientamento, con il ricorso alla riduzione dei consumi energetici (ad esempio nelle fasi di aereazione a fanghi attivi negli impianti di depurazione) e al possibile recupero energetico mediante tecnologie innovative basate sull'uso di scambiatori e pompe di calore, con applicazioni a scala locale (di edificio), intermedia (di collettore) e di sistema (a valle del depuratore).

Va sottolineato, infine, il supporto che l'innovazione tecnologica delle infrastrutture e la connessione alle reti informatiche potranno fornire alla gestione del Ciclo Integrato delle Acque come una *Smart Network*: ad esempio, con la messa a punto di sensoristica innovativa (in termini di miniaturizzazione, di riduzione delle esigenze energetiche, di individuazione in tempo reale di un'ampia gamma di sostanze contaminanti) o di sistemi di rilevamento, elaborazione e stoccaggio di grandi quantità di dati, con la possibilità di trasmettere agli enti territoriali locali dati aggregati e di dettaglio significativi (ad esempio, il consumo idrico ed energetico del servizio e il risparmio conseguente ad interventi di riqualificazione, anche in termini di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>). In tal modo, saranno rese possibili attività di controllo e coordinamento degli enti locali a supporto di una più efficace *governance* della qualità ambientale in ambito cittadino, favorendo altresì una crescente consapevolezza dell'opinione pubblica.

Su queste tematiche, sulla scia delle precedenti edizioni di Perugia (2003, 2005, 2007), Aversa (2009), Roma (2011), Trento (2015) e Gaeta (2017), il Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale (DICEA) dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, la Sezione Campana dell'Associazione Idrotecnica Italiana, il Centro Studi Sistemi Idrici (CSSI), in collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale dell'Università degli Studi di Perugia e l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli, hanno organizzato l'**VIII Seminario "Tecnologie e Strumenti Innovativi per le infrastrutture idrauliche"** (TeSI), svoltosi a Napoli, nell'Aula



Magna Leopoldo Massimilla della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base, nei giorni 08 e 09 luglio 2019. Al Seminario hanno preso parte oltre 120 esponenti del mondo accademico, rappresentanti di enti ed industrie, esperti della gestione del Ciclo Integrato delle Acque, stimolando dibattiti, riflessioni e scambi di idee sullo sviluppo di metodologie, tecniche e processi innovativi per la tutela e l'utilizzo ottimale delle risorse idriche: dall'utilizzo efficiente nelle fasi di captazione e distribuzione, a strategie mirate all'efficienza energetica di impianti e reti - promuovendo, ove possibile ed economicamente conveniente, anche il recupero energetico, con associata riduzione di emissioni e favorendo la de carbonizzazione -, al trattamento dei reflui, fino al riutilizzo delle acque depurate e dei fanghi.

In maggior dettaglio, il Seminario è stato articolato in tre Sessioni:

1. Strategie gestionali per un uso sostenibile della risorsa idrica  
*Introduzione e coordinamento a cura di Vittorio Di Federico*
2. Metodologie e tecnologie innovative nei sistemi acquedottistici  
*Introduzione e coordinamento a cura di Paolo Veltri*
3. Efficientamento energetico e funzionale delle reti di distribuzione idrica  
*Introduzione e coordinamento a cura di Tullio Tucciarelli*

nell'ambito delle quali sono state presentate 30 memorie. Gli interventi orali degli autori hanno innescato, facilitati dai moderatori e dai partecipanti in sala, osservazioni, commenti e discussioni sui diversi aspetti del Ciclo Integrato delle Acque, focalizzando l'attenzione anche sulla necessità di innovazione tecnologica e sulle recenti disposizioni emanate dall'Autorità di Regolazione per Energia, Reti e Ambiente, ponendo le basi per una continua e futura collaborazione tecnico-scientifica, finalizzata all'uso sostenibile, razionale e innovativo della risorsa idrica e delle attività progettuali e gestionali ad essa connesse.

## **VIII Seminario Tecnologie e Strumenti Innovativi per le infrastrutture idrauliche**



### **Comitato Organizzatore**

Prof. M. Giugni, Prof. B. Brunone, Prof. G. Perillo, Prof. F. De Paola,  
Prof.ssa S. Meniconi, Ing. F. Pugliese, Ing. G. Caroppi, Ing. D. Fiorillo

### **Comitato Scientifico**

#### *Presidenti*

Prof. G. De Martino (UNINA)

Prof. G. Frega (UNICAL)

#### *Componenti*

Prof. A. Caravetta (UNINA)  
Prof. E. Creaco (UNIPV)  
Prof. G. de Marinis (UNICAS)  
Prof. V. Di Federico (UNIBO)  
Prof. M. Di Natale (UNICAMPANIA)  
Prof. M. Franchini (UNIFE)  
Prof. U. Fratino (POLIBA)

Prof. S. Malavasi (POLIMI)  
Prof. F. Napolitano (UNIROMA1)  
Prof. D. Pianese (UNINA)  
Prof. M. Righetti (UNIBZ)  
Prof. P. Salandin (UNIPD)  
Prof. T. Tucciarelli (UNIPA)  
Prof. P. Veltri (UNICAL)

### **Ringraziamenti**

Un ringraziamento anzitutto al Prof. Bruno Brunone, al Comitato Organizzatore e al Comitato Scientifico, che hanno supportato in modo fondamentale l'organizzazione del Seminario.

Un sincero ringraziamento al Prof. Giuseppe De Martino e al Prof. Giuseppe Frega per la disponibilità e gli interessanti spunti di riflessione offerti durante gli interventi di apertura dei lavori ed i saluti istituzionali.

Un affettuoso ringraziamento ai colleghi ed amici Giovanni (de Marinis) e Patrizia (Piro), per la sinergica e fattiva collaborazione tra il Centro Studi Sistemi Idrici (CSSI) e il Centro Studi iDraulica Urbana (CSDU).

Un ringraziamento particolare ai colleghi ed amici Vittorio (Di Federico), Paolo (Veltri) e Tullio (Tucciarelli), che hanno diretto con sapienza le Sessioni loro affidate.

Un ringraziamento agli autori tutti delle memorie, che hanno dato corpo con il loro contributo al Seminario.

Un ringraziamento speciale ai componenti della Segreteria organizzativa: Francesco Pugliese, Gerardo Caroppi, Diana Fiorillo, Guadalupe Torre Gómez, Marina d'Ambrosio e Giuseppe Ascione che hanno con il loro lavoro assicurato il successo dell'evento.