



Foto  
Stefano Topuntoli,  
dal libro  
"Riaprire i Navigli".

# L'innalzamento della falda ed il problema delle acque parassite

**Il problema dell'innalzamento della falda si è presentato nuovamente con una serie di criticità connesse alla gestione del territorio e delle infrastrutture. ATO Città di Milano ha riattivato un tavolo tecnico per il monitoraggio e una serie di proposte di azioni e strategie per il contenimento del fenomeno.**

Andrea Zelioli, Direttore Ufficio d'Ambito Territoriale Ottimale della Città di Milano

Laura Scesi, Full Professor in Geologia Applicata – Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale - PoliMi

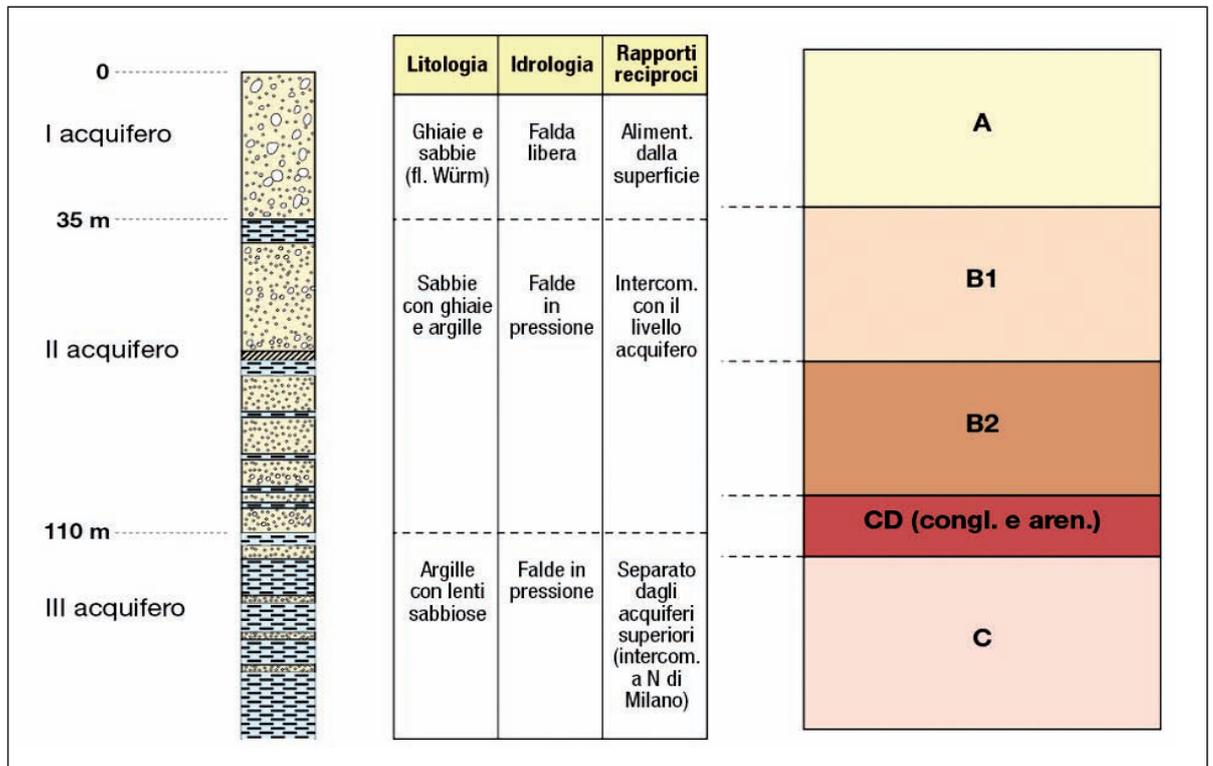
Fabio Marelli, Direttore Settore Acquedotto MM S.p.A - SII della Città di Milano

Nel corso del XX secolo il territorio milanese ha subito importanti trasformazioni dal punto di vista urbano e produttivo e, di conseguenza, di uso del suolo e delle risorse idriche. A partire dagli anni 50, grazie al boom economico italiano, la città di Milano ha subito una forte espansione, con incremento di popolazione ed insediamento di grandi realtà produttive, accompagnati da un incremento nel consumo di acqua e conseguente abbassamento del livello piezometrico della falda superficiale. Negli ultimi vent'anni si è assistito al progressivo abbandono dei grandi poli industriali (ad esempio quello di Sesto San Giovanni) a favore di una consistente crescita del settore terziario, nonché la diminuzione degli abitanti residenti in Milano (da oltre un milione e 900 mila abi-

tanti agli attuali un milione e 300 mila).

Una conseguenza di tali trasformazioni socio-economiche è stata la forte diminuzione di consumo d'acqua e la sensibile risalita del livello di falda, in particolare nella zona di Milano: negli anni '90 tale livello è risalito anche di 10 m in alcune aree cittadine, provocando problemi alle infrastrutture (box, metropolitane, scantinati, fondazioni, ecc.) e costringendo l'utilizzo di impianti di pompaggio.

Fin dal 1996 la Provincia di Milano (ora Città Metropolitana) ha gestito il Sistema Informativo Falda, iniziando ad occuparsi del fenomeno dell'innalzamento della falda nella città di Milano e pubblicando per prima, nell'ottobre dello stesso anno, uno studio estremamente



1 - Serie idrogeologica delle unità della pianura milanese

approfondito sulle cause del fenomeno (AA.VV.1996). L'analisi delle principali voci che costituiscono il bilancio idrico, suddivise in entrate (precipitazioni, irrigazioni e perdite dalla rete) e uscite (prelievi, uscite dai fontanili, evapotraspirazione), ha consentito di ricondurre le cause che hanno determinato il fenomeno, essenzialmente alla pesante diminuzione dei consumi: la dismissione industriale ha infatti comportato una riduzione dei prelievi, a partire dai primi anni novanta, stimata intorno ai 150.000.000 m<sup>3</sup> annui. Di conseguenza, a partire dall'inizio degli anni '90 si evidenzia un rapido incremento dei livelli che arrivano a raggiungere valori di soggiacenza paragonabili a quelli della metà degli anni '60.

Sulla scorta degli studi effettuati dall'allora Provincia di Milano venne istituito un gruppo di lavoro comprendente vari attori della realtà milanese che venne poi istituzionalizzato attraverso due successivi accordi di programma:

- il decreto del Presidente della Regione Lombardia del 22 giugno 1999 – n. 32816 (Approvazione ai sensi dell'art. 27 della l. 8 giugno 1990, n. 142 e della l.r. 15 maggio 1993, n. 14, dell'Accordo di Programma per il controllo dell'innalzamento della falda nell'area milanese) che comprendeva una serie di azioni di controllo e tutela;
- l'accordo di Programma DGR.9958 del 26 luglio 2002 (Approvazione del programma di interventi di seconda fase per il controllo dell'innalzamento della falda nell'area milanese – Legge n. 428 del 3 dicembre 2001) che individuava e gestiva una serie di interventi sulla scorta della legge nazionale sopracitata, che prevedeva uno stanziamento di 20 miliardi di lire pari a circa 10 milioni di euro.

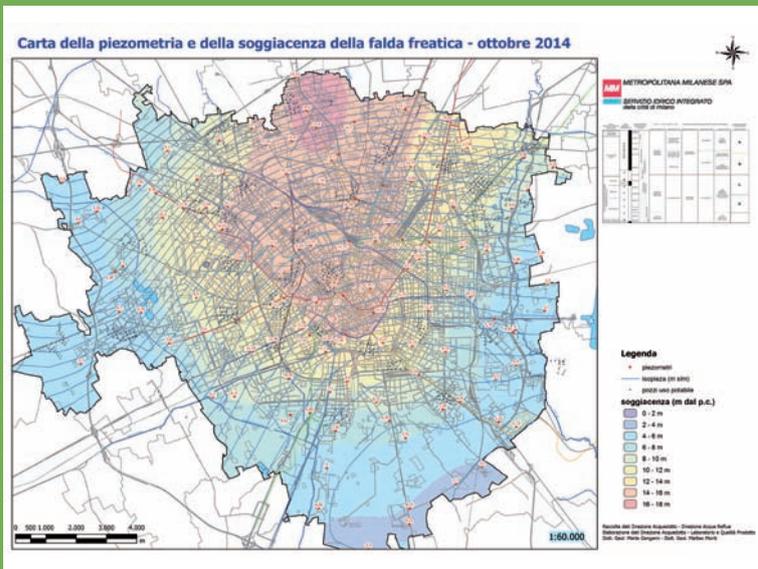
Nei primi dieci anni del 2000, grazie al costante controllo, la situazione della falda è rimasta pressoché stazio-

naria pur rimanendo su livelli piuttosto alti ma, causa il concentrarsi delle piogge o probabilmente il cambiamento climatico ormai in atto, la situazione in questi ultimi mesi si è ulteriormente aggravata.

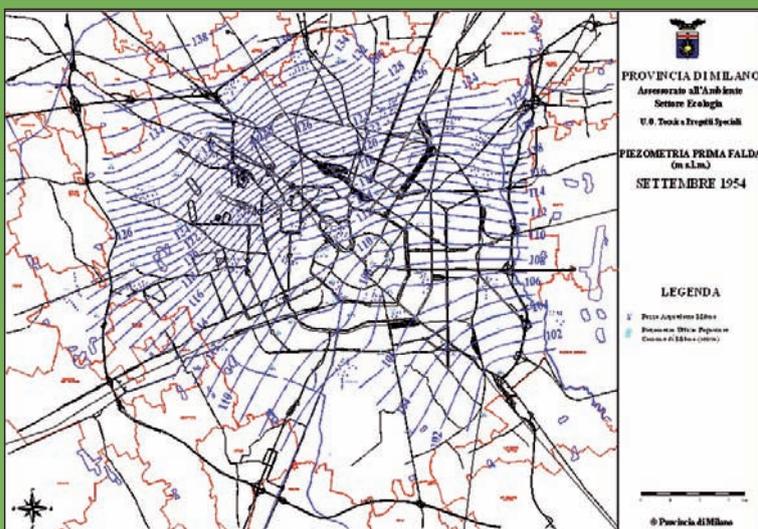
### Assetto geologico generale

Per comprendere meglio il fenomeno è però necessario fare una breve ricostruzione del modello idrogeologico concettuale dell'area milanese. Il sottosuolo della città è costituito da una sovrapposizione di numerose Unità Idrogeologiche all'interno delle quali si riconoscono i seguenti Gruppi Acquiferi (fig. 1):

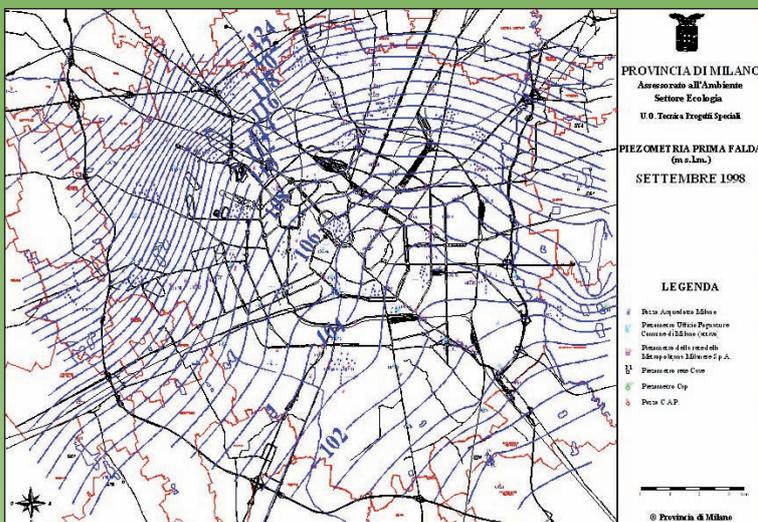
- Gruppo Acquifero A (da 0 a 35 m): costituito da una successione di ghiaie e sabbie di origine fluvio-glaciale relativamente recente (litozona ghiaioso-sabbiosa), corrispondente al livello acquifero più superficiale nella media e bassa pianura, mentre nella zona dell'alta pianura è limitato ai fondovalle. Le risorse idriche sono spesso compromesse da un punto di vista qualitativo e sono quindi per lo più utilizzabili unicamente a scopo agricolo e industriale. L'alimentazione è prevalentemente superficiale;
- Gruppo Acquifero B (da 35 a 110 m): costituito da una successione di ghiaie e sabbie, talora intercalati con livelli limosi e argillosi, di origine fluvio-glaciale più antica (litozona sabbioso-ghiaiosa e conglomeratica); i depositi sono talora cementati nella zona di base, a formare un conglomerato (es. Ceppo Lombardo o Ceppo dell'Adda). Nella zona dell'alta pianura e delle colline moreniche è il primo acquifero presente, mentre nella media e bassa pianura si presenta generalmente confinato o semiconfinato;
- Gruppo Acquifero C (> 110 m): principalmente costituito da argille grigie di origine continentale, conosciute anche come "Villafranchiano", contenenti



2 - Andamento piezometrico della prima falda



3 - Andamento della superficie piezometrica riferita al settembre 1954



4 - Andamento della superficie piezometrica riferita al settembre 1998.

lenti sabbiose (litozona sabbioso-argillosa); a Milano tale unità si riscontra intorno a 100 m di profondità, ma risale in quota verso i bordi prealpini e procedendo verso il Piemonte. Il suo interesse pratico è rilevante, non tanto per le non elevate riserve idriche in esso contenute, quanto per la qualità delle acque sotterranee che raramente presentano fenomeni di contaminazione industriale o agricola, per la frequenza e lo spessore delle bancate limoso-argillose che diventano sempre più frequenti.

### Rappresentazione della falda contenuta nell'acquifero A

Osservando la carta piezometrica relativa alla falda più superficiale contenuta nell'acquifero A nella città di Milano, si nota che la direzione di flusso è mediamente NNO-SSE e N-S e che la soggiacenza della falda, riferita all'ottobre del 2014, varia dai 16-18 metri nelle zone situate più a nord a valori inferiori ai 2 metri nelle zone poste a Sud (fig.2). La superficie piezometrica si trova a quote comprese tra 128 m s.l.m. nell'area Nord e 100 m s.l.m. a Sud dell'abitato con pendenza media di circa il 4% (molto pronunciata risulta la differenza di gradiente idraulico tra il settore occidentale e quello orientale, dove si riduce dallo 5% al 3%). Si noti che dai dati storici del Comune di Milano, nel 1897 la superficie piezometrica nella zona di Piazza Duomo si attestava a 5 m di profondità e a Sud della città a circa 2 m di profondità.

Attualmente, come si vede in Figura 2, confrontando i livelli attuali con quelli degli anni passati, si osserva che per ritrovare un andamento piezometrico simile, bisogna risalire agli anni '50 (fig.3).

Tra i primi anni sessanta e i primi anni novanta, invece, la presenza di grandi fabbriche ubicate soprattutto nella fascia Nord di Milano, pompando ingenti quantitativi d'acqua (fino a 140.000 m<sup>3</sup>/giorno), determinarono un abbassamento piezometrico significativo (fig.4).

Pare opportuno evidenziare che l'andamento piezometrico relativo al 1954 è di particolare importanza, in quanto, a partire da tale anno, ha inizio l'abbassamento piezometrico che continuerà fino alla fine degli anni '80. A partire dal 1990 si osserva invece un'inversione di tendenza e la falda incomincia a crescere; tale innalzamento prosegue fino al 1997, anno di sostanziale stabilità rispetto alla forte crescita dei livelli nel periodo '90-'97. In particolare, si sono misurati incrementi della falda complessivi di circa 8-10 m nella zona nord, di 4-5 m nella zona centrale e di 2 m nella zona sud.

### Acque parassite

Nel corso degli ultimi anni, a seguito del fenomeno della risalita della falda, si è verificato un significativo incremento di portate parassite in rete fognarie scaricate da attività di pompaggio da locali interrati allagati, ma anche da scarichi da pozzi privati, pompe di calore, pozzi di spurgo e bonifica, pompaggio da pozzi e well-point di cantieri di grandi opere come la linea metropolitana 4 e 5.

I volumi annualmente collettati ai 3 depuratori che servono la città di Milano (Nosedo, Milano Sud e Peschiera Borromeo), sono pari a circa 280 milioni di m<sup>3</sup>, a fronte

di un volume distribuito all'utenza da acquedotto di circa 200 milioni di m<sup>3</sup>. Il volume di acque parassite risulta pertanto di circa 80 milioni di m<sup>3</sup> l'anno (senza considerare i contributi di piogge e perdite di rete, che andrebbero nel complesso ad incrementare il dato citato) pari al 40% del volume di acqua distribuita.

Al fine di quantificare puntualmente l'entità di portate parassite e la localizzazione delle stesse per distretti, si è suddiviso il bacino di fognatura in più di 200 sottobacini ove si stanno effettuando (a partire dal bacino ovest) misure di portata con strumenti area-velocità, al fine di definire i flussi immessi in rete nei diversi distretti provenienti dalla rete acquedottistica e quelli provenienti da altre fonti, confrontando quindi i dati con il cumulato misurato presso i Depuratori.

Parallelamente è stata avviata la campagna di monitoraggio dei possibili recapiti delle acque di falda sia facenti parte del reticolo idrico principale e del reticolo idrico minore attivo del Comune di Milano, che mediante la riattivazione dei corsi d'acqua tombinati temporaneamente non attivi (fig.5). La presenza di circa 200 km di tombinature di corsi d'acqua attivi e di circa 70 km di corsi d'acqua di possibile riattivazione, costituisce una risorsa da sfruttare sia per la possibilità di incremento di sistemi di pompe di calore con restituzione in corso d'acqua (e quindi con induzione di effetto di deficit idrogeologico localizzato sulla falda) che di riduzione dei costi legati al funzionamento di fognatura e depurazione.

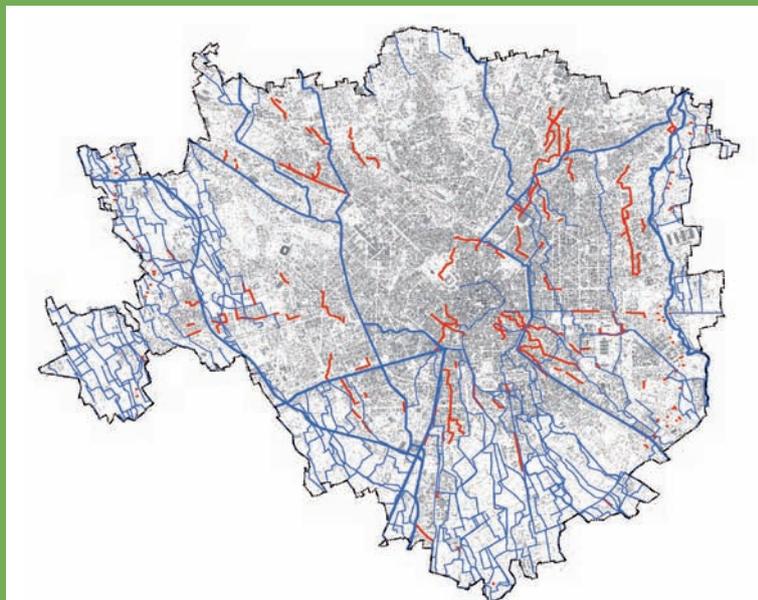
### L'utilità idraulica della riapertura della Cerchia interna dei Navigli di Milano

È stato recentemente presentato, a Palazzo Reale di Milano, lo studio di fattibilità per la riapertura parziale dei Navigli, affidato dall'Amministrazione comunale a un gruppo di lavoro interdisciplinare che ha visto coinvolte diverse Università, professionisti ed esperti con il coordinamento del Politecnico di Milano.

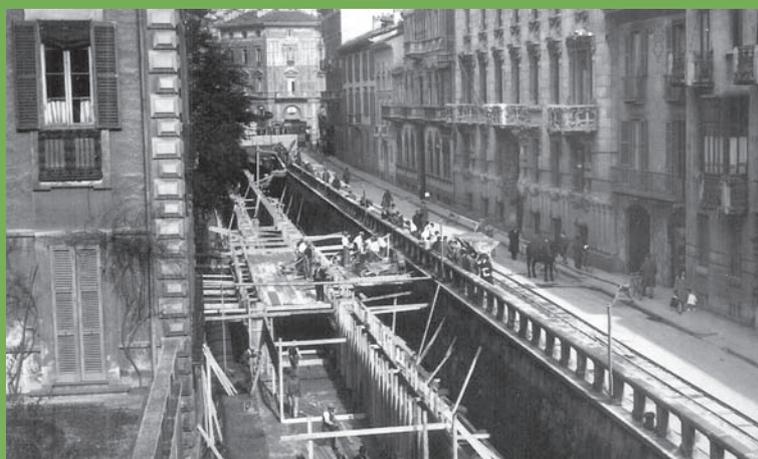
Va ricordato infatti che la soppressione della Fossa Interna (1966) ha creato una grave discontinuità idraulica nel sistema storico, che garantiva il collegamento tra il Seveso/Martesana e la Roggia Vettabbia. Attualmente, le acque del Seveso e della Martesana vengono convogliate esclusivamente nel Cavo Redefossi (sostanzialmente perse all'uso irriguo), mentre la Roggia Vettabbia è alimentata, in modo peraltro insoddisfacente ai fini agricoli, solo da acque di pozzi di prima falda (29) realizzati dal Comune nel centro storico.

Il ripristino, seppur parziale, dell'originario collegamento idraulico, quanto meno sotterraneo, lungo la Fossa Interna tra la Via San Marco e la Via Vettabbia, mediante il riutilizzo della porzione centrale della Fossa Interna (in parte ancora recuperabile), potrebbe non solo consentire nuovi apporti irrigui (già dalla sola Martesana si parla di c.a. 1 mc/s) in favore delle campagne del Parco Agricolo, ma anche mitigare alcune criticità, in tema di drenaggio urbano, verificatesi dopo la chiusura della cerchia interna (fig.6).

Qualora realizzata, tale opera idraulica potrebbe costituire un valido recapito alternativo delle acque chiare e parassite distolte dalla rete acque reflue (fig.7).



5 - In azzurro: reticolo idrico principale e minore della città di Milano  
In rosso: corsi d'acqua tombinati momentaneamente non attivi



6 - La Chiusura di Via Senato



7 - Planimetria del progetto

Va comunque precisato che il recapito ottimale delle acque parassite è costituito dal reticolo idrico superficiale, peraltro, vista la pressoché totale oblitterazione dello stesso nelle zone centrali della città di Milano, tale reticolo idrico necessita di sostanziali interventi di ripristino della continuità idraulica nonché di verifiche quantitative in merito alla capacità idraulica sostenibile in funzione delle maggiori portate introdotte.

Nell'aggiornamento 2014 del Piano d'Ambito, predisposto da ATO Città di Milano, sono state previste, tra le altre, specifiche strategie di intervento e relativi investimenti, per un ammontare di circa 80 Milioni di euro, con il duplice obiettivo di ottimizzare e rendere efficiente il sistema di collettamento e trattamento delle acque reflue della Città di Milano e, al contempo, di mitigare l'attuale, e purtroppo ben noto, elevato grado di rischio idraulico delle aree urbane, che trova peraltro origine a scala di bacino. Verrà pertanto preliminarmente svolta una ricognizione degli scarichi, il più completa possibile, per individuare anomale immissioni di acque parassite nella rete fognaria (fra cui non mancano quelle derivanti da non autorizzati collegamenti di impianti a pompe di calore, a pompe di aggettamento, ecc.) e, in secondo luogo, per valutare e definire le modalità di distoglimento delle stesse, laddove le azioni siano riconducibili ad interventi che possano essere legittimamente disposti dal gestore del SII, secondo quanto previsto dal quadro regolatorio vigente.

Di fondamentale importanza saranno proprio gli interventi di distoglimento delle acque parassite e delle acque chiare (seconda pioggia), che ammontano in totale a circa 80 Milioni di m<sup>3</sup> e che ad oggi, in assenza di recapiti alternativi, vengono immesse nella rete delle acque reflue ed impropriamente convogliate alla depurazione.

### Interventi e strategie

Come già evidenziato in premessa, nel passato sono stati svolti studi di approfondimento e progettazione di interventi per risolvere il problema dell'innalzamento della falda. A 15 anni dalla messa a regime di alcune delle strategie a suo tempo delineate, si può affermare che non sempre tali azioni hanno avuto una apprezzabile incidenza sul fenomeno. Pertanto ATO Città di Milano, in veste di Ente preposto alla Pianificazione d'Ambito ed al controllo della gestione della risorsa idrica destinata al consumo umano, che si ricorda essere l'uso prevalente per legge su tutti gli altri usi, ha riattivato un tavolo tecnico, formato da Enti Gestori, Università ed Enti locali, coordinato dal Politecnico di Milano (Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale), che avrà come scopo il monitoraggio e una serie di proposte, preliminarmente elencate qui di seguito, per il contenimento del fenomeno:

- valutare l'interazione tra acque sotterranee e strutture interrato nel sottosuolo dell'area milanese;
- verificare i database esistenti ai fini di una loro possibile integrazione, funzionale al conseguente aggiornamento dei modelli matematici;
- verificare le reti di monitoraggio dei livelli di falda esistenti ai fini di una possibile integrazione, in corrispon-

denza di punti di comune interesse e analisi delle serie temporali dei dati acquisiti;

- identificare i punti di scarico alternativi per le acque parassite

Verranno pertanto organizzati workshop informativi per divulgare i risultati ottenuti e sensibilizzare i soggetti interessati e gli Enti preposti alla pianificazione ed all'attuazione degli interventi individuati, al fine di condividere eventuali modifiche normative, da adottarsi anche in sede di pianificazione urbanistica, propedeutiche ad azioni ed interventi utili al contenimento del fenomeno.

Si ringraziano per la cortese e disinteressata collaborazione e per le informazioni storiche fornite:

Cristina Arduini - Vicepresidente ATO Città di Milano - Già Responsabile del Servizio Acque Sotterranee e Banche dati idriche della Provincia di Milano;  
Maurizio Brown - Già Direttore del Settore Rete Acque reflue di MM S.p.A., SII della Città di Milano, nonché Componente del GdL che ha redatto lo "Studio di Fattibilità per la riapertura dei Navigli Milanesi".

#### Bibliografia

- 1) AA.VV. (1996): Valutazioni sull'innalzamento della falda - Provincia di Milano
- 2) Francani V. (2014): Idrogeologia Ambientale. Casa Editrice Ambrosiana
- 3) AA.VV. (2015): Studio di fattibilità per la riapertura dei Navigli milanesi

#### Gli autori

##### Andrea Zelioli

andrea.zelioli@comune.milano.it

Geologo, con esperienza più che ventennale nell'amministrazione pubblica sviluppata su tematiche inerenti la gestione, valorizzazione e salvaguardia delle risorse idriche, sia superficiali che sotterranee, ed il risanamento dei suoli contaminati. Ha prestato servizio nella Provincia di Milano, Area Ambiente e nel Comune di Milano Settore Politiche Ambientali.

Dal 2013 è Direttore dell'Ufficio d'Ambito Territoriale Ottimale della Città di Milano, Azienda Speciale del Comune di Milano. [www.atocittadimilano.it](http://www.atocittadimilano.it)

##### Laura Scesi

laura.scesi@polimi.it

Professore Ordinario di Geologia Applicata presso il Politecnico di Milano (Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale). Insegna Geologia Tecnica e Rilevamento Geologico-Tecnico ed ha effettuato numerose ricerche su diversi argomenti, tra i quali protezione e valorizzazione delle risorse naturali e indagini geologico-tecniche ed idrogeologiche di supporto a progetti di ingegneria civile. Ha pubblicato circa 90 lavori scientifici e una decina di libri.

##### Fabio Marelli

f.marelli@metropolitanamilanese.it

Laureato in Ingegneria Civile, indirizzo Idraulica, sezione Impianti, presso il Politecnico di Milano. È Responsabile della Rete delle Acque Reflue della Servizio Idrico della città di Milano. Dal 1996 in MM svolge la progettazione specialistica idraulica per le diverse funzioni aziendali. Dal 2015 è Direttore Divisione Acquedotto del Servizio Idrico Integrato della città di Milano.