



GEOLOGIA URBANA DI MILANO
Palazzo delle Stelline - 15 novembre 2007, Milano

SISTEMA INFORMATIVO DI FALDA DALLA BANCA DATI AI PROGETTI DI STUDIO SULLA QUALITÀ DELLE RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE

**Cristina ARDUINI
Elisa CARRARO
Marta GANGEMI
Fiammetta Di PALMA**

Provincia di Milano, Corso di Porta Vittoria, 27 – 20121 Milano, Italia
e-mail: c.arduini@provincia.mi.it , e.carraro@provincia.mi.it , m.gangemi@provincia.mi.it,
f.dipalma@provincia.milano.it

SISTEMA INFORMATIVO DI FALDA DALLA BANCA DATI AI PROGETTI DI STUDIO SULLA QUALITÀ DELLE RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE

Cristina ARDUINI, Elisa CARRARO, Marta GANGEMI, Fiammetta Di PALMA

INTRODUZIONE

L'acqua nel territorio milanese ha sempre avuto un significato particolare e importante per la storia e lo sviluppo dell'economia e della popolazione; è sempre esistito uno stretto legame tra i corsi d'acqua superficiali come l'Olon, il Lambro, il Seveso, i Navigli costruiti dall'uomo, i fontanili, ambienti semi-artificiali creati dai monaci cistercensi fin dal XI secolo, e le acque sotterranee. Le acque sotterranee sono da sempre state sottoposte ad un intenso sfruttamento che ha provocato e provoca tuttora un profondo degrado qualitativo. Una particolarità dell'area della Provincia di Milano è data infatti dall'elevata urbanizzazione dei settori settentrionale e centrale e dalla destinazione agricola dell'intero settore a sud dell'area urbana milanese. Si tratta di un fattore fortemente influente sul bilancio idrologico dell'area (canalizzazioni, cementazioni dei corsi d'acqua, regimazione delle portate, riduzione delle zone di infiltrazione, controllo e convogliamento delle precipitazioni), sull'andamento dei prelievi dell'acqua di falda per gli usi civili ed industriali e, soprattutto, sullo stato di salute della risorsa acqua. In tutto il settore settentrionale fino all'altezza della città di Milano e nella cintura periurbana, sono distribuite le massime concentrazioni di abitanti per Km² (Bresso, Milano e Sesto San Giovanni con oltre 7000 ab/Km²), il massimo numero di industrie e poli produttivi, i massimi quantitativi di acque di falda sollevati per la produzione industriale e il massimo numero di veicoli che si spostano ogni giorno lungo i principali tracciati viari per raggiungere la metropoli; una somma di fattori che contribuiscono a conferire al settore Nord della Provincia di Milano un ruolo determinante sul regime qualitativo e quantitativo degli acquiferi dell'area milanese. A tutto questo si aggiunge la vocazione agricola del settore meridionale che richiederebbe quantità e qualità buone di acque destinate alla produzione; l'area si viene al contrario a trovare a valle di un sistema altamente urbanizzato, industriale e soprattutto con una politica di depurazione delle acque utilizzate prima della restituzione nei corsi d'acqua e quindi in falda non conforme all'impatto antropico esistente.

Tutto questo ha comportato la necessità di aumentare i punti di prelievo o di utilizzare l'acqua di falde più profonde e quindi più protette.

Attualmente sull'intero territorio della Provincia di Milano sono localizzati circa 14.000 pozzi per acqua, di cui 2.000 pubblici legati alla fornitura di acqua potabile nei vari comuni (circa 500 sono concentrati sul solo territorio della città di Milano) e i restanti 10.000 sono di proprietari privati con caratteristiche tipicamente a uso terziario/industriale nel settore nord e agricole su tutta l'area meridionale della provincia.

La nascita del Sistema Informativo Falda

Stante la situazione estremamente complessa, negli ultimi anni si è reso necessario creare un punto di raccolta delle informazioni riguardanti il ciclo completo delle acque e si è iniziato a raccogliere in un contenitore unico tutte le informazioni riguardanti la qualità e la quantità delle risorse idriche sotterranee.

Sulla base di questa necessità la Provincia di Milano ha creato nel 1989 Il Sistema Informativo Falda (SIF), regolato da una convenzione tra Enti che gestiscono in Provincia di Milano le acque sotterranee.

Gli Enti promotori sono la Provincia di Milano che ha il compito di coordinare e gestire la banca dati, l'acquedotto comunale di Milano, il Consorzio Acqua Potabile, che fornisce acqua potabile alla maggioranza dei comuni del milanese, e le ASL. Questo patto tra enti è attualmente in fase di rinnovo in quanto sono entrati nuovi attori come ARPA, Consorzio Villoresi e Navigli Scarl e ultimi, ma non per questo meno importanti gli Ato Provincia di Milano e Comune di Milano. Il coinvolgimento di altri enti territoriali nasce dal fatto che diventa sempre più importante interagire con il ciclo dell'acqua nella sua interezza, tenendo conto di tutte le variabili presenti.

In dettaglio il Sistema Informativo Falda contiene una serie di informazioni base attualmente anche in collegamento con il Catasto delle Utenze Idriche Regionale ed in particolare:

Gestione del catasto pozzi e piezometri

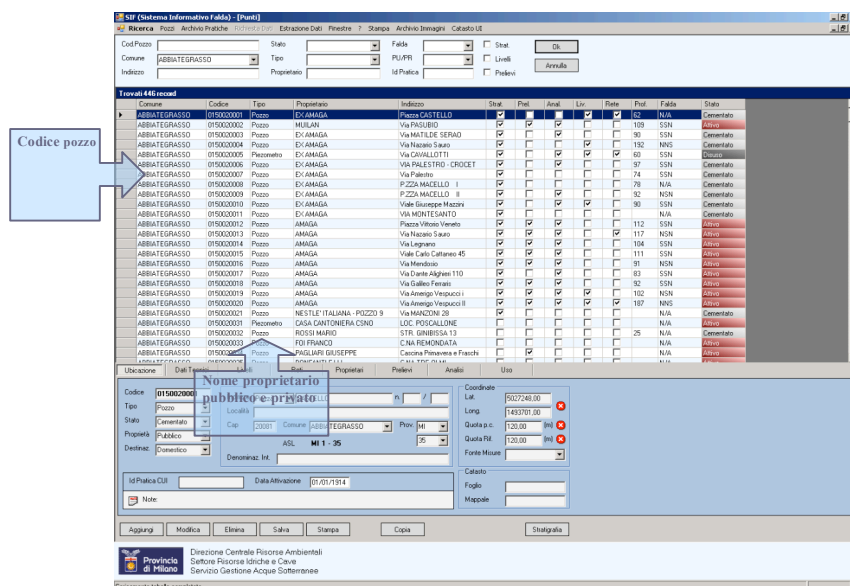


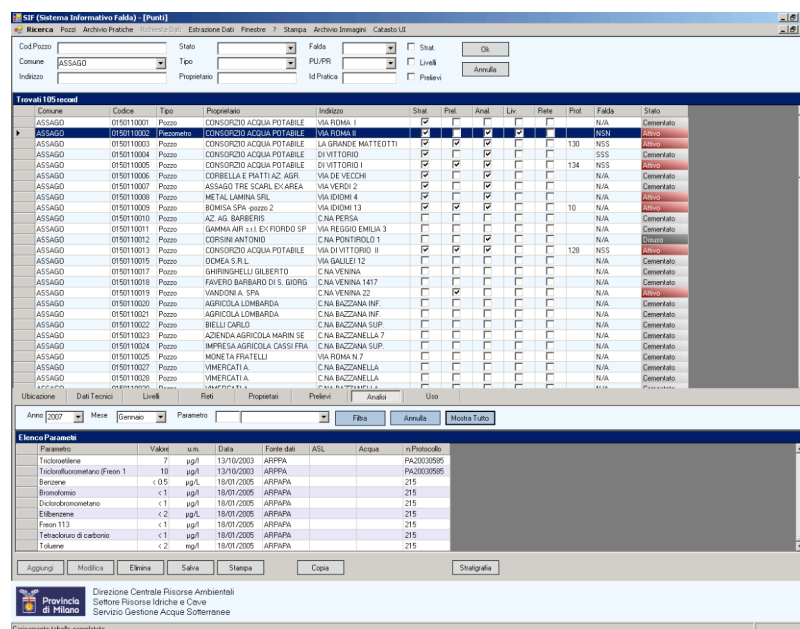
Figura 1. Struttura archivio pozzi

Gestione dell'archivio delle misure mensili dei livelli di falda

Vengono raccolti tutti i dati relativi ai livelli piezometrici di Comune di Milano, MM, Ufficio Cave, Acquedotti, Comuni a gestione diretta, strutture private che appartengono alle reti di monitoraggio per la città di Milano e per l'intero territorio provinciale. Attualmente la rete è in corso di revisione in collaborazione con ARPA e Comune di Milano.

Gestione dell'archivio delle analisi chimiche

Queste vengono effettuate sui pozzi pubblici e privati dagli enti preposti ai sensi del D.Lgs. n. 31/01. Nella tabella sono riportati i numeri per i diversi gruppi. Da anni sono inserite le informazioni all'interno del SIF.



The screenshot shows the SIF (Sistema Informativo Falda) software interface. The main window displays a list of wells (Pozzi) with columns for Comune, Codice, Tipo, Proprietario, Indirizzo, Stat, Anal, Liv, Rete, Prof, Falda, and Stato. Below this, there is a section for 'Elenco Parametri' (List of Parameters) showing various chemical parameters and their analysis results. The interface includes search filters, a table of parameters, and a status bar at the bottom.

Comune	Codice	Tipo	Proprietario	Indirizzo	Stat	Anal	Liv	Rete	Prof	Falda	Stato
ASSAGO	0150110001	Pozzo	CONSORZIO ACQUA POTABILE	VIA ROMA 1	✓	✓	✓	✓	✓	N/A	Censurato
ASSAGO	0150110002	Pozzo	CONSORZIO ACQUA POTABILE	VIA ROMA 1	✓	✓	✓	✓	✓	N/A	Censurato
ASSAGO	0150110003	Pozzo	CONSORZIO ACQUA POTABILE	LA GRANDE MATTEDOTTI	✓	✓	✓	✓	✓	130	NSS
ASSAGO	0150110004	Pozzo	CONSORZIO ACQUA POTABILE	DI VITTORIO	✓	✓	✓	✓	✓	134	NSS
ASSAGO	0150110005	Pozzo	CONSORZIO ACQUA POTABILE	DI VITTORIO 1	✓	✓	✓	✓	✓	134	NSS
ASSAGO	0150110006	Pozzo	CORBELLA E PIATTI AZ. AGR.	VIA DE VECCHI	✓	✓	✓	✓	✓	N/A	Censurato
ASSAGO	0150110007	Pozzo	ASSAGO TRE SCARL EXCARA	VIA VERDI 2	✓	✓	✓	✓	✓	N/A	Censurato
ASSAGO	0150110008	Pozzo	METAL LAMINA SRL	VIA DIOMI 4	✓	✓	✓	✓	✓	N/A	Censurato
ASSAGO	0150110009	Pozzo	BOMESA SPA, pezzo 2	VIA DIOMI 13	✓	✓	✓	✓	✓	10	N/A
ASSAGO	0150110010	Pozzo	AZ. AG. BARBERIS	C.NA PERSA	✓	✓	✓	✓	✓	N/A	Censurato
ASSAGO	0150110011	Pozzo	GIAMMAIRI s.r.l. EX FIORIO SP	VIA REGGIO EMILIA 3	✓	✓	✓	✓	✓	N/A	Censurato
ASSAGO	0150110012	Pozzo	CORSINI ANTONIO	C.NA PONTIROLLO 1	✓	✓	✓	✓	✓	N/A	Censurato
ASSAGO	0150110013	Pozzo	CONSORZIO ACQUA POTABILE	VIA DI VITTORIO II	✓	✓	✓	✓	✓	128	NSS
ASSAGO	0150110015	Pozzo	DOMES S.R.L.	VIA BALILE 12	✓	✓	✓	✓	✓	N/A	Censurato
ASSAGO	0150110017	Pozzo	GHIRINGHELLI GILBERTO	C.NA VENINA	✓	✓	✓	✓	✓	N/A	Censurato
ASSAGO	0150110018	Pozzo	FAVERO BARBARO DI S. GIORG	C.NA VENINA 1417	✓	✓	✓	✓	✓	N/A	Censurato
ASSAGO	0150110019	Pozzo	VANDONI A. SPA	C.NA VENINA 22	✓	✓	✓	✓	✓	N/A	Censurato
ASSAGO	0150110020	Pozzo	AGRICOLA LOMBARDA	C.NA BAZZANA INF.	✓	✓	✓	✓	✓	N/A	Censurato
ASSAGO	0150110021	Pozzo	AGRICOLA LOMBARDA	C.NA BAZZANA INF.	✓	✓	✓	✓	✓	N/A	Censurato
ASSAGO	0150110022	Pozzo	BELLUCCI CARLO	C.NA BAZZANA SUP.	✓	✓	✓	✓	✓	N/A	Censurato
ASSAGO	0150110023	Pozzo	AZIENDA AGRICOLA MARIN SE	C.NA BAZZANELLA 7	✓	✓	✓	✓	✓	N/A	Censurato
ASSAGO	0150110024	Pozzo	IMPRESA AGRICOLA CASSI FRA	C.NA BAZZANA SUP.	✓	✓	✓	✓	✓	N/A	Censurato
ASSAGO	0150110025	Pozzo	MONETA FRATELLI	VIA ROMA N.7	✓	✓	✓	✓	✓	N/A	Censurato
ASSAGO	0150110027	Pozzo	VIMERCATI A.	C.NA BAZZANELLA	✓	✓	✓	✓	✓	N/A	Censurato
ASSAGO	0150110028	Pozzo	VIMERCATI A.	C.NA BAZZANELLA	✓	✓	✓	✓	✓	N/A	Censurato

Figura 2. Archivio_Analisi chimiche

Approfondimenti per la conoscenza della risorsa idrica sotterranea

In collaborazione con Università, Privati e vari Istituti sono stati effettuati numerosi approfondimenti e ricerche per la conoscenza sia della struttura del sottosuolo che per la gestione della risorsa idrica sotterranea necessari per svolgere la funzione in carico alla provincia di Milano relativamente al rilascio delle concessioni di derivazione d'acqua sotterranea. In particolare il Servizio Gestione Acque Sotterranee pianifica il rilascio delle autorizzazioni e delle concessioni in maniera che le risorse qualificate preferibilmente siano riservate al consumo umano, mentre le falde più superficiali siano dedicate ad usi diversi (industriale, agricolo, condizionamento). La conoscenza del territorio consente inoltre di applicare le indicazioni normative, che hanno come obiettivo quello di assicurare l'equilibrio complessivo tra i prelievi e la capacità di ricarica dell'acquifero.

Si porta come esempio il fenomeno in atto dell'innalzamento della falda nell'area del milanese. Fin dal 1996 la Provincia di Milano, ha iniziato ad occuparsi del fenomeno dell'innalzamento della falda nella città di Milano; 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 comportato infatti una riduzione dei prelievi, a partire dai primi anni novanta, stimata intorno ai 150.000.000 mc annui.

Osservando gli andamenti della superficie della prima falda si evidenzia una tendenza negativa (con abbassamenti superiori anche a 10 metri) che a partire dagli anni '50 si protrae in maniera sempre più accentuata fino alla metà degli anni '70, in cui si raggiunge il minimo del periodo considerato. Tale fenomeno è legato al progressivo aumento del prelievo sia civile (dai 208 milioni di mc nel 1960 a 340 milioni di mc nel 1974) che industriale ed in secondo luogo alla scarsità delle precipitazioni verificatesi in tali anni. Successivamente si osserva una notevole ripresa dei livelli, culminata nel 1978, seguita dal secondo minimo verso la fine degli anni '80 che risulta legato ad un periodo caratterizzato da scarse precipitazioni. 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.

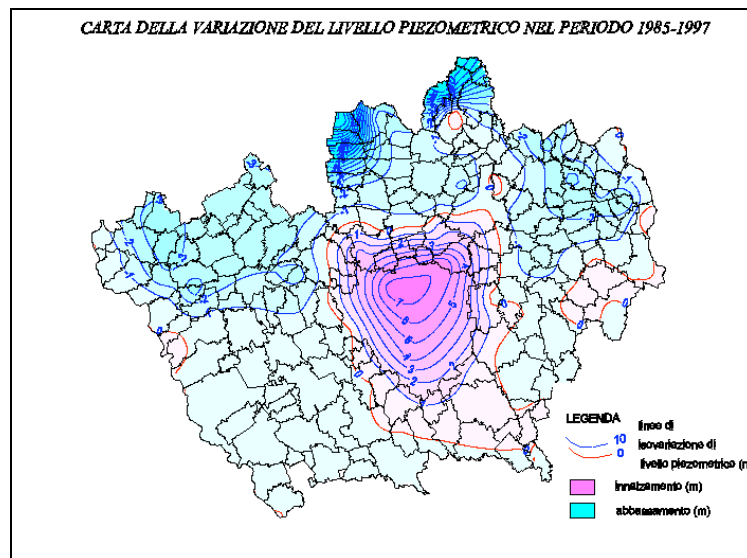


Figura 3. Variazione del livello piezometrico nel periodo 1985-1997.

Negli ultimi anni sono stati compiuti ulteriori sforzi volti alla realizzazione di alcuni importanti progetti, alcuni dei quali ancora in essere:

- Tramite una Convenzione tra IRSA e Provincia di Milano - nel 2005 è stato avviato il **"PROGETTO QUALFALDA"** (Guzzela et al. 2005) con l'obiettivo principale di definire una prima classificazione dello stato ambientale dei principali corpi idrici sotterranei della Provincia di Milano, in applicazione alle indicazioni normative del DLgs n.152/99; tale caratterizzazione è finalizzata al rilascio delle concessioni di derivazione di acque sotterranee e intende verificare le problematiche di applicazione del Decreto stesso riguardo alle procedure di classificazione delle acque sotterranee,

- evidenziandone limiti ed eventuali inadeguatezze e individuando possibili modifiche e/o integrazioni da sottoporre all'attenzione del Ministero MATT.
Tale metodologia ha permesso la realizzazione di cartografie sullo stato qualitativo dei diversi corpi acquiferi, di carte tematiche specifiche su alcuni inquinanti additivi presenti scelti in base alla disponibilità dei dati e di ulteriori carte indicanti lo stato quantitativo dei corpi acquiferi.
- Progetto Nitrati** : La Provincia di Milano, con il proprio Sistema Informativo Falda e gli Enti costituenti (il PMIP - ASL di Milano, il Comune di Milano ed il Consorzio Acqua Potabile) nel 1997 aveva già prodotto uno studio sul problema dei nitrati nelle acque sotterranee negli anni dal 1990 al 1995, riportandone le isoconcentrazioni su tutto il territorio provinciale e individuando gli andamenti nel quinquennio per ogni comune e per ogni pozzo (Rosti et al., 1997). Recentemente la Giunta Provinciale con delibera del 2005 ha approvato un progetto più riferito ai nitrati in falda che si sviluppa in diverse fasi. Tale progetto trova riferimento nella normativa nazionale e regionale (D.Lgs. 152/1999 e L.R. 26/2003); infatti a partire dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Lombardia sono state definite da parte della Provincia delle macroaree ad elevata vulnerabilità per la contaminazione dei nitrati. Gli obiettivi del progetto sono essenzialmente la realizzazione di una Carta di Vulnerabilità e l'individuazione di aree a maggior rischio e infine lo studio di nuove strategie di attenuazione del fenomeno.

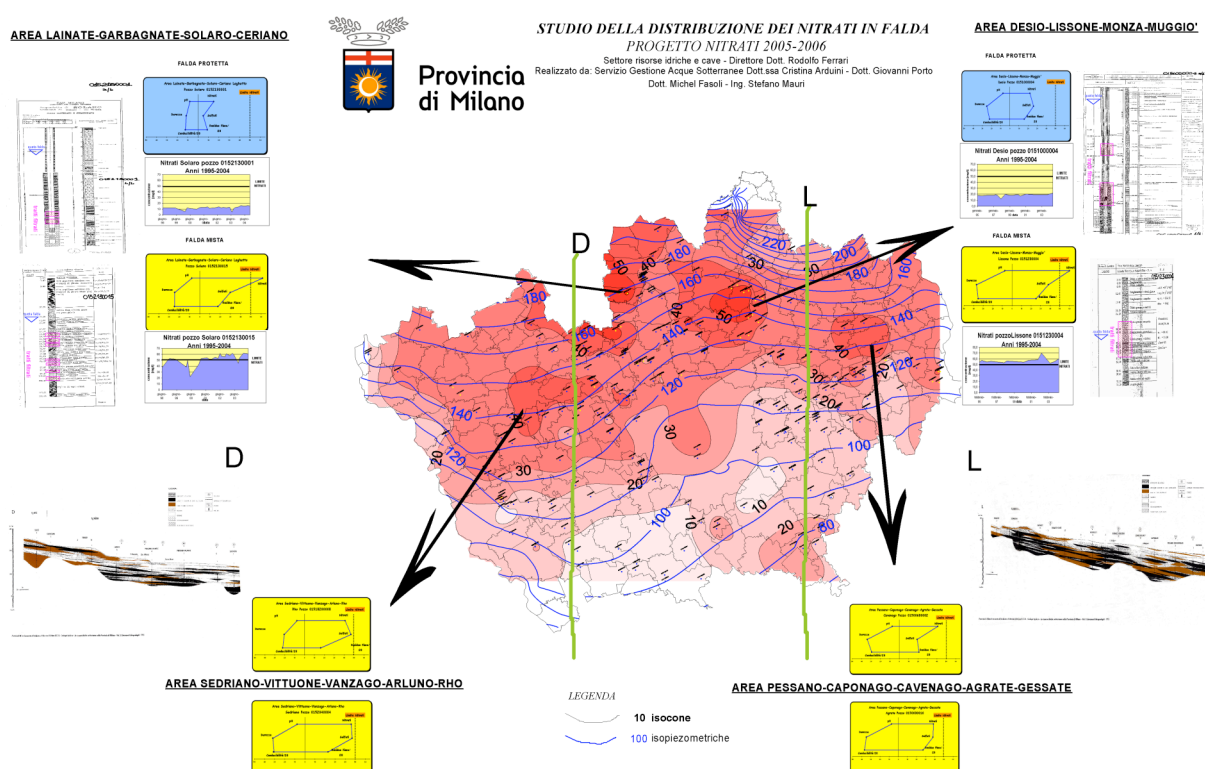


Figura 4. Nuova carta della vulnerabilità come strumento per la pianificazione delle risorse idriche e gestione delle emergenze.

Successivamente alla realizzazione della nuova carta della vulnerabilità (metodo SINTACS), è seguito uno studio dove è stato applicato l'utilizzo di indagini isotopiche e geochimiche per l'individuazione delle tipologie di nitrati. Obiettivo principale delle indagini sopra citate è stato di evidenziare, in aree ad elevata vulnerabilità, l'origine della presenza dei nitrati nelle acque sotterranee e di ridefinire una nuova "mappa della vulnerabilità" per gli acquiferi della provincia di Milano.

E' stato infatti pubblicato l'articolo "Isotopic prospection in high vulnerability area of the Milano province (Northern Italy)", frutto di uno studio in collaborazione tra la Provincia di Milano (Direzione Centrale_Servizio Gestione Acque Sotterranee) e ARPA Emilia Romagna (Sezione di Piacenza, Eccellenza "Isotopia e Radioattività ambientale"), presentato al Congresso Internazionale dell'Associazione degli Idrogeologi (IAH Congress) che dal 17 al 21 settembre 2007 si è svolto a Lisbona (Groundwater and Ecosystems Lisbon 2007).

A tal proposito sono state individuate tre aree ad alta vulnerabilità della provincia di Milano scelte da nord-ovest a nord-est del territorio provinciale (Figura 5).

Nelle acque di 37 pozzi scelti e classificati sulla base della profondità dell'acquifero captato sono state eseguite analisi chimiche (Conducibilità Elettrica, Cl, SO₄, NO₃, HCO₃, Ca, Mg, Na, K) e isotopiche ($\square^{18}\text{O}$ e $\square^2\text{H}$ in H₂O e $\square^{15}\text{N}$ e $\square^{18}\text{O}$ in nitrato).

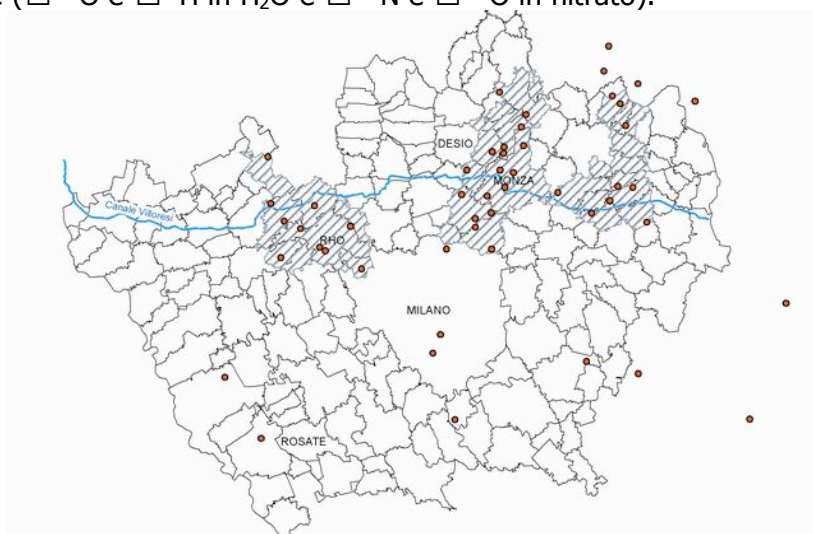


Figura 5. Provincia di Milano – Punti falda monitorati e aree di studio.

Gli studi svolti hanno evidenziato che l'impiego congiunto di parametri idrogeologici, chimici e isotopici può permettere una migliore conoscenza degli acquiferi considerati, in particolare dei processi di interazione acqua-roccia e superficie-falda. Le aree di ricarica e infiltrazione, che coincidono con situazioni di maggiore vulnerabilità, sono state più precisamente identificate e le componenti azotate classificate su base isotopica.

Sviluppi futuri

Dopo un'esperienza ormai ventennale sulla risorsa idrica sotterranea si può dire di avere un notevole conoscenza sul tema, ma ancora molto resta da fare come la creazione di procedure semplificate e standardizzate per agevolare gli utenti nella presentazione dei differenti tipologie di istanze e la creazione di una sinergia tra gli enti per l'ottimizzazione delle risorse sia finanziarie che di personale.

A tal fine è necessaria una programmazione stabile, nel lungo periodo, delle misure di salvaguardia e tutela della risorsa idrica sotterranea, soprattutto in aree così altamente antropizzate come la Provincia di Milano.

Bibliografia sintetica

- DADOMO A., FAVA A., MARTINELLI G., RUSSO E., SOGNI R. (2005) Nitrogen sources identification by hydrogeochemical and isotopic survey in aquifers of the Piacenza plain. "Aquifer Vulnerability and Risk", 2nd International Workshop, 4th Congress on the Protection and Management of Groundwater, CD Edition, ID220. Colorno, 21-22-23 Settembre 2005.
- DECRETO LEGISLATIVO 11 maggio 1999, n.152 - Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 91/271/CE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della Direttiva 91/676/CE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole. (*Pubblicato sul Supplemento Ordinario n. 101/L alla Gazzetta Ufficiale n. 124 del 29 maggio 1999*).
- DECRETO LEGISLATIVO 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 88 del 14 aprile 2006 - Supplemento Ordinario n. 96.
- FUKADA T., HISCOCKA K., DENNISA P.F., GRISCHEK T. (2003) A dual isotope approach to identify denitrification in groundwater at a river-bank infiltration site. *Water Research*, 37:3070–3078
- GUZZELLA L., ARDUINI C., SALERNO F., MOIOLI D., RAVELLI S., DI PALMA F. Progetto QUALFALDA. *Convenzione* tra IRSA-CNR e Provincia di Milano - Direzione Centrale Risorse Ambientali. Atto n. 238649/1856/05.
- KREITLER C.W. (1975) Determining the source of nitrate in groundwater by nitrogen isotope studies: Austin, Texas. Univer. Of Texas, Austin, Bureau of Econ. Geol. Resp. of Inves., #83, 57 pp.
- LEGGE REGIONALE n. 26 del 12-12-2003, Regione Lombardia. Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche. (B.U.R. Lombardia n. 51 del 16-12-2003, S.O. n.1).
- LONGINELLI A., SELMO E. (2003) Isotopic composition of precipitation in Italy: a first overall map. *Journal of Hydrology* Vol. 270:75-88.
- PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE della Regione Lombardia (2004). Adottato con Deliberazione del Consiglio Regionale del 22.12.2004 n. 633.
- PILLA G., SACCHI E., ZUPPI G., BRAGA G., CIANCETTI G. (2005) Hydrochemistry and isotope geochemistry as tools for groundwater hydrodynamic investigation in multilayer aquifers: a case study from Lomellina, Po plain, South-Western Lombardy, Italy. *Hydrogeology Journal* Vol. 14:795-808.
- PORTO G., MAURI S., ARDUINI C. (2006) *Nuova carta della vulnerabilità ai Nitrati come strumento per la pianificazione delle risorse idriche e gestione delle emergenze*. 10a Conferenza Nazionale ASITA, Edizione CD, Fiera di Bolzano, Bolzano, Bolzano, 14 - 17 novembre 2006.
- ROSTI G., ARDUINI C., ZELIOLI A., PORTO G. (1997). *Nitrati in falda – Anni 1990/95*. Provincia di Milano, Comune di Milano, Azienda Consorzio Acqua Potabile, Azienda USSL – PMIP (Milano, Parabiago, Lodi, Monza). Quaderno n. 1 – Sistema Informativo Falda, Provincia di Milano