

LA FUNZIONE IDROGEOLOGICA DEL CEPPO LOMBARDO

Vincenzo Francani (Tetys s.r.l.) Andrea Strini e Ferruccio Tomasi (Studio Associato Geosfera

Premessa

L'area in esame presenta, soprattutto a causa della stretta dipendenza della piezometria dall'entità dei prelievi, una notevole esposizione alle oscillazioni piezometriche che nei periodi di intenso sfruttamento danno luogo al rischio dell'estinzione delle risorse idriche in vaste aree a settentrione di Milano, e in quelli di minore prelievo determinano la sommersione delle infrastrutture, e spesso sensibili danni anche per le fondazioni degli edifici. Per identificare almeno alcuni dei motivi che stanno all'origine della variabilità del regime piezometrico della pianura a N di Milano, è stata effettuata su una fascia pedemontana comprendente parte delle provincie di Varese, Como e Monza, un'indagine che ha messo in luce alcuni aspetti di interesse.

Si è anzitutto verificato che molti Comuni Lombardi della province di Monza e soprattutto di Como e Lecco, sono poveri di acque sotterranee perchè l'acquifero è profondo e per raggiungerlo si deve attraversare un consistente spessore di conglomerati.

Inoltre la presenza di porzioni di acquifero parzialmente impermeabilizzate dalla cementazione crea ostacoli alla circolazione idrica, concentrando il flusso in settori ristretti nei quali l'accelerazione della velocità implica spesso il superamento delle condizioni critiche per il trascinarsi di granuli di terreno limoso che provoca fenomeni erosivi (Strini, ecc.) che, sommandosi a processi di dissoluzione del cemento calcareo, producono nel sottosuolo cavità rilevabili anche a oltre 20 metri dal piano campagna (Lorenzo ecc.) .

Lo studio eseguito, prendendo lo spunto dall'estesa bibliografia (Fogli Seregno, Milano ecc.) dedicata a questa porzione della pianura lombarda, ha esaminato i settori interessati suggerendo ipotesi di soluzione.

Metodo di studio

Lo studio è stato svolto seguendo un'impostazione prevalentemente geologica e idrogeologica, che ha richiesto un preliminare esame della bibliografia e della cartografia geologica dell'area esaminata. Dalla ricostruzione della geologia (figure 1 e 2) si sono ricavate le informazioni circa le unità idrostratigrafiche rappresentate, e si è focalizzata l'attenzione sulle strutture idrogeologiche, comprese quelle evidenziate in studi pubblicati anche dalla Regione () e dai PGT dei Comuni(); è stato necessario considerare con attenzione anche i dati pubblici relativi alla piezometria ai fini dei progetti di gestione delle acque e di infrastrutture profonde.

In tal modo è stato possibile sia identificare le aree nelle quali sono presenti con grande continuità verticale e laterale i conglomerati, sia quelle in cui lasciano il posto a ghiaie e sabbie, e sono state predisposte e aggiornate cartografie e sezioni che sintetizzano gli elementi salienti che sono risultati da questa ricerca.

E' stato possibile quindi produrre una prima indicazione delle aree più promettenti per la ricerca idrica, e una serie di considerazioni sul condizionamento esercitato dalle strutture idrogeologiche individuate, soprattutto da quelle in cui è presente il Ceppo.

L'esame della letteratura precedente è riassunto nel successivo capitolo, dedicato alle sostanziali innovazioni prodotte dall'approfondimento dell'analisi allostratigrafica promossa dalla Regione con la edizione dei fogli CARG Seregno e Milano

Geologia

L'area di studio si situa nella zona al passaggio tra gli ultimi rilievi in substrato e la Pianura Padana; il quadro geologico è quindi molto complesso essendo la zona di cerniera tra lo sbocco delle valli, attraversate prima dai corsi d'acqua e successivamente dai ghiacciai, e la piana antistante, occupata inizialmente dal mare e progressivamente colmata dai sedimenti portati dai fiumi.

In modo molto sintetico la successione stratigrafica neogenico-quadernaria è costituita da depositi marini, che si sono messi in posto a partire dall'ingressione marina post crisi di salinità

Messiniana, sui quali, nel tempo, sono lentamente progradati gli apporti continentali dovuti ai fiumi provenienti dalle prealpi e dai rilievi briantei.

Con le glaciazioni il quadro si complica, in quanto ad ogni ciclo glaciale/interglaciale da un lato si "riorganizza" il territorio con l'accrescersi di nuove morene, dall'altro si assiste al riempimento e successiva incisione delle valli. A questo si aggiunge l'alterazione dei depositi che aumenta progressivamente durante i periodi interglaciali e l'effetto della neotettonica che ha portato al sollevamento differenziale di alcune zone del territorio.

Tutto questo si esplica con la presenza non già di una successione continua e lineare ma dalla presenza, in sottosuolo, di numerosi corpi tagliati da paleovalli, riempite e svuotate più volte, che portano alla giustapposizione di corpi con caratteristiche geologiche anche molto diverse tra loro.

Molto sinteticamente, rimandando alle pubblicazioni più specifiche l'analisi dettagliata delle unità presenti (in primis i fogli geologici 096 Seregno e 097 Vimercate della Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000) la successione stratigrafica neogenico quaternaria si può riassumere nello schema seguente.

Alla base sono presenti depositi marini, raggruppati nelle Argille di Castel di Sotto, che costituiscono spesse sequenze di depositi fini con fossili, nelle quale sono presenti anche intercalazioni di livelli più grossolani, testimonianti la presenza di una costa articolata e poco distante dall'ambiente di sedimentazione.

Superiormente ai depositi marini sono presenti spessori variabili di sedimenti di piana alluvionale, costituiti sia ghiaie e sabbie che da argille e limi, in cui si rinvencono anche torbe e frustoli vegetali e che possono presentare occasionalmente evidenze di paleosuoli. Questi sedimenti sono testimonianti ad esempio dalla parte sommitale delle Argille di Conche (lungo l'Adda) e dal supersintema di Lazzate (Bini et. al, 2014, Foglio 096 Seregno, 2014 Foglio Vimercate), quest'ultimo riconosciuto solo in sottosuolo e maggiormente presente a Ovest del Lambro.

L'insieme di questi depositi, nelle frazioni più fini, costituisce quelle che sono tradizionalmente note come "argille sotto al ceppo" che non formano quindi un corpo unico e continuo ma testimoniano

ambienti deposizionali differenti. Al tetto di questa sequenza si mettono in posto i depositi fluviali prevalentemente grossolani che, una volta cementati, daranno origine ai diversi ceppo lombardi.

I fiumi che hanno depositato questi sedimenti avevano percorsi non necessariamente uguali a quelli attuali. Per esempio il paleoAdda, i cui depositi formano quello che attualmente è il Ceppo di Portichetto, percorreva il ramo di Como del Lario mentre il paleoOlona, i cui depositi attualmente costituiscono il Ceppo della Bevera, deviava verso Sud-Est fin verso Cogliate. Nella valle dell'Adda scorrevano prima solo corsi d'acqua a carattere locale, testimoniati dal Ceppo del Naviglio di Paderno e solo successivamente si ha il passaggio del vero e proprio Adda, i cui depositi, una volta cementati, formano il ceppo dell'Adda. Questi depositi sono quindi governati da rapporti di eteropia, sovrapposizione e giustapposizione.

La cementazione e quindi la trasformazione da depositi ghiaiosi a conglomerati avviene solo successivamente grazie anche all'effetto dell'alterazione più superficiale che permette la mobilizzazione del carbonato di calcio verso i livelli più profondi

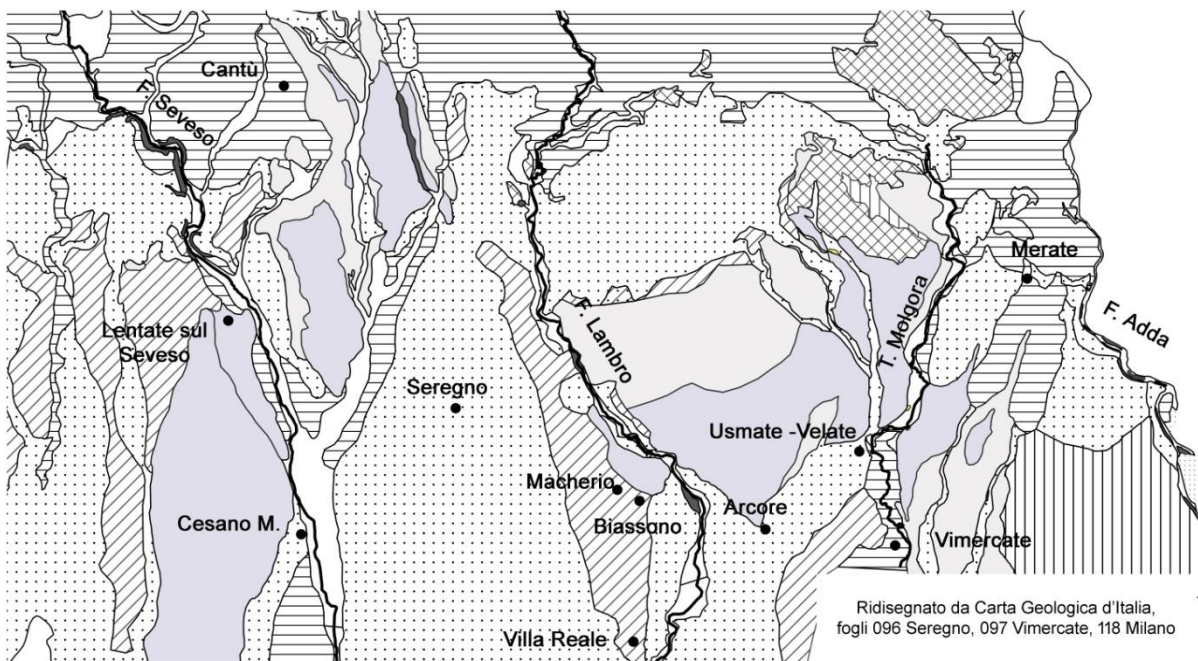
Il termine di ceppo fa riferimento a conglomerati di solito a cementazione buona, di età compresa in genere tra il Piacenziano e il Calabriano; si tratta quindi di depositi antichi, sovente con spessori di decine di metri e discreta continuità laterale che si differenziano dai corpi cementati, di estensione e spessore più limitato, che si rinvengono negli orizzonti più profondi delle unità più recenti.

I ceppi affiorano spesso lungo le sponde dei principali corsi d'acqua e la loro estensione in sottosuolo è deducibile dall'analisi delle stratigrafie di pozzo mostrando come i conglomerati spesso formino l'ossatura dei pianalti;. Il diverso bacino di alimentazione dei corsi d'acqua i cui depositi hanno formato i ceppi si riflette nella composizione petrografica di questi ultimi che può variare da una petrografia prettamente locale (es. Ceppo del Naviglio di Paderno, lungo le sponde dell'Adda) ad un bacino di alimentazione più vasto. Significativo è il Ceppo della Bevera che mostra un progressivo aumento in contenuto di clasti porfirici verso NE.

Gli stessi corpi di conglomerato sono stati intersecati da un reticolo di valli e paleovalli più recenti che sono state riempite e svuotate più volte nel corso delle glaciazioni, comprese quelle più antiche delle quali non si hanno testimonianze in superficie. I depositi di riempimento più antichi costituiscono il Supersistema di Vimercate dato da depositi fluviali e fluvioglaciali, con granulometria variabile dalle argille alle ghiaie e alterazione in genere scarsa.

In alcuni casi gli stessi depositi fluvioglaciali si sono cementati e hanno dato origine a ulteriori corpi di ceppo. Risulta evidente quindi che il termine ceppo includa conglomerati di diversa origine ed età.

In virtù della diversa natura e dell'articolata storia geologica, sebbene la cementazione sia in genere buona, alcune unità (es. Ceppo di Inverigo, Ceppo dell'Olonia) possono presentare al proprio interno spessori metrici di ghiaie e sabbie poco o nulla cementate



Legenda

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| CARTA GLOBALE | Supersistema del Bozzente |
| □ Sintema del Po | Formazione di Trezzo |
| ▨ Sintema di Cantù | ■ Conglomerati "Ceppi" |
| ⋯ Supersistema di Besnate | ▨ Supersistema di Venegono |
| ▧ Sintema di Binago | ⊠ Substrato |
| ▩ Sintema della Specola | ⋯ Riporti |

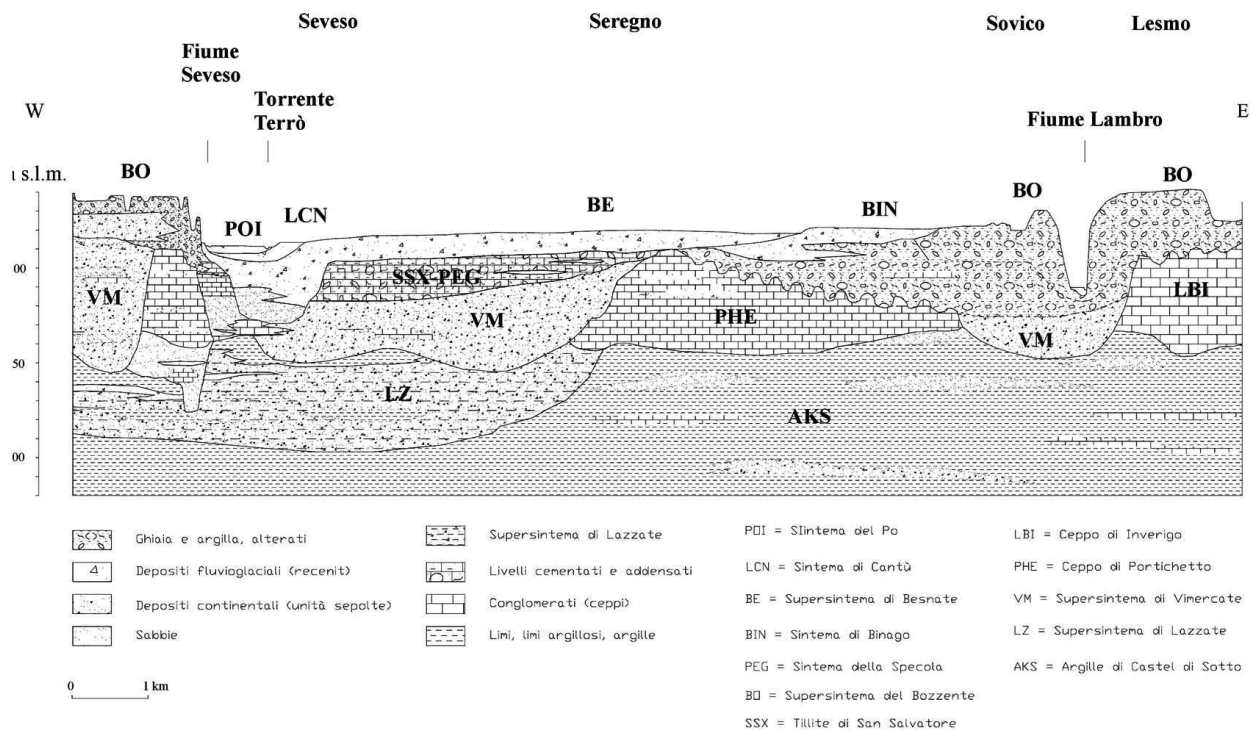


Una caratteristica dei Ceppi Lombardi è la presenza a tetto di considerevoli spessori di materiale alterato, con la formazione di organi geologici come nella Valle della Brenna (Ceppo di Portichetto) o nella valle del Pegorino (Ceppo di Inverigo). L'alterazione talora è così spinta e diffusa che il materiale alterato viene identificato con una formazione a sè stante, come ad esempio la Formazione di Trezzo sull'Adda che costituisce il grande ripiano a Est del Molgora.

In posizione stratigrafica superiore ai ceppi più antichi è presente la serie continentale caratterizzata sia da depositi glaciali che depositi fluvioglaciali. I depositi glaciali costituiscono gli anfiteatri morenici che nell'area rappresentata dalla carta geologica di fig. 1 raggiungono la massima espansione con l'imponente morena di Camparada tra il Molgora e il Lambro. Le unità più antiche (Supersistema del Bozzente, Sistema della Specola) formano le morene più esterne e i ripiani più alti, con l'alterazione che può superare i 10 m di profondità e portare alla completa arenizzazione o argillificazione dei clasti. Le pianure più antiche sono tagliate dalle unità più recenti (Sistema di Binago, Supersistema di Besnate e, in ultimo, Sistema di Cantù) che occupano in genere la posizione morfologica più basse e presentano un'alterazione meno espressa; tra questi il Supersistema di Besnate è costituito da 5 unità testimonianza di altrettanti episodi glaciali e quindi ognuno rappresentato da morene e corrispondenti pianure e/o terrazzi fluvioglaciali; questa giustapposizione di depositi di età e caratteristiche diverse è evidente anche nel sottosuolo. In ultimo sono presenti i depositi postglaciali, rappresentati dalle pianure fluviali attuali, spesso di ridotta estensione nell'area di studio in quanto incassate tra i terrazzi più alti e da depositi di versante lungo le scarpate maggiori.

In corrispondenza delle incisioni e dei versanti si sono progressivamente messi in posto spessori anche metrici di colluvi e depositi di versanti, costituiti in genere da limi, limi argillosi con clasti che coprono, di fatto, la maggior parte delle scarpate e riempiono le vallecole dei pianalti..

Figura 14: carta e sezione



Cenni di Idrostratigrafia

Data la sua semplicità, il raggruppamento in unità idrostratigrafiche introdotto da Regione Lombardia e AGIP consente un agevole approccio alla ricostruzione del modello concettuale. Se ne può ottenere un inquadramento soddisfacente delle caratteristiche degli acquiferi, confrontandolo con quello allo stratigrafico.

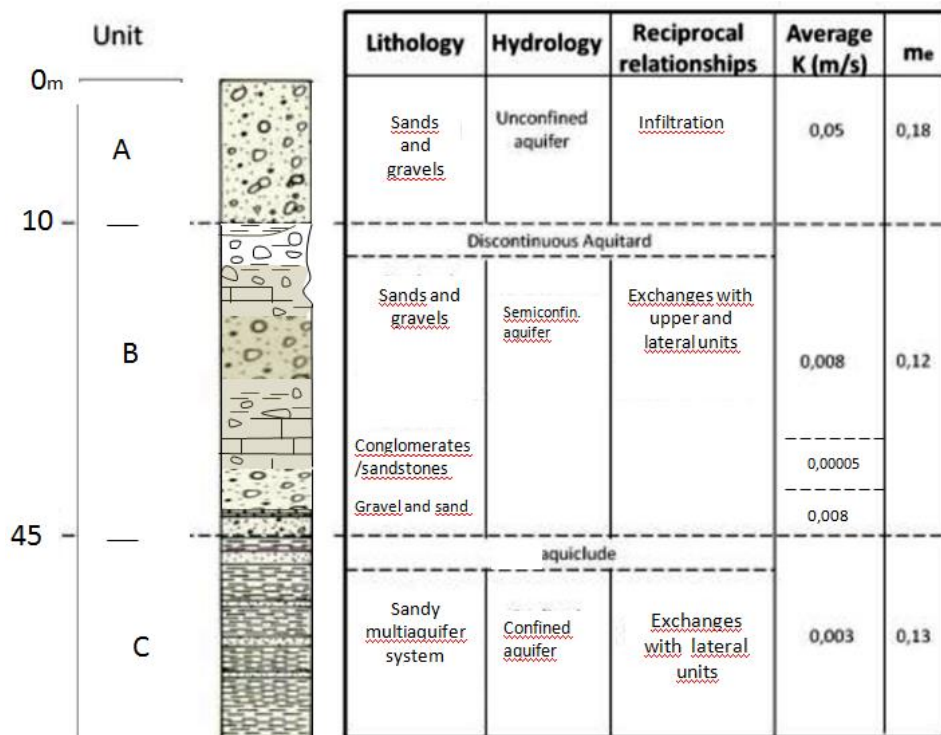


Figura 2: Unità idrostratigrafiche dell'area monzese,

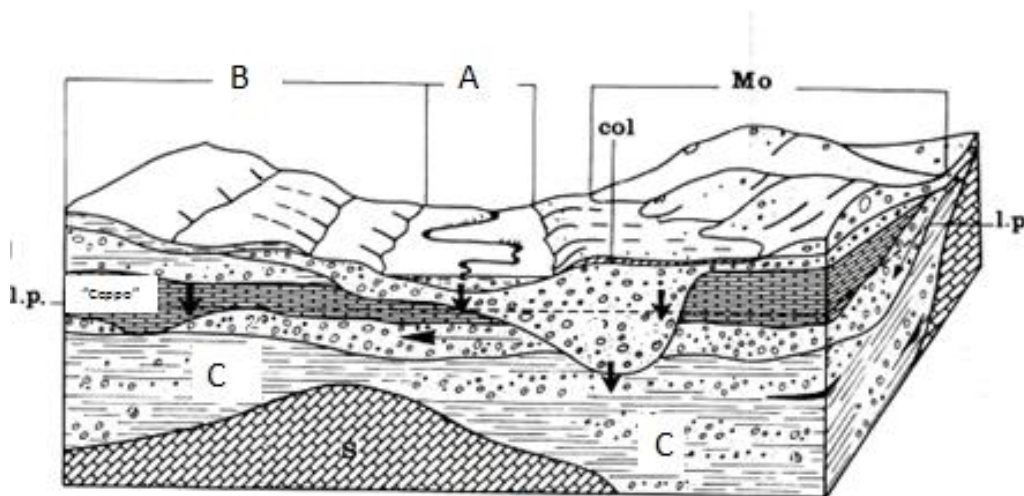


Figura 33: Rappresentazione dei rapporti fra le unità idrostratigrafiche considerate, in cui si è inserito il "Ceppo", e dove si sottolinea la presenza locale di un acquifero fra Ceppo e unità C. Si notino gli avvallamenti sia nel tetto del substrato roccioso (S), sia in quello dell'unità C.

Come noto, le unità idrostratigrafiche si caratterizzano per le proprietà idrogeologiche, di cui nella figura 3 a vengono riportati valori medi dei parametri più significativi .

Sono state esaminate le aree pedemontane poste a valle dei depositi glaciali, che richiedono un esame a parre vista la loro rilevante complessità. Nell'area di studio, l'unità A è ben rappresentata

nelle depressioni vallive, dove risulta costituita da ghiaie e sabbie con lenti limoso-sabbiose , talora con 30 m di spessore, come nella valle del Seveso fra Lentate e Meda.

L'intercomunicazione fra A e B è assicurata dall'assenza di livelli impermeabili continui, ed è facilitata dal fatto che le valli colmate dai sedimenti ghiaiosi dell'unità superiore sono profonde.

L'unità B è costituita da ghiaie e sabbie con banchi di conglomerati e lenti limoso argillose, e ospita acquiferi di rilevante importanza e buona permeabilità , mentre la sua trasmissività varia considerevolmente da un bacino all'altro con valori più elevati a Milano (anche $0,1 \text{ m}^2/\text{s}$). I conglomerati noti come "Ceppo", compaiono alla sua base . Al disotto del Ceppo sono tuttavia talora presenti sabbie e ghiaie che localmente, come nella valle del Seveso, possono formare quindi un acquifero di interesse, denominato ' Acquifero sotto il Ceppo'.

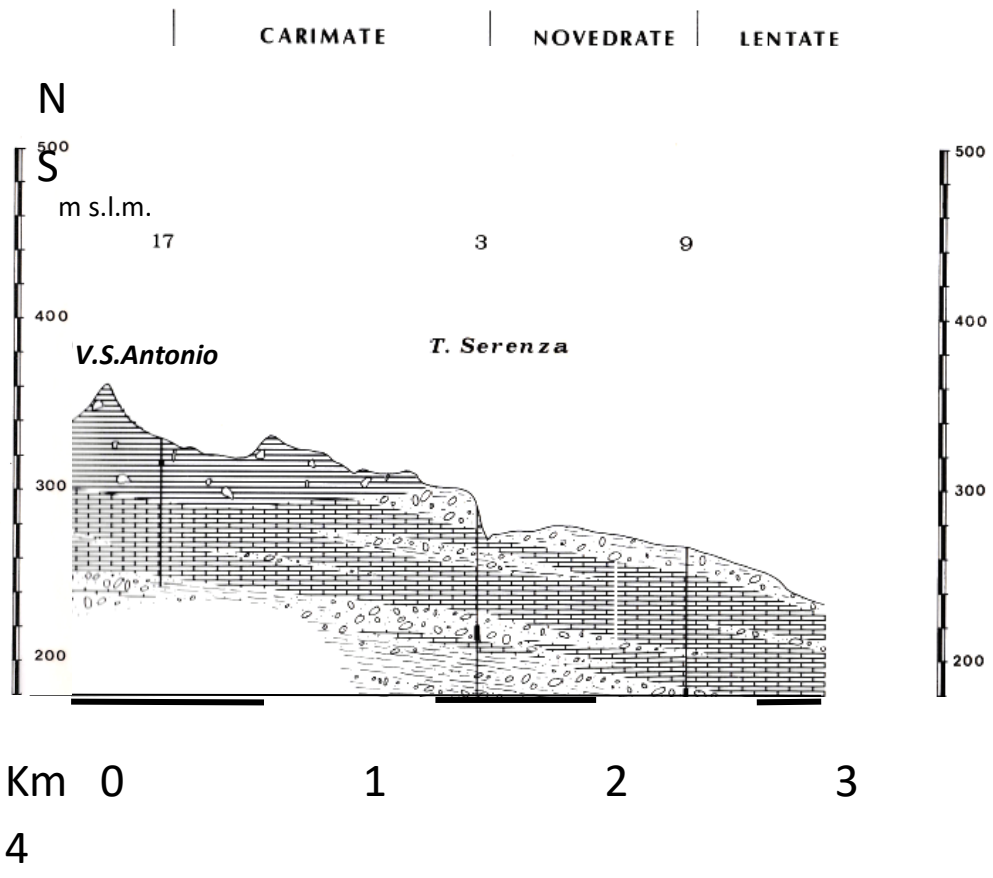
L'unità C è rappresentata da spessi livelli limoso- argillosi in cui sono incluse anche torbe e fossili. Questi livelli sono molto estesi arealmente, e ospitano sabbie e ghiaietto che formano acquiferi in pressione non sempre dotati di elevata continuità laterale, che scambiano acque i con le altre unità solo dove il tetto dell'unità è stato profondamente eroso . Le caratteristiche e la funzione idrogeologica di questa unità sono ben rappresentate sia nello studio regionale del 2002 citato in precedenza, sia in quello promosso dal CAP (Beretta e al.,1995)

Struttura idrogeologica

La risorsa idrica sotterranea dalla quale si approvvigionano anche Milano e Monza.viene alimentata dalle precipitazioni, mediamente variabili nell'aera fra i 1300 e i 1000 m/anno, e dall'infiltrazione dei corsi d'acqua, Il bilancio idrico è stato oggetto di numerosi studi, compiuti anche con l'ausilio di modelli matematici, che hanno fornito elementi essenziali per la sua gestione (Alberti e al.)

In questa sede si vogliono esaminare gli aspetti di questa struttura dettati dalla distribuzione dei parametri idrogeologici nel sottosuolo e dalle modalità con le quali condizionano il flusso idrico . Dalle sezioni idrogeologiche , risulta evidente che l'acquifero nel settore a valle dei depositi glaciali è rappresentato prevalentemente dal Ceppo e dall'Acquifero sotto il Ceppo. Questi depositi nel

bacino del Seveso ricoprono il substrato costituito dall'unità C, mentre nel bacino del Lambro e in quello della Molgora costituiscono talora il riempimento di avvallamenti nel substrato stesso.



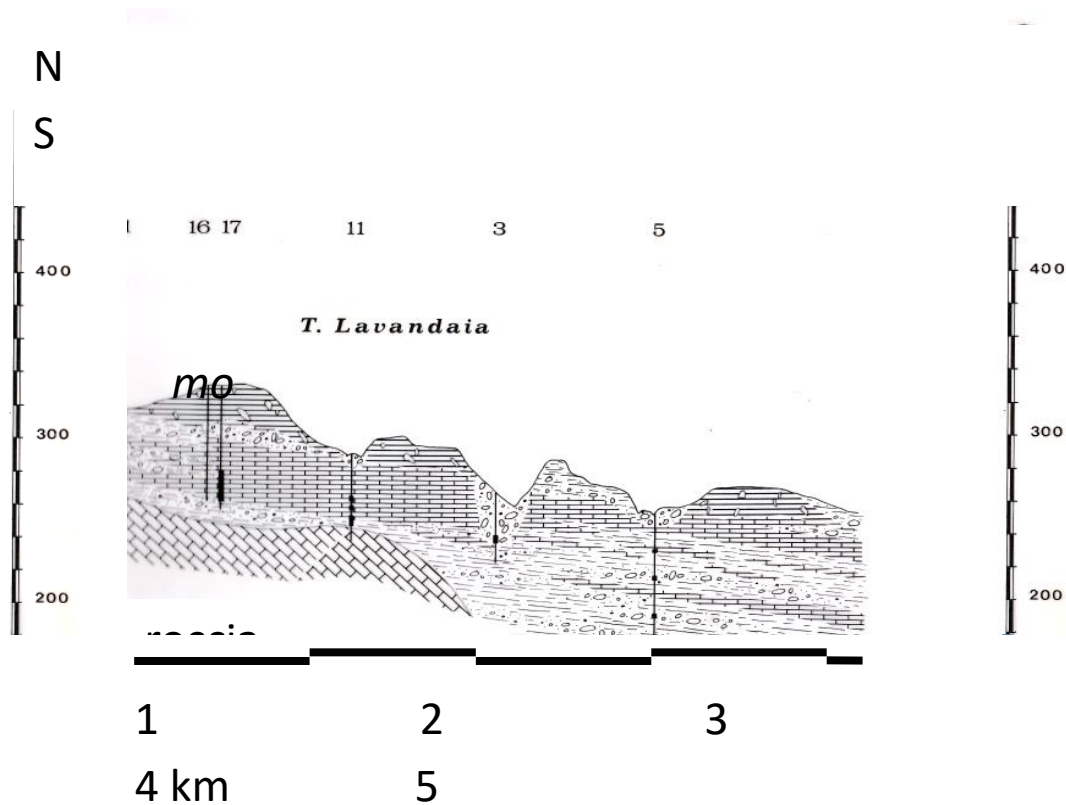


Figura 4 Sezioni illustrative dell' il Ceppo.

Lo spessore dei terreni saturi è quindi rilevante solo nel bacino del F. Seveso, dove sommando acquiferi e aquitard, supera localmente i 40 m, mentre in quello del F. Lambro (Monza) e del T. Molgora (Vimercate) può arrivare eccezionalmente a 30 m, rimanendo per lo più di entità di molto inferiore (mediamente 10 m) per le frequenti dorsali del substrato argilloso-limoso (unità C). I conglomerati del "Ceppo", nelle diverse tipologie descritte nel capitolo 1, formano la parte più antica dell'unità B. Essi constano di rilevanti spessori (anche decine di metri) di ghiaie e sabbie a Nord ben cementate, che progressivamente lasciano il posto a ghiaie più o meno cementate, riducendo il loro spessore a pochi m nella porzione meridionale dell'area esaminata.

Le limitazioni imposte anche dalla presenza di livelli limoso-argillosi, ma soprattutto di rilevanti spessori conglomerati ben cementati, condizionano in modo determinante lo "spessore utile", inteso come somma dei soli acquiferi. Aggiornando una cartografia analoga risalente al 1973 eseguita dal CAP, e curata in modo particolare da S. Mazzarella e A. Ghezzi, è stato rappresentato lo spessore utile dell'acquifero nella figura 4.

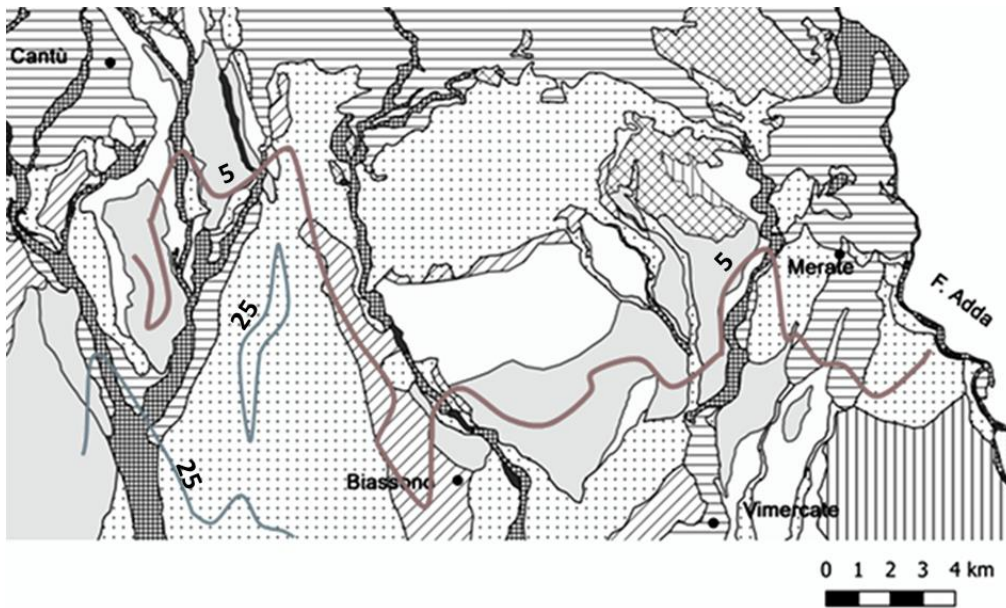


Figura 5 Carta dello spessore utile nella zona pedemontana , dove è rappresentata zona in cui lo spessore utile risulta inferiore a 5 m e quella in cui risulta per lo più superiore ai 25 m..

Dalla figura 5 si può rilevare che nella Valle del F. Seveso in una ristretta fascia di uno-due km di larghezza fra Mariano Comense e Seregno e in una più ampia fra Lissone, Paderno Dugnano e Cinisello Balsamo, lo spessore totale degli acquiferi saturi supera i 20 m. Nel bacino del F. Lambro e in quello della Molgora , a N di un limite che passa per Sovico, Camparada, Lesmo, Usmate Velate e Aicurzio, lo spessore utile scende anche sotto i 5 m.

La Valle del F. Lambro, Monza compresa, presenta invece mediamente spessori utili inferiori ai 15 m, che nei periodi di elevato sfruttamento si riducono per effetto della depressione piezometrica che ne consegue.

La carta indica le aree più interessanti per la ricerca idrica (quelle dove lo spessore utile arriva o supera i 25 m e quelle ad esse circostanti), separando le da quelle in cui lo spessore utile è inferiore ai 5 m , tale da proporre la necessità di integrazioni dell'risorsa in periodi in cui la richiesta di acque sotterranee aumenta .

Per meglio comprendere la funzione idrogeologica del Ceppo e dell'Acquifero sotto il Ceppo che costituiscono la maggior parte della base dell'unità B, è stata eseguita una cartografia del tetto

del substrato, che mette in luce il suo marcato sollevamento a NE di Monza fino alla valle dell'Adda, dove si innalza anche il basamento mesozoico .

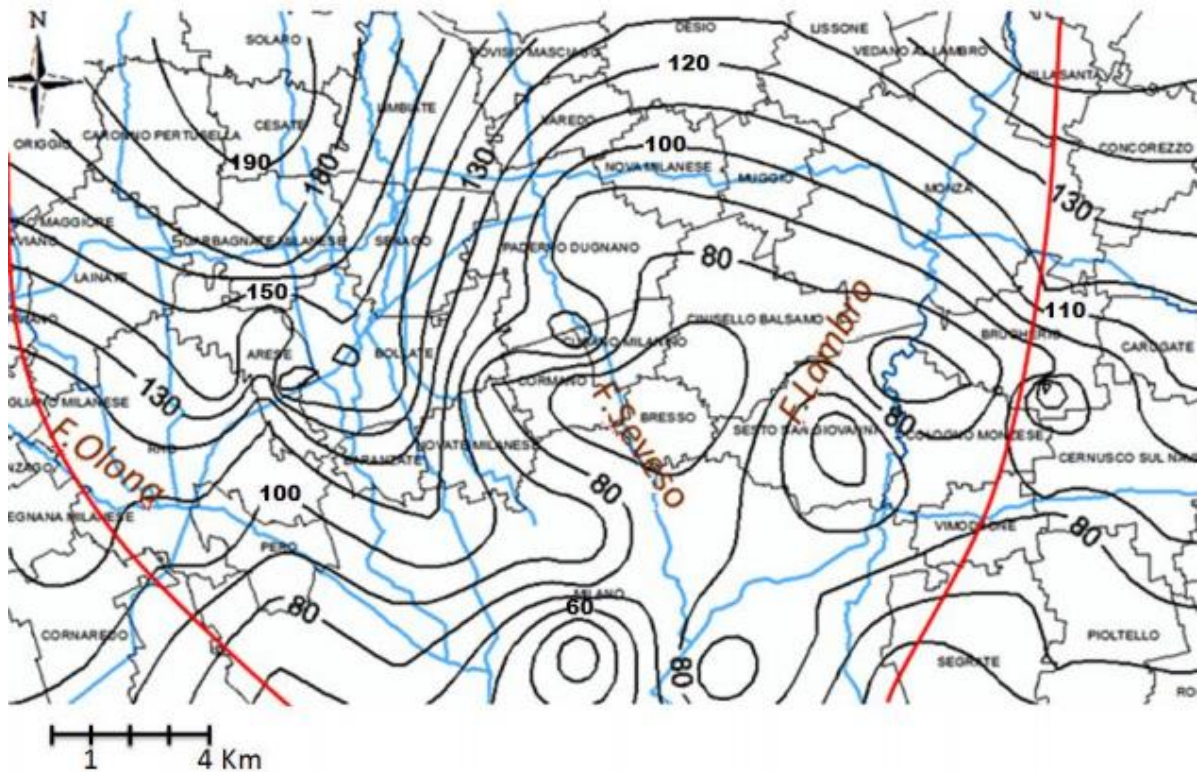


Figura 5 : linee di livello del tetto del substrato (unità C) nell'area di studio.. Sono indicati in rosso i limiti della depressione piezometrica di Sesto e Monza, che vengono a saldarsi poco a valle del centro storico di Milano

Si notano inoltre il pronunciato avvallamento fra Cesano Maderno, Desio, Monza, Sesto San Giovanni, che approssimativamente coincide con la valle attuale del Seveso, colmata in prevalenza dai conglomerati della base dell'unità B e del Ceppo, e quelli prossimi all'attuale F. Olona a Ovest e quello fra Vedano e Cinisello a Est .

Dal confronto con il perimetro della zona di alimentazione della depressione piezometrica prodotta dal richiamo dei pozzi di Monza e Milano indicata nella figura 5 , si può dedurre che buona parte della zona di alimentazione delle acque sotterranee dei Milano è contenuta nelle descritte depressioni del substrato, colme di terreni acquiferi che alimentano Monza e Milano.

Si può quindi constatare che la depressione del tetto del substrato diretta da N a S ha un ruolo fondamentale nel determinare la direzione del flusso idrico sotterraneo, che si dispone parallelamente ad essa convogliando verso Monza e Milano i contributi della fascia pedemontana.

Funzione idrogeologica del Ceppo

Si osserva che, in base ai dati esistenti, solamente nei comuni di Fino Mornasco, Alzate, Albavilla e Mariano Comense nel bacino del Seveso, e di Alserio, Missaglia, Osnago, Casatenovo e Lomagna nel bacino del F. Lambro si sono trovate risorse sfruttabili di una certa entità nel Ceppo. Pur non essendo quindi escluso che la circolazione idrica possa avvenire all'interno di questi conglomerati, questo dato porta a ritenere che sostanzialmente la loro presenza ostacoli in modo palese il flusso idrico.

In base alle sezioni geologiche della figura 3, si è constatato invece che i comuni nei quali si può rinvenire l'Acquifero sotto il Ceppo sono soprattutto nel bacino dei F. Seveso e Lambro e del t. Molgora. In particolare, a valle degli archi morenici dell'Olona e del Seveso, fra Carimate, Novedrate, Lentate. Le sezioni della figura 4 permettono di constatare come l'estensione e lo spessore di questo acquifero possano essere molto rilevanti: arriva a un centinaio di m nel bacino del F. Seveso, ma è di pochi m e di estensione areale limitata nella porzione Est fra Vimercate e Bernareggio. In prossimità del F. Adda fra Osnago e Robbiate e lungo il t. Molgora presenta discreta estensione laterale ma pochi m di spessore (meno di 8).

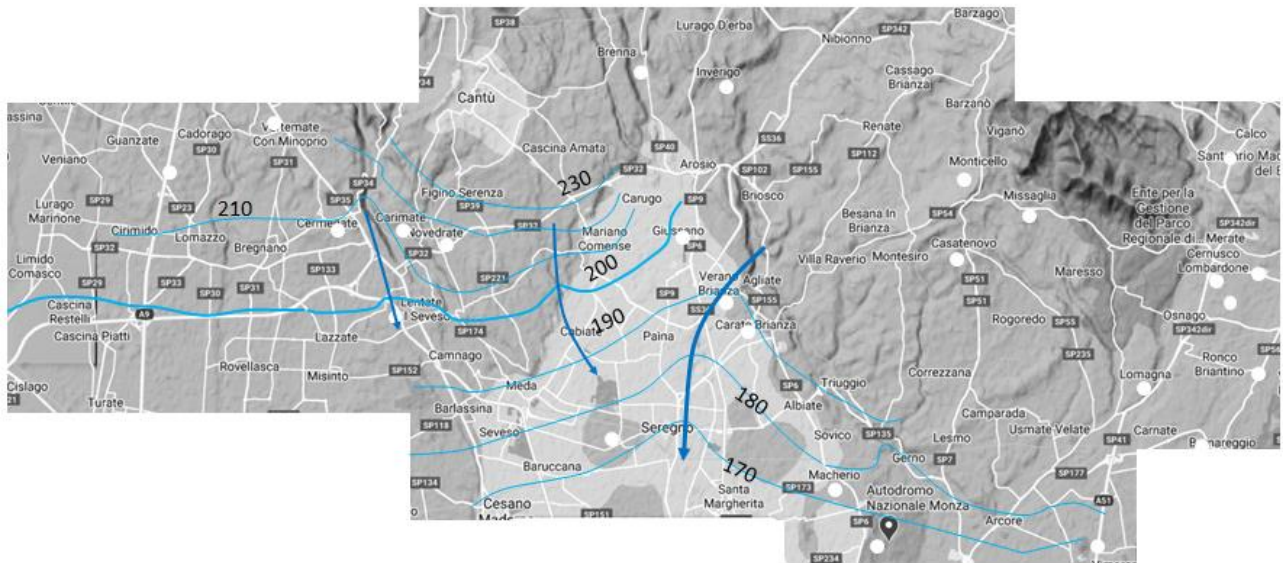


Figura 6 Carta dei comuni nei quali è presente l'Acquifero sotto il Ceppo (cerchietti bianchi) e degli assi drenanti

Nella Valle del Seveso e dei corsi d'acqua che vi affluiscono nella piana di Lentate, il conglomerato viene sostituito dai più recenti depositi alluvionali; questi sedimenti ghiaioso – sabbiosi hanno una discreta permeabilità, e creano assi di drenaggio in corrispondenza dei settori nei quali il conglomerato è sostituito da ghiaie (Fig. 6)

Al contrario il F.Lambro, in corrispondenza del quale permane il Ceppo, non dà luogo ad un asse drenante significativo (figura 4). A valle di Meda - Macherio lo spessore dei depositi più recenti e meno cementati si accresce gradualmente e la continuità laterale del Ceppo si riduce alquanto; In particolare si osserva che verso Sud i conglomerati lasciano sempre più frequentemente spazio alle ghiaie che riempiono un avvallamento nel substrato argilloso rappresentata nella sezione geologica della figura 7 e viene ripresa in quella successiva

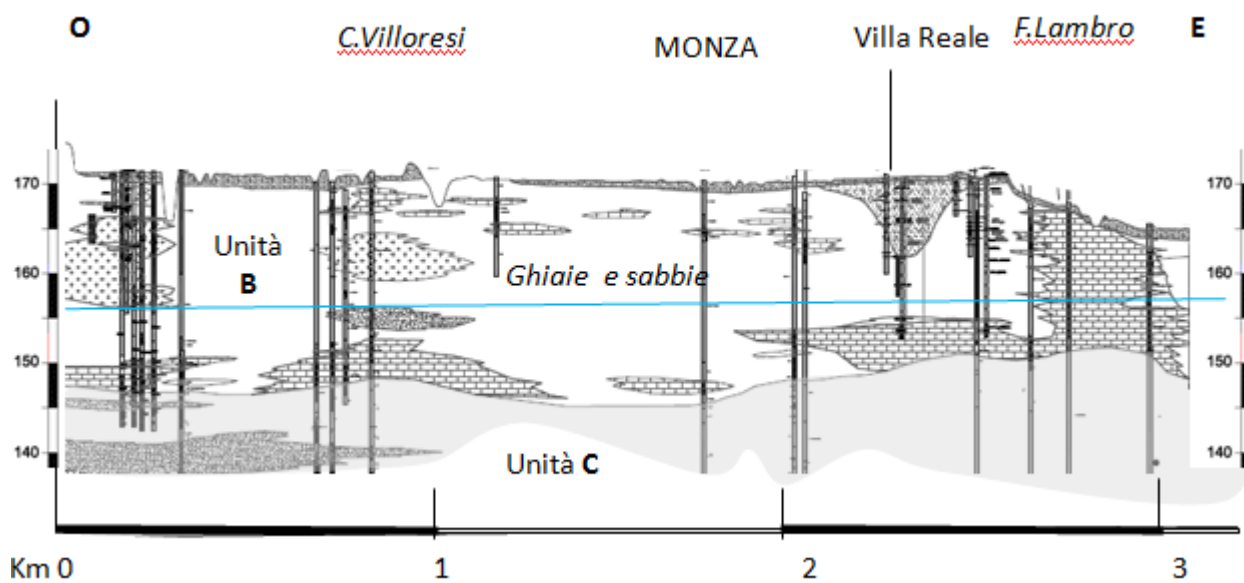


Figura 7 : si osserva come fra Canale Villoresi e F. Lambro nella parte settentrionale del Comune di Monza ai conglomerati (retino a mattonelle) e le ghiaie compatte (crocette) siano rappresentate meno delle ghiaie e sabbie (in bianco), determinando al centro della sezione che corrisponde nell'area colorata in verde (q_2 Foglio Milano 1/100000, a figura 8), un settore di maggiore permeabilità

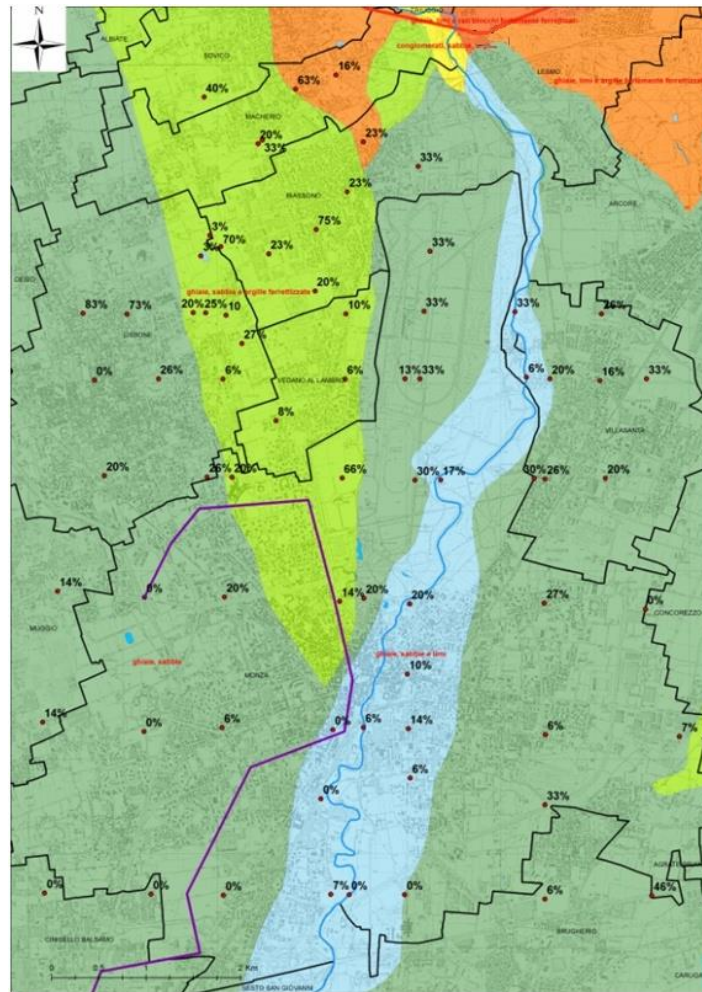


Figura 8 Alla sintetica rappresentazione geologica ricavata dal Foglio Milano a scala 1:100.000 sono state sovrapposte le percentuali di conglomerati e ghiaie compatte rinvenute nei primi 30 m dal p.c.. In bianco depositi alluvionali recenti, in grigio Diluvium Medio e in color mattone Diluvium Antico. In giallo il Ceppo.

Un effetto non trascurabile del venire meno della cementazione è l'accelerazione del flusso che, nei sedimenti sabbiosi fini e limosi può portare all'erosione sotterranea (Gattinoni e al.2005) e agevolare la formazione di cavità sotterranee molto frequenti in tutta l'area esaminata (Strini,2002). Queste particolarità geologiche hanno influenza non solo sulla forma della depressione piezometrica di Monza e Milano, ma anche sulla sua evoluzione nel tempo. Infatti il profilo longitudinale della depressione fra Solaro/Garbagnate a N e S.Donato/San Giuliano a Sud, in 20 anni fa registrare o escursioni quasi nulle nella parte meridionale di Milano e di 15 – 20 m nei comuni a N di Monza che sono quindi a rischio di carenza idrica per il ridotto spessore

del loro acquifero.

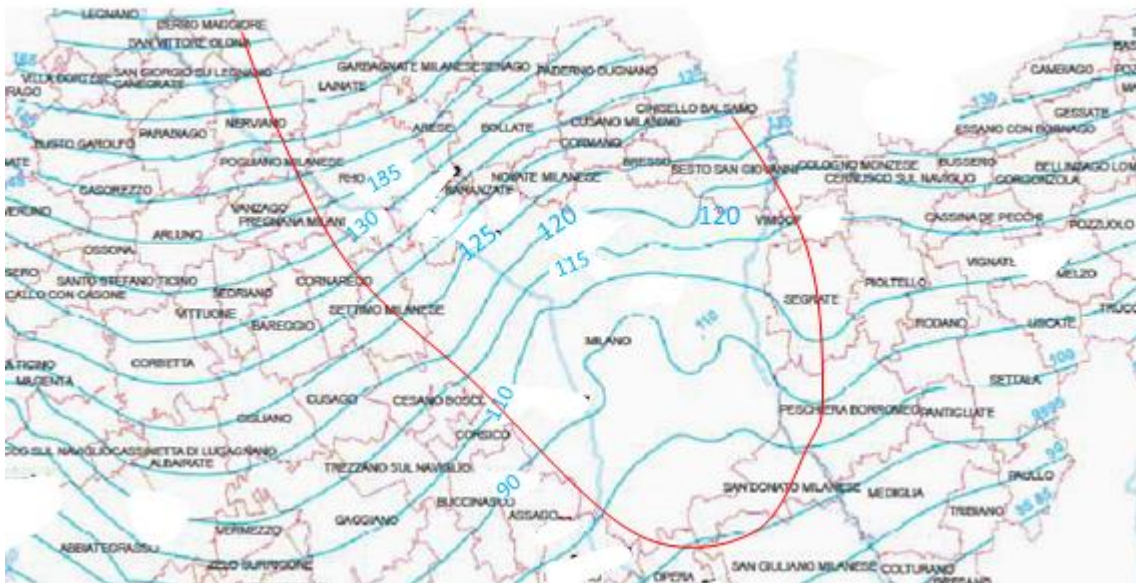


Figura 9 Limite (in rosso) della depressione piezometrica milanese nel 2011

Anche se la riduzione dei prelievi industriali che accompagna l'emergenza sanitaria fa ritenere che il problema non sia di prioritaria urgenza, è necessario individuare efficaci sistemi di prevenzione dell'insorgere di problemi di disponibilità idrica nelle zone più vulnerabili, per esempio regolando i prelievi industriali che costituiscono la variabile più importante nel bilancio riportato. Infatti i piezometri in falda superficiale monitorati da ARPA indicano che la soggiacenza diminuì da 8 a 10 m nel periodo di crisi industriale fra il 2008 e il 2014 e che aumentò mediamente di 3 m nel corso della ripresa economica successiva.

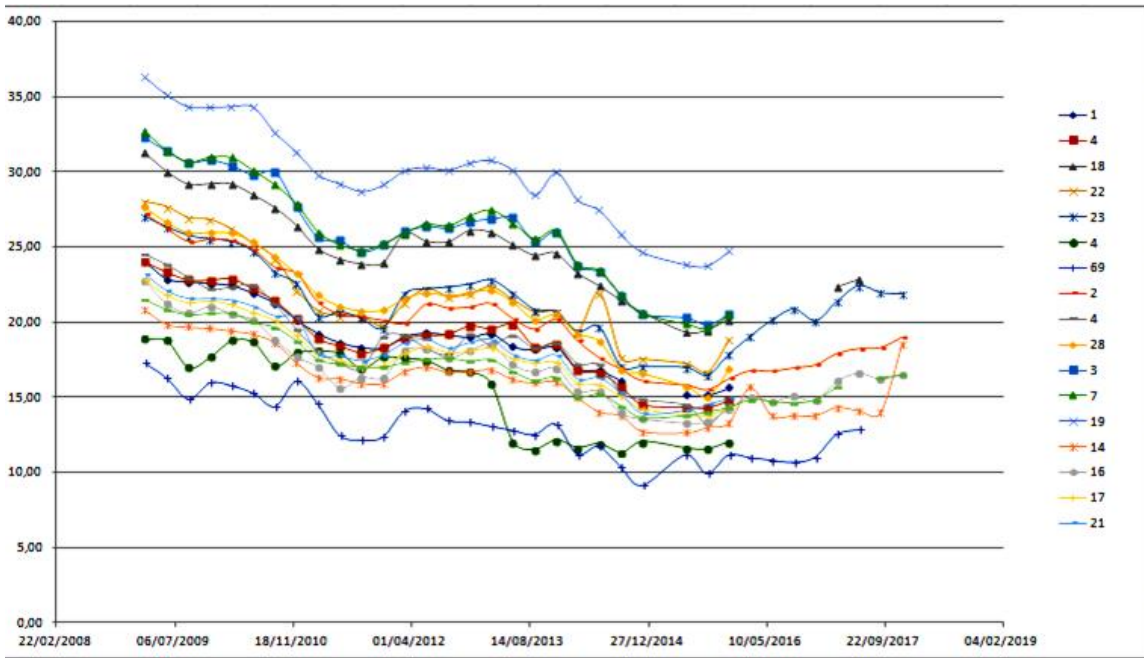


Figura 10 soggiacenza a Monza e nel nord Milano 2008 - 2018

La scarsa incidenza delle precipitazioni sulla piezometria, fatto comune a tutta la porzione di territorio esaminata, può essere verificata ad esempio nelle figure 10 e 11, che si riferiscono a Monza.

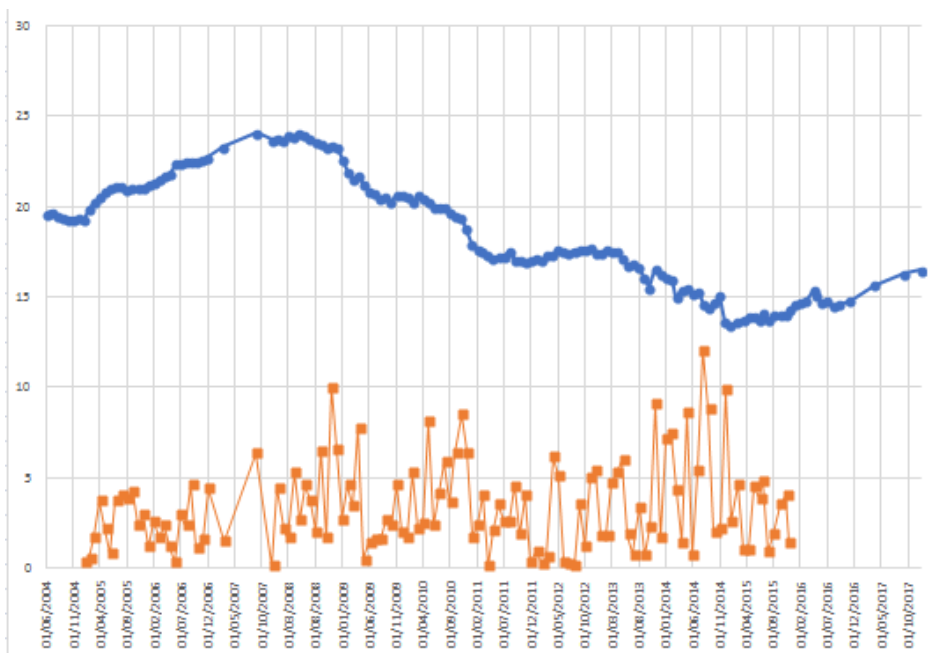


Figura 11: grafico delle precipitazioni semestrali a Monza (in cm) e in blu della soggiacenza (in m) dal piano campagna.

Il confronto di questi dati con quelli delle altre aree dimostra maggiori escursioni piezometriche nell'area pedemontana rispetto alla quella di media pianura, (figura 12). I tre profili della figura 12 , riferiti a tre diversi intervalli di tempo, sono stati ricavati seguendo la linea principale di flusso che attraversa la depressione piezometrica indotta dai prelievi di Monza e Milano rappresentata in figura 9 . Essi mostrano che la zona più settentrionale, nella quale il coefficiente di immagazzinamento e la porosità si riducono per lo scarso spessore utile dell'acquifero , è quella più esposta alle variazioni di livello . Si nota ad esempio a Solaro (la località più a monte del grafico) un dislivello fra le condizioni di massima e minima di ben 20 m, che si assottiglia a 10 m alla periferia N di Milano, dove in effetti la porosità efficace è per lo più del 12-15% , con uno spessore quasi doppio dello spessore utile.

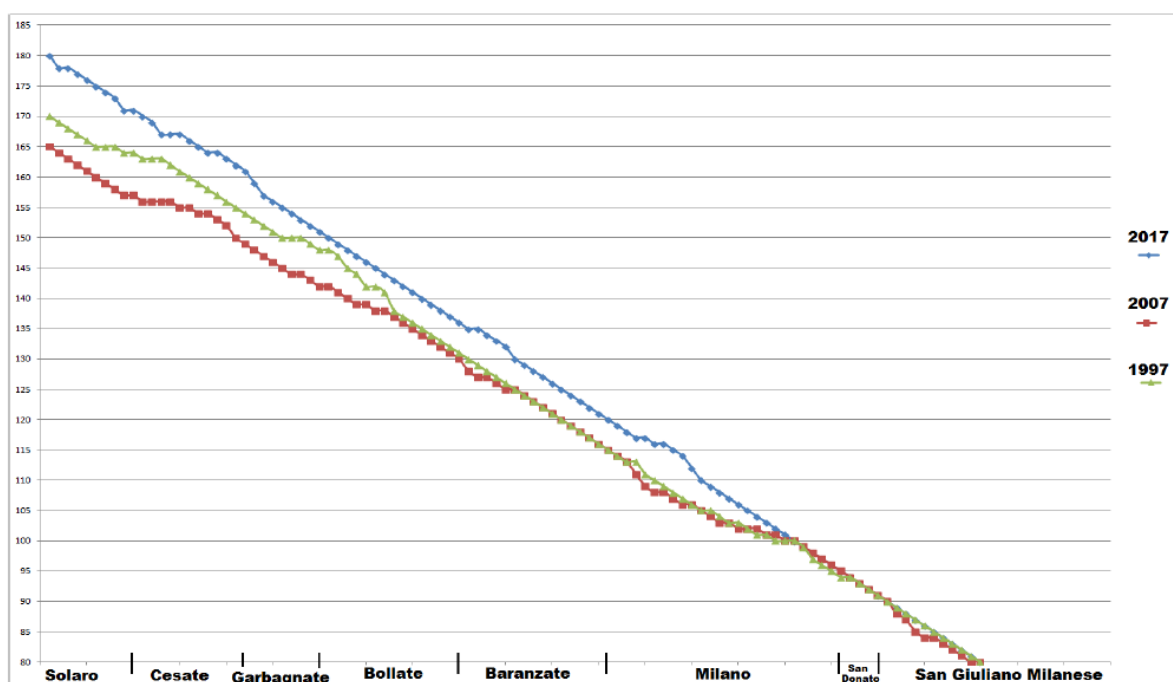


Figura 12 : profili piezometrici della depressione milanese fra Solaro e S.Giuliano dal 1997 al 2017 (dati ricavati da Provincia di Milano, (2018)

In caso di bilancio idrico positivo per riduzione dei deflussi o per aumento dell'alimentazione, la minore trasmissività degli acquiferi interessati dalla presenza di conglomerati genera infatti un ostacolo al deflusso che localmente può aumentare la risalita della falda., come conferma il

confronto con bacini non interessati dai conglomerati. . Infatti un esame dei dati piezometrici disponibili presso i Comuni della fascia settentrionale della Provincia di Milano evidenzia una marcata risalita dei livelli piezometrici negli anni della depressione economica (dal 2007 al 2013, analogamente a quanto avviene a Monza e Milano (figure 10 e 11) . Al contrario, nel settore ticinese (es. nei comuni di Nosate e Arconate), tale evento non si è manifestato.

Gli effetti idrologici del Ceppo risultano sensibili nell'area pedemontana e si attenuano a Monza e soprattutto a Milano , dove le oscillazioni piezometriche si spengono completamente nella parte meridionale della città ; infatti i massicci afflussi verso la falda , determinati dalle irrigazioni e dal convogliamento delle acque di raffreddamento e di scorrimento superficiale nella rete idrografica di superficie, mantengono l'equilibrio del bilancio idrico. Si nota ad esempio dal grafico della figura 12 che in questa porzione del territorio, comprendente S.Giuliano e S.Donato, le variazioni di livello anche nei periodi di particolare crisi idrica sono rimasti praticamente costanti in 20 anni.

Risultati e conclusioni

Dagli elementi descritti si può ricavare un aggiornamento delle informazioni sulla funzione idrogeologica del Ceppo, dal quale emergono i punti salienti nel campo della ricerca e della gestione delle acque sotterranee da sviluppare per porre rimedio agli inconvenienti messi in evidenza. Ai fini delle esigenze della ricerca di nuove fonti , è stata esaminata l'area che presenta le maggiori esigenze , ricavando quattro principali indicazioni . Anzitutto si sono delimitate le aree nelle quali la ricerca idrica può portare a buoni risultati e quelle esposte alla necessità di integrazione nei periodi di maggiore richiesta di acque sotterranee(figura 5). Si sottolinea che questa indicazione era già emersa in uno studio degli anni '70 (CAP ,1973)- Pur essendo fin da ora possibile un miglioramento dei risultati esposti, grazie ai numerosi nuovi dati esistenti, non è stato possibile entrare nei dettagli necessari per una chiara esposizione in questa sede, ma risulta già evidente che la morfologia del tetto dell'unità C p incanala un cospicuo flusso idrico verso Monza e Milano e risulta quindi particolarmente favorevole per la ricerca idrica (figura). Altrettanto idonei sono i settori in cui il conglomerato viene sostituito da ghiaie e sabbie di buona permeabilità e interessanti quelli in cui è presente un Acquifero sotto il Ceppo. Una parte dello

studio, che si è estesa fino a Milano e Monza, è stata invece dedicata alla verifica dell'influenza del Ceppo sul bilancio idrico. Si è osservato che il ridotto spessore dell'acquifero e del volume complessivo della riserva nel settore pedemontano espone a rischio di esaurimento le risorse di quest'area nei periodi intenso sfruttamento. . Nella media pianura invece tale problema non si manifesta per il rilevante apporto alle riserve idriche fornito dagli afflussi irrigui e dai corsi d'acqua.

Da questi risultati emerge l'opportunità di una valutazione di dettaglio del bilancio idrico della zona pedemontana, includendo anche quella interessata dalle coperture di sedimenti al fine di valutare le effettive disponibilità idriche di queste aree soggette a periodiche crisi di eccesso o di scarsità di risorse idriche. In tal modo si potrà disporre delle conoscenze sufficienti per pianificare correttamente gli interventi e le ricerche di nuove fonti di approvvigionamento.

Bibliografia

AA.VV (2018) Piano Cave della Città Metropolitana di Milano 2019-2029 relazione geologico-mineraria. A cura della Città Metropolitana di Milano.

Avanzini M., Beretta G.P., Francani V. & Nespoli M. (1995) - Indagine preliminare sull'uso sostenibile delle falde profonde nella Provincia di Milano. C.A.P. Milano

Beretta G.P. (1984) - Studio idrogeologico del territorio canturino. Costruzioni, anno XXXIII, 344, Milano

Beretta G.P., Denti E., Francani V. & Sala P. (1984) - Lineamenti idrogeologici del settore sublacuale della provincia di Como. Acque Sotterranee, 4, Dicembre, Milano.

Bersezio R., Bini A. & Giudici M. (1999) – Effects of sedimentary heterogeneity on groundwater flow in a Quaternary pro-glacial delta environment: joining facies analysis and numerical modelling. Sedim. Geol. 129:327-344

Bini A, Strini A Violanti D, Zuccoli L (2004) Geologia di sottosuolo dell'alta pianura a NE di Milano. Il Quaternario 17(2/1), 2004, 343-354

Francani V., Scesi L., Beretta G.P. (1981) - "Caratteri idrogeologici della parte meridionale della Provincia di Como". Estratto da "Le Strade" novembre/dicembre, n. 308, p.p. 1-20. ISSN:0373-2916

Francani V., Scesi L., Beretta G.P. (1983) - "Studio idrogeologico del Lago di Alserio (Provincia di Como)". Estratto da "Costruzioni" ottobre-novembre, n. 334-335, p.p. 1-27. ISSN 0010-9665

Forcella V., Francani V., Gattinoni P., Scesi L. (2014): "A 3D model of the aquifer of Milan (Northern Italy)". Proceedings of 14th Geo-Conference on Science and Technologies in Geology, Exploration and Mining (SGEM). Vol. II. 17-26 June, Bulgaria. P.P. 3-10.