

IL COMPLESSO IDROGEOLOGICO SUPERFICIALE NEL CONTESTO DELLA CITTÀ DI BOLOGNA

a cura di : di M. Farina*, M. Simoni**, I. Passuti**

* geologo, Comune di Bologna, Unità Ambiente (Marco.Farina@comune.bologna.it)

** consulenti del Comune di Bologna, Unità Ambiente

I. Introduzione

I motivi della progressiva riduzione delle risorse idriche sotterranee del bolognese devono essere riferiti da una parte ad un aumento delle uscite dal sistema e dall'altra ricondotti ad una progressiva riduzione delle entrate.

In merito alle uscite, si nota un generale aumento dei consumi civili, senza che si verifichi una riduzione dei consumi idrici industriali, come invece avvenuto in altre aree metropolitane. Per quanto attiene le entrate, il minore afflusso non è solo legato ad impatti antropici, quali l'aumento delle superfici impermeabilizzate per effetto dell'urbanizzazione (che ha interessato ormai gran parte delle aree ad elevata permeabilità del

territorio di pianura del Comune), ma è anche affiancata da dinamiche climatiche naturali di medio periodo. Tra queste si ricorda la riduzione delle precipitazioni del 10-15% negli ultimi 40 anni, l'aumento degli eventi piovosi caratterizzati da precipitazioni brevi e concentrate, il conseguente aumento del regime torrentizio dei corsi d'acqua appenninici, la diminuzione delle precipitazioni nevose.

Al contempo, tendenze sul medio periodo indicano un peggioramento delle qualità delle risorse idriche sotterranee, con marcato aumento delle concentrazioni degli organoalogenati e dei nitrati. Tale fenomeno ha concorso ad una ulteriore riduzione delle risorse disponibili per l'uso potabile (ARPA, 1997).

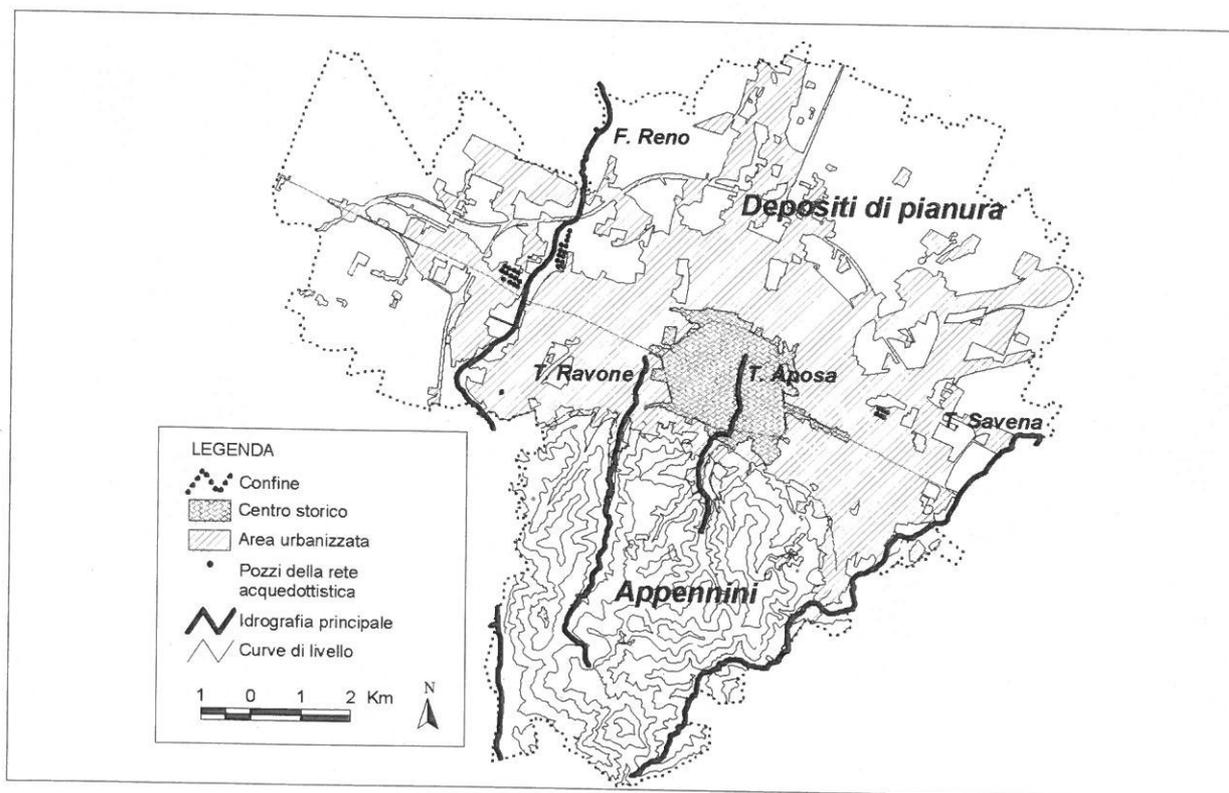


Figura 1: Inquadramento geografico; l'analisi è stata condotta nei depositi alluvionali di pianura della città di Bologna.

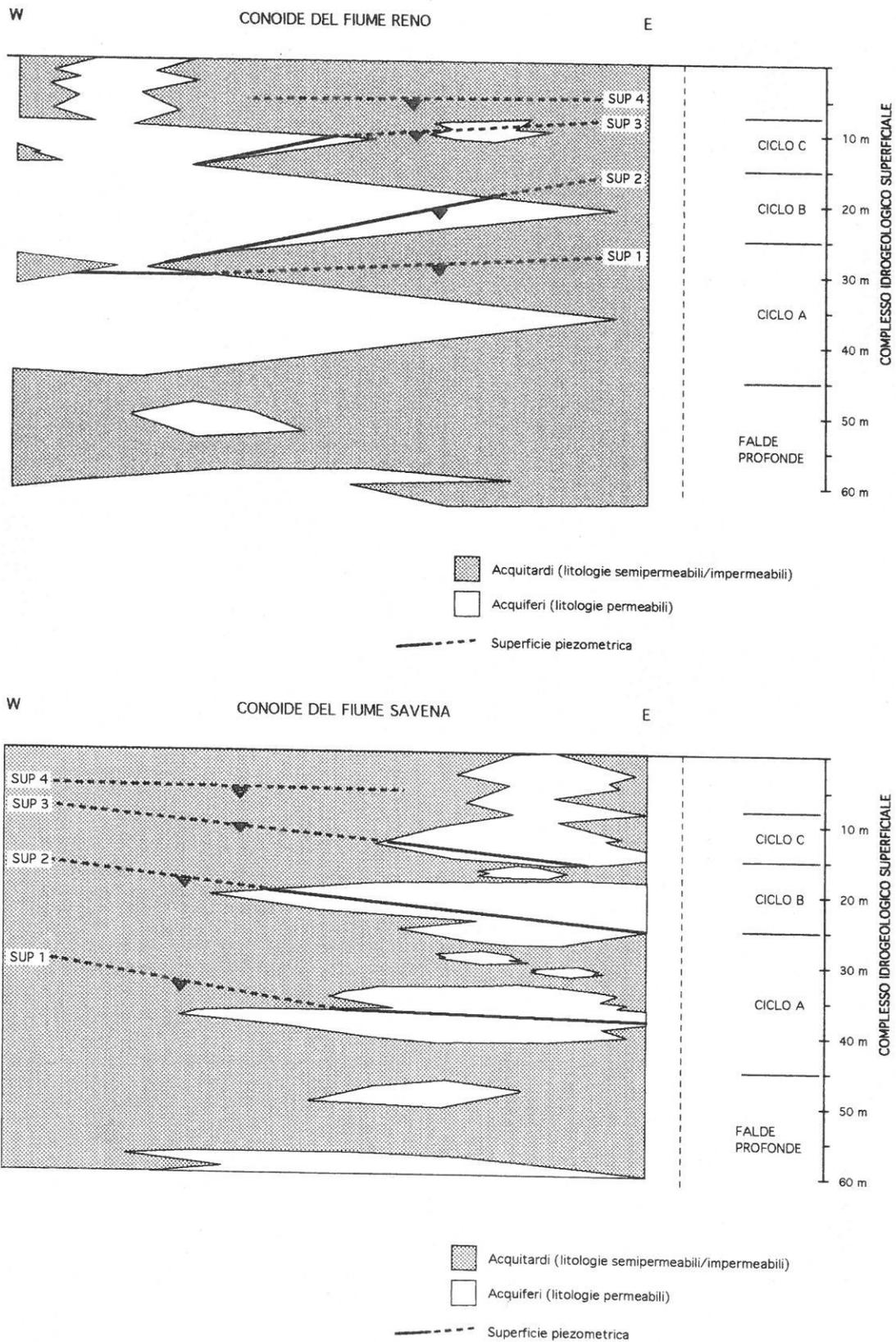


Figura 2: Unità Castenaso - modello dei rapporti stratigrafici e idrogeologici;
sopra : sezione trasversale schematizzata del conoide del Reno
sotto : sezione trasversale schematizzata del conoide del Savena

Se le entrate idriche al sistema delle falde avvengono in buona misura attraverso gli acquiferi superficiali, per poi interessare le strutture più profonde, sono queste ultime ad essere coinvolte nei principali prelievi, grazie a pozzi generalmente più profondi di 100 m. In questo contesto le falde profonde, costituendo la risorsa principale, sono state oggetto di appositi studi da diverse decine di anni (Elmi & al, 1984; ARPA, 1997), mentre all'opposto gli acquiferi superficiali, serbatoi di scarso pregio, non sono considerati meritevoli di particolari approfondimenti, neanche in considerazione della loro funzione di tramite tra le acque di superficie e le acque profonde.

Gli scriventi ritengono invece che le falde superficiali assumano in questo quadro un duplice aspetto, in quanto:

- costituiscono veicolo di ricarica delle falde profonde e pertanto possono costituire vettori di contaminazione di inquinamento generato in superficie;
- possono eventualmente rappresentare una risorsa idrica alternativa alle falde profonde per tutti gli usi non potabili ma compatibili.

Da questo quadro d'insieme sorgono le finalità del presente studio, col quale si intende fornire una prima analisi della struttura delle falde superficiali, o meglio di quello che può essere definito il complesso delle falde superficiali, schematizzando una situazione strutturalmente complessa. Si sono riconosciuti diversi bacini idrogeologici, le direzioni di moto, i principali fenomeni di ricarica e i rispettivi fenomeni di drenanza.

2. Il complesso delle falde superficiali

2.1. Quadro stratigrafico di riferimento

Il presente approfondimento (svolto nell'ambito territoriale del Comune di Bologna, fig. 1) ha approfondito le caratteristiche delle falde superficiali poste nei depositi quaternari della pianura bolognese. Come riferimento geologico principale, è stata utilizzata la suddivisione stratigrafica sviluppata dall'Ufficio Geologico della Regione Emilia-Romagna nell'ambito del progetto di cartografia geologica di pianura in scala

1:50.000, (la quale suddivisione) è basata su criteri litostratigrafici unitamente a criteri stratigrafico deposizionali.

L'intera successione alluvionale sepolta, definita Quaternario Continentale Qc (Ricci Lucchi & al., 1982), dallo spessore di oltre 300 m., poggia sulle unità marine e paraliche plio-pleistoceniche ed è costituita da un'alternanza di corpi grossolani e fini, con un aumento verso l'alto della successione dello spessore dei corpi grossolani (sequenza complessivamente CU e Thickening Upward). Un intervallo prevalentemente fine di particolare continuità stratigrafica, posto a circa 120-150 metri, suddivide una Unità Alluvionale Inferiore da una Unità Alluvionale Superiore o Unità Borgo Panigale (UBP, da Amorosi & al., 1996).

In particolare all'interno dell'Unità Alluvionale Superiore si riconoscono quattro corpi prevalentemente grossolani alternati ad altrettanti corpi prevalentemente fini, dallo spessore di circa 30-40 metri l'uno. L'unità più recente UBP4, o Unità Castenaso (UC) poggia su un intervallo pelitico di rilevanza stratigrafica (tetto dell'unità UBP3) che separa il complesso delle falde superficiali, superiormente, dalle falde profonde, inferiormente. Questo intervallo riveste infatti un particolare ruolo stratigrafico idrogeologico.

Inoltre, all'interno dell'Unità Castenaso, ulteriori variazioni litologiche dovute ad alternanze verticali grossolano-fine individuano tre corpi ghiaiosi, definiti informalmente cicli A, B e C (Amorosi & Farina, 1994).

Le unità geologiche affioranti sono da ascrivere quasi nella loro totalità alla porzione superiore del ciclo C. Per la cartografia della litologia di superficie ed un quadro geomorfologico dell'area si rimanda ad Elmi & al (1984).

Sembra evidente che la struttura delle unità sepolte, contraddistinta dall'alternanza verticale di corpi grossolani e fini, rappresenti una condizione ideale per un sistema acquifero multifalda. Ed infatti l'approccio sviluppato all'interno del presente lavoro si basa sul considerare questi corpi ghiaionosi come corpi acquiferi parzialmente indipendenti, tali per cui è possibile definire le condizioni idrodinamiche in modo autonomo

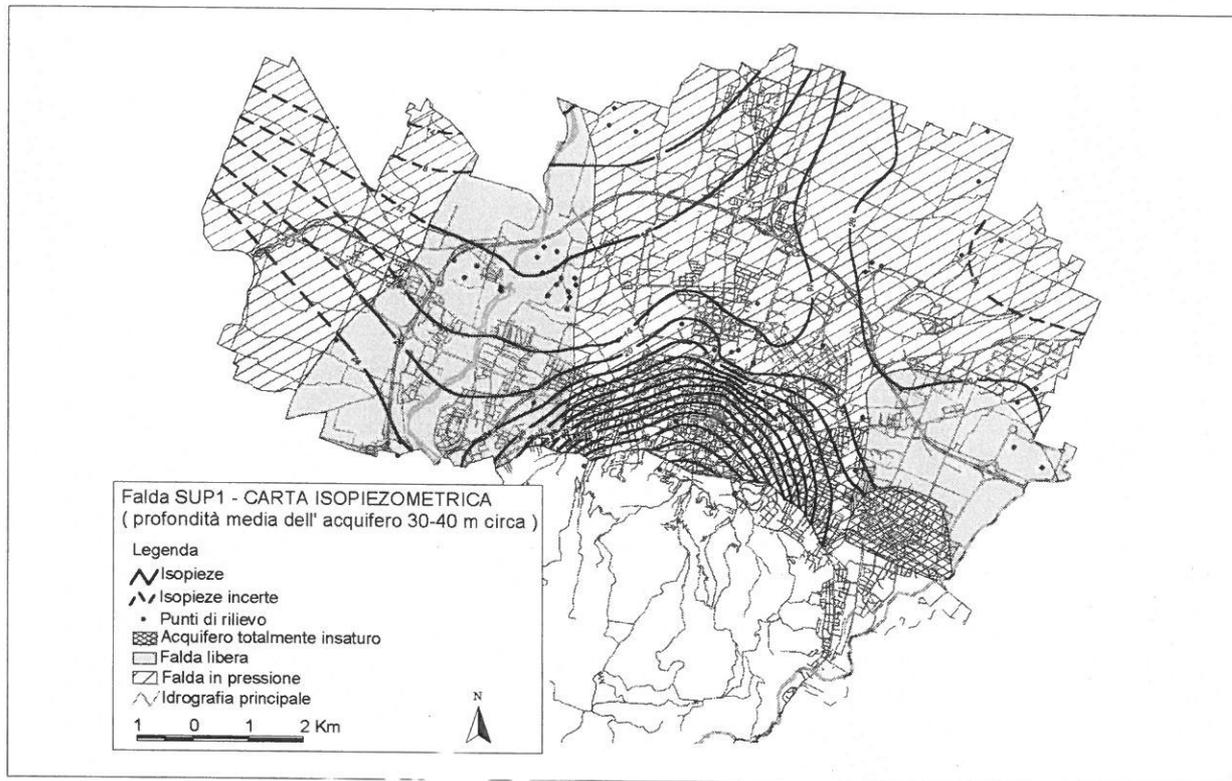


figura 3: Carta isopiezometrica della falda SUP1.

e ricostruirne i diversi andamenti. Ci si riferisce in particolare ai corpi A, B e C all'interno dell'Unità Castenaso, acquiferi parzialmente saturi, localmente in pressione, a luoghi totalmente insaturi: laddove sono amalgamati, anche le somiglianze tra le diverse falde sono particolarmente strette ed evidenti.

Le falde ivi contenute sono definite rispettivamente, dalla più profonda a quella più superficiale, SUP1, SUP2 e SUP3, passando dall'acquifero A al B e poi al C (in merito ai rapporti tra corpi acquiferi e falde, si veda la fig. 2). Inoltre un'ulteriore falda, denominata SUP4, è contenuta nei depositi sabbioso fini - siltoso - argillosi posti ancor più in superficie. In quest'ultimo caso non è francamente riconoscibile un corpo acquifero permeabile, contenuto a letto da intervalli a bassa permeabilità: l'acquifero è costituito da corpi semipermeabili variamente articolati non chiaramente circoscrivibili.

2.2. Falda SUP1 - corpo acquifero: Ciclo A

La falda SUP1 è contenuta nel corpo acquifero A,

corpo ghiaioso - sabbioso situato a profondità variabile tra 25 e 45 metri, con spessori variabili tra 3-8 m (conoide del Savena) fino a oltre 15 metri (parti depocentrali del conoide del Reno).

Il corpo acquifero assume una geometria prevalentemente lenticolare, sfrangiando lateralmente in corpi sabbioso-fini e siltoso-argillosi. Poggia su un corpo prevalentemente fine spesso e potente verso Nord, ma che verso Sud, in posizione apicale, risulta discontinuo e localmente assente. Arealmente, l'asse del conoide del Reno è disposto con orientazione 20°, mentre l'asse del conoide del Savena è 310°. I due conoidi sono separati dalla struttura di interconoide (ubicata in corrispondenza del centro storico di Bologna) costituita da depositi siltoso-argillosi e rare lenti di materiale permeabile (depositi dei corsi d'acqua minori, Ravone e Aposa).

La falda ivi contenuta (fig. 3), di soggiacenza pari a 20-30 m dal piano campagna, si suddivide in due bacini idrogeologici principali, riferibili alla struttura

deposizionale di Reno e Savena, separati da uno spartiacque posto in corrispondenza del citato interconoide.

Gli assi di drenaggio corrispondono in buona misura agli assi depocentrali dei conoidi; si misurano gradienti idraulici medi del 3,0-3,5‰, mentre il flusso nelle aree laterali, confluyente verso tali assi, mostra un gradiente variabile tra il 4 e il 5‰.

Per tale carta i dati fonte sono costituiti da oltre una cinquantina di punti, di cui oltre una trentina sono rappresentati da piezometri ubicati in apposite stazioni di monitoraggio (si citano in particolare i piezometri di monitoraggio delle cave in attività e della linea futura interrata AV, in aggiunta a piezometri messi appositamente in opera); i rimanenti sono costituiti da pozzi rilevati grazie ad un recente censimento ad opera del Comune di Bologna.

Le aree del bacino occidentale (Fiume Reno) sono caratterizzate prevalentemente da condizioni di falda libera, grazie all'elevato spessore dei corpi grossolani. Localmente, vista la elevata percentuale di ghiaie sovrastanti, la falda SUP1 riceve alimentazione diretta dalla superficie e in particolare dal Fiume Reno, principale agente di ricarica.

E' probabile che gli effetti di ricarica del Reno generino una variazione piezometrica, con innalzamento delle isofreatiche di circa 6-8 metri rispetto alle aree circostanti. Si presume, da punti di controllo non riportabili in carta per motivi di scala, che l'influenza di tale ricarica sia larga circa 200-400 m, anche se la sua presenza si ritiene sia fortemente condizionata da fattori stratigrafici e da variazioni stagionali (il Reno non presenta acqua nel suo letto per almeno un mese all'anno).

Nel bacino idrogeologico orientale (conoide del Savena), di larghezza minore del precedente, si riscontrano sia condizioni di falda libera (in posizione apicale del conoide) che di falda in pressione (posizioni intermedie e distali). Più in particolare si segnalano due bacini idrogeologici autonomi: uno più nord-occidentale che confluisce nella struttura del Reno, uno in posizione più sud-orientale ove avviene un richiamo verso l'apice di conoide, ovvero verso le strutture idrogeologiche più profonde; lo spartiacque tra queste due strutture può

essere posto a nord est del centro storico di Bologna.

Nel conoide del Reno, in posizione prossima a un centro di pompaggio della rete acquedottistica della città, posto in destra idrografica (Centrale "Tiro a Segno", fig. 4), una fitta rete di piezometri permette di osservare quale deformazione sulle falde superficiali è indotta dai pozzi dell'acquedotto, pur attingendo questi ultimi da falde più profonde. Si ritiene pertanto che il cono di depressione, marcatissimo nella piezometria delle falde profonde (Elmi & al, 1984; ARPA, 1997), si faccia risentire anche nella struttura piezometrica della falda superficiale SUP1 e ne comporti un fenomeno di drenanza attraverso gli strati semipermeabili dell' Unità UBP3. Similmente, anche in sinistra Reno la rete piezometrica disponibile disposta in adiacenza del Centro di prelievo "Borgo Panigale" mostra un comportamento pressochè analogo, con direzione della falda verso Sud. Va segnalato tuttavia che il periodo di rilievo (settembre 1998) giunge al termine della stagione estiva, stagione nella quale è massimo il prelievo da falde profonde. Ad ogni modo risulta chiaro che a una depressione piezometrica particolarmente accentuata generata in profondità corrisponde un marcato fenomeno di drenanza indotto sulle falde superficiali.

Il flusso di falda esce dall'area di indagine (Comune di Bologna) dirigendosi verso Nord mantenendo un'elevata soggiacenza (circa -30 m da p.c.); il numero di pozzi sembra essere piuttosto ridotto, né sono segnalati significativi valori di prelievo nei censimenti disponibili. In altri termini, non ci sono elementi che giustifichino direttamente la depressione piezometrica della falda SUP1. Piuttosto, è probabile che le falde più profonde, con piezometrie ancora più depresse (circa -50 m dal p.c.) e marcati prelievi, possano indurre fenomeni di drenanza sulla falda SUP1 anche a causa di possibili punti di connessione idrogeologica, ovvero a locali interruzioni degli orizzonti pelitici posti tra la falda SUP1 e le falde più profonde.

2.3. Falda SUP2 - corpo acquifero: Ciclo B

La struttura della falda SUP2 ripercorre i lineamenti idrogeologici della falda SUP1. L'acquifero che la

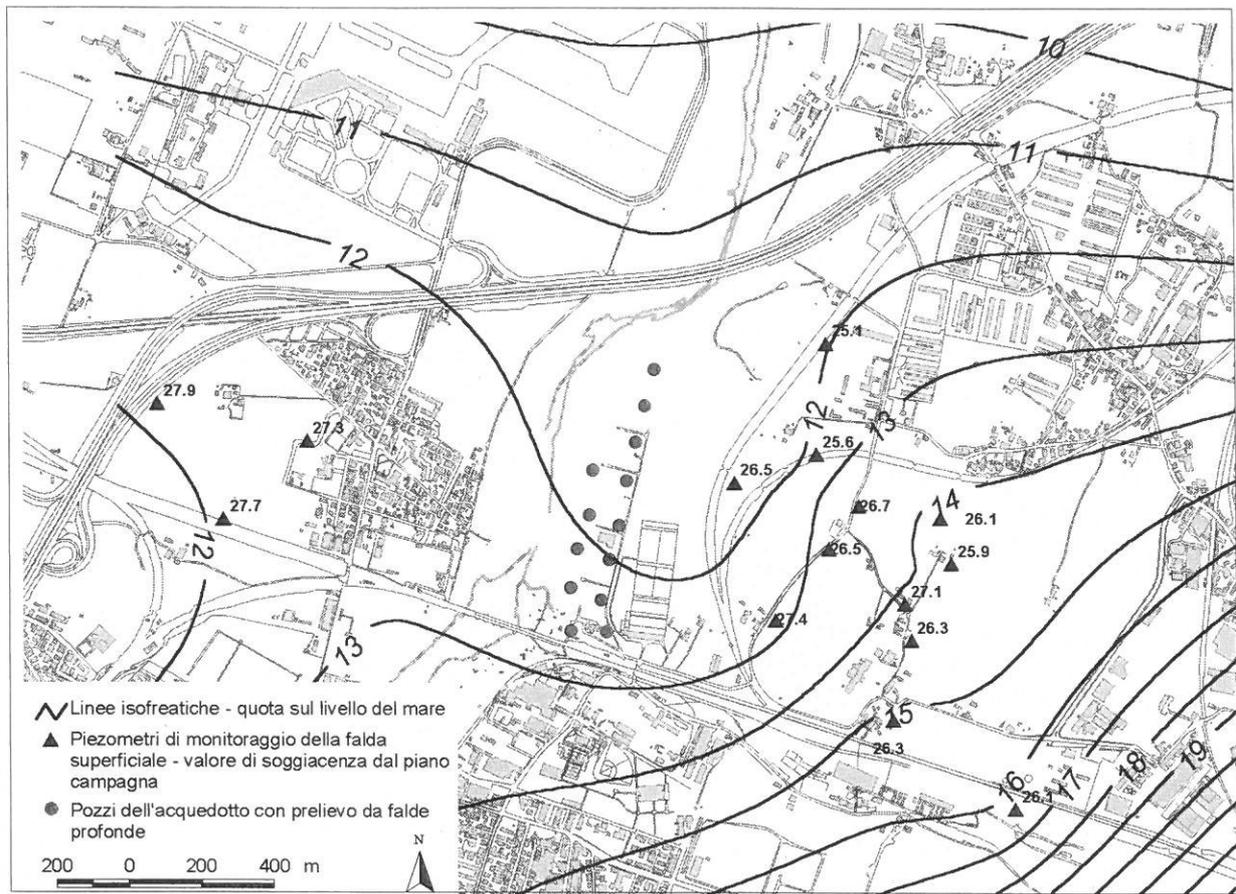


Figura 4: Piezometria della falda SUP1 nei dintorni del centro di pompaggio "Tiro a Segno", che attinge dalle falde profonde sottostanti; si noti come gli effetti del prelievo si manifestino anche sulle linee isopieze delle falde superficiali, con un richiamo piezometrico intorno al centro di pompaggio.

contiene è caratterizzato da corpi lenticolari a elevata tabularità larghi diversi chilometri, delimitati in prevalenza a tetto e a letto da depositi fini; tale fenomeno si riscontra con particolare evidenza in tutta l'area comunale e nelle aree limitrofe. Anche questi corpi ghiaiosi si interrompono contro i depositi fini di interconoide correlandosi con i più isolati corpi grossolani dei conoidi minori (Ravone e Aposa).

Il regime piezometrico della falda SUP2 (fig. 5) è definibile di falda libera per la gran parte dell'area in esame, in particolare per la quasi totalità del conoide del Reno e per una buona parte della struttura idrogeologica del Savena. La falda in pressione si ritrova solo nelle sole parti nord-orientali e nel settore di interconoide di quest'ultimo. Nelle parti apicali del conoide del Savena e in quelle apicali e mediane del conoide del Reno il corpo

acquifero B è privo di manifestazioni idriche; in queste aree i corpi A e B sono saldati insieme e il corpo B costituisce l'insaturo della falda sottostante SUP1.

Le strutture principali sono simili a quella della SUP1: la suddivisione in due bacini principali si ritrova con immediatezza, in modo ancor più pronunciato; i rispettivi assi drenanti sono di direzione 30° per il Reno e 320° per il Savena. Il gradiente idraulico, compreso tra il 5 e il 15‰, risulta complessivamente più pronunciato rispetto a quello della falda SUP1, sia sui fianchi dei bacini idrogeologici che nell'asse del bacino del Savena. In merito ai dati fonte, si nota che rispetto alla falda SUP1, si dispone di un numero doppio di punti di controllo, circa un centinaio, di cui una sessantina di piezometri.

All'estremo orientale dell'area esaminata, in corrispondenza del percorso del Savena, si osserva un

flusso di falda da est a ovest indicante probabilmente una alimentazione dal fiume alla falda; la ricarica avviene da posizione laterale rispetto alla struttura dei corpi grossolani, all'opposto di quanto si verifica sul Reno ove il corso d'acqua è posto in posizione centrale rispetto alla struttura del serbatoio.

2.4. Falde SUP3 e SUP4

L'acquifero C costituisce il corpo grossolano più prossimo al piano campagna; le sue dimensioni sono meno rilevanti rispetto ai corpi A e B, ma la struttura a corpi ghiaiosi coalescenti mantiene una larghezza comunque considerevole (anche di 4-5 km); in zone distali i corpi ghiaiosi assumono la forma di canale (larghi qualche decina o centinaio di metri) e risultano separati da depositi sabbioso fini - siltosi di intercanale.

La falda SUP3 contenuta nel corpo acquifero C non mostra le caratteristiche di continuità identificate nei corpi sottostanti; pur non disponendo ancora di una cartografia completa su tutto il territorio comunale, attualmente in preparazione, si ritrovano comunque

alcuni elementi comuni con la SUP2. In particolare il corpo acquifero è privo di manifestazioni di falda per una gran parte del conoide del Reno e, laddove presente, la falda contenuta presenta direzioni perpendicolari all'asse del conoide, presumibilmente drenata dalle falde sottostanti.

All'opposto, laddove invece il corpo acquifero è costituito da prevalenti corpi sabbioso fini- siltosi, le caratteristiche idrodinamiche assumono molti aspetti comuni con la sovrastante falda SUP4.

Per quanto riguarda la falda SUP4, si fa riferimento a quanto già noto in bibliografia, in Elmi & al. (1984) e Regione Emilia-Romagna (1997).

3. Novità nel quadro legislativo italiano

Anche a livello legislativo è avvenuta una presa d'atto del depauperamento delle risorse idriche sotterranee, il che ha prodotto recenti strumenti (legge 36/94 "Galli" e D.P.C.M. 4.3.96). Questi hanno introdotto interessanti novità nella gestione delle acque, che qui brevemente si riportano.

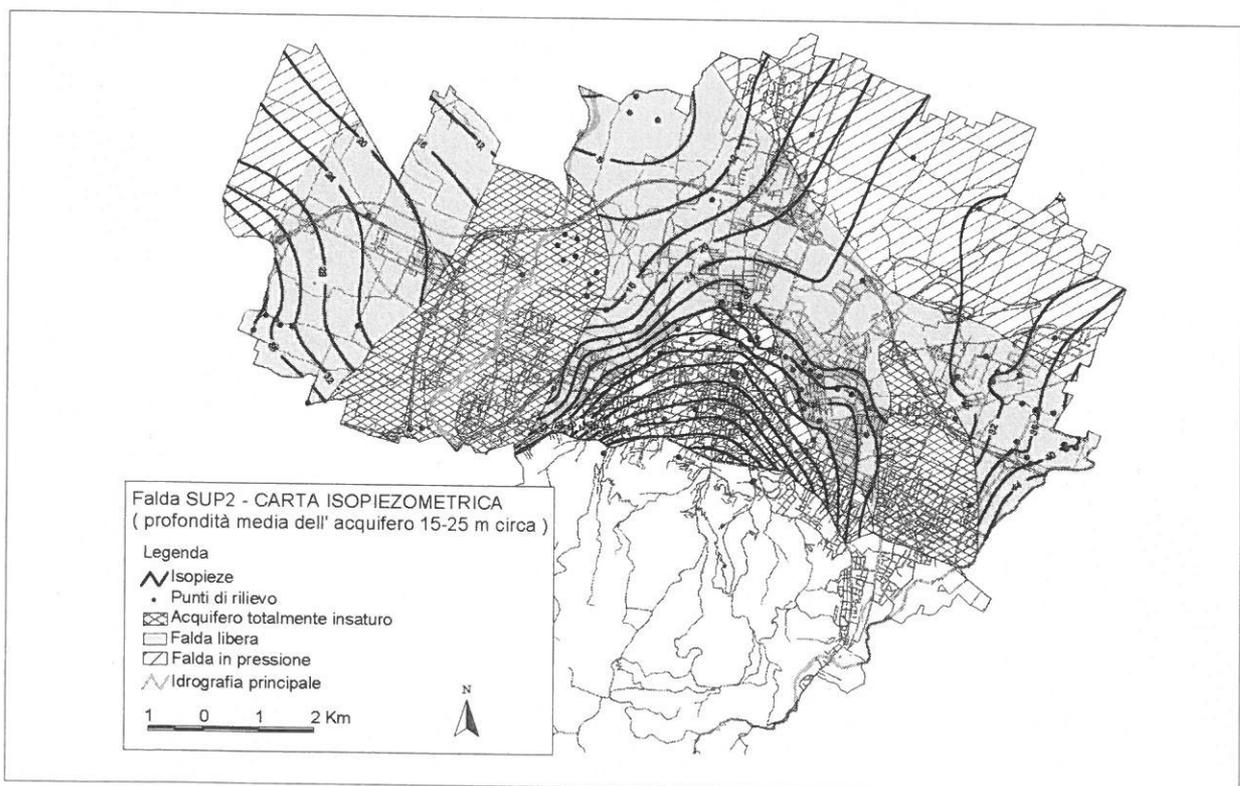


Figura 5: Carta isopiezometrica della falda SUP2.

Si definisce che gli usi delle acque devono essere indirizzati al risparmio e al rinnovo delle risorse per non pregiudicare il patrimonio idrico. L'uso dell'acqua per il consumo umano è prioritario rispetto agli altri usi; devono essere progressivamente abbandonati gli altri usi che richiedono minori livelli qualitativi. Questi ultimi sono ammessi quando la risorsa è sufficiente e a condizione che non vengano lese le caratteristiche qualitative.

Se la riserva delle acque sotterranee di riconosciuta qualità deve essere indirizzata all'uso potabile, il settore agricolo e industriale deve indirizzarsi verso un più elevato utilizzo d'acqua di seconda qualità. Di conseguenza si deve incentivare l'utilizzo di fonti di approvvigionamento differenziato in relazione alla destinazione delle risorse, promuovendo, ad esempio per i nuovi insediamenti produttivi, la realizzazione di reti duali. Ad una rete dedicata ad uso potabile, si può affiancare una seconda rete da destinare a usi che richiedono acque meno pregiate; tra queste attività di minor pregio, la legge cita espressamente l'innaffiamento stradale, lavaggio di fognature, usi industriali minori e anche parte degli usi civili.

Viene infine stabilita la necessità di una tariffazione del servizio di erogazione idrica, la quale deve essere strutturata anche in funzione della qualità della risorsa idrica.

Sulla base di tali novità legislative si possono esprimere le seguenti considerazioni.

La necessità di distinguere risorse acquifere di qualità, da destinare a uno specifico uso potabile, da altre risorse idriche, anche di falda, la cui qualità non permette un uso potabile e sulla quale pertanto vanno indirizzati altri usi, si configura come un obbligo di legge anche per i possibili indirizzi di pianificazione. In altri termini, le falde profonde devono essere destinate a un prevalente se non esclusivo uso potabile, mentre le falde superficiali devono fungere da serbatoio di minor pregio per gli usi compatibili.

La novità della tariffazione, che si andrà applicando nei prossimi anni, se applicata anche in riferimento alla

qualità della risorsa, farà assumere un connotato economico alla razionalizzazione dei prelievi, incentivando l'uso di risorse meno pregiate, presumibilmente a basso costo, e proteggendo risorse più pregiate.

In questo contesto, le falde superficiali, e in particolare la falda SUP I, possono svolgere un parziale contributo per il soddisfacimento del fabbisogno complessivo a protezione delle falde più pregiate: ciò comporta che si analizzi in dettaglio quali usi siano compatibili con le caratteristiche qualitative e quale reale potenzialità idrica sia da considerarsi effettivamente sfruttabile.

4. Impatti sulle falde

Per la determinazione dei rapporti tra falde e sistema antropico, risulta necessario individuare a scala globale il grado di impatto delle diverse attività agricole, urbane, civili e industriali sul sistema delle falde, senza per questo trascurare anche la capacità di reazione e rigenerazione del sistema naturale.

4.1. uso del sottosuolo

Una interferenza reciproca tipicamente legata al contesto urbano viene generata dalla sempre più diffusa tendenza all'utilizzo di spazio fisico nel sottosuolo, grazie alla realizzazione di nuove opere interrato. Anche se le strutture fondali non mostrano interferenze con le più conosciute strutture idrogeologiche profonde (il che potrebbe far pensare a mancanza di antagonismi con il sistema naturale), sono comunque presenti rischi di locali sbarramenti o sovrappressioni, di galleggiamento, di impermeabilizzazione, di danno alle strutture o a manufatti preesistenti; anche i problemi connessi alle fasi costruttive sono generati dall'interferenza con falde superficiali.

In particolare le opere più soggette a creare impatti e antagonismi sono quelle infrastrutturali connesse alla mobilità (parcheggi interrati, infrastrutture viarie, opere legate alla linea ad Alta Velocità, etc.) e le attività di cava e discarica, attuali e pregresse.

In tale contesto, per restringere il campo delle interferenze tra piezometria e opere, sorge

l'importanza di definire meglio documenti di cartografia idrogeologica; ne deriva la necessità di un aumento del dettaglio idrostratigrafico, anche se ciò richiederà un consistente sforzo analitico, con rilevanti impegni economici.

4.2. pozzi abbandonati

Un elemento di analisi del livello di pressione antropica emerge dal censimento pozzi che è stato compiuto parallelamente al rilievo piezometrico qui esposto, censimento che si configura come aggiornamento di un precedente catasto elaborato agli inizi degli anni '80 dal Comune di Bologna (Comune di Bologna, 1985).

È nota da letteratura la possibilità che i pozzi abbandonati, o anche solo i pozzi plurifenestrati, possano veicolare inquinamenti mettendo in comunicazione falde acquifere originariamente non comunicanti. Meno nota è la stima del numero dei pozzi abbandonati e la valutazione del danno ambientale che questi possono provocare.

Nel presente lavoro è stato eseguito un possibile conteggio dei pozzi abbandonati, che presumibilmente possono mettere in comunicazione il complesso delle falde superficiali con quello delle falde profonde, e che pertanto devono essere di profondità maggiore di 40 m. Il controllo incrociato con il passato catasto pozzi (anni 1982-1984) permette di stimare in 250-300 il numero totale di pozzi non ritrovati al censimento 1997-1998; tale numero si ritiene già depurato dei possibili errori insiti nel rilievo. Dato un rapporto tra i pozzi profondi e il totale del numero dei pozzi di circa 1/4-1/5, si ottiene un valore minimo di oltre 60 pozzi profondi abbandonati (un pozzo ogni 1,7 km²). Probabilmente, incroci con ulteriori catasti (es.: catasto pozzi della Regione Emilia-Romagna) permetteranno di stimare anche valori di 1,0 pozzi per ogni km². Tale stima va presa a nostro avviso come valore minimo, ed è un dato che deve destare una certa preoccupazione poichè è indice dell'indebolimento delle difese naturali delle risorse profonde.

4.3. Subsidenza

Tra i più manifesti fenomeni di reazione del

sottosuolo agli elevati prelievi idrici rientra la subsidenza. Tale fenomeno è particolarmente marcato nella pianura bolognese creando manifesti problemi di deflusso delle acque in eventi di piena e cedimenti su edifici storici laddove vi sono marcati fenomeni differenziali.

Al fine di approfondire la tematica relativa all'innesco dei cedimenti, si ritiene opportuno (Di Dio & Caporale, 1998) che gli studi di modellizzazione che diversi operatori stanno conducendo tengano conto di un sistema acquifero multifalda sulla stregua di quanto descritto piuttosto che di ipotesi di acquifero monostrato.

Una conferma in tal senso emerge dalla fig. 6, ove si riporta l'andamento dei cedimenti del terreno nel decennio scorso (Comune di Bologna, Università di Bologna - Facoltà di Ingegneria 1994; Barbarella, Pieri e Russo, 1990) confrontato con le condizioni piezometriche della falda SUP2. Si notano alcune similitudini negli andamenti dei due fenomeni, piezometria e comportamento deformativo del terreno nell'area del centro storico di Bologna. Tale correlazione, pur non estendosi a tutta l'area indagata, assume una sua rilevanza nella porzione di interconoide e di margine pedecollinare.

5. Conclusioni

Il presente studio, condotto dal Comune di Bologna, intende caratterizzare le falde superficiali, poste nei primi 40-50 metri di profondità, definire i rapporti tra attività antropiche e il sistema acquifero della pianura bolognese e le risorse idriche di qualità non pregiata.

Emerge chiaramente come il complesso idrogeologico superficiale, corrispondente all'Unità Castenaso, risulta parzialmente autonomo dalle falde profonde, ma altresì dotato di chiari punti di connessione.

Si individuano diversi bacini idrogeologici autonomi, con articolati collegamenti sia in senso areale (tra Savena e Reno) sia in senso verticale (tra SUP1 e SUP2, o tra SUP1 e le sottostanti unità). I principali punti di connessione sono riconducibili alle porzioni apicali dei conoidi e a numerosi tratti depocentrali. In caso di marcati fenomeni di diminuzione piezometrica delle

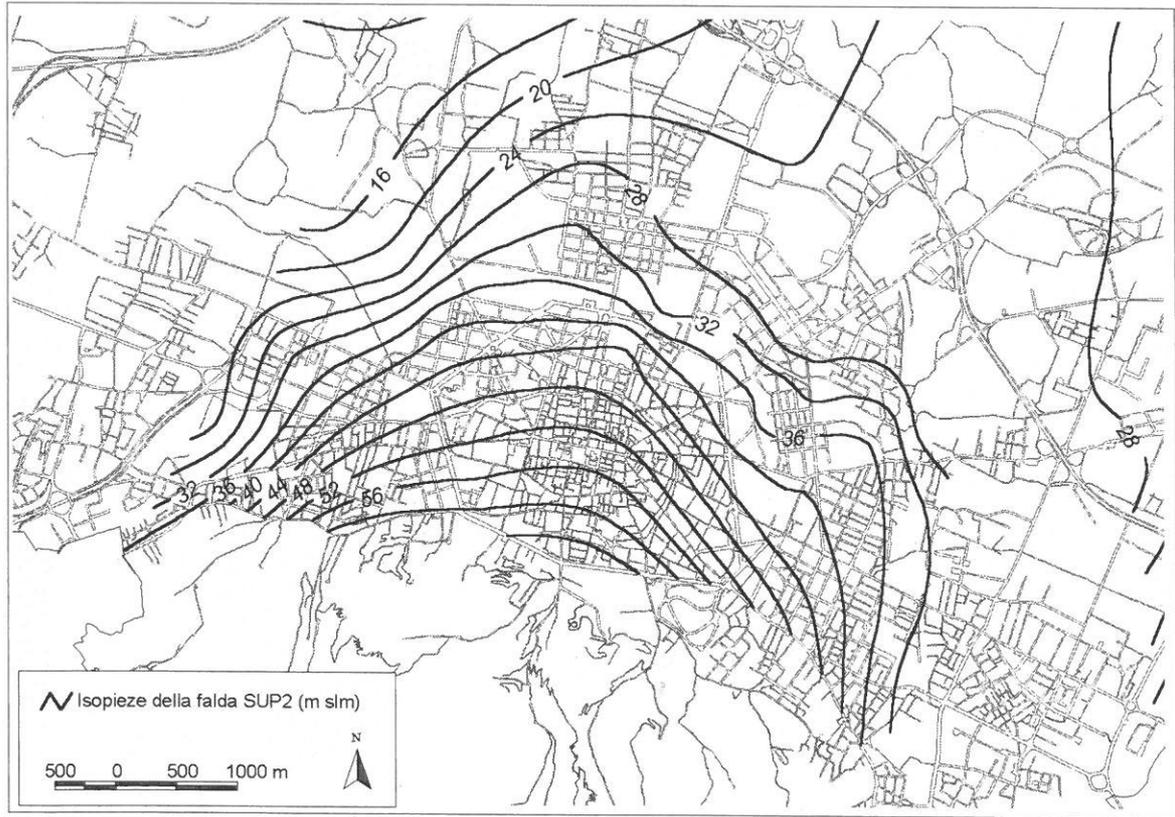
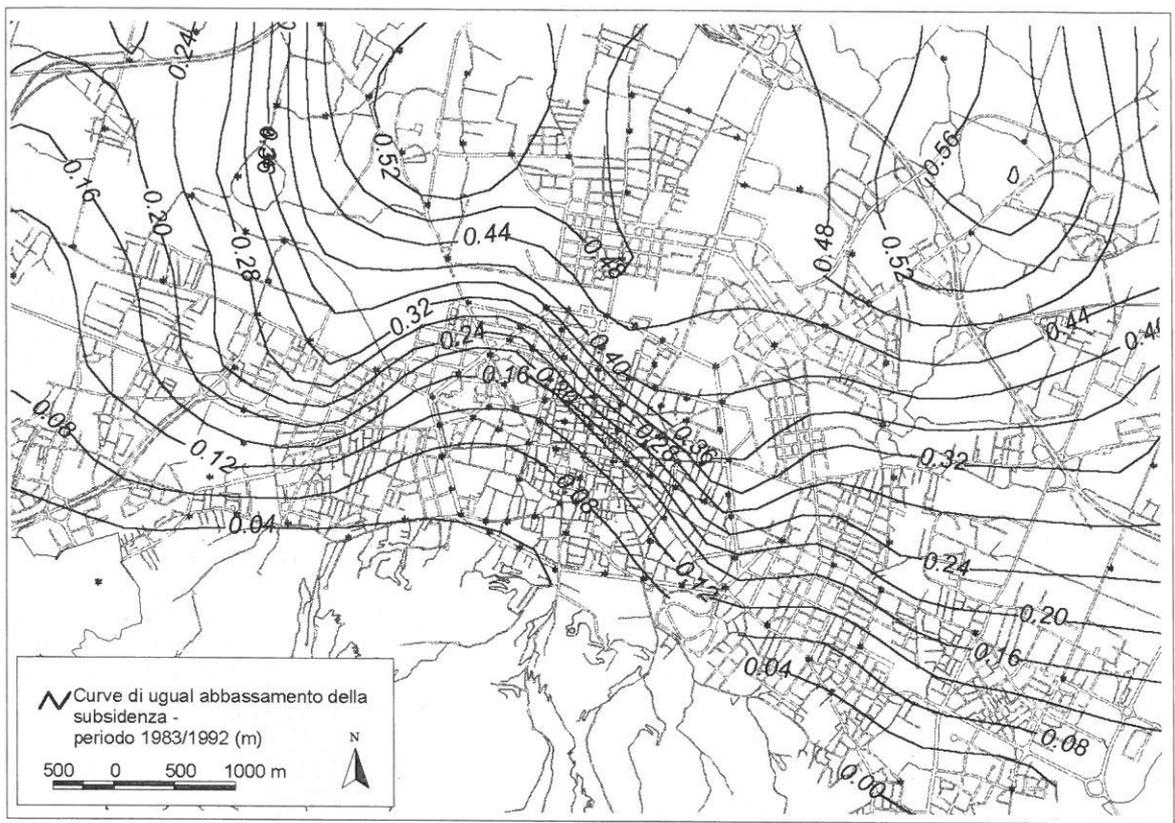


Figura 6: Confronto tra l'andamento della subsidenza rilevato negli anni 1983-1992 (sopra) e la piezometria della falda SUP2 (sotto).

falde profonde, i fenomeni di drenanza sono particolarmente evidenti.

A seguito di un censimento pozzi in corso di ultimazione eseguito con controlli di campo, che ha comportato la schedatura di oltre 800 pozzi, emerge chiaramente la presenza di un numero elevatissimo di pozzi profondi, generalmente plurifenestrati, talora anche abbandonati, i quali riducono le protezioni delle falde profonde.

La possibilità di uno sfruttamento idrico delle acque di scarso pregio è una iniziativa che va valutata con attenzione. Qualora fosse possibile dirottare su queste falde anche solo parte degli ingenti prelievi ora a carico delle risorse più pregiate, eventualmente anche tramite incentivi economici, ci si potrebbe indirizzare più concretamente verso le indicazioni delle recenti disposizioni di legge, le quali suggeriscono una distinzione dei consumi, di basso oppure di alto pregio, ed approvvigionamenti differenziati a seconda della qualità.

Ringraziamenti

Il Prof. Carlo Elmi per la lettura critica del manoscritto e per i suggerimenti apportati; i soggetti privati che hanno consentito il rilievo dei dati; la Regione Emilia-Romagna per la disponibilità alla consultazione dei dati archivio.

BIBLIOGRAFIA

AMOROSI A. & FARINA M., 1994. *Sequenze deposizionali nei depositi alluvionali quaternari del primo sottosuolo nell'area a est di Bologna, tra il T. Savena e il T. Idice*. 1st European Congress on Regional Geological Cartography and Information Systems, Bologna (Italy), June 13-16, 1994. Volume 5: 35-54.

AMOROSI A., FARINA M., SEVERI P., PRETI D., CAPORALE L. & DI DIO G., 1996. *Genetically related alluvial deposits across active fault zones: an example of alluvial fan-terrace correlation from the upper Quaternary of the southern Po Basin, Italy*. *Sedimentary Geology* 102: 275-295

ARPA, 1997 (Scarponi F., Vicari L., nota interna). *La*

qualità delle acque sotterranee a Bologna. (stralci pubblicati anche su : 1° Rapporto dello Stato dell'Ambiente, Comune di Bologna, 1998).

BARBARELLA M., PIERI L. & RUSSO P., 1990. *Studio dell'abbassamento del suolo nel territorio bolognese mediante livellazioni ripetute*. Inarcos n.506

COMUNE DI BOLOGNA, 1985 - Documentazione a corredo del PRG '85 - tavola 4-9: *Ubicazione dei pozzi ad uso extradomestico*

COMUNE DI BOLOGNA - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA - Facoltà di Ingegneria, 1994: *Elaborazione dei dati di livellazione della rete grande di Bologna*

DI DIO G. & CAPORALE L., 1998 - *Un modello fisico tridimensionale della conoide alluvionale del Fiume Reno per la gestione degli acquiferi e lo studio della subsidenza* - Atti del Convegno Geofluid 98: estrazione di fluidi e subsidenza - Piacenza

ELMI C., BERGONZONI A., MASSA T. & MONTALETTI V., con contributi di BARATELLA P.L. & RONCHI A. 1984. *Il territorio di pianura del Comune di Bologna: aspetti geologici e geotecnici*. *Giornale di Geologia*, sr. 3a, 46/2, 127-152

REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 1997. *Geologia delle grandi aree urbane, sottoprogetto città di Bologna: stato di avanzamento delle ricerche*. In : *Geologia delle grandi aree urbane - relazioni sul lavoro svolto e primi risultati ottenuti dalle Unità Operative CNR - Volume A*

RICCI LUCCHI F., COLALONGO M.L., CREMONINI G., GASPERI G., IACCARINO S., PAPANI G., RAFFI S. And RIO D., 1982. *Evoluzione sedimentaria e paleogeografica nel margine appenninico*. In: G. Cremonini and F. Ricci Lucchi, eds., *Guida alla Geologia del margine appenninico-padano*. Guida Geol. Reg., Soc. Geol. It.: 17-46.