

STRATIGRAFIA E DISTRIBUZIONE DEGLI ACQUIFERI NEL SOTTOSUOLO DEL SETTORE CENTRALE DELL'ALTOPIANO DI POIRINO (TORINO)

P.A. Canavese (*) - G.P. Beretta (*) - D.A. De Luca (*) - M.G. Forno (*) - L. Masciocco (*)

(*) Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino

ABSTRACT – *Stratigraphy and aquifer system in the Central Altopiano di Poirino (Turin – Italy)* – Il Quaternario *Italian Journal of Quaternary Sciences*, 12 (2), 1999 - The stratigraphical sequence of Poirino Plateau has been reconstructed by assembling both geologic and hydrogeologic data. To distinguish the geological units, Authors referred to the "Villafranchiano" units, defined in the type-area of Villafranca d'Asti (Carraro, 1996). In particular geometry, lithology and fossil content of every geological unit, as well as the trend of main erosion surfaces have been assessed.

The lithostratigraphic setting, together with the evaluation of hydraulic properties has allowed the description of the aquifer system. Groundwater flow and quality have been evaluated for both unconfined aquifer and the multilayered aquifer system.

The multilayered aquifer system, represented by both marine and "Villafranchian" deposits, is an important source of drinking water for the region and results quite well isolated by surface pollution.

RIASSUNTO – *Stratigrafia e distribuzione degli acquiferi nel sottosuolo del settore centrale dell'Altopiano di Poirino (Torino)* – Il Quaternario, *Italian Journal of Quaternary Sciences*, 12 (2), 1999 - E' stata presa in esame la successione stratigrafica dell'Altopiano di Poirino, integrando i dati di superficie con quelli del sottosuolo attraverso l'elaborazione di numerose stratigrafie di pozzi per acqua e avendo come riferimento le unità "villafranchiane" definite nell'area-tipo di Villafranca d'Asti (Carraro, 1996). In particolare sono stati ricostruiti in dettaglio la geometria e lo spessore dei corpi geologici riconosciuti, l'andamento delle principali discontinuità erosionali, le caratteristiche litologiche e il contenuto fossilifero dei diversi termini.

La distribuzione nel sottosuolo dei differenti litotipi, a cui sono associate permeabilità differenti, ha consentito di individuare la geometria degli acquiferi principali dell'area, per i quali sono state ricostruite le modalità di circolazione delle acque e parametrizzate le caratteristiche quali-quantitative; lo studio eseguito è di grande interesse applicativo in quanto le falde contenute nell'acquifero "villafranchiano", presente anche in altre vaste aree della pianura padana, sono molto importanti per l'approvvigionamento idrico potabile, in relazione al loro elevato grado di protezione dall'inquinamento proveniente dalla superficie.

Parole chiave: Stratigrafia, Idrogeologia, Pliocene medio, Pleistocene, Altopiano di Poirino
Key-words: Stratigraphy, Hydrogeology, Middle Pliocene, Pleistocene, Altopiano di Poirino

1. INTRODUZIONE

In questo studio riguardante il settore centrale dell'Altopiano di Poirino e una stretta fascia collinare appartenente ai Rilievi del Braidese, con estensione complessiva di circa 200 km² (Fig. 1), viene ricostruito l'andamento dei corpi geologici presenti nel sottosuolo, riconosciuti utilizzando le stratigrafie dei pozzi per acqua disponibili ⁽¹⁾ confrontate con i dati di superficie (Carraro, 1996) ⁽²⁾.

Gran parte dell'area presenta una concentrazione di pozzi rilevante: solo il settore sudorientale ha una densità minore a causa della morfologia maggiormente accidentata, che comporta un modesto sfruttamento del

suolo; la profondità dei pozzi risulta elevata, compresa in genere tra 100 e 200 m. Nella ricostruzione si è dovuto tenere conto della disomogeneità dei dati disponibili, che risultano avere un diverso grado di dettaglio. Si sono inoltre verificate difficoltà nel riconoscimento delle differenti litofacies in quanto i sedimenti fini quali sabbie fini, silt e argille, non vengono in genere distinti tra loro nella descrizione operata dai perforatori: ne consegue che nella realizzazione delle sezioni litostratigrafiche, mentre sono stati indicati con simboli differenti i sedimenti grossolani (sabbie e ghiaie), sono stati assimilati tra loro quelli con tessitura più fine delle sabbie.

La disponibilità di molti dati consente una ricostruzione litostratigrafica sufficientemente affidabile a scala

⁽¹⁾ Per effettuare una ricostruzione dell'assetto stratigrafico dell'area in esame sono stati utilizzati dati provenienti dalle stratigrafie di perforazioni di pozzi per acqua reperite presso diversi enti pubblici e privati: l'archivio del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino, gli uffici tecnici della Provincia di Torino e della Provincia di Asti e dei comuni interessati, l'Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica nel Bacino Padano del C.N.R., ditte specializzate nella realizzazione di pozzi e la Società Acque Potabili. Sono inoltre state utilizzate alcune stratigrafie tratte dalle pubblicazioni di Sacco riguardanti la geoidrologia dei pozzi profondi (1912; 1924; 1933).

⁽²⁾ I dati provenienti dalle stratigrafie sono stati integrati con i dati tratti dalla letteratura, sia per quanto concerne i sedimenti villafranchiani affioranti lungo la scarpata che corrisponde al limite tra l'Altopiano di Poirino e l'area-tipo di Villafranca d'Asti (Carraro, 1996), sia per quanto riguarda i depositi superficiali costituenti l'Altopiano di Poirino (Forno, 1982).



Fig. 1- Localizzazione dell'area in esame
Location of study area.

regionale, in seguito utilizzata per la definizione di un modello idrogeologico.

L'area presenta una morfologia particolare in quanto, pur essendo caratterizzata da un andamento subpianneggiante con quote prevalentemente comprese tra circa 230 e 380 m s.l.m., è delimitata ad Est da un'imponente scarpata, che la separa dai Rilievi dell'Astigiano sviluppati a quote sensibilmente inferiori. Tale scarpata, con direzione media N-S e altezza attorno al centinaio di metri, costituisce un netto spartiacque tra il settore in esame drenato dal reticolato idrografico del T. Banna, affluente del F. Po, caratterizzato da una direzione di deflusso verso W e NW, e il settore astigiano drenato invece dal T. Traversola e dal Rio Stanavasso, affluenti del F. Tanaro, caratterizzati da una direzione di deflusso rispettivamente verso S e verso N.

2. LAVORI PRECEDENTI

A partire dal secolo scorso l'area presa in esame è stata oggetto di numerosi studi paleontologici e subordinatamente geologici, che di seguito si riassumono nei contenuti principali.

Pareto (1861) fornì una prima breve descrizione della successione sedimentaria affiorante nell'area di Villafranca d'Asti. De Mortillet (1864) integrò queste conoscenze con nuovi dati riguardanti i principali rinvenimenti fossili effettuati e illustrò una sezione stratigrafica localizzata tra Villanova e Villafranca d'Asti. In un secondo tempo Pareto (1865), al quale si deve la proposta di istituzione del Villafranchiano come unità cronostatigrafica, descrisse in modo esauriente la successione, indicandola come "piano villafranchiano" e considerandola di età Quaternaria.

Successivamente Sacco (1889-1890) pubblicò la prima Carta Geologica del Bacino Terziario e Quaternario del Piemonte, nella quale distinse i sedimenti "villa-

franchiani" dalla sottostante successione marina: la stessa cartografia venne in seguito ripresa nella prima edizione del Foglio 68, "Carmagnola", della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 (Sacco, 1924). Alcuni decenni più tardi Sacco (1912; 1924; 1933) fornì una prima descrizione dei sedimenti presenti nel sottosuolo dell'area in esame attraverso l'esame di numerose stratigrafie di pozzi profondi, di particolare interesse ai fini del presente lavoro.

Gli studi effettuati in occasione della realizzazione della seconda edizione del Foglio 68, "Carmagnola", della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 (Bortolami *et al.*, 1969) e delle relative note illustrative (Carraro *et al.*, 1969) indicarono la presenza nel sottosuolo di una successione costituita da sedimenti pliocenici in "facies Astiana" e dai depositi "villafranchiani" in continuità di sedimentazione: questi ultimi sarebbero troncati verso l'alto da una "superficie d'erosione e relativi paleosuoli di età postvillafranchiana, generalmente con copertura loessica" e apparirebbero blandamente deformati a costituire la sinclinale di Asti e la sua prosecuzione verso W.

Dati più specifici sulle formazioni affioranti nell'area in esame furono pubblicati in Forno (1979; 1980; 1982), riguardanti i sedimenti di età pleistocenica media e superiore costituenti in superficie l'Altopiano di Poirino, interpretati di natura fluviale: questi sedimenti sarebbero connessi ad un importante corso d'acqua a meandri, con direzione di flusso E-W e drenante secondo ogni evidenza verso Est, ossia opposto rispetto all'attuale reticolato idrografico locale rappresentato dal T. Banna. In particolare vennero riconosciuti due complessi di depositi fluviali essenzialmente siltosi, indicati come Complesso A e Complesso B, caratterizzati da diversa evoluzione pedologica e da diversa distribuzione areale, entrambi sospesi rispetto ai depositi del Complesso C, di natura prevalentemente sabbiosa, costituenti gli attuali fondovalle.

Una prima ricostruzione dell'assetto litostratigrafico del sottosuolo dell'area in esame e dei limitrofi Rilievi dell'Astigiano è stata effettuata da Bortolami *et al.*, (1989), portando alla differenziazione dei depositi marini da quelli continentali sovrastanti.

Una nuova serie di dati riguardanti i limitrofi Rilievi dell'Astigiano è stata pubblicata in occasione della revisione del Villafranchiano nell'area-tipo di Villafranca d'Asti (Carraro, 1996). La successione è stata interpretata come costituita da due complessi sovrapposti, separati da una superficie d'erosione di estensione regionale denominata *Superficie di Cascina Viarengo* corrispondente ad una debole discordanza angolare, legata alla maggiore inclinazione del Complesso Inferiore di età pliocenica media rispetto a quello Superiore di età pleistocenica inferiore.

Alla base del Complesso Inferiore, direttamente al di sopra delle Sabbie di Asti, di ambiente litorale, si sviluppa l'*Unità di Ferrere*, affiorante in corrispondenza ai fianchi della Sinclinale di Asti: costituisce un corpo sedimentario lenticolare, caratterizzato da uno spessore variabile tra 5 e 25 m. La litofacies nettamente prevalente è rappresentata da sabbie grossolane contenenti localmente frammenti di molluschi marini e di vertebrati continentali e macroresti vegetali, legati ad un ambiente di un fronte deltizio.

Al di sopra si sviluppa l'*Unità di San Martino* affiorante con relativa continuità in tutta l'area tipo: forma un corpo lenticolare, con spessore variabile tra 40 e 65 m,

ed è costituita da alternanze di sedimenti siltosi, siltoso-argillosi e sabbiosi minuti caratterizzati da un colore in genere grigio-chiaro e da un addensamento notevole, legati ad un ambiente di piana deltizia. I sedimenti siltosi presentano generalmente una laminazione piano-parallela: contengono diffusamente gusci di molluschi continentali e macroresti vegetali rappresentati da frammenti di tronchi e rami, impronte di latifoglie e di canne palustri. I sedimenti sabbiosi, corrispondenti a sabbie fini con laminazione incrociata planare o concava, appaiono subordinati rispetto a quelli siltosi: localmente contengono resti di vertebrati continentali.

Il Complesso Superiore, sviluppato al di sopra della Superficie di Cascina Viarengo, è costituito alla base dall'*Unità di Cascina Gherba*, caratterizzata da una distribuzione continua e da uno spessore variabile tra 5 e 15 m: è costituita da sedimenti sabbiosi, privi di resti fossili, contenenti localmente una modesta frazione ghiaiosa e caratterizzati da colore prevalentemente giallastro, di origine fluviale.

Nella parte superiore invece si sviluppa l'*Unità di Mareto* caratterizzata anch'essa da una distribuzione continua e da uno spessore variabile tra 20 e 60 m: è costituita in netta prevalenza da sedimenti siltoso-argillosi, con ridotte intercalazioni sabbiose e sabbioso-ghiaiose e con una colorazione in genere bruno-rossastra.

L'intera successione descritta risulta ulteriormente troncata da una seconda superficie di erosione di natura regionale, che segna la base dei sovrastanti *depositi fluviali terrazzati* post-villafranchiani: questi risultano distribuiti discontinuamente in corrispondenza alle sommità tabulari dei rilievi collinari e ad una serie di superfici pianeggianti modellate a più livelli sui versanti.

3. STRATIGRAFIA DEL SOTTOSUOLO DELL'AREA DI STUDIO

Un accurato esame delle descrizioni dei sedimenti riportate nelle stratigrafie dei pozzi ha consentito di riconoscere una successione di corpi sedimentari, di seguito indicati dal più antico al più recente come termini 1, 2, 3 e 4 (Tavv. 1 e 2): la loro individuazione è avvenuta sulla base di un insieme di caratteristiche, tra cui tessitura, presenza e distribuzione del contenuto fossilifero e indice di colore, opportunamente confrontate con i dati di letteratura ⁽³⁾ (Carraro, op. cit.; Forno, 1982).

Alla base sono stati individuati i depositi sabbiosi del Termine 1, ricchi di conchiglie marine e contenenti solo localmente ridotte alternanze di depositi siltosi: questi mostrano di corrispondere nella porzione inferiore ai sedimenti litorali riferiti in letteratura alle Sabbie di Asti ed in quella superiore ai sedimenti villafranchiani di fronte deltizio dell'*Unità di Ferrere* (Fig. 2). Tali sedimenti risultano, nel loro insieme, facilmente riconoscibili nelle stratigrafie dei pozzi grazie alla tessitura sabbiosa: non è stato invece possibile discriminare le due unità in quanto i due tipi di sedimenti, ben distinguibili in affioramento, appaiono

invece nelle stratigrafie, quindi in assenza di osservazioni sedimentologiche, tra loro molto simili.

Al di sopra si sviluppano i depositi prevalentemente siltosi del Termine 2, descritti nelle stratigrafie genericamente come "argillosi" e costituiti invece verosimilmente da sabbie fini, silt e silt argillosi, con ridotti corpi ghiaiosi e sabbiosi: questi corrispondono, secondo ogni evidenza, ai sedimenti di piana deltizia dell'*Unità di San Martino* (Fig. 3). Il riconoscimento di questa litofacies è facilitato dalla tipica colorazione blu o grigia e dalla diffusa presenza di fossili continentali rappresentati da macroresti vegetali (essenzialmente foglie, torbe e livelli lignitici) e da molluschi di acqua dolce, elementi entrambi riportati nelle stratigrafie.

I dati di superficie relativi all'area-tipo del Villafranchiano hanno evidenziato la presenza in questa posizione stratigrafica della Superficie di Cascina Viarengo: nei dati dei sondaggi questa superficie non è riconoscibile come tale ma è solo desumibile dalle differenze individuabili tra i termini sottostanti e quelli sovrastanti.

Sovrapposti a questi ultimi sono riconoscibili i *depositi sabbioso-ghiaiosi e siltoso-argillosi del Termine 3*: gli stessi corrispondono ai sedimenti fluviali delle *Unità di Cascina Gherba e di Mareto*. Anche in questo caso, come in quello delle Sabbie di Asti e dell'*Unità di Ferrere*, non è stato possibile distinguere tra loro, nelle stratigrafie dei pozzi, le due unità a causa della marcata discontinuità laterale dei corpi sedimentari e delle frequenti interdigitazioni tra le facies. Questi sedimenti, anche se eterogenei dal punto di vista tessiturale, sono riconoscibili nelle stratigrafie per la tipica colorazione variabile tra il giallo e il rosso bruno, indicativa di una marcata alterazione di origine pedogenetica, e dall'assenza di fossili.

Al di sopra dei depositi precedenti si sviluppano i *depositi siltosi del Termine 4*, corrispondenti ai sedimenti indicati in letteratura come depositi fluviali terrazzati post-villafranchiani; la distribuzione verticale di questi sedimenti, descritti nelle stratigrafie come "argillosi", non è individuabile chiaramente: la loro distribuzione ed il loro spessore sono stati perciò desunti prevalentemente dai dati di superficie (Forno, 1982).

Esaminando in dettaglio le diverse unità riconoscibili nelle stratigrafie si osserva come i depositi del Termine 1 siano distinguibili da quelli sovrastanti per la netta prevalenza delle sabbie rispetto ai sedimenti fini, che risultano invece nettamente prevalenti nel Termine 2, come pure per la maggiore abbondanza di conchiglie fossili e per la concentrazione di queste ultime nei livelli sabbiosi. Non è stato possibile determinarne la potenza complessiva in quanto, come evidenziato dai profili geologici (Tavv. 1 e 2), nessuna perforazione ne raggiunge la base: gli spessori massimi osservabili sono di circa 130 m.

I depositi del Termine 2, riconosciuti nella maggior parte delle stratigrafie, sono distinguibili da quelli sottostanti per la prevalenza dei silt e delle argille, le colorazioni in genere grigie o blu, l'assenza di resti fossili nei livelli sabbiosi ed invece per la diffusione dei macroresti vegetali e delle conchiglie nei sedimenti siltosi ⁽⁴⁾. Carat-

⁽³⁾ In particolare sono state analizzate le analogie dei sedimenti descritti nelle stratigrafie con le unità villafranchiane affioranti nell'area-tipo di Villafranca d'Asti (Carraro, 1996) e con i sedimenti fluviali costituenti in superficie l'Altopiano di Poirino (Forno, 1982).

⁽⁴⁾ In assenza di altre indicazioni, la distribuzione dei resti fossili è stata utilizzata come criterio per valutarne la natura: anche nell'area-tipo i molluschi marini risultano diffusi nei sedimenti sabbiosi e quelli continentali sono invece concentrati nei sedimenti fini.

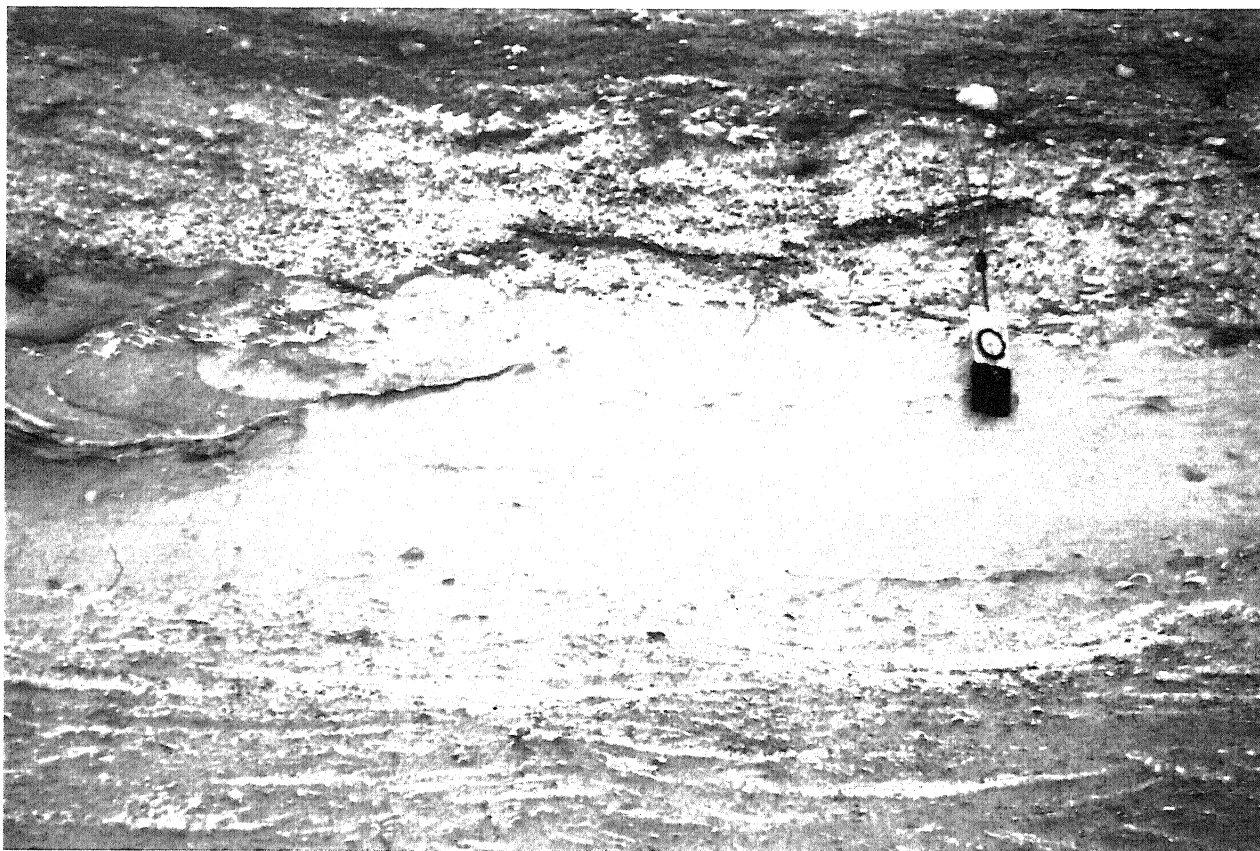


Fig. 2 - Aspetto caratteristico delle sabbie a stratificazione incrociata concava dell'Unità di Ferrere, ricche di frammenti di conchiglie marine. Affioramento di Cava Arboschio, Cantarana.

Unità di Ferrere: cross bedded sands with fragments of marine shells. Outcrop of Cava Arboschio (Cantarana).

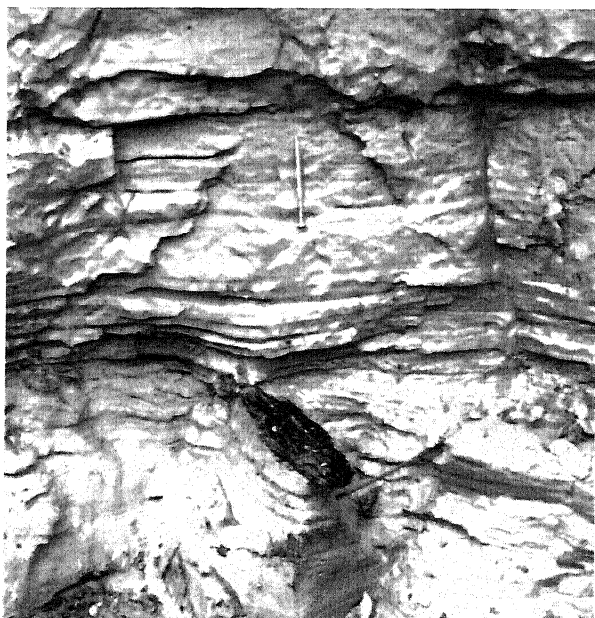


Fig. 3 - Nei silt caratterizzati da laminazione piano-parallela si rinvenivano diffusamente macroresti vegetali. Affioramento di Cava RDB, Villafranca d'Asti.

Plane-parallel laminated silts with vegetal macrofossils. Outcrop of Cava RDB (Villafranca d'Asti).

teristica è inoltre la presenza di corpi lenticolari sabbiosi, sabbioso-ghiaiosi e ghiaiosi con modesta continuità laterale, minore di alcune centinaia di metri, e con spessori limitati alla decina di metri: osservazioni analoghe, riguardanti la scarsa continuità laterale di questi corpi sedimentari, sono anche state fatte nell'area-tipo di Villafranca d'Asti (Carraro, 1996). Come evidenziato dai profili geologici, la potenza complessiva di questi sedimenti è maggiore nel settore nordoccidentale dell'area, dove risulta superiore a circa 150 m in corrispondenza dell'abitato di Poirino, e diminuisce progressivamente verso E, dove è di circa 120 m in corrispondenza della scarpata orientale, e verso S, dove è di circa 30 m in corrispondenza dell'abitato di Cellarengo.

L'osservazione che lo spessore di questo termine aumenta nel settore nordoccidentale dell'area, dove i sondaggi non ne raggiungono la base, suggerisce un andamento complessivamente prismatico del corpo sedimentario, che è in particolare delimitato da una superficie inferiore inclinata verso W e da una superficie superiore con andamento subpianeggiante. Si osserva inoltre come i sedimenti del Termine 3 siano distinguibili da quelli sottostanti, anch'essi costituiti prevalentemente da silt e argille, per la colorazione variabile tra il giallo e il rosso e l'assenza dei resti fossili. Caratteristica è inoltre la diffusione, nella parte inferiore del corpo sedimentario, di corpi lenticolari ghiaiosi e sabbiosi, con

spessore talvolta superiore alla ventina di metri. Nella maggior parte dell'area questi sedimenti presentano potenze relativamente costanti, di circa 50 m: solo in corrispondenza al margine meridionale, dove sono affioranti, gli spessori diminuiscono sensibilmente, in quanto ridotti dall'erosione successiva. L'osservazione che lo spessore di questo termine risulti relativamente costante suggerisce un andamento complessivamente tabulare del corpo sedimentario.

Si sottolinea infine come i sedimenti del Termine 4 non siano distinguibili nelle stratigrafie da quelli del termine sottostante a causa delle caratteristiche tessuturali e di colorazione molto simili: nei profili geologici è stato possibile indicarli grazie agli studi sui sedimenti affioranti, che ne descrivono la distribuzione areale e gli spessori, variabili tra alcuni metri e circa 15÷20 m.

4. RICOSTRUZIONE GEOLOGICA DEL SOTTOSUOLO

La ricostruzione stratigrafica evidenzia come i termini inferiori (1, 2 e 3), riconosciuti nelle stratigrafie dei pozzi per acqua dell'area in esame, siano ben correlabili con le unità affioranti nell'area-tipo di Villafranca d'Asti, delle quali costituiscono evidentemente la prosecuzione occidentale: le affinità tra le due successioni riguardano, oltre alle caratteristiche dei sedimenti già descritte in precedenza, i rapporti tra i diversi termini e l'assetto strutturale complessivo.

I profili geologici (Tav. 1 e 2) mostrano infatti come, in analogia con quanto osservato nell'area-tipo, il passaggio tra i Termini 1 e 2, corrispondente al limite tra le Unità di Ferrere e di San Martino, sia sottolineato da

ripetute interdigitazioni e come invece il passaggio tra i Termini 2 e 3, corrispondente al limite tra l'Unità di San Martino e le Unità di Cascina Gherba e Maretto, abbia andamento netto e sia in particolare evidenziato da una brusca variazione nelle caratteristiche dei sedimenti (tessitura, colore e contenuto fossilifero).

Per quel che concerne gli aspetti strutturali i profili geologici di Tav. 1, realizzati in direzione circa N-S, evidenziano come i sedimenti presenti nel sottosuolo del settore in esame, analogamente a quanto avviene nella porzione meridionale dell'area-tipo, costituiscano il fianco meridionale di una struttura sinclinale con asse circa E-W: sempre in analogia con quanto individuato nell'area-tipo, le superfici che separano i diversi termini presentano, in corrispondenza ai fianchi della struttura, inclinazioni progressivamente minori dal basso verso l'alto, suggerendo una deformazione in parte sinsedimentaria.

I profili geologici di Tav. 2 realizzati in direzione circa E-W, evidenziano inoltre come l'asse della struttura sinclinale risulti inclinato di circa 10° verso W per i termini inferiori e sia suborizzontale per quelli superiori, consentendo quindi di evidenziare, anche nel sottosuolo dell'altopiano, la discordanza angolare riconosciuta in affioramento. In particolare nel settore nord-occidentale dell'area la superficie di erosione che separa i Termini 2 e 3, indicata nell'area tipo come superficie di C.na Viarengo, presenta una depressione con ampiezza variabile tra circa 1 e 4 km e profondità di circa 30 m, connessa verosimilmente all'esistenza di un paleoalveo.

Esaminando in pianta l'andamento della superficie che separa i depositi sabbiosi marini del Termine 1 da quelli sovrastanti (Fig. 4a) si osserva come questa super-

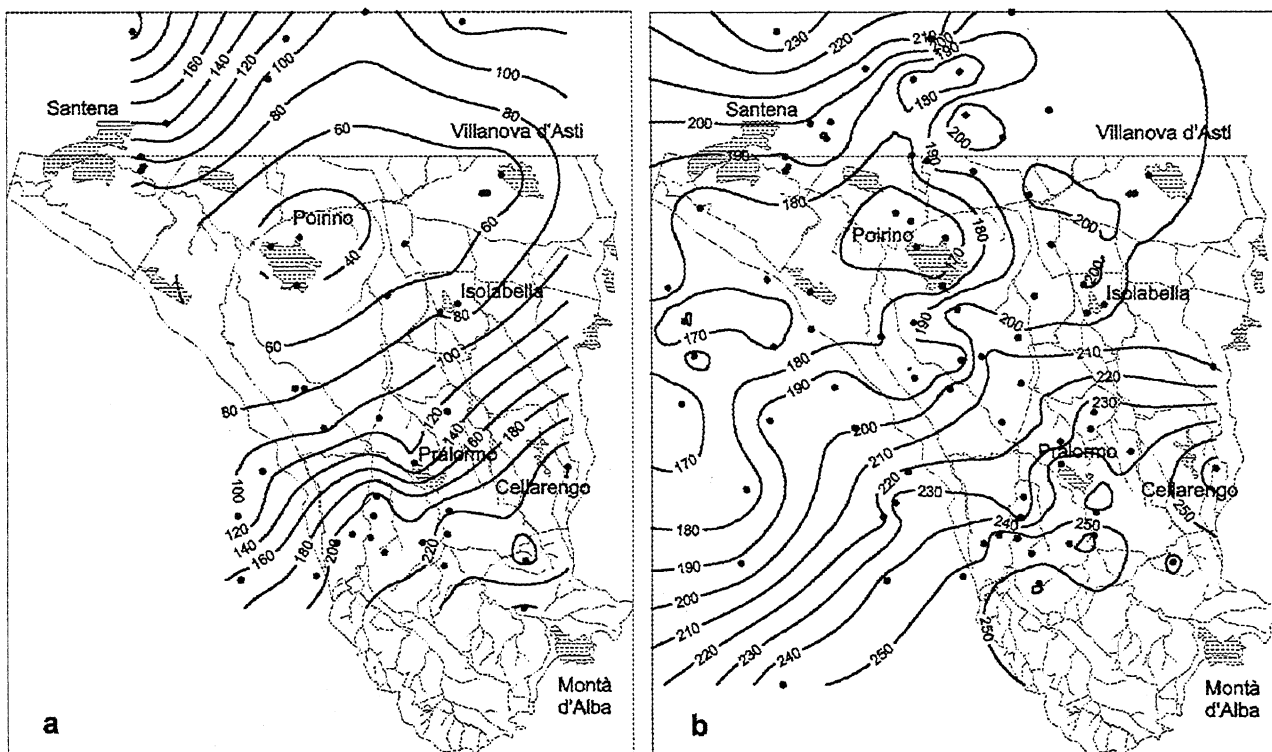


Fig. 4 - a) Superficie del tetto del Termine 1; b) superficie del tetto del Termine 2.

a) Top surface of Termine 1 sediments; b) top surface of Termine 2 sediments.

ficie formi una sinclinale caratterizzata nel settore orientale dell'area, in continuità rispetto all'area-tipo, da asse con andamento E-W ed invece da asse con andamento NE-SW nel settore occidentale. L'assetto complessivo di questa superficie suggerisce inoltre, come già evidenziato nei profili di Tav. 2, che l'asse della struttura descritta risulti per i termini inferiori debolmente immerso verso SW. Prendendo in esame la superficie che separa i depositi fini del Termine 2 da quelli sovrastanti (Fig. 4b), corrispondente alla superficie di Cascina Viarengo dell'area-tipo, si osserva come questa formi una più blanda sinclinale caratterizzata anch'essa da asse con andamento E-W nel settore orientale ed invece da asse con andamento NE-SW nel settore occidentale. L'assetto complessivo di questa superficie suggerisce, come già evidenziato nei profili di Tav. 2, che l'asse della sinclinale risulti invece suborizzontale per i termini superiori.

Anche per il sottosuolo dell'Altopiano di Poirino viene quindi confermata l'esistenza della discordanza angolare riconosciuta in affioramento nell'area-tipo. Nuovi elementi, rispetto a quanto finora noto, risultano invece l'articolazione della Superficie di Cascina Viarengo, caratterizzata da una depressione con allungamento in direzione SW-NE, e la differente posizione dell'asse della sinclinale per i diversi termini della successione, dapprima sviluppato più a Sud e successivamente migrato di alcuni km verso N.

5. ASSETTO IDROGEOLOGICO

La disponibilità di un dettagliato rilevamento geologico di superficie e di numerosi dati relativi a stratigrafie di pozzi per acqua offre una interessante opportunità di studio dal punto di vista idrogeologico non solo a livello locale ma anche più in generale, in quanto i sedimenti "villafranchiani" costituiscono, in estese aree della Pianura Padana, un'importante roccia serbatoio di falde generalmente protette dalla contaminazione e per questo motivo riservate ad un utilizzo potabile.

Nell'area di studio la ricostruzione dell'assetto litostratigrafico del sottosuolo e la realizzazione di una serie di misure piezometriche hanno permesso di schematizzare un modello idrogeologico costituito dalla presenza di due acquiferi: il primo contenente una falda superficiale libera caratterizzata da soggiacenze generalmente limitate a pochi metri ("acquifero della falda superficiale") e il secondo contenente un sistema di falde confinate, con soggiacenze in genere superiori ai 20÷30 m ("acquifero della falda profonda").

5.1 Acquifero superficiale

La maggior parte dei pozzi che captano la falda superficiale risulta destinata ad un uso domestico, con prelievi d'acqua in genere assai contenuti, e presenta profondità limitate in media a 20 m; molti di questi pozzi risultano essere stati realizzati a mano, nella prima metà del secolo, al fine di soddisfare le necessità di un'economia rurale.

L'acquifero è principalmente costituito dai depositi del Termine 4 (Complessi A₂, B e C in Forno, 1982); solo nel settore meridionale dell'area tale acquifero comprende anche i depositi "villafranchiani" più superficiali rappresentati dalla parte superiore del Termine 3 (Unità di Maretto in Carraro, 1996). In corrispondenza dei Rilievi del Braidese, dove la presenza di pozzi con profondità limitate si fa più rada, le falde captate, con produttività generalmente molto modesta, hanno verosimilmente un significato locale (falde sospese) e sono difficilmente riconducibili alla falda superficiale presente sull'altopiano.

5.2 Acquifero profondo

Il complesso acquifero della falda profonda è costituito dalle sabbie marine del Termine 1, dai depositi ghiaiosi e sabbiosi contenuti nel Termine 2 (Unità di San Martino in Carraro, op. cit.) e dai depositi ghiaiosi e sabbiosi sviluppati alla base del Termine 3 (Unità di Cascina Gherba in Carraro, op. cit.)⁽⁵⁾. Il setto impermeabile che separa gli acquiferi della falda superficiale da quelli della falda profonda è verosimilmente costituito dalla parte sommitale del Termine 3 (Unità di Maretto in Carraro, op. cit.); la presenza di questo setto impermeabile è stata ipotizzata sulla base dei dati stratigrafici disponibili. Nella parte settentrionale dell'area, corrispondente al settore assiale della struttura sinclinale, solo un numero limitato di pozzi raggiunge i depositi sabbiosi marini, sepolti a notevole profondità; ne risulta che i livelli dell'acquifero profondo maggiormente sfruttati in questo settore risultano essere quelli sabbiosi e ghiaiosi del Termine 2 e della base del Termine 3. Nel settore meridionale invece, corrispondente al fianco meridionale della struttura sinclinale, i depositi marini sono raggiunti da pozzi più superficiali o risultano affioranti. Ne consegue che il setto impermeabile costituito dalla sommità del Termine 3, spostandosi dai settori assiali della sinclinale in direzione del fianco meridionale, subisce un progressivo assottigliamento fino a scomparire, e che la comunicazione tra le acque delle due falde risulta progressivamente maggiore.

6. FLUSSO IDRICO SOTTERRANEO

Di seguito sono riportate alcune considerazioni riguardanti il flusso idrico sotterraneo della falda superficiale e di quella profonda.

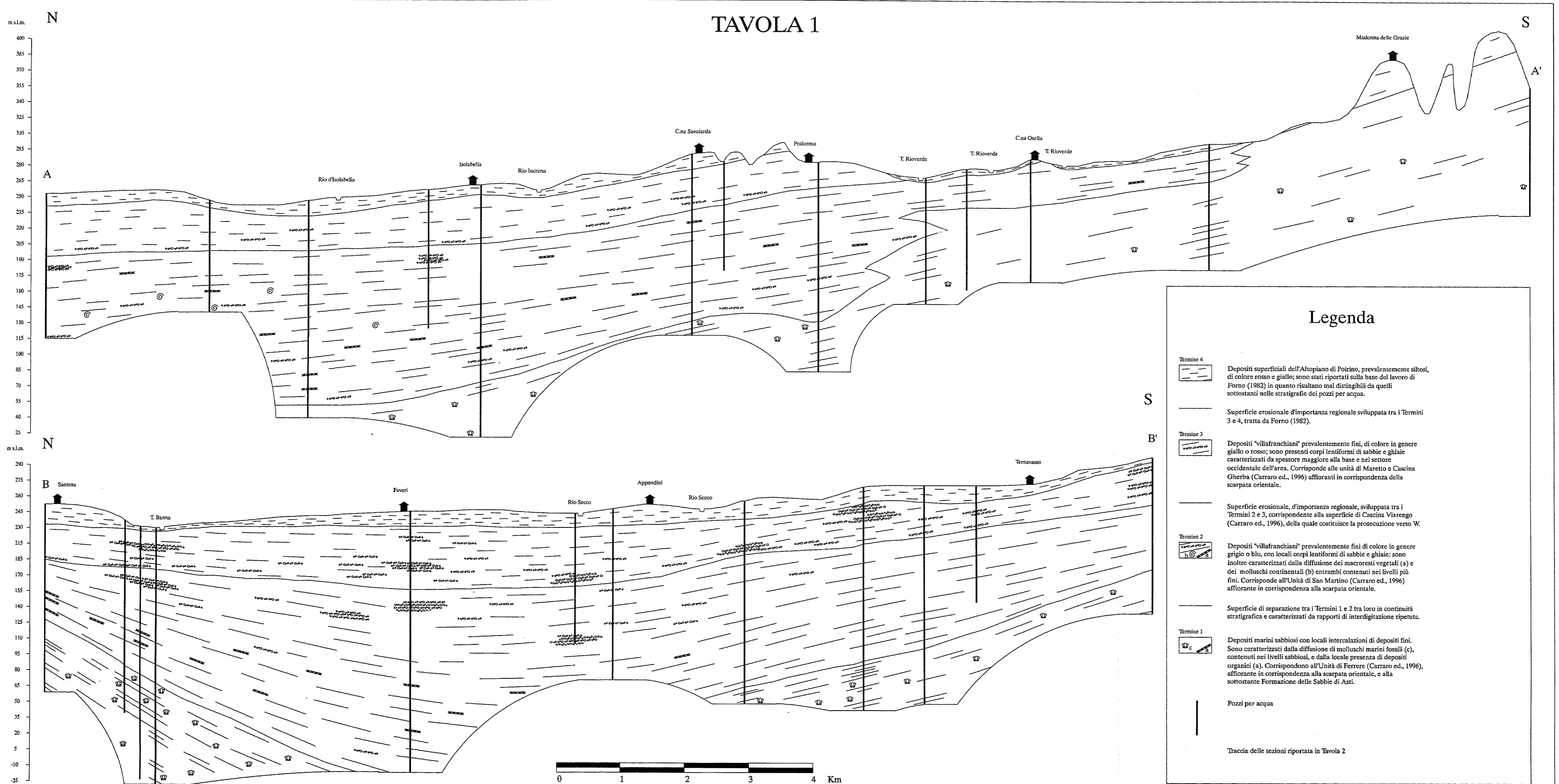
6.1 Flusso idrico della falda superficiale

Al fine di ricostruire l'andamento del flusso idrico sotterraneo sono state realizzate 83 misure piezometriche su altrettanti pozzi nel corso di due campagne, la prima effettuata nei mesi di febbraio-marzo 1996 e la seconda nel mese di luglio 1996.

Nella Carta Idrogeologica di Fig. 5 si osserva come le linee isopiezometriche siano fortemente condizionate dalla topografia e dall'azione drenante dei principali corsi d'acqua (T. Banna e T. Rioverde). In particolare nel settore settentrionale dell'area è presente un asse dre-


⁽⁵⁾ Si tratta di una serie di orizzonti permeabili con diverso grado di intercomunicazione che, per semplicità, sono stati considerati come corrispondenti ad un unico complesso idrogeologico.

TAVOLA 1




Legenda


- Termine 4**




Depositi superficiali dell'Altopiano di Poirino, prevalentemente siltosi, di colore rosso e giallo; sono stati riportati sulla base del lavoro di Forno (1982) in quanto risultano mal distinguibili da quelli sottostanti nelle stratigrafie dei pozzi per acqua.
- Superficie erosionale d'importanza regionale sviluppata tra i Termini 3 e 4, tratta da Forno (1982).
- Termine 3**



Depositi "villafanchiani" prevalentemente fini, di colore in genere giallo o rosso; sono presenti corpi lentiformi di sabbie e ghiaie caratterizzati da spessore maggiore alla base e nel settore occidentale dell'area. Corrisponde alle unità di Mareto e Cascina Gherba (Carraro ed., 1996) affioranti in corrispondenza della scarpata orientale.
- Superficie erosionale, d'importanza regionale, sviluppata tra i Termini 2 e 3, corrispondente alla superficie di Cascina Viarengo (Carraro ed., 1996), della quale costituisce la prosecuzione verso W.
- Termine 2**

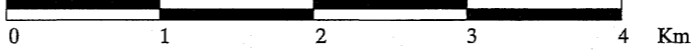
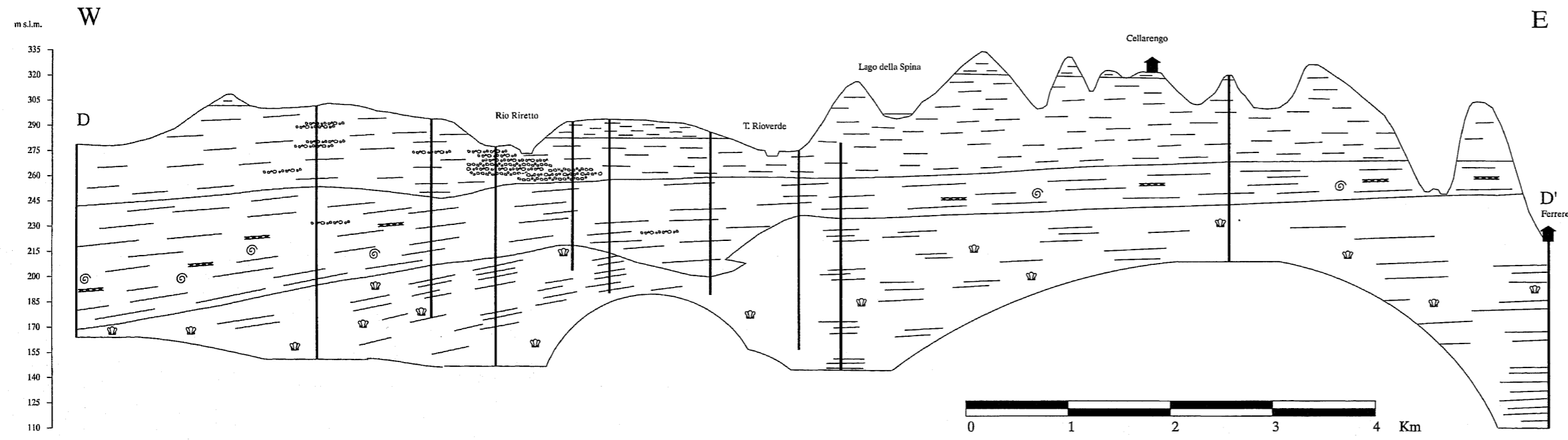
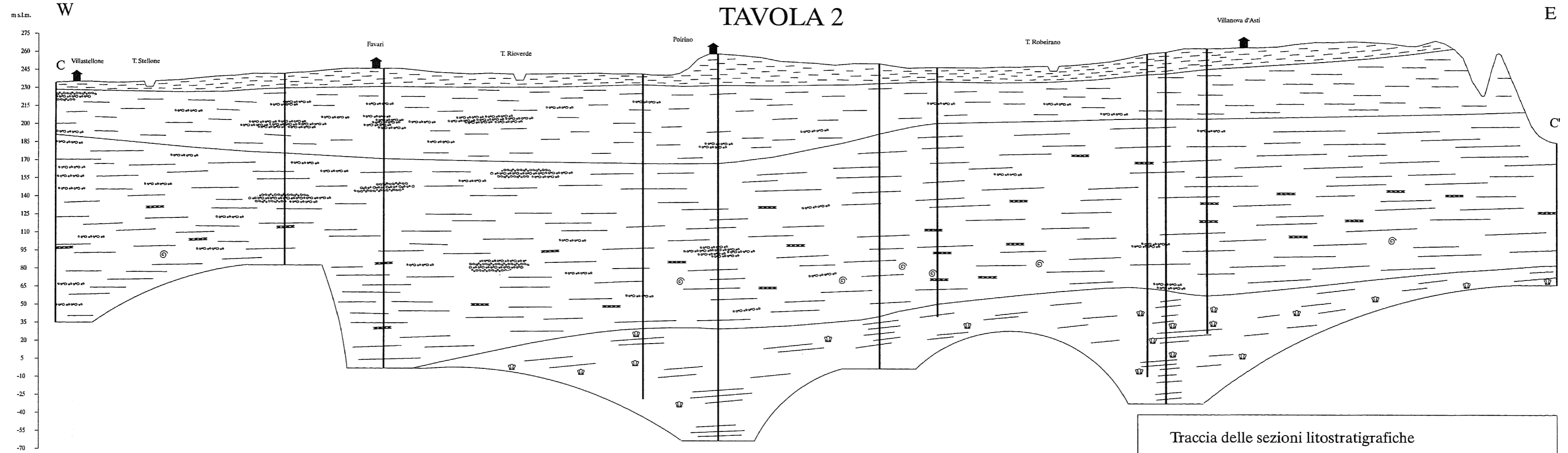


Depositi "villafanchiani" prevalentemente fini di colore in genere grigio o blu, con locali corpi lentiformi di sabbie e ghiaie; sono inoltre caratterizzati dalla diffusione dei macroresti vegetali (a) e dei molluschi continentali (b) entrambi contenuti nei livelli più fini. Corrisponde all'Unità di San Martino (Carraro ed., 1996) affiorante in corrispondenza alla scarpata orientale.
- Superficie di separazione tra i Termini 1 e 2 loro in continuità stratigrafica e caratterizzati da rapporti di interdigitatione ripetuta.
- Termine 1**

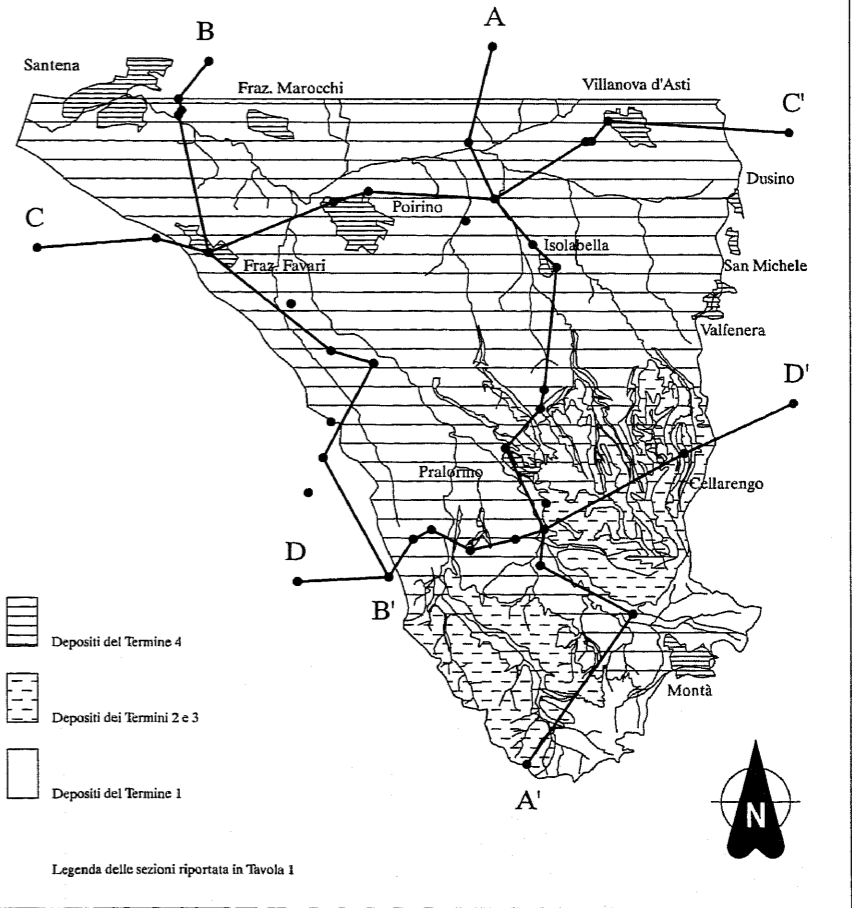


Depositi marini sabbiosi con locali intercalazioni di depositi fini. Sono caratterizzati dalla diffusione di molluschi marini fossili (c), contenuti nei livelli sabbiosi, e dalla locale presenza di depositi organici (a). Corrispondono all'Unità di Ferrere (Carraro ed., 1996), affiorante in corrispondenza alla scarpata orientale, e alla sottostante Formazione delle Sabbie di Asti.
- Pozzi per acqua
- Traccia delle sezioni riportata in Tavola 2

TAVOLA 2



Traccia delle sezioni litostratigrafiche



Legenda delle sezioni riportata in Tavola 1

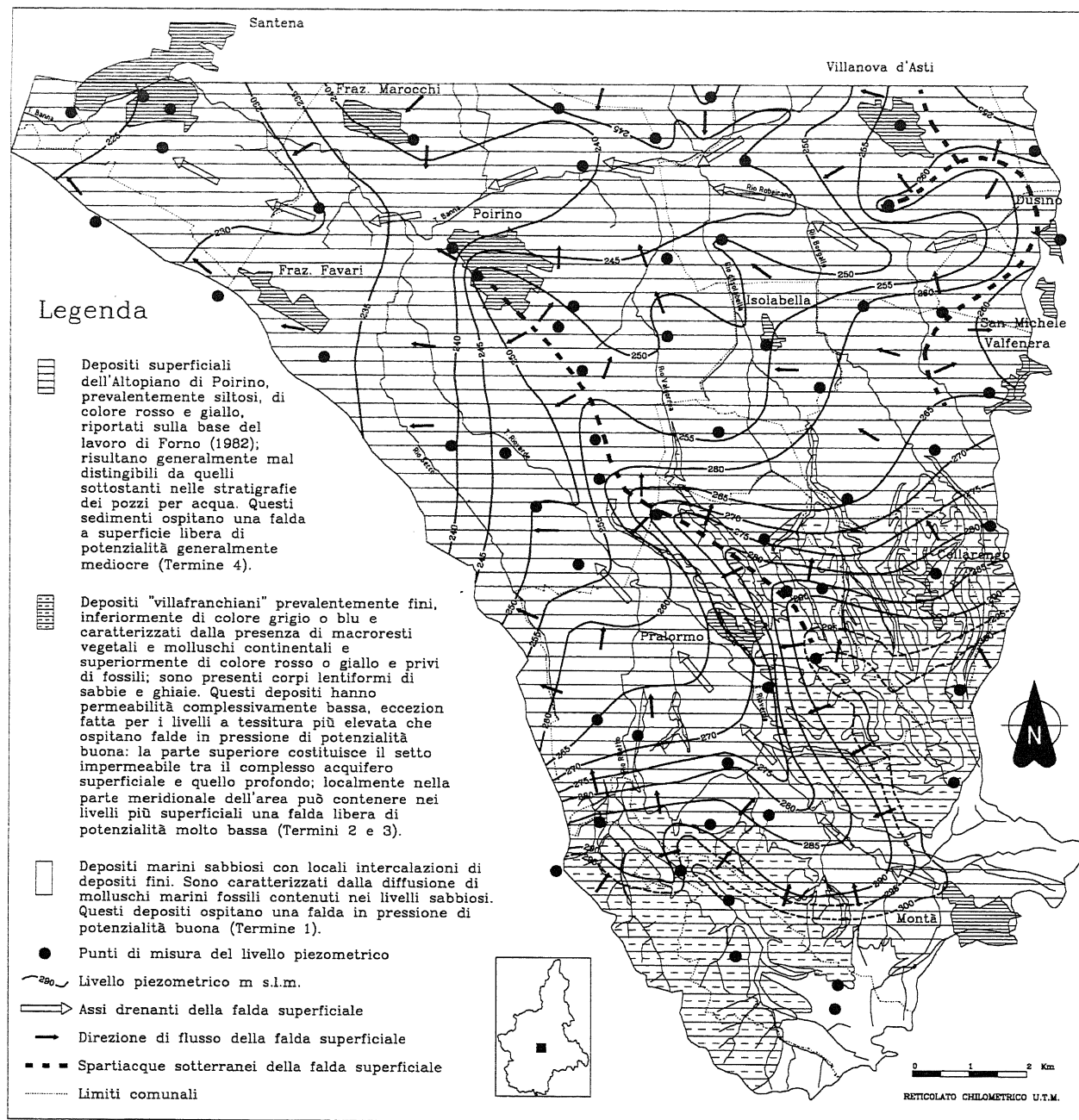


Fig. 5 - Carta idrogeologica.

Hydrogeologic map

nante con direzione E-W, coincidente con il tracciato del T. Banna e del suo affluente R. Robeirano, che corrisponde alla direzione di deflusso complessivo delle acque della falda superficiale. Al margine nordorientale dell'area oggetto di questo studio si individua uno spartiacque con un andamento in parte N-S e in parte E-W; esso separa le acque che defluiscono in direzione della scarpata che separa l'Altopiano di Poirino dai rilievi dell'Astigiano da quelle che defluiscono verso W. Nel settore centrale si sviluppa uno spartiacque sotterraneo, lungo la linea che congiunge idealmente gli abitati di Poirino e Montà a ridosso della scarpata in destra idrografica del T. Rivoerde. Nel settore meridionale dell'area è presente un asse drenante a direzione SE-NW, subpa-

rallelo allo spartiacque sotterraneo appena citato, che coincide con il tracciato del T. Rivoerde e che corrisponde alla direzione di deflusso complessivo delle acque che costituiscono la falda superficiale.

Nel settore settentrionale, compreso tra gli abitati di Villanova d'Asti, Poirino, Isolabella e la frazione Marocchi di Poirino, la falda superficiale presenta soggiacenze basse (generalmente inferiori a 5 m); verso W, in corrispondenza di Santena, la soggiacenza aumenta, mantenendosi comunque inferiore a 10 m. Nel settore centrale e soprattutto centro-orientale (dintorni dell'abitato di Cellarengo) la soggiacenza subisce un aumento raggiungendo e talora superando i 20 m. Nel settore meridionale, pur essendo morfologicamente più elevato,

le soggiacenze misurate sono comunque limitate a valori quasi sempre inferiori a 15 m.

6.2 Flusso idrico della falda profonda

Al fine di ricostruire l'andamento della superficie piezometrica sono state realizzate, nel corso della campagna di febbraio-marzo 1996, 37 misure piezometriche su altrettanti pozzi; le misure hanno anche riguardato pozzi esterni all'area in esame. I pozzi profondi presi in esame sono in parte di uso idropotabile (pubblico e privato), in parte di uso irriguo; essi presentano profondità elevate, in genere superiori a 100 m e profondità dei primi filtri in genere superiore a 50 m. Si può quindi ipotizzare che il livello piezometrico misurato non sia influenzato da contributi della falda superficiale. Nella carta di Fig. 6 si osserva come, a scala regionale, il deflusso delle acque sotterranee della falda profonda avvenga da Ovest verso Est, quindi in direzione complessivamente opposta a quello della falda superficiale. Al margine nordoccidentale dell'area in esame è stato individuato un asse drenante con direzione W-E; nei settori posti a Sud di quest'asse le direzioni di deflusso prevalenti delle acque sono verso NNE; spostandosi verso Est le linee di flusso assumono un andamento subparallelo alla scarpata che separa l'Altopiano di Poirino dai Rilievi dell'Astigiano. La posizione dell'asse drenante non coincide esattamente né con l'asse della struttura sinclinale formata dai depositi sabbiosi marini, né con l'asse della struttura costituita dai depositi sovrastanti, ma risulta spostato verso N di alcuni km.

7. PARAMETRI IDROGEOLOGICI

I pozzi presi in esame hanno prevalentemente uso irriguo e subordinatamente idropotabile (abbeveraggio del bestiame). Alcuni tra i pozzi più antichi che captano la falda superficiale non sono attualmente sfruttati. I prelievi ad uso irriguo e idropotabile sono ridotti e per intervalli di tempo limitati: l'emungimento avviene attraverso pompe som-

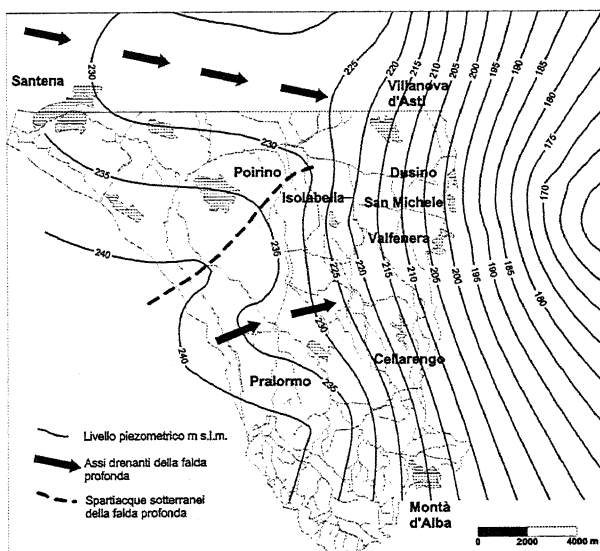


Fig. 6 - Carta piezometrica della falda profonda.

Potentiometric surface of the lower aquifer.

merse di modesta potenza, che, comunque, non determinano un eccessivo abbassamento della falda.

È stato possibile calcolare la portata specifica (Q_s) per soli due pozzi, entrambi ubicati nel Comune di Santena: i valori calcolati sono, se paragonati a pozzi profondi presenti nella zona, inferiori di oltre un ordine di grandezza. La falda superficiale presenta potenzialità verosimilmente basse in tutta l'area di studio data la natura prevalentemente siltoso-sabbiosa dell'acquifero che la ospita; quest'osservazione è avvalorata anche dal fatto che sono molto diffusi i pozzi profondi, i cui costi di realizzazione sono assai onerosi.

Per quanto attiene alla falda profonda, è stata calcolata la portata specifica su un discreto numero di pozzi che non presentano filtri entro i primi 50 m.

La disposizione di filtri a più livelli e la concomitante differente profondità dei depositi sabbiosi marini non hanno consentito di valutare le potenzialità dei diversi corpi acquiferi presenti (ghiaie e sabbie dei Termini 2 e 3 e sabbie marine del Termine 1). I valori della portata specifica calcolata variano da un minimo di 0,4 ad un massimo di 9,5 l/s per metro d'abbassamento e presentano un valore medio di 3,9 l/s-m. La distribuzione dei valori calcolati non consente una zonazione di aree caratterizzate da omogenei valori della portata.

Al fine di determinare sperimentalmente la trasmissività e la conducibilità idraulica degli acquiferi sono inoltre state realizzate 6 prove di pompaggio o risalita nel territorio dei Comuni di Carmagnola, Chieri, Poirino, Pralormo, Riva presso Chieri e Villastellone.

La trasmissività determinata presenta valori compresi tra un minimo di $1,3 \cdot 10^{-3}$ ed un massimo di circa $1,3 \cdot 10^{-2}$ ed un valore medio pari a $6,4 \cdot 10^{-3}$ m²/s; la conducibilità idraulica presenta valori compresi tra un minimo di 1 ed un massimo di circa $8 \cdot 10^{-4}$ m/s.

8. IDROGEOCHIMICA

Durante la campagna piezometrica del febbraio-marzo 1996 sono stati prelevati 26 campioni d'acqua relativi alla falda superficiale e 17 riferibili a quella profonda. Sulle acque campionate sono state eseguite le analisi riguardanti la conducibilità elettrolitica, il pH e le principali specie ioniche disciolte: Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{--} , NO_3^- . Le analisi sono state effettuate presso il Laboratorio di Idrogeologia del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino. Sono state inoltre elaborate anche analisi effettuate dai Laboratori di Sanità Pubblica relative a campioni provenienti da pozzi acquedottistici.

I valori di *conducibilità elettrolitica*, nella falda a superficie libera (Fig. 7a), sono generalmente compresi tra 800 e 1000 mS/cm, con i valori più alti in corrispondenza del settore nordorientale dell'area. Un'eccezione è costituita da parte del settore centrale, dove, nei pressi di Pralormo, si registrano valori della conducibilità sensibilmente più bassi (meno di 400 mS/cm). Nella falda profonda i valori di conducibilità elettrolitica (Fig. 7b) variano generalmente tra 300 e 500 mS/cm, quindi sensibilmente più bassi rispetto alla falda superficiale; i valori più elevati, prossimi ai 600 mS/cm, si registrano nel settore centro-occidentale dell'area in corrispondenza di Pralormo.

Per quanto riguarda i *nitrati*, nella falda a superficie libera (Fig. 7c) le concentrazioni superano generalmente i

50 mg/l, concentrazione massima ammissibile prevista dal DPR 236/88. In particolare concentrazioni superiori a 150 mg/l si riscontrano in tutto il settore nordorientale dell'area e raggiungono 290 mg/l nei pressi d'Isolabella.

Nella falda profonda la distribuzione dei nitrati (Fig. 7d) mostra concentrazioni variabili tra valori nulli e circa 20 mg/l nei pressi d'Isolabella.

I principali parametri idrochimici sono stati organizzati nel classico *diagramma di Piper* per la classificazione delle acque sotterranee.

Le acque della falda idrica della zona in esame (Fig. 8a) spaziano dal campo delle acque cloruro- e sol-

fato-calciche e magnesiache a quello delle acque bicarbonato-calciche e magnesiache, in accordo con le caratteristiche chimiche di questo tipo di falda delle altre zone della pianura piemontese. Le acque del settore di Pralormo mostrano una facies idrochimica prettamente bicarbonato-calcica e magnesiacca, simile a quella della falda profonda.

Le acque della falda profonda (Fig. 8b) appartengono esclusivamente alla famiglia delle acque bicarbonato-calciche e magnesiache e mostrano la tendenza a evolvere verso il campo delle acque carbonato-sodiche e potassiche, in accordo con le caratteristiche chimiche

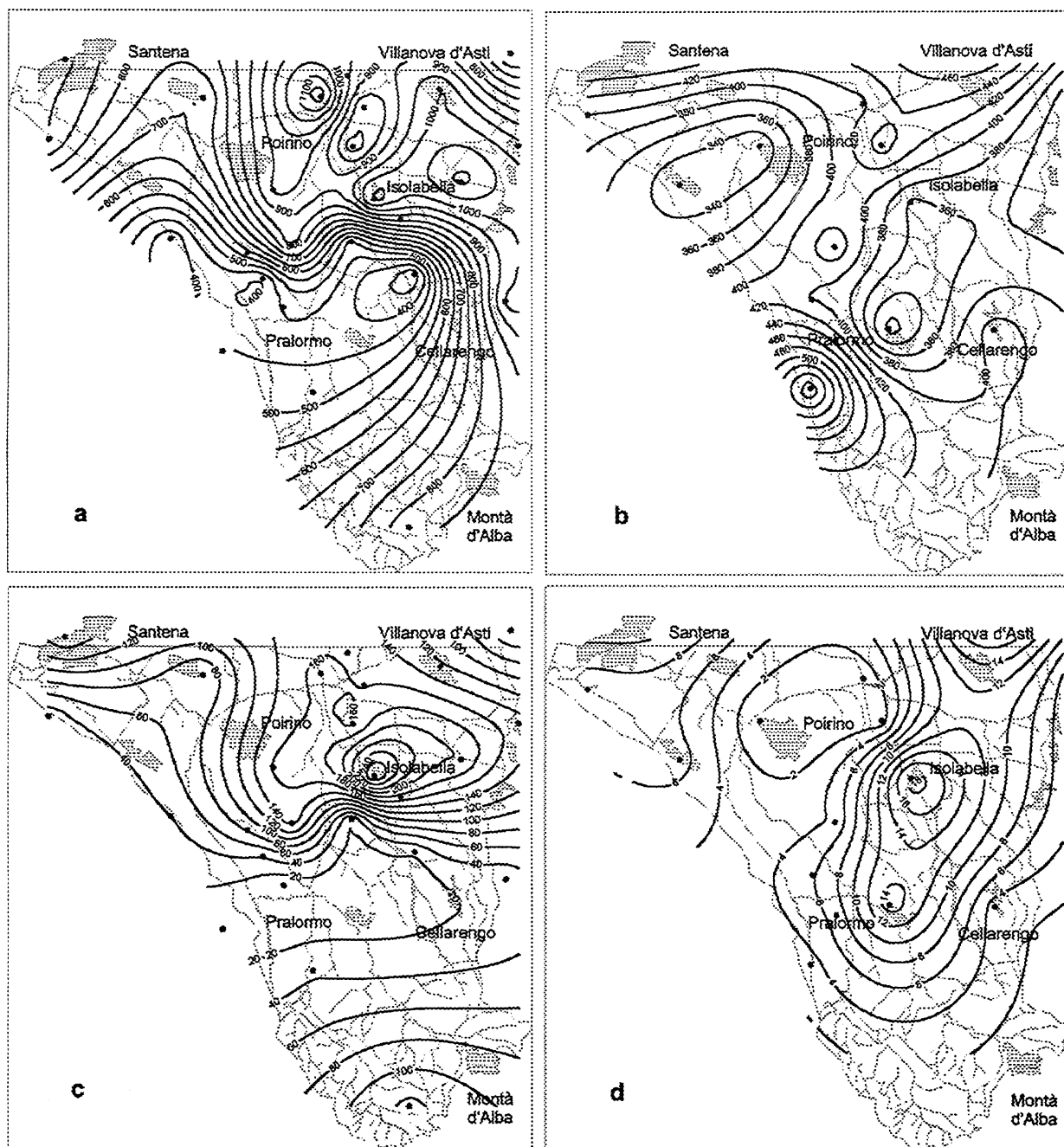


Fig. 7 - a) Carta della conducibilità elettrolitica della falda superficiale; b) Carta della conducibilità elettrolitica della falda profonda; c) Carta della concentrazione dello ione nitrato nella falda superficiale; d) Carta della concentrazione dello ione nitrato nella falda profonda.

a) Specific conductance of water in the upper aquifer; b) Specific conductance of water in the lower aquifer; c) Nitrate concentration in water in the upper aquifer; d) Nitrate concentration in water in the lower aquifer.

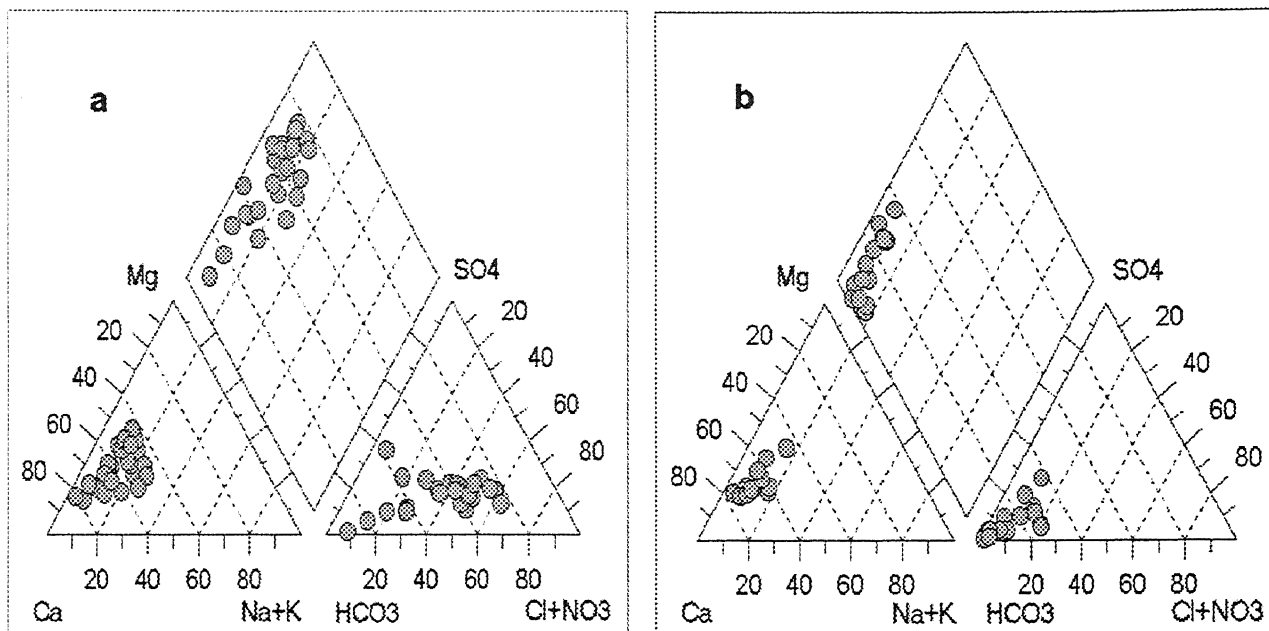


Fig. 8 a-b - Diagrammi di Piper della falda superficiale (a) e profonda (b).

a) Piper plot of the upper aquifer waters; b) Piper plot of the lower aquifer waters.

della falda profonda delle altre zone della pianura piemontese.

Le affinità di chimismo tra acque della falda superficiale e quelle della falda profonda nel settore centro-occidentale dell'area potrebbero essere dovute ad un certo grado di comunicazione tra le due falde, come messo in luce anche dalla ricostruzione litostratigrafica.

Il forte grado di inquinamento della falda superficiale è verosimilmente dovuto alle pratiche agricole e zootecniche, queste ultime particolarmente sviluppate nel settore centro-meridionale dell'area sul territorio dei Comuni di Cellarengo (allevamenti di avicoli), Isolabella, Pralormo e Valfenera (bovini), Poirino (avicoli, bovini e suini) e Santo Stefano Roero (suini). L'inquinamento e una circolazione lenta delle acque a causa della bassa permeabilità dell'acquifero superficiale, costituito prevalentemente da sedimenti siltosi, sono la causa di livelli elevati di mineralizzazione della falda a superficie libera, che ben si differenzia chimicamente rispetto alla falda profonda.

9. CONCLUSIONI

La ricostruzione dell'assetto litostratigrafico, basata sulle caratteristiche di tessitura, contenuto fossilifero e indice di colore dei sedimenti descritti nelle stratigrafie di numerosi pozzi per acqua e sulla posizione stratigrafica dei diversi corpi sedimentari, ha consentito di individuare la presenza, nel settore centrale dell'Altopiano di Poirino, di quattro termini sovrapposti: questi costituiscono la continuazione verso W dei sedimenti marini, delle unità "villafranchiane" e dei sedimenti fluviali sovrastanti descritti nell'area-tipo del "Villafranchiano" di Villafranca d'Asti (Carraro, op. cit.). L'intera successione forma una struttura sinclinale, con asse a direzione variabile tra E-W, nell'area-tipo, e NE-SW nell'area ogget-

to del presente studio: in particolare i due termini inferiori (1 e 2) risultano debolmente immersi verso W e troncati al tetto da una superficie erosionale che costituisce la prosecuzione occidentale della superficie di Cascina Viarengo riconosciuta nell'area-tipo; i termini superiori (3 e 4) presentano invece un andamento sub-orizzontale.

La ricostruzione della geometria dei principali corpi geologici e le misure idrauliche e idrochimiche eseguite hanno consentito di studiare le falde contenute all'interno dei depositi marini e "villafranchiani" e nei sovrastanti depositi fluviali.

La situazione presa in esame può essere considerata unica per quanto riguarda i termini inferiori in quanto questi depositi sono presenti e diffusi su vaste aree della pianura, ma le informazioni che si possono ad essi riferire sono in molti casi di significato puntuale; la disponibilità di stratigrafie di pozzi profondi ha consentito nel settore dell'Altopiano di Poirino di pervenire ad un'affidabile ricostruzione del modello idrogeologico.

Nell'area di studio si osserva inoltre un assetto idrogeologico singolare in quanto la falda superficiale, che riveste comunque uno scarso interesse in quanto di limitate potenzialità e di consistente degrado qualitativo, defluisce verso W ed ha una alimentazione locale; quella profonda ha invece un andamento opposto, in quanto è diretta verso E ed è alimentata dalla zona corrispondente alla pianura alluvionale del F. Po posta più ad Ovest.

La caratterizzazione effettuata può essere d'ausilio anche nella pianificazione dell'uso sostenibile delle risorse idriche in quanto, come si è detto, le "falde profonde" presenti nell'acquifero marino e "villafranchiano" sono di interesse in vasti settori della Pianura Padana e sono oggetto di specifica tutela all'interno delle

normative regionali e nazionali sull'uso delle acque. Data la buona qualità e la discreta potenzialità, nonché il loro grado di protezione dalla contaminazione proveniente dalla superficie, le falde contenute nei depositi "villafranchiani" e marini costituiscono una risorsa di interesse strategico, che deve essere tutelata nelle sue zone di ricarica.

RINGRAZIAMENTI

Gli Autori ringraziano F. Carraro e D. Tropeano per la paziente ed accurata lettura del manoscritto e per i preziosi suggerimenti.

BIBLIOGRAFIA

- Bortolami G. C., Carraro F., Crema G.C., Malaroda R., Petrucci F., Sacchi R., Sturani C., Tagliavini S. & Venzo S., 1969 - *Foglio 68 "Carmagnola" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000*. II ed., Serv. Geol. It., Roma.
- Bortolami G. C., Cavallero E., Forno M. G. & Mosso E., 1989 - *Studio idrogeologico del bacino di Asti. Caratteristiche e potenzialità degli acquiferi*. Atti Congr. Intern. Geingegneria "Suolosottosuolo", Torino, 27-30 settembre 1989, 1, 431-440.
- Carraro F. ed., 1996 - *Revisione del Villafranchiano nell'area-tipo di Villafranca d'Asti*. Atti del Convegno: "Il significato del Villafranchiano nella stratigrafia del Plio-Pleistocene" [Peveragno (Cuneo) - Villafranca d'Asti (Asti), 20-24 giugno 1994]. Il Quaternario, 9(1), 5-119.
- Carraro F., Petrucci F. & Tagliavini S., 1969 - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia - Foglio 68 "Carmagnola"*. II ed., Serv. Geol. It., Roma, 40 pp.
- De Mortillet M.G., 1864 - *L'époque quaternaire dans la Vallée du Po*. Ex. Bull. Soc. Géol. France, sér. 2, 2, 138-151.
- Forno M.G., 1979 - *Il "loess" della Collina di Torino: revisione della sua distribuzione e della sua interpretazione genetica e cronologica*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 2, 105-124.
- Forno M.G., 1980 - *Evidenza di un drenaggio abbandonato nel settore settentrionale dell'Altopiano di Poirino (prov. di Torino)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 3, 61-65.
- Forno M.G., 1982 - *Studio geologico dell'Altopiano di Poirino*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 5, 129-162, 1 carta geol. 1:50.000.
- Pareto M., 1861 - *Coupes à travers l'Apennin, des bords de la Méditerranée à la Vallée du Pô, depuis Livourne jusqu'à Nice*. Bull. Soc. Géol. Fr., sér. 2, 19, 239-320.
- Pareto M., 1865 - *Sur la subdivision que l'on pourrait établir dans les terrains de l'Apennin Septentrional*. Bull. Soc. Géol. Fr., sér. 2, 22, 210-277.
- Sacco F., 1890 - *Il bacino terziario e quaternario del Piemonte*. R. Univ. Torino, Tip. Bernardoni, Milano, 643 pp.
- Sacco F., 1912 - *Geoidrologia dei pozzi profondi della Valle Padana - parte I*. Ann. R. Acc. Agric. Torino, 54, 1-387.
- Sacco F., 1924 - *Geoidrologia dei pozzi profondi della Valle Padana - parte II*. Ist. Polig. dello Stato, Roma, Min. LL. PP., Servizio Idrografico del Po, 1-180.
- Sacco F., 1933 - *Geoidrologia dei pozzi profondi della Valle Padana - parte III*. Ist. Polig. dello Stato, Roma, Min. LL. PP., Servizio Idrografico del Po, 1-532.
- Sacco F., Stella A. & Franchi S., 1924 - *Foglio 68 "Carmagnola" della Carta Geologica d'Italia*. I ed., R. Uff. Geol. It., Roma.

Ms. ricevuto il 30 luglio 1999
Testo definitivo ricevuto il 15 novembre 1999

Ms. received: July 30, 1999
Final text received: November 15, 1999