

COMUNE

NIZZA MONFERRATO

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI ASTI

RICHIEDENTE:

ROBINO PATRIZIA

Indirizzo sede: Largo IV Novembre 55

12058 Santo Stefano Belbo (CN)

Partita IVA. 02097870048

Cod. Fisc. RBN PRZ 63L44 B5940

# PERMESSO DI RICERCA PER ACQUE MINERALI E TERMALI

ai sensi della L.R. 25 del 12/07/1994 e s.m.i.

## "LA ROMANA"

### RELAZIONE IDROGEOLOGICA

Elaborato

ID17R009c

Data

Agosto 2017

Identificazione elaborato	Redatto	Verificato	Approvato
ID17R009c.docx	-	-	-

Revisione	Data	Redatto	Verificato	Approvato	Oggetto

TECNICO INCARICATO

Geol. Sergio ROLFO  
Via Trento e Trieste, 8/c  
12042 BRA (CN)  
Tel./Fax: 0172-421933



RICHIEDENTE

## INDICE

PREMESSA .....	1
1 STUDIO IDROGEOLOGICO .....	2
1.1 INQUADRAMENTO GIACIMENTOLOGICO DELL'AREA DEL PERMESSO DI RICERCA .....	2
1.2 INDAGINE GEOGNOSTICA PREGRESSA .....	11
1.3 STUDIO GEOCHIMICO PRELIMINARE DELLE ACQUE .....	13
1.4 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....	16

## ELENCO APPENDICI

- Appendice A** Indagine geognostica - Ditta SONDECO s.r.l.  
**Appendice B** Comunicazioni - ISPRA

## **PREMESSA**

La presente relazione, redatta nell'ambito della richiesta di permesso di ricerca di acque minerali e termali in una porzione del territorio del comune di Nizza Monferrato (AT), illustra studi geologici ed geoidrologici preliminari condotti a seguito del rinvenimento, con la realizzazione di un sondaggio geognostico a finalità litostratigrafiche, di acque ipersaline.

Per ottenere un quadro di prima approssimazione sulla natura di queste acque si è provveduto ad effettuare un'analisi comparativa tra le acque rinvenute nel sondaggio geognostico e quelle presenti in un pozzo, in falda superficiale, ubicato in prossimità.

Le informazioni pregresse, nell'intorno dell'abitato di Nizza Monferrato, si sono dimostrate poco esaustive: anche studi specifici quali quelli sul riscaldamento temporaneo da 10°C a 30°C delle acque di falda superficiale, a seguito delle sequenze sismiche locali durante il periodo agosto 2000 (con magnitudo MI = 5.2) e luglio 2001, non spiegano il chimismo di queste acque termali e le loro modalità di circolazione e distribuzione spaziale.

Come illustrato nei capitoli che seguiranno, le operazioni e gli studi attualmente realizzati non consentono di ottenere un quadro attendibile sulla consistenza della risorsa e sulle possibili soluzioni che si potrebbero attuare per poter sfruttare a fini terapeutici le acque minerali-termali rinvenute.

Allo scopo si rende necessario avviare una campagna di ricerca che consenta di ottenere un quadro giacimentologico di dettaglio al fine di giungere allo sfruttamento di una risorsa che potrebbe risultare molto importante per l'intero territorio provinciale, sia dal punto di vista terapeutico, sia da quello sociale ed economico.

## 1 STUDIO IDROGEOLOGICO

### 1.1 Inquadramento giacimentologico dell'area del permesso di ricerca

L'area oggetto della domanda di ricerca è topograficamente compresa nelle Sezioni 194010/194050 (CTR Piemonte, 1991) e si colloca tra il fondovalle ed il sistema collinare presente tra l'abitato di Calamandrana e Nizza Monferrato come esposto nelle tavole alla scala 1:2000 / 1:10.000 (Tavv. 1 / 4).

L'assetto morfologico è conseguente alle divagazioni dei Torrente Belbo, come testimoniato dalle diffuse tracce di modellamento fluviale visibili sul terreno, meglio ancora, da fotografie aeree. Si possono riconoscere, infatti, vecchi alvei abbandonati "paleo alvei", mentre, più generalmente, anche la semplice tessitura agraria, con le sue diverse geometrie, permette di distinguere le fasce di terreno, progressivamente abbandonate dal corso d'acqua ed insediate da colture agricole. Questo torrente risultano topograficamente depresso rispetto al piano di campagna con un ridotto numero di isole o barre vegetate.

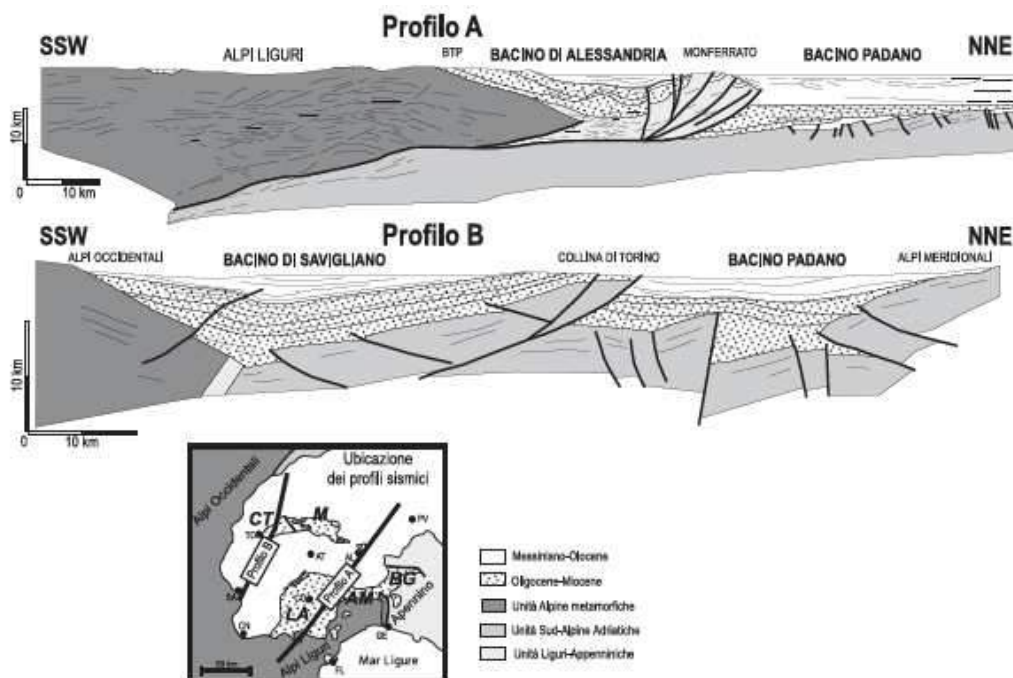
La geomorfologia dell'area è quindi modellata nei terreni appartenenti al Bacino Terziario Ligure Piemontese; questi essendo di natura prettamente marnoso – argilloso – arenacea e quindi particolarmente duttili, hanno dato origine ad un paesaggio dolce di medio - bassa collina, i cui versanti più acclivi individuano gli strati a componente litologica più tenace.

La ricostruzione geologica della zona collinare a sud del Po, comprendente le aree del Monferrato e delle Langhe, è stata oggetto di numerosi lavori sia a carattere specialistico (paleontologico, stratigrafico, sedimentologico), sia a carattere più generale, relativamente alla ricostruzione degli eventi deposizionali e deformativi che si sono succeduti nel corso del Terziario in questo ampio bacino.

Fra i lavori a carattere generale si ricordano quelli di *Sacco (1889)*, *Gelati (1968)*, *Lorenz (1969)*, *Boni (1970)*, *Gelati & Gnaccolini (1982; 1988)* relativi alla stratigrafia del *Bacino Terziario Piemontese (B.T.P.)*; oltre al Foglio n° 69 "Asti" (Fig. 1.2a) della Carta Geologica d'Italia, nell'area della collina di Torino-Monferrato recenti lavori (*Clari et al. 1995*, *Piana 2000*) hanno rivisto le teorie classiche relative all'assetto stratigrafico e strutturale del *B.T.P.*, individuando una serie di unità tettonostratigrafiche deposte in bacini relativamente indipendenti fra loro.

L'assetto strutturale dell'area è, quindi, dovuto alla convergenza delle catene alpina ed appenninica, che ha dato origine ad una struttura sinclinale con giacitura assai blanda nella zona centrale: Collina di Torino e Monferrato, a Nord, e Langhe, a Sud, rappresentano rispettivamente i fianchi della sinclinale, la quale fino a Poirino presenta l'asse orientato E-W per poi assumere una direzione NE-SW: il settore in esame si colloca nel fianco meridionale di questa struttura a sinclinale.

Come osservabile nella figura 1.1, le successioni a sud del sistema Collina di Torino-Monferrato ed i loro compositi substrati definiscono un bacino di *piggy-back* sovrascorso verso nord sulle successioni terziarie del Bacino Padano.



**Figura 1.1** - Profili geologici schematici attraverso i principali elementi strutturali della Pianura Padana occidentale (modificato da: Cassano et al., 1986; Falletti et al., 1995; Mosca, 2006).

Il Foglio n° 69 "Asti" (Fig. 1.2a) della Carta Geologica d'Italia delinea un assetto geologico, della zona, caratterizzato dalla presenza di sedimenti riferibili a una successione regressiva con passaggio da depositi marini a depositi continentali di origine fluviale.

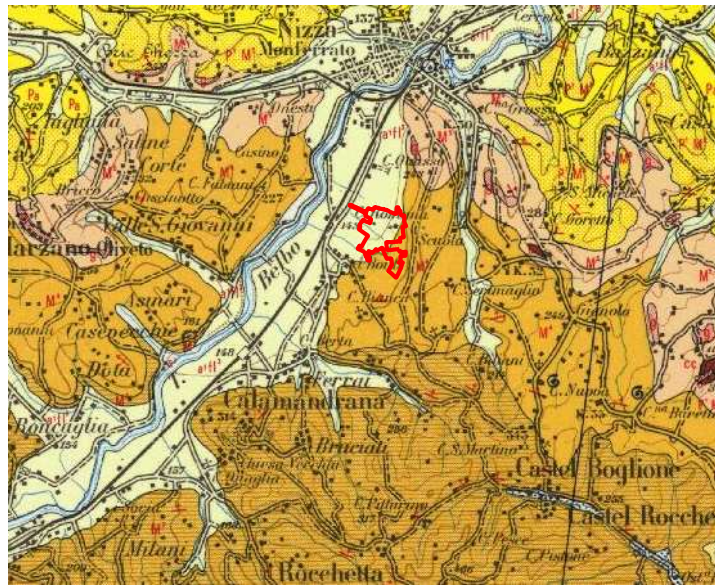


Figura 1.2a - Estratto, non in scala, dal Foglio n° 69 della Carta Geologica d'Italia. L'area interessa i depositi alluvionali (a1fl<sup>3</sup>) e le Marne di S. Agata Fossili (M<sup>4</sup>).

La linea blu rappresenta la sezione II (Fig. 1.2c). Il tratto rosso comprende l'area in esame.

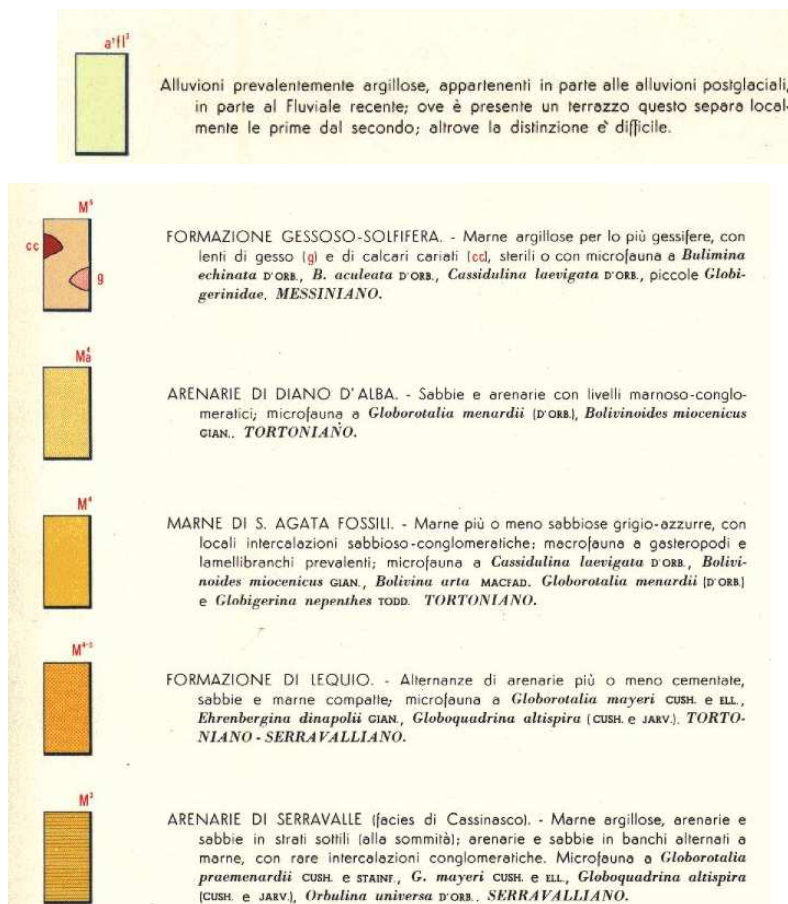
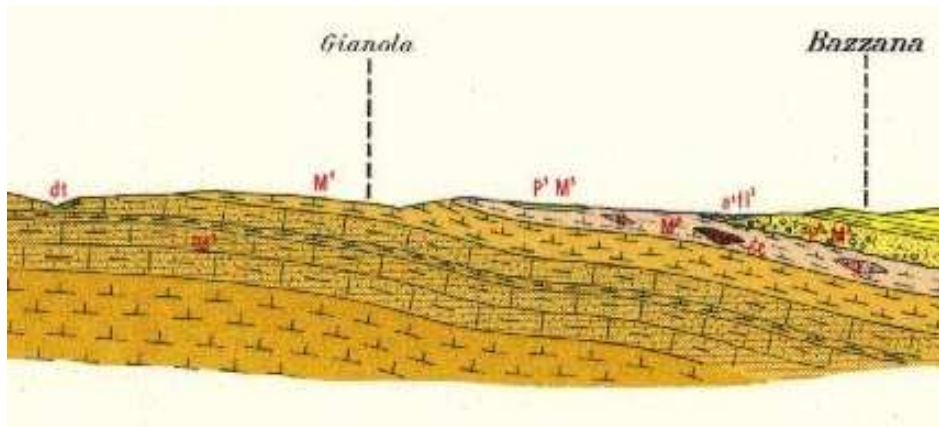


Figura 1.2b - Estratto, non in scala, della legenda del Foglio n° 69 della Carta Geologica d'Italia.



**Figura 1.2c** - Estratto, non in scala, della Sezione II presente nel Foglio n° 69 della Carta Geologica d'Italia.

La stratigrafia dell'area può essere così ripartita (dalla più recente alla più antica):

- *Depositi alluvionali medio-recenti* ( $a^{1fl^3}$ )

L'assetto locale dell'area è quindi quello di un solco erosionale sul fondo del quale è stata depositata una sottile coltre di depositi alluvionali (la potenza dei depositi tende ad aumentare in direzione dei fianchi collinari e a ridursi in direzione dell'alveo del Torrente Belbo, con spessori compresi tra 10 ÷ 20 m) la cui geometria interna è definita da interdigitazioni di lenti allungate e separate da superfici erosive, leggermente concave, mentre la granulometria è decrescente verso l'alto con ghiaie alla base, sabbie prevalenti e limi con sabbia a tetto.

- *Formazione Gessoso-Solfifera* ( $M^5$ ) - *Marne di S. Agata Fossili* ( $M^4$ ):

Procedendo dall'alto verso il basso il Messiniano Piemontese può essere suddiviso in tre unità a limiti inconformi, separate da superfici di discontinuità stratigrafica di estensione regionale (CLARI et al., 2008):

- **Unità 3.** Intervallo post-evaporitico (*Messiniano superiore*).

Questo intervallo è rappresentato dai Conglomerati di Cassano Spinola, costituiti da argille e peliti grigio-verdastre con resti di molluschi ipoalini cui si intercalano livelli sabbiosi e conglomeratici spesso con base erosionale. Nella zona in esame fra l'intervallo evaporitico e i Conglomerati di Cassano Spinola si interpone un intervallo di peliti nerastre dello spessore di 4.50 m coinvolte in un fenomeno di slumping. Questo intervallo presenta contenuto fossilifero e



caratteristiche sedimentologiche nettamente differenti sia da quelli dell'intervallo evaporitico sottostante che da quelli dei soprastanti Conglomerati di Cassano Spinola. Le peliti, vistosamente ripiegate, contengono infatti abbondantissime concrezioni carbonatiche biancastre di forma assai variabile e di dimensioni decimetriche, al cui interno sono riconoscibili resti vegetali. Si osservano numerosi dicchi clastici di spessore centimetrico ed estensione di alcune decine di metri, costituiti da peliti siltose analoghe a quelle incassanti. Mancano del tutto in questo corpo caotico i livelli evaporitici e i resti di molluschi ipoalini che caratterizzano l'unità soprastante. La superficie di discordanza è localmente sottolineata da un livello conglomeratico a clasti arrotondati di gesso e clay chips marnosi, seguito da peliti grigio azzurrognole, ricche di resti vegetali, impronte di radici e mud cracks.

- **Unità 2.** Intervallo superiore post-evaporitico (*Messiniano medio*).

Questa Unità è stata riconosciuta in affioramento nel settore del Monferrato-Collina di Torino, in quello nord-orientale delle Langhe e nella zona Borbera-Grue. E' interamente costituita da sedimenti caotici (Complesso caotico della Valle Versa), in passato non distinti dalla Formazione Gessoso-Solfifera (BONI e CASNEDI, 1970). La base di questa unità è una superficie erosionale (D1) che incide l'Unità 1 fino a raggiungere la successione sottostante a diversi livelli stratigrafici (Oligocene in alcuni settori del Monferrato).

Essa corrisponde alla superficie intra-messiniana e a scala del bacino è associata ad una chiara discordanza angolare che ne suggerisce l'origine tettonica. Il Complesso della Valle Versa, che in affioramento raggiunge uno spessore massimo di 250 metri, è costituito da blocchi di diversa composizione e dimensioni (da pochi metri a parecchie centinaia di metri) inglobati in una matrice fine costituita da argille brecciate. I blocchi più frequenti sono costituiti da evaporiti, da carbonati evaporitici e carbonati bioclastici di provenienza ignota. Sono inoltre presenti numerose masse di carbonati autigeni metanoderivati, formati dalla risalita sul fondo del bacino di fluidi freddi ricchi di metano. L'Unità 2 è stata riconosciuta su base sismica anche nel sottosuolo (Alessandria e Moretta-Saluzzo) dove raggiunge il suo massimo spessore (MOSCA, 2006).



- **Unità 1.** Intervallo Tortoniano-Messiniano sup. evaporitico (*Messiniano inferiore*).

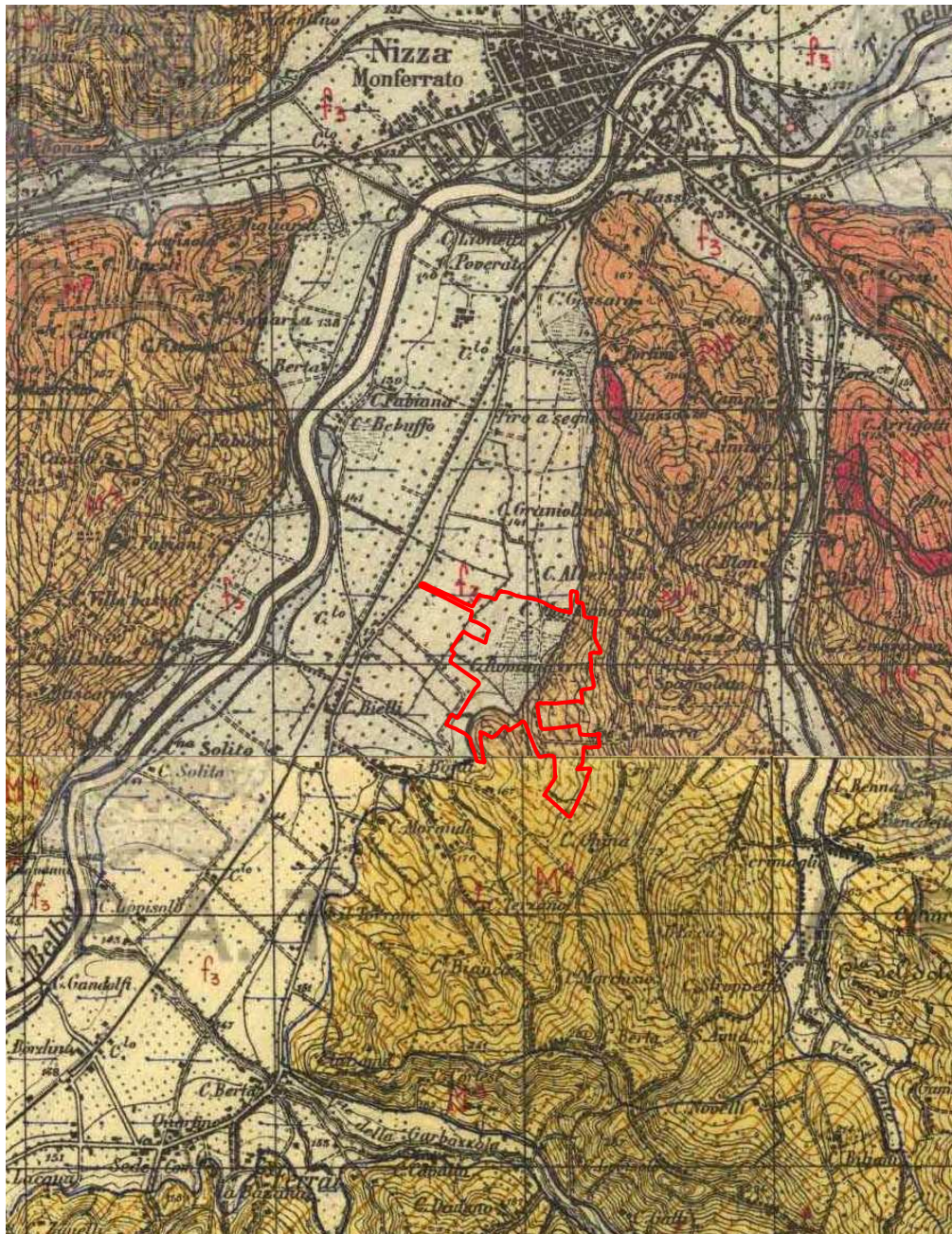
Questa unità riunisce i depositi precedentemente cartografati come Marne di Sant'Agata Fossili e Formazione Gessoso-solfifera.

Le Marne di Sant'Agata Fossili, costituite da peliti emipelagiche passanti al tetto ad alternanze ritmiche di marne e peliti nerastre, testimoniano la progressiva restrizione del bacino come preludio alla Crisi di Salinità (STURANI E SAMPÒ, 1973). La Formazione Gessoso-Solfifera, osservabile solo nel settore della Collina di Torino e in quello nord-orientale delle Langhe, si presenta alquanto eterogenea. Nel primo settore essa è rappresentata da banchi di gessi selenitici potenti sino a 30 m e da peliti anossiche laminate, organizzate in almeno tre cicli confrontabili con quelli della Vena del Gesso romagnola. Questa successione è stata notevolmente caoticizzata dalla tettonica intra-messiniana (DELA PIERRE et al., 2007). Nel settore nordorientale delle Langhe invece la Formazione Gessoso-Solfifera è costituita da una successione pelitica finemente stratificata, in cui è intercalato un unico intervallo con spessore metrico di gesso primario laminato (tipo "balatino"). Questa successione appare come l'equivalente laterale dell'intervallo evaporitico principale descritto nella zona albese, di cui rappresenta la terminazione orientale (IRACE, 2004; IRACE et al., 2005).



**Figura 1.3** - Schema stratigrafico dei depositi messiniani del Bacino Terziario Piemontese modificato da IRACE, 2004.

Per un'analisi di maggior dettaglio (Fig. 1.4) si riporta uno stralcio del rilievo di terreno alla scala 1:25.000 (Foglio n. 69 II NE "Nizza Monferrato", Foglio n. 69 II SE "Calamandrana") relativo alla Carta Geologica d'Italia F° 69 "Asti".



**Figura 1.4** - Estratto, non in scala, dal Foglio n° 69 II NE "Nizza Monferrato", dal Foglio n° 69 II dal Foglio n° 69 II SE "Calamandrana". La linea rossa comprende l'area in esame.

Sulla base della ricostruzione dell'assetto geologico-strutturale sopra esposta ed in riferimento a quanto riportato in letteratura (CIVITA, 2005), sono state individuate le due principali serie idrogeologiche e i relativi complessi idrogeologici presenti nell'area in esame:

- la serie idrogeologica *Quaternaria* viene rappresentata, in questo settore, dal Complesso idrogeologico alluvionale.

Permeabilità primaria per porosità con valori relativi medi, variabili in relazione al rapporto ghiaia/sabbia e dalla presenza di limo.

La falda è caratterizzata da una soggiacenza generalmente limitata a pochi metri dal piano campagna ed è drenata dal reticolato idrografico locale.

La portata è generalmente mediocre (pochi l/s).

*I pozzi, presenti nell'intorno dell'area in esame, sono tutti imposti all'interno di questo acquifero.*

- La serie idrogeologica *Oligo-Miocenica*, caratterizzata dalla presenza del Complesso idrogeologico Argilloso-Sabbioso-Gessoso.

Questo *Complesso Argilloso-sabbioso-gessoso* ospita due differenti acquiferi.

Il primo è imposto negli orizzonti costituiti dalle bancate di gesso che localmente presentano una serie di discontinuità più o meno carsificate e che danno origine ad una serie di limitati circuiti sotterranei.

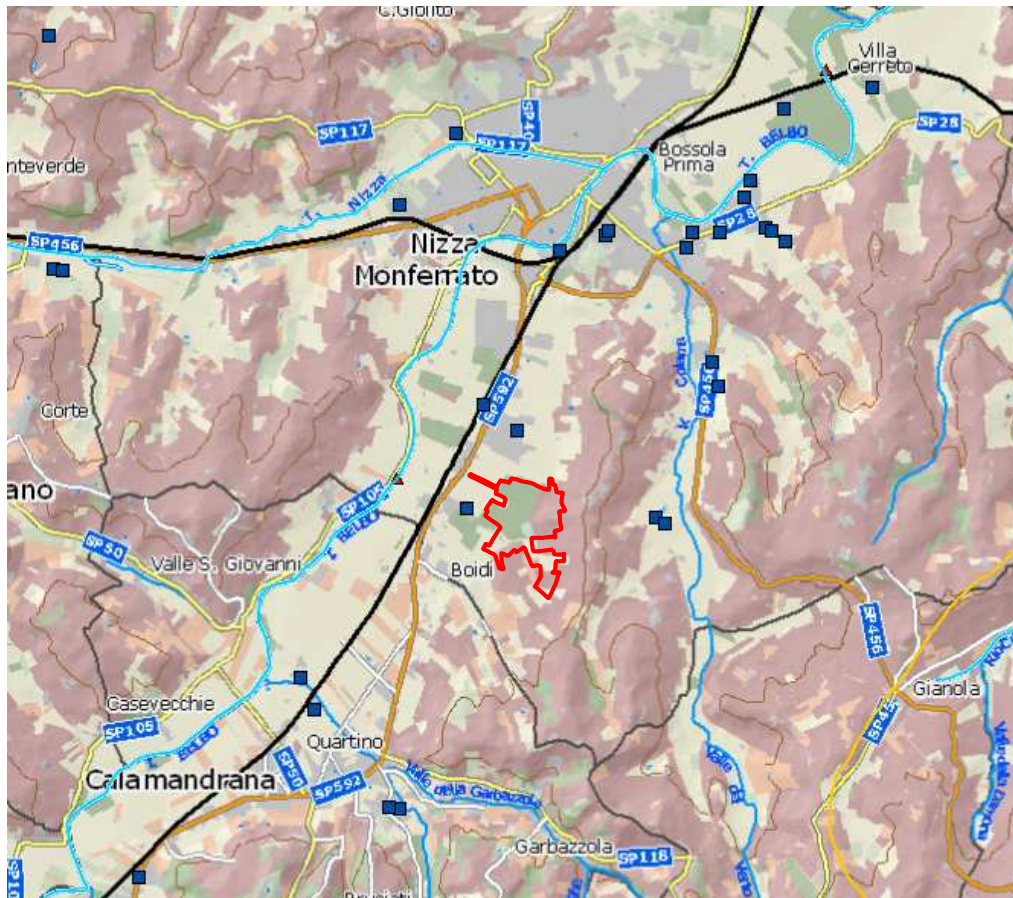
Il secondo acquifero è presente negli orizzonti sabbioso-limosi, localmente anche ghiaiosi, che si incontrano sia alla base, sia al tetto della Facies Messiniana. Questi livelli, caratterizzati da una permeabilità piuttosto ridotta a causa della notevole presenza della matrice argilloso-limosa sono spesso intervallati da orizzonti impermeabili.

*Nell'area in esame non sono noti pozzi che intercettino questo complesso.*

A scala locale non sono disponibili dati che consentano una ricostruzione di dettaglio dell'assetto litostratigrafico del substrato, del campo di moto e del chimismo delle acque profonde. I dati stratigrafici disponibili, nell'area tra Nizza Monferrato e Calamandrana, derivano dalla realizzazione di pozzi per acqua i quali interessano la sola copertura alluvionale raggiungendo profondità comprese tra 6 e 12 m (Fig. 1.5).



Anche gli studi specifici<sup>1</sup> realizzati per il riscaldamento temporaneo da 10°C a 30°C delle acque di falda superficiale, a seguito delle sequenze sismiche locali durante il periodo agosto 2000 (con magnitudo MI = 5.2) e luglio 2001, non spiegano il chimismo da salino a ipersalino di queste acque ipotermali e le loro modalità di circolazione e distribuzione spaziale.



**Figura 1.5** - Estratto, non in scala, da Sistema Informativo Risorse Idriche Regione Piemonte (<http://www.regione.piemonte.it/siriw/cartografia/mappa>).

<sup>1</sup> F. QUATTROCCHI et Alii (2003): Thermal anomalies and fluid geochemistry framework in occurrence of the 2000-2001 Nizza Monferrate seismic sequence (northern Italy): Episodic changes in the fault zone heat flow or chemical mixing phenomena? - *Natural Hazards and Earth System Sciences* (2003) 3: 269-277.  
C. FEDERICO et Alii (2006): Inverse and forward modelling of groundwater circulation in a seismically active area (Monferrato, Piedmont, NW Italy): Insights into stress-induced variations in water chemistry - *CHEMICAL GEOLOGY* 248 (2008) 14-39.

## 1.2 Indagine geognostica progressa

Allo scopo precipuo di identificare l'assetto litostratigrafico locale, nelle giornate dal 13 maggio al 9 giugno 2017 venne realizzata dalla ditta Sondeco s.r.l. di Torino (App. A), previa comunicazione a ISPRA - Servizio Geologico d'Italia (App. B), una indagine geognostica costituita da n° 1 sondaggio a carotaggio continuo (S1 /LR-100), ubicato su N.C.T. al foglio n° 31 particella n° 21 in località Boidi (Fig. 1.6) nel territorio comunale di Nizza Monferrato (AT).



Figura 1.6 - Ubicazione indagine geognostica (Sondeco s.r.l.).

La metodologia di perforazione utilizzata è stata:

- da 0.0 m a -13.0 m: metodologia a distruzione di nucleo;
- da -13.0 m a -108.0 m: metodologia a rotazione con carotaggio continuo.

I testimoni del carotaggio sono stati riposti in n° 19 cassette catalogatrici e ricoverate presso un deposito della Committenza.

Al termine della perforazione, la verticale di indagine è stata strumentata mediante la posa in opera di un piezometro a tubo aperto (diametro 4") in PVC.

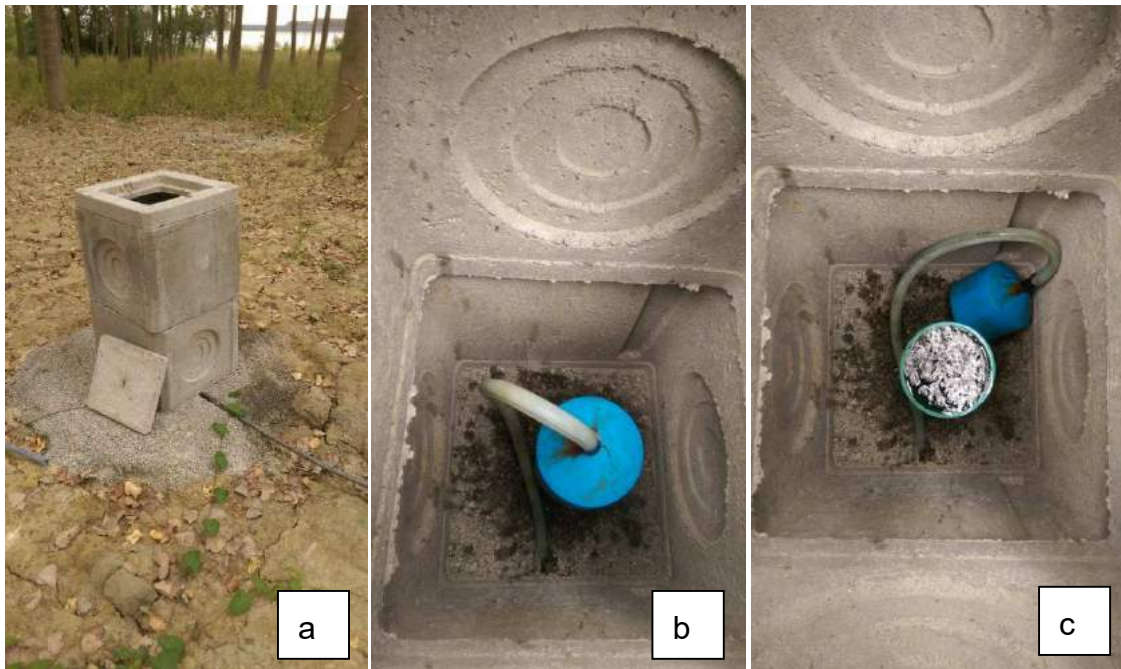
Allo scopo di isolare la falda superficiale da quelle profonde venne riempita l'intercapedine, tra il tubo in PVC cieco e la perforazione, con:

- miscela cementizia: da piano campagna a -42 m;
- bentonite in pellets: da -42 m a -45 m da p.c..

Il tubo in PVC fessurato è stato posizionato da -59 m a -107 m.

Al termine delle operazioni di posa si è evidenziata a testa tubo piezometrico una debole sovrappressione (Fig. 1.7c) con modesta portata (circa 1 litro/minuto).

Allo scopo sulla testa del tubo piezometrico è stato collocato un coperchio dotato di troppo-pieno mediante tubo di scarico (Fig. 1.7b).



**Figura 1.7** - a) Fotogramma della struttura provvisoria di protezione del sondaggio.

b) Particolare della chiusura con tubazione di troppo-pieno.

c) Sovrapressione dell'acqua.

La stratigrafia desunta dal sondaggio ha evidenziato:

- *depositi alluvionali*: da piano campagna a -20.3 m, sabbie medio fini di colore grigio passanti a sottostanti limi argillosi con un livello di 2 metri di ghiaie eterometriche in matrice sabbiosa alla base;
- *substrato*:
  - da -20.3 m a -60.5 m: marna argillosa e siltite marnosa di colore grigio azzurro;
  - da -60.5 m a -99.9 m: marna argillosa e siltite marnosa, di colore grigio azzurro, di potenza plurimetrica alternata a livelli da centimetrici a decimetrici di sabbie.
  - da -99.9 m a -108.0 m: marna argillosa e siltite marnosa, di colore grigio



azzurro, di potenza metrica alternata a livelli da centimetrici a decimetrici di sabbie.

Al termine è stata inviata comunicazione di fine indagine ad ISPRA - Servizio Geologico d'Italia (App.B).

### 1.3 Studio geochimico preliminare delle acque

Il giorno 20 Luglio 2017 sono stati prelevati n. 2 campioni di acque dai seguenti punti:

- Sondaggio stratigrafico (profondità 100 m), codice LR-100;
- Pozzo esistente (profondità 6 m), codice LR-6.

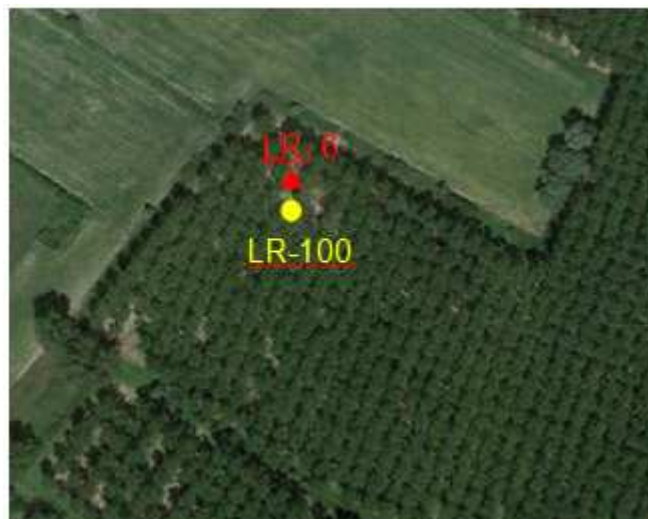


Figura 1.8 - Ubicazione punti di prelievo.

L'acqua è stata raccolta in un contenitore sufficientemente capiente e quindi frazionata in due differenti aliquote per evitare di indurre disomogeneità fra queste ultime.

All'atto del campionamento sono stati misurati:

- temperatura con termometro digitale al decimo di grado;
- pH con pH-mV-metro digitale munito di elettrodo a vetro e compensazione automatica della temperatura;
- potenziale redox (Eh) con pH-mV-metro digitale munito di elettrodo a Pt;
- conducibilità elettrica specifica (EC) a 25°C con conducimetro digitale;



- alcalinità totale determinata per titolazione acidimetrica con HCl 0.1 N e metilarancio come indicatore, utilizzando un apposito micro-dosimetro che permette di apprezzare il microlitro di acido aggiunto.

Direttamente sul sito di prelievo, sono state raccolte due aliquote di campione, un contenitore da 500 ml di campione “*tal quale*” ed un’aliquota da 50 ml filtrata (attraverso membrane con diametro dei pori di 0.45 µm) e successivamente acidificata in laboratorio con HNO<sub>3</sub> ultrapuro. Le analisi chimiche dei campioni raccolti sono state effettuate presso il Laboratorio Centrale di ACAM Acque S.p.A. - La Spezia, impiegando:

- un cromatografo ionico DIONEX mod. ICS-2000 per la determinazione di anioni e cationi maggiori, F e specie dell’N;
- uno spettrofotometro ICP-OES Perkin-Elmer Optima 2000 DV dotato di sistema di nebulizzazione, riscaldamento e condensazione del nebulizzato modello Apex-E® per la misura dei metalli in traccia e della silice.

L’alcalinità totale è stata determinata nuovamente in laboratorio per titolazione acidimetrica con HCl 0.1 N ed un indicatore misto (rosso metile e verde bromo-cresolo), utilizzando un apposito micro-dosimetro che permette di apprezzare il microlitro di acido aggiunto.

Il limite di rilevabilità delle analisi effettuate è:

- 0.1 mg/l per la SiO<sub>2</sub> disciolta;
- 0.05 mg/l per anioni e cationi maggiori, F e specie dell’N;
- 0.01 mg/l per B, Li, Sr;
- 0.005 mg/l per Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Sn, V, Zn;
- 0.002 mg/l per Cd, Ni, Pb.

I risultati ottenuti sono riportati in Tabella 1.1

Codice	Eh	pH	T	E.C. 20°C	Ca	Mg	Na	K
	mV		°C	µS/cm	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
LR-100	-129	7.19	13.6	107910	4375	2471	27424	146
LR-6	-99	7.53	14.0	2790	360	76.1	250	6.01

Codice	Alk.Tot.	SO <sub>4</sub>	F	Cl	Br	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Li	Sr	SiO <sub>2</sub>	B
	mg HCO <sub>3</sub> /kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
LR-100	50.6	27.6	8.63	53490	127	97.1	102	3.23	53.3	2.6	2.41
LR-6	595	130	0.881	728	0.32	0.80	0.112	0.07	5.50	10.1	0.11

Codice	Cd	Co	Cr tot	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Sn	V	Zn
	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
LR-100	12	<5	<5	<5	12150	405	4	41	<5	<5	8
LR-6	<2	<5	<5	<5	8464	1240	<2	2	<5	<5	10

**Tabella 1.1** - Risultati delle misure di terreno e delle analisi chimiche di laboratorio per i campioni d'acqua sotterranea raccolti durante questo lavoro.

Dovendo essere soddisfatta la condizione di elettroneutralità della soluzione acquosa, la somma delle concentrazioni dei costituenti cationici deve essere uguale, entro limiti accettabili ( $\pm 10\%$ ), alla somma delle concentrazioni dei costituenti anionici, entrambe espresse in unità equivalenti. Questa condizione è risultata essere soddisfatta per le acque campionate.

In base ai dati chimici prodotti in questo lavoro ed al confronto con i dati di letteratura pertinenti, il campione LR-100 è interpretabile come un'acqua di origine marina che ha subito un apprezzabile aumento di salinità per evaporazione, come indicato dal grado di evaporazione di 1.91, calcolato in base sia al bromuro sia al magnesio disciolti. Questo valore del grado di evaporazione, escludendo effetti di diluizione (miscela con acque meteoriche) ed assumendo che l'acqua di mare iniziale abbia la stessa composizione di quella attuale, indica che non è stata raggiunta la condizione di saturazione con il gesso, che richiede un rapporto di evaporazione di 3.62.

Acque salate con caratteristiche analoghe al campione LR-100 sono presenti lungo il margine degli Appennini Settentrionali, per lo più in Emilia-Romagna. Queste acque salate sono state oggetto di studi scientifici, come quello di Boschetti et al. (2011).

Va anche ricordato che, alla temperatura di 25°C, il campione LR-100 ha una densità calcolata di 1.063 g/cm<sup>3</sup>, che è molto maggiore di quella dell'acqua pura, 0.9970 g/cm<sup>3</sup>. Anche ammettendo che le acque meteoriche siano in grado di infiltrarsi fino

ad entrare in contatto con le acque salate, è molto probabile che le prime formino uno strato separato, posizionato al di sopra delle seconde, a causa del forte contrasto di densità, piuttosto che esse si miscelino fra di loro.

Per concludere, l'acqua connata di interesse è relazionata ad un sistema idrico stagnante, la cui estensione, campo di moto, chimismo ed assetto litostratigrafico dell'acquifero, saranno determinati mediante indagini geofisiche e geochimiche di maggior dettaglio, da eseguirsi come da piano di ricerca allegato.

#### **1.4 Considerazioni conclusive**

Come illustrato nei paragrafi precedenti le operazioni e gli studi attualmente realizzati non consentono di ottenere un quadro attendibile sulla consistenza della risorsa e sulle possibili soluzioni che si potrebbero attuare per poter sfruttare a fini terapeutici le acque rinvenute.

Allo scopo si rende necessario avviare una campagna di ricerca che consenta di ottenere un quadro giacimentologico di dettaglio al fine di giungere allo sfruttamento di una risorsa che potrebbe risultare molto importante per l'intero territorio provinciale, sia dal punto di vista terapeutico, sia da quello sociale ed economico.



# **APPENDICE A**

## **Indagine geognostica - Ditta SONDECO s.r.l.**


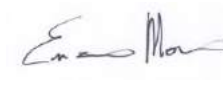



# SIG.RA PATRIZIA ROBINO

CANTIERE: STRADA CANELLI  
 LOCALITÀ BOIDI  
 NIZZA MONFERRATO (AT)

## INDAGINE GEOGNOSTICA

Note tecnico – esecutive

Rev.	Data	Redazione	Verifica	Approvazione	Descrizione
Ø	31/07/2017	dott. Stellato S. 	dott. geol. Mosso E. 	dott. geol. Chiesa G. 	Prima Emissione

# **Sig.ra Patrizia Robino**

## **INDAGINE GEOGNOSTICA**

### **Strada Canelli**

### **Località Boidi – Nizza Monferrato (AT)**

Su incarico della “*Sig.ra Patrizia Robino*” è stata eseguita, nelle giornate dal 13 maggio al 9 giugno 2017, una indagine geognostica costituita da n° 1 sondaggio, ubicata presso un lotto di terreno agricolo adibito a pioppeto, censito su N.C.T. al foglio n° 31 particella n° 21, adiacente a Strada Canelli, in località Boidi (Fig. 1 e 2), nel territorio comunale di Nizza Monferrato (AT); tale indagine aveva lo scopo di identificare l’assetto litostratigrafico locale.

#### **SONDAGGI**

Il sondaggio è stato eseguito utilizzando una sonda idraulica tipo Casagrande “C6” montata su carro cingolato.

La metodologia di perforazione utilizzata è stata:

- da 0.00 m – 13.00 m: metodologia a distruzione di nucleo, utilizzando utensili distruttori Ø 178 mm;
- da 13.00 m – 108.00 m: metodologia a rotazione con carotaggio continuo, utilizzando carotieri semplici aventi Ø 101 mm.

Per stabilizzare in corso d’opera le pareti del foro sono stati impiegati rivestimenti metallici provvisori Ø 178 mm fino a 30.00 m di profondità e Ø 127 mm fino a 44.00 m.

Il sondaggio, denominato *SI*, è stato spinto fino alla profondità di m 108.00 dal piano campagna; le risultanze sono riportate nella stratigrafia allegata.

Nel corso delle operazioni di perforazione è stato rilevato un livello statico della falda superficiale attestato a circa m 2.30 da p.c., che è stato isolato mediante la posa di doppio

**Certificato n° 679 del 31/07/2017**

rivestimento metallico provvisorio; al raggiungimento di profondità superiori a 60 m il livello si è posizionato a circa - 0.5/ -1.0 m da pc.

I testimoni del carotaggio sono stati riposti in n° 19 cassette catalogatrici, opportunamente classificate e ricoverate presso un deposito della Committenza.

**STRUMENTAZIONE – PIEZOMETRO**

Al termine della perforazione a carotaggio, la verticale di indagine è stata alesata con diam 127 mm fino a fondo foro e quindi strumentata mediante la posa in opera di un piezometro a tubo aperto ( $\varnothing$  4”) in PVC, fenestrato secondo lo schema riportato nella scheda stratigrafica, al fine di poter verificare nel tempo le eventuali oscillazioni del livello di falda. e permetterne il campionamento.

Al termine delle operazioni di posa si è evidenziata a testa tubo piezometrico una debole sovrappressione con modesta portata (circa 1 litro/minuto).

Al termine dei lavori di completamento, il piezometro è stato sottoposto a spurgo mediante impiego di una elettropompa sommersa fino a raggiungimento della chiarificazione delle acque e rimozione delle particelle in sospensione derivanti dalle operazioni di perforazione

**RIEPILOGO SONDAGGI**

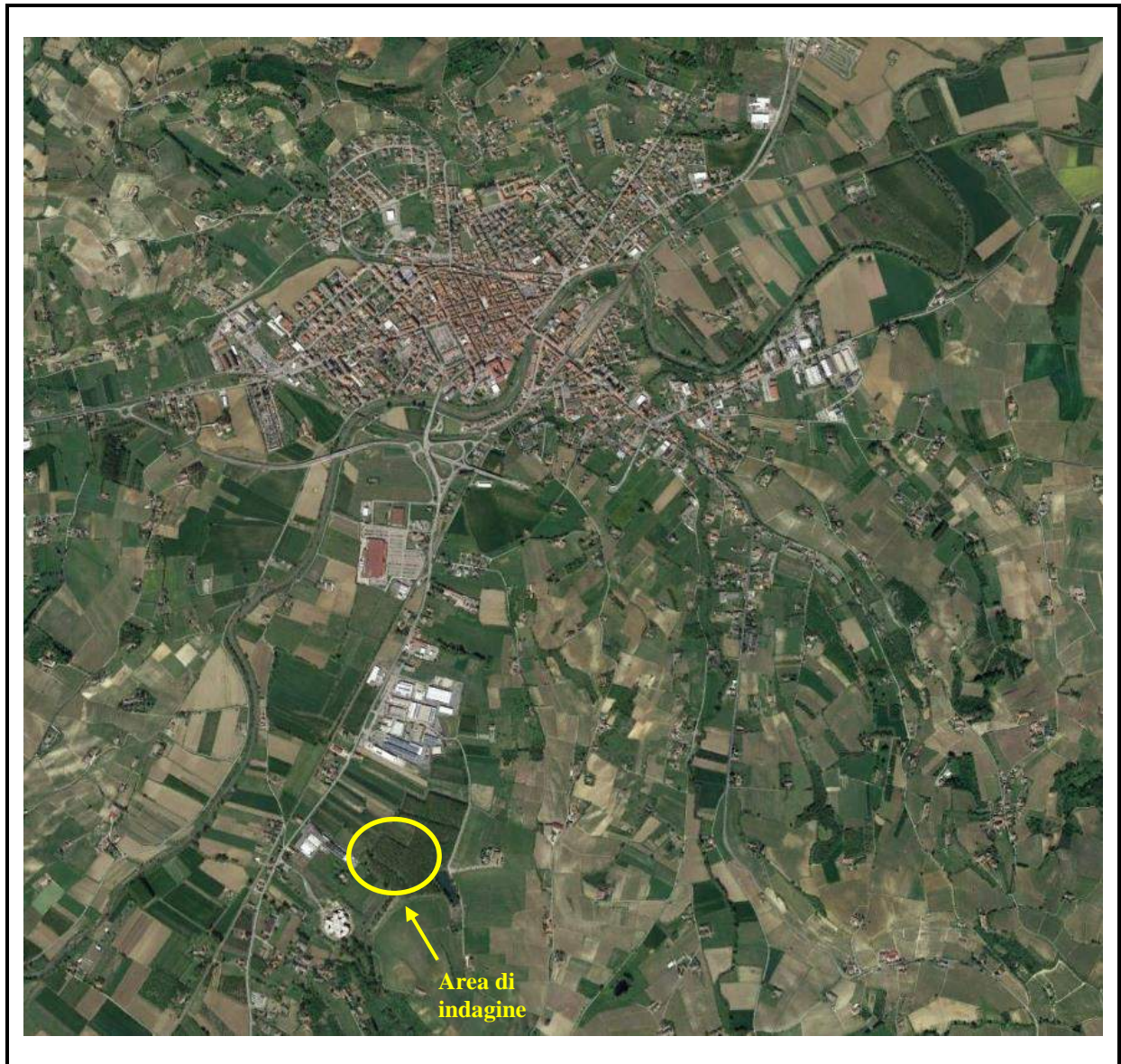
Le coordinate approssimate, le caratteristiche di perforazione del sondaggio ed il tipo di strumentazione installata sono riepilogati nella **Tabella 1** seguente:

Sondaggio n°	Coordinate del punto di indagine (GPS – gradi decimali)	Metodologia di perforazione	Profondità (m)	Tipo di strumentazione
S1	44.754250 8.351400	Distruzione di nucleo	0.00-13.00	Piezometro a tubo aperto
		Carotaggio continuo	13.00-108.00	

**Tabella 1**

Si trasmette in allegato la documentazione tecnica relativa all'indagine eseguita.





**Fig. 1:** Inquadramento area di indagine.




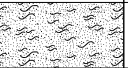












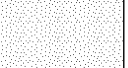

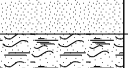
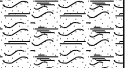



**Fig. 2:** Ubicazione delle indagini eseguite (in giallo).


**Allegato  
stratigrafico**

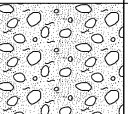


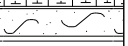
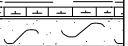

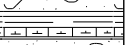

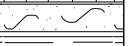


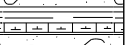

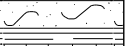
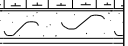
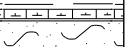

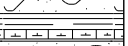


**Certificato n° 679 del 31/07/2017**

	Committente	Sig.ra Patrizia Robino	SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	Strada Canelli - Loc. Boidi	<b>S1</b>	<b>1/6</b>
	Località	Nizza Monferrato (AT)		
	Data Inizio	13/05/17	Data Fine	09/06/17


Profondita'	Potenza	Scala 1:100	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Perforazione	Rivestimento	% Carotaggio	Schema Piezometro	Descr. piezometro
1.00	1.00	1		Sabbia limosa e limo sabbioso; colore bruno giallastro.						Tubo in PVC cieco diam. 4" da m 0.00 - 59.00. Intercapedine riempita con miscela cementizia.
		2		Sabbia media e grossolana, sciolta; colore grigio.						
		3								
		4								
	6.50	5								
		6								
		7								
7.50		8		Sabbia fine e sabbia limosa, totalmente inconsistente; colore grigiastro.						
	2.00	9								
9.50		10		Sabbia, da media a molto fine e da sciolta a debolmente addensata; colore grigio.						
		11								
		12								
	6.40	13								
		14								
		15								
15.90		16		Limo argilloso ed argilla limosa; colore grigio plumbeo. Presenza di orizzonti decimetrici di limo torboso nerastro e di limo sabbioso e sabbia limosa grigio azzurra.						
	2.10	17								
18.00		18								
					101	178	178	90		




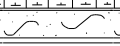

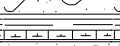



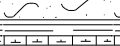
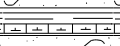

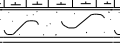
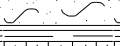
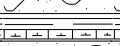

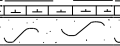


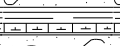

**Certificato n° 679 del 31/07/2017**

	Committente	Sig.ra Patrizia Robino	SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	Strada Canelli - Loc. Boidi	<b>S1</b>	<b>2/6</b>
	Località	Nizza Monferrato (AT)	Quota (p.c.)	
	Data Inizio	13/05/17	Data Fine	09/06/17


Profondita'	Potenza	Scala 1:100	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Perforazione	Rivestimento	% Carotaggio	Schema Piezometro	Descr. piezometro
18.00	2.30	19		Ghiaia eterometrica con rari piccoli ciottoli (diam. max 6-8 cm) in matrice sabbiosa e sabbioso limosa, addensata; colore grigio azzurro.						Tubo in PVC cieco diam. 4" da m 0.00 - 59.00. Intercapedine riempita con miscela cementizia.
20.30		20								
	40.20	21		Marna, marna argillosa e siltite marnosa; colore grigio azzurro.						
		22								
		23								
		24								
		25								
		26								
		27								
		28								
		29								
		30								
		31								
		32								
		33								
		34								
		35								
		36								
		37								
		38								
						101	178	90		
						127				

**Certificato n° 679 del 31/07/2017**

	Committente	Sig.ra Patrizia Robino	SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	Strada Canelli - Loc. Boidi	<b>S1</b>	<b>3/6</b>
	Località	Nizza Monferrato (AT)	Quota (p.c.)	
	Data Inizio	13/05/17	Data Fine	09/06/17

Profondita'	Potenza	Scala 1:100	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Perforazione	Rivestimento	% Carotaggio	Schema Piezometro	Descr. piezometro	
	40.20	39		Marna, marna argillosa e siltite marnosa; colore grigio azzurro.						Tubo in PVC cieco diam. 4" da m 0.00 - 59.00. Intercapedine riempita con miscela cementizia.	
		40									
		41									
		42									
		43									
		44									
		45									
		46									
		47									
		48									
		49									
	50										
	51										
	52										
	53										
	54										
	55										
	56										
	57										
	58										

**Certificato n° 679 del 31/07/2017**

	Committente	Sig.ra Patrizia Robino	SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	Strada Canelli - Loc. Boidi	<b>S1</b>	<b>4/6</b>
	Località	Nizza Monferrato (AT)	Quota (p.c.)	
	Data Inizio	13/05/17	Data Fine	09/06/17

Profondità	Potenza	Scala 1:100	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Perforazione	Rivestimento	% Carotaggio	Schema Piezometro	Descr. piezometro
	40.20			Marna, marna argillosa e siltite marnosa; colore grigio azzurro.						Tubo in PVC cieco diam. 4" da m 0.00 - 59.00. Intercapedine riempita con ghiaietto siliceo.
60.50										
60.60	0.10			Livello sabbioso.						Tubo in PVC fessurato diam. 4" da m 59.00-107.00. Intercapedine riempita con ghiaietto siliceo.
	1.30			Marna, marna argillosa e siltite marnosa; colore grigio azzurro.						
61.90				Livello sabbioso.						
62.00	0.10			Marna, marna argillosa e siltite marnosa; colore grigio azzurro.						
	2.75									
64.75				Livello sabbioso fine.						
64.90	0.15			Marna, marna argillosa e siltite marnosa; colore grigio azzurro.						
65.05	0.15			Livello sabbioso fine.						
65.10	0.05			Marna, marna argillosa e siltite marnosa; colore grigio azzurro.						
	6.20					101		90		
71.30				Livello sabbioso.						
71.40	0.10			Marna, marna argillosa e siltite marnosa; colore grigio azzurro.						
71.90	0.50			Livello sabbioso.						
72.00	0.10			Marna, marna argillosa e siltite marnosa; colore grigio azzurro.						
	4.40									
76.40				Livello sabbioso.						
76.45	0.05			Marna, marna argillosa e siltite marnosa; colore grigio azzurro.						
	6.55									



**Certificato n° 679 del 31/07/2017**




Committente Sig.ra Patrizia Robino  
 Cantiere Strada Canelli - Loc. Boidi  
 Località Nizza Monferrato (AT)  
 Data Inizio 13/05/17 Data Fine 09/06/17

SONDAGGIO **S1** FOGLIO **5/6**  
 Quota (p.c.)

Profondita'	Potenza	Scala 1:100	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Perforazione	Rivestimento	% Carotaggio	Schema Piezometro	Descr. piezometro
	6.55			Marna, marna argillosa e siltite marnosa; colore grigio azzurro.						Tubo in PVC fessurato diam. 4 " da m 59.00-107.00. Interapedine riempita con ghiaietto siliceo.
		79								
		80								
		81								
		82								
83.00		83								
83.10	0.10			Livello sabbioso.						
		84		Marna, marna argillosa e siltite marnosa; colore grigio azzurro.						
		85								
	5.60	86								
		87								
		88								
88.70		89								
88.80	0.10			Livello sabbioso.						
		90		Marna, marna argillosa e siltite marnosa; colore grigio azzurro.						
		91								
		92								
	11.10	93								
		94								
		95								
		96								
		97								
		98								

**Certificato n° 679 del 31/07/2017**

	Committente	Sig.ra Patrizia Robino	SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	Strada Canelli - Loc. Boidi	<b>S1</b>	<b>6/6</b>
Località	Nizza Monferrato (AT)		Quota (p.c.)	
Data Inizio	13/05/17	Data Fine	09/06/17	

Profondita'	Potenza	Scala 1:100	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Perforazione	Rivestimento	% Carotaggio	Schema Piezometro	Descr. piezometro
	11.10			Marna, marna argillosa e siltite marnosa; colore grigio azzurro.						
99.90	0.05			Livello sabbioso.						Tubo in PVC fessurato diam. 4 " da m 59.00-107.00. Interapedine riempita con ghiaietto siliceo.
99.95	0.85			Marna, marna argillosa e siltite marnosa; colore grigio azzurro.						
100.80	0.05			Livello sabbioso.						
100.85	0.35			Marna, marna argillosa e siltite marnosa; colore grigio azzurro.						
101.20	0.10			Livello sabbioso.						
101.30	0.15			Marna, marna argillosa e siltite marnosa; colore grigio azzurro.						
101.45	0.05			Livello sabbioso.						
101.50	1.40			Marna, marna argillosa e siltite marnosa; colore grigio azzurro.						
102.90	0.05			Livello sabbioso.						
102.95	1.65			Marna, marna argillosa e siltite marnosa; colore grigio azzurro.						
104.60	0.25			Livello sabbioso.						
104.85				Marna, marna argillosa e siltite marnosa; colore grigio azzurro.						
	2.25			Livello sabbioso.						
				Marna, marna argillosa e siltite marnosa; colore grigio azzurro.						
107.10	0.05			Livello sabbioso.						
107.15	0.85			Marna, marna argillosa e siltite marnosa; colore grigio azzurro.						
108.00									Tubo in PVC cieco diam. 4" da m 107.00-108.00.	

**Allegato  
fotografico**



**Foto 1:** Sondaggio 1 - cassa 1 - da 13.00 m a 18.00 m.



**Foto 2:** Sondaggio 1 - cassa 2 - da 18.00 m a 23.00 m.





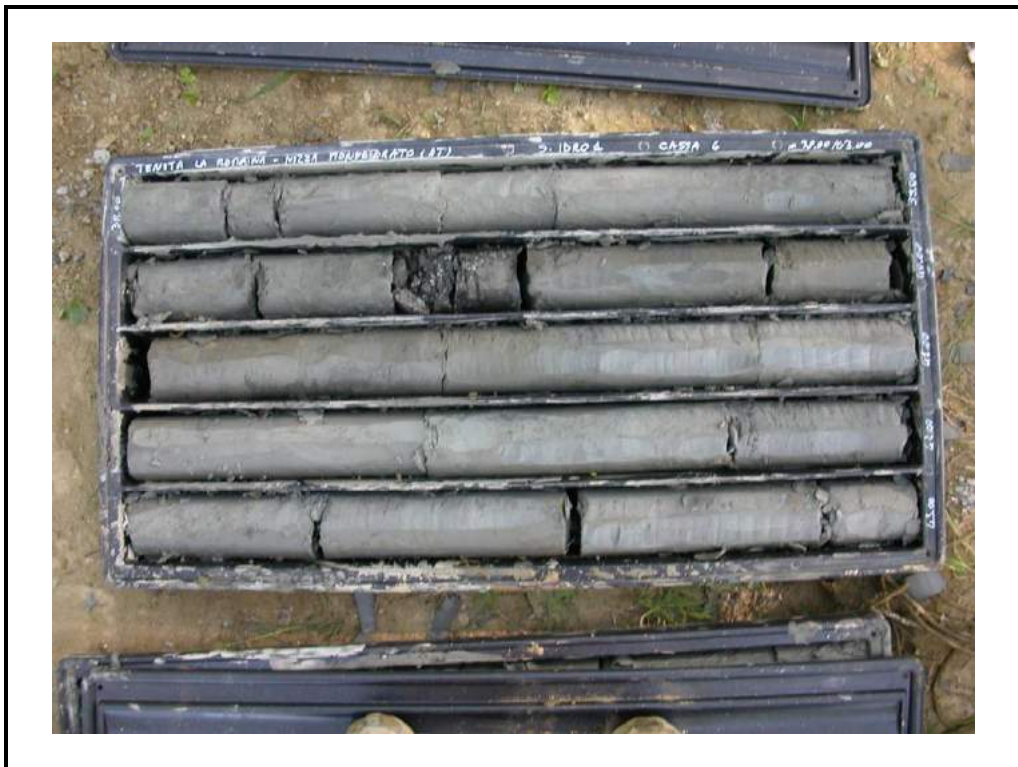
**Foto 3:** Sondaggio 1 - cassa 3 - da 23.00 m a 28.00 m.



**Foto 4:** Sondaggio 1 - cassa 4 - da 28.00 m a 33.00 m.



**Foto 5:** Sondaggio 1 - cassa 5 - da 33.00 m a 38.00 m.



**Foto 6:** Sondaggio 1 - cassa 6 - da 38.00 m a 43.00 m.



**Certificato n° 679 del 31/07/2017**



**Foto 7:** Sondaggio 1 - cassa 7 - da 43.00 m a 48.00 m.



**Foto 8:** Sondaggio 1 - cassa 8 - da 48.00 m a 53.00 m.



**Foto 9:** Sondaggio 1 - cassa 9 - da 53.00 m a 58.00 m.



**Foto 10:** Sondaggio 1 - cassa 10 - da 58.00 m a 63.00 m.





**Foto 11:** Sondaggio 1 - cassa 11 - da 63.00 m a 68.00 m.



**Foto 12:** Sondaggio 1 - cassa 12 - da 68.00 m a 73.00 m.





**Foto 13:** Sondaggio 1 - cassa 13 - da 73.00 m a 78.00 m.



**Foto 14:** Sondaggio 1 - cassa 14 - da 78.00 m a 83.00 m.





**Foto 15:** Sondaggio 1 - cassa 15 - da 83.00 m a 88.00 m.



**Foto 16:** Sondaggio 1 - cassa 16 - da 88.00 m a 93.00 m.





**Foto 17:** Sondaggio 1 - cassa 17 - da 93.00 m a 98.00 m.



**Foto 18:** Sondaggio 1 - cassa 18 - da 98.00 m a 103.00 m.





**Foto 19:** Sondaggio 1 - cassa 19 - da 103.00 m a 108.00 m.



**Foto 20:** Postazione sondaggio 1.

# **APPENDICE B**

## **Comunicazioni - ISPRA**



ISPRA  
Servizio Geologico d'Italia - Dipartimento Difesa del Suolo  
Geologia Applicata e Idrogeologia  
Via Vitaliano Brancati, 48  
00144 ROMA

Oggetto: **Legge 4 agosto 1984 n. 464. Comunicazione inizio indagine**

Ai sensi dell'art. 1 della legge citata in oggetto, Vi comunico che in data 13/05/17  
inizierà l'indagine, a mezzo di una perforazione, in località PIZZA MONFERRATO-STR. CANGLI  
nel terreno censito (N.C.T.) al foglio n. 31 particella n. 21 del Comune  
di PIZZA MONFERRATO Prov. (AT) ad uso AGRICOLO  
Profondità prevista metri 60 dal p.c.

La perforazione sarà effettuata:

a percussione	
a rotazione con distruzione di nucleo	
a rotazione con carotaggio continuo	<input checked="" type="checkbox"/>
a rotopercussione	

Si allega stralcio di carta topografica I.G.M. al 25.000 con indicata l'area d'intervento.

Vi sarà data tempestiva comunicazione di eventuale sospensione dei lavori (Mod. 2).

Titolare dell'indagine (Committente): AGRIUM USUM TEMUTA LA ROMANA S.S.  
STRADA CANGLI SS - 14049 PIZZA MONF. (AT)  
Per ulteriori informazioni, Vi prego di rivolgerVi al seguente indirizzo:

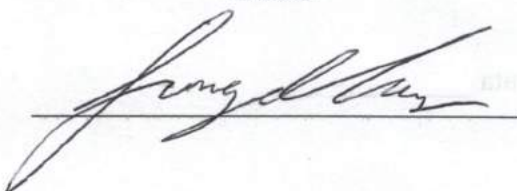
Nominativo: dott. geol. GIORGIO CHIESA di SONDECO srl  
Indirizzo Str. della CONNENDA n. 11 Comune TORINO  
Prov. (TO) Telefono 011-7393610 E-mail sondeco@sondeco.it

Provvederò a fornirVi le relative informazioni sui dati acquisiti (Mod. 4) dopo il termine dell'indagine.

Distinti saluti.

Data 12/05/17

Firma





Oggetto: Legge 4 agosto 1984 n. 464. Comunicazione fine indagine

In riferimento alla precedente comunicazione con data documento 12/05/17 spedita con posta raccomandata n. PEC - del 12/05/17 Vi comunico la fine dell'indagine.

Titolare dell'indagine (Committente) Sig.ra PATRIZIA ROBINO  
Indirizzo VIA PINI d'ALEPPO n. 26/1a Comune VARAZZE  
Prov. (SV) Telefono \_\_\_\_\_ E-mail \_\_\_\_\_

Impresa di perforazione SONDECO srl - referente dott. geol. GIORGIO CHIESTA  
Indirizzo STRADA della COMMENDA. 11 Comune 10149 TORINO  
Prov. (TO) Telefono 011-7393610 E-mail sondeco@sondeco.it

DATI TECNICI DELLA PERFORAZIONE

Comune NIZZA MONFERRATO Prov. (AT) Località BOIDI-STRADA CANELLI

Ubicazione catastale (N.C.T.) Scala 1: \_\_\_\_\_ Foglio n. 31 Particella n. 21

Coordinate (sistema di riferimento) GPS-gradi decimali Longitudine/X 8.351600

Uso AGRICOLO Latitudine/Y 44.754250

Data inizio lavori 13/05/17 Data fine lavori 31/07/2017 Quota s.l.m. 145 (m)

Perforazione diametro:  $\varnothing_1$  178 (mm) da 0,0 (m) a 13,00 (m) dal p.c.

$\varnothing_2$  101 (mm) da 13,00 (m) a 108,00 (m) dal p.c.

Profondità max 108,00 (m) dal p.c. Portata max \_\_\_\_\_ (l/s) Portata esercizio \_\_\_\_\_ (l/s)

Misura piezometrica in data 20/07/17 Livello statico 0,0 (m) dal p.c.

Livello dinamico<sub>1</sub> \_\_\_\_\_ (m) dal p.c. Abbassamento \_\_\_\_\_ (m) Con portata \_\_\_\_\_ (l/s)

Livello dinamico<sub>2</sub> \_\_\_\_\_ (m) dal p.c. Abbassamento \_\_\_\_\_ (m) Con portata \_\_\_\_\_ (l/s)

Livello dinamico<sub>3</sub> \_\_\_\_\_ (m) dal p.c. Abbassamento \_\_\_\_\_ (m) Con portata \_\_\_\_\_ (l/s)

Colonna di rivestimento: Diametro 178 (mm) Lunghezza 30 (m) dal p.c.

Colonna emungimento: Diametro 114 (mm) Lunghezza 108,0 (m) dal p.c.

Filtro diametro:  $\varnothing_1$  114 (mm) da 59,00 (m) a 107,00 (m) dal p.c.

$\varnothing_2$  \_\_\_\_\_ (mm) da \_\_\_\_\_ (m) a \_\_\_\_\_ (m) dal p.c.

Pompa tipo \_\_\_\_\_ Potenza \_\_\_\_\_ (CV) Prevalenza \_\_\_\_\_ (m)

Falde rinvenute: I (da m 0,0 a 20,0 m) dal p.c. II (da m 60,0 a 100,0 m) dal p.c.

III (da m 100,0 a 108,00 m) dal p.c. IV (da m \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_ m) dal p.c.

Allegati: Colonna stratigrafica con descrizione litologica (in caso di necessità utilizzare il Mod. 4 bis);

Ubicazione puntuale della perforazione su carta di dettaglio (es. mappa catastale o foto aerea).

Note (eventuali): IN CORSO d'OPERA è stato sostituito il titolare di indagine (ex AGRITURISMO TENUTA LA RORANA S.S)

Data 07/08/17

Firma

