

Regione Piemonte  
Provincia di Novara  
Comune di Novara

**INDAGINE IDROGEOLOGICA PER LA  
DETERMINAZIONE DELLE ZONE DI RISPETTO DEI  
POZZI IDROPOTABILI COMUNALI**

**POZZO NOP00117 - VIA TORELLI - NOVARA**



**RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA**

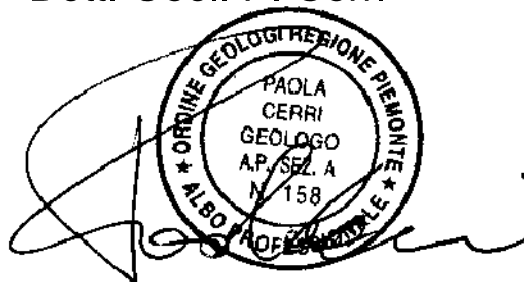
Nebbiuno, Aprile 2012



STUDIO GEOLOGICO  
CERRI • PERAZZOLI

Tel. Fax. 0322/58228  
Via Villa Ombrosa, 2  
28010 Nebbiuno (NO)  
e-mail: percerri@intercom.it

Dott. Geol. P. Cerri



<b>PREMESSA</b>	<b>1</b>
<b>1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE</b>	<b>3</b>
<b>2. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE</b>	<b>5</b>
<b>3. PIEZOMETRIA ACQUIFERO SUPERFICIALE E ACQUIFERO SEMICONFINATO</b>	<b>6</b>
<b>3.1 ACQUIFERO SUPERFICIALE</b>	
<b>3.2 PIEZOMETRIA ACQUIFERO SEMICONFINATO - ACQUIFERO TRADIZIONALE</b>	
<b>4. CARATTERISTICHE DEL POZZO IDROPOTABILE IN ESAME</b>	<b>8</b>
<b>5. VALUTAZIONE DEL GRADO DI VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO CAPTATO</b>	<b>9</b>
<b>5.1 VALUTAZIONE DEL GRADO DI VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO CON METODO GOD DI FOSTER</b>	<b>10</b>
<b>5.2 VALUTAZIONE DEL GRADO DI VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO CON METODO SINTACS</b>	<b>12</b>
<b>6. DELIMITAZIONE AREE DI SALVAGUARDIA</b>	<b>18</b>
<b>6.1 AREE DI SALVAGUARDIA POZZO PON00117 (EX P26)- DIMENSIONI</b>	<b>20</b>
<b>6.2 UBICAZIONE CENTRI DI PERICOLO POTENZIALE</b>	<b>23</b>
<b>6.3 OPERE PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO</b>	<b>24</b>
<b>7.CONCLUSIONI</b>	<b>25</b>

### **ALLEGATI NEL TESTO**

- PROVA DI POMPAGGIO - DIAGRAMMI INTERPRETATIVI E DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI IDROGEOLOGICI
- STRATIGRAFIA POZZO

### **ALLEGATI FUORI TESTO**

Tav. 1 Corografia – scala 1:25.000/1:10.000/1:2.000  
Tav. 2 Carta geologica – scala 1:20.000  
Tav. 4 Piezometria falda freatica e falda semiconfinata – scala 1:10.000  
Tav. 4 Sezione idrogeologica di correlazione – scale 1:10.000/1:2.500/1:500  
Tav. 5 Ubicazione centri di pericolo pozzo NOP00117 – scala 1:10.000  
Tav. 6 Ubicazione centri di pericolo pozzi NOP00117 – scala 1:2.000  
Tav. 7 Zone di rispetto pozzo NOP00117 – scala 1:2.000

## **PREMESSA**

La Committenza ACQUA NOVARA.VCO S.p.a. mi conferiva l'incarico di eseguire un'indagine geologica ed idrogeologica per il dimensionamento delle aree di salvaguardia del pozzo idropotabile allacciato alla rete idrica comunale situato in Via Torelli e identificato con la sigla NOP00117 (negli elaborati del PRGC vigente la sigla identificativa è P26).

Allo scopo di un più ampio e specifico studio dell'area in esame, ai dati ricavati dalla presente indagine si sono aggiunte le informazioni ottenute dalle analisi ed indagini condotte da Dott. Geol. M. Carmine nel marzo 2009, per la ridefinizione delle aree di salvaguardia dei pozzi P11, P14, P48, P52, P59, P60 e quelle contenute nel P.R.G.C. del 2003 del Comune di Novara, a cura del Dott. Geol. M. Carmine e del Dott. Geol. I. Isoli, nonché le informazioni assunte dalla scrivente nell'ambito della ridefinizione dei pozzi NOP00126 e NOP00127 in Via Volta a Novara.

Tutto quanto in rispetto della normativa vigente in materia di qualità delle acque potabili e più precisamente:

- ◆ D.P.R. 24 maggio 1988, n°236: Attuazione della Direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, n°183;
- ◆ D.lgs. 11/05/1999 n°152 "Disposizione sulla Tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della Direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole";
- ◆ D.lgs. 18/08/2000 n°258 "Disposizioni correttive e integrative del D.lgs.11/05/1999, n°52, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 Aprile 1998 n°128";
- ◆ L.R. n°22 del 30 aprile 1996;
- ◆ D.P.G.R. 29 luglio 2003 n°10 /R "Regolamento regionale disciplina dei procedimenti di concessione di derivazione di acqua pubblica (L.R. 29/12/2000, n° 61)";
- ◆ Allegato A del D.P.G.R. 11 dicembre 2006 n°15/R "Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano (L.R. 29/12/2000, n°61)".

L'articolo 6, comma 1 del D.P.R. del 29/07/2003 recita: *"Le zone di rispetto sono delimitate in relazione alle risorse idriche da tutelare e comunque devono avere un'estensione di raggio non inferiore a 200 metri rispetto al punto di captazione. Tale estensione può essere ridotta in relazione alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa"* e l'articolo 5, comma 1, del D.lgs. 258/00 recita: *"L'articolo 21 del decreto legislativo n° 152 del 1999 è sostituito dal seguente: «Art. 21 (Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano). — 1. Su proposta delle autorità d'ambito, le regioni, per mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse, nonché per la tutela dello stato delle risorse, individuano le aree di salvaguardia, nonché, all'interno dei bacini imbriferi e delle aree di ricarica della falda, le zone di protezione»"*.

La presente indagine ha quindi lo scopo di individuare, in funzione della situazione locale di vulnerabilità dell'acquifero sfruttato, l'effettiva dimensione delle zone di rispetto primaria e secondaria delle captazioni in esame, in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa citata.

Come procedura di indagine si è adottato il seguente criterio:

- analisi preliminare delle stratigrafie e dei livelli statici di falda dei pozzi ad uso idropotabile che si sono potuti reperire nei dintorni del pozzo di interesse;
- esecuzione di prove di pompaggio sul pozzo comunale oggetto di indagine;
- analisi dei dati delle prove di pompaggio e determinazione delle proprietà idrodinamiche dell'acquifero captato;
- valutazione della vulnerabilità dell'acquifero sfruttato e determinazione delle zone di rispetto del pozzo in relazione alle caratteristiche idrogeologiche ed idrodinamiche specifiche dell'acquifero precedentemente ricavate.

Di seguito viene dettagliatamente illustrato quanto emerso dalle indagini condotte e vengono allegati, oltre alle suddette stratigrafie, alcuni elaborati grafici rappresentativi della situazione geologica ed idrogeologica del territorio comunale nonché la documentazione richiesta dalla L.R. n°22 del 30 aprile 1996 che ha abrogato la L.R. n°4 del 12 aprile 1994 con particolare riferimento alla Deliberazione di Giunta Regionale del 26 aprile 1995, n°102-45194 - Allegato III.

## **1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE**

Il territorio comunale di Novara è situato nel settore di media pianura ed è compreso tra i corsi dei Fiumi Sesia e Ticino, con quote medie che si attestano intorno ai 150 m s.l.m.; l'aspetto fisiografico generale è caratterizzato dalla presenza di tre elementi geomorfologici ben distinti, di seguito descritti.

### Elementi geologici e geomorfologici

- Terrazzo fluvioglaciale pleistocenico: in letteratura è indicato come “Alluvioni fluvioglaciali ghiaiose, alterate in terreni argillosi giallo-ocracei per uno spessore massimo di circa 3,0 m. RISS p.p.”. In particolare i sedimenti sono costituiti da ghiaie e sabbie alterate, a matrice sabbiosa, talora con lenti intercalate limoso-argillose. La copertura di tali depositi è costituita da consistenti sedimenti loessici e sottostanti paleosuoli policiclici argillificati e rubefatti. Il Terrazzo fluvioglaciale pleistocenico è l'elemento morfologico più rilevato del territorio comunale e raggiunge una quota massima di 163 m s.l.m.. Il terrazzo rissiano si estende dal nucleo centrale dell'abitato di Novara, lateralmente verso Sud, fino al territorio comunale di Garbagna e Vespolate. Nella porzione meridionale il terrazzo è inciso da un reticolo di corsi d'acqua minori con formazione di modeste scarpate, con altezze dell'ordine di 3-5 m e caratterizzati da modesta acclività.
- Livello fondamentale della pianura: designato dagli autori come “Alluvioni ghiaiose, sabbiose, limose limitate al fondo dei solchi vallivi secondari e non ricollegabili agli apparati morenici. PLUVIALE WURM” e “Alluvioni fluvioglaciali ghiaioso-ciottolose (Terrazzi superiori del Ticino) e fluviali prevalentemente sabbioso-limose (a valle del limite settentrionale dei fontanili), con debole strato di alterazione brunastro. WURM” Tali sedimenti sono costituiti da sabbie e ghiaie mal selezionate e discretamente arrotondate; i ciottoli hanno dimensioni medie di qualche centimetro, sono poco alterati, hanno matrice generalmente sabbiosa grossolana di colore grigio-giallastro e sono prevalentemente di natura cristallina e metamorfica.

Il Livello fondamentale della pianura è correlato all'ultima fase di colmamento della pianura, avvenuta nel corso del Pleistocene superiore. La morfologia è omogenea e pianeggiante con quota media pari a 140 m s.l.m. e risulta interrotta solamente dalle incisioni dei corsi d'acqua che sono impostati nelle posizioni attuali fin dall'Olocene.

In corrispondenza di tali incisioni idrografiche sono presenti le aree morfologicamente più depresse del territorio comunale e sono costituite da depositi alluvionali olocenici e recenti.

- Incisioni dei corsi d'acqua recenti e attuali: corrispondono alle fasi più recenti di modellamento della Pianura Padana, indotte dalla dinamica fluviale olocenica. I sedimenti sono composti in prevalenza da ghiaie sabbioso-limose negli alvei dei Torrenti Agogna e Terdoppio, mentre predominano le sabbie e i limi per quanto riguarda i relativi depositi di rotta fluviale (crevasse splay) e per i sedimenti d'alveo dei corsi d'acqua minori.

Sono infine presenti elementi morfologici correlati all'attività antropica quali le discariche di R.S.U., i riporti di materiale e le cave di prestito per gli inerti estratti nel corso degli anni '50 e '60 per la costruzione dell'autostrada A4, oggi dismesse e recuperate come bacini lacustri artificiali.

### Elementi idrografici

I corsi d'acqua principali del territorio comunale di Novara sono il Torrente Agogna e il Torrente Terdoppio, rispettivamente ad Ovest ed ad Est del capoluogo.

I torrenti scorrono con direzione principale Nord - Sud.

L'unico corso d'acqua naturale minore è rappresentato dal Torrente Arbogna, che scorre dalla porzione centro-meridionale del territorio comunale, sino ai comuni di Garbagna ed oltre in Lomellina.

È inoltre presente una serie di rogge e canali, che costituiscono il fitto reticolato minore di origine antropica che caratterizza l'intero territorio comunale, storicamente interessato da un'intensa attività agricola.

Tra i principali canali, alcuni anche di notevole rilevanza e portata, si segnalano:

- il canale Cavour, che attraversa la porzione settentrionale del territorio comunale con direzione Ovest-Est,
- il Canale Regina Elena che, proveniente dal Fiume Ticino, a Nord del territorio comunale di Novara, si immette nel Canale Cavour a monte dell'abitato di Veveri,
- il Canale Quintino Sella, che si dirama dal canale Cavour a Nord-Est della città Novara e prosegue con direzione Nord-Sud sino in Lomellina.
- la Roggia Biraga, che deriva le acque del Fiume Sesia in sponda sinistra,
- la Roggia Mora, avente una lunghezza di oltre 50 chilometri, che ha origine dal Fiume Sesia nel territorio di Prato Sesia, ed attraversa tutta la provincia di Novara, sino a giungere in Lomellina, a Vigevano e Cassolnovo, dopo aver raccolto le acque dei Torrenti Strona, Agogna e Terdoppio (dati Associazione Irrigua Est Sesia).

In prossimità dell'area di captazione in esame (Pozzo NOP0017 – Ex P26 di Via Torelli), a circa 30 m di distanza verso Est scorre intubato il canale denominato Cavo Ricca, con direzione di scorrimento Nord – Sud. Tale canalizzazione ha origine a Nord dell'abitato di Novara, lo attraversa con percorso interamente intubato e, a Sud della Frazione Cittadella, prosegue a cielo aperto; il corso d'acqua nel tratto con percorso intubato è classificato come “CORSO D'ACQUA INTUBATO CON ALVEO DEMANIALE”.

## **2. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE**

Dal punto di vista idrogeologico il sottosuolo del territorio del Comune di Novara è caratterizzato da tre acquiferi:

- a) acquifero monostrato con falda libera (acquifero freatico);
- b) acquifero multistrato semiconfinato (acquifero tradizionale);
- c) acquifero confinato (acquifero profondo).

Il primo acquifero è attualmente sfruttato per soli scopi industriali, il secondo acquifero è abbondantemente sfruttato per scopi potabili e industriali ed è captato da tutti i pozzi a servizio dell'acquedotto. Il terzo acquifero, quello più profondo, risulta attualmente sfruttato esclusivamente da alcuni pozzi privati ad uso industriale.

Dall'esame delle stratigrafie dei pozzi e degli schemi litostratigrafici degli studi accennati in premessa, è possibile ricavare quanto segue:

- in superficie e con uno spessore medio di circa 35 m è presente un acquifero ghiaioso-sabbioso costituito dalle alluvioni fluvioglaciali quaternarie e recenti, sede della falda freatica superficiale. La falda freatica ha una soggiacenza media di 3 m rispetto alla quota media della pianura.
- A maggiore profondità è presente in modo pressoché continuo un livello argilloso avente uno spessore medio di 4 m, che costituisce il letto della falda più superficiale e orizzonte di separazione con la sottostante falda più profonda.
- Sotto questo livello argilloso sono presenti ghiaie e sabbie (Unità ghiaiosa e sabbiosa), generalmente sciolte, che in alcune zone presentano una matrice argillosa; lo spessore medio di tale orizzonte è di circa 10 m.  
Inferiormente a questo livello è presente l' unità sabbiosa, con intercalazioni di livelli più grossolane o di argille, con spessore medio compreso tra 40 e 50 m, fino alla profondità massima di circa -100 m dal p.c..  
Questi ultimi due orizzonti (unità ghiaiosa e sabbiosa e unità sabbiosa) costituiscono l'acquifero semiconfinato tradizionale, sfruttato dai pozzi ad uso idropotabili (anche il pozzo oggetto del presente studio sfrutta l'acquifero tradizionale semiconfinato).
- La base di questo secondo acquifero è costituita da argille grigio-azzurre, talora con torba, a cui localmente si intercalano livelli di sabbie.
- La falda superficiale e la falda semiconfinata presentano piezometrie differenti di alcuni metri.
- A maggiori profondità (oltre 100 m circa dal piano campagna) è presente l'acquifero profondo con falda in pressione e caratterizzato da elevata risalienza del livello statico, fino a raggiungere soggiacenze simili a quelle dell'acquifero superficiale.  
L'acquifero profondo è costituito da prevalenti sabbie confinate da potenti livelli argillosi continui che ne garantiscono una elevata protezione da potenziali fonti di inquinamento. Gli orizzonti produttivi hanno uno spessore di circa 10 m e sono sfruttati da pozzi privati ad uso industriale; le acque dell'acquifero profondo presentano infatti concentrazioni di ferro e manganese superiori ai limiti di Legge ed idrogeno solforato, senza possibilità di impiego a scopo idropotabile.



Sulla base delle stratigrafie dei pozzi idropotabili comunali presenti, è stata redatta una sezione idrogeologica di correlazione con direzione circa N-S e comprendente i pozzi P63b, P15, P48, P26 (il pozzo in esame) – si veda la Tavola n° 4 “Sezione idrogeologica di correlazione”

Da tale sezione si può osservare che:

il primo acquifero, quello superficiale, è caratterizzato da spessore costante e costituito da livelli ghiaioso-sabbiosi, talvolta con intercalazioni di livelli argillosi, non continui lateralmente (si noti infatti l'elevata eterogeneità granulometrica nelle stratigrafie dei pozzi);

il secondo acquifero è costituito da sedimenti prevalentemente sabbiosi, anche se è presente uno strato ghiaioso di spessore rilevante al tetto; in generale risulta frammentato da lenti discontinue di argilla che danno luogo ad un acquifero multistrato. Inoltre si noti come tale acquifero si approfondisca verso SE.

L'acquifero profondo ha uno spessore costante e segue l'acquifero semiconfinato con profondità crescenti verso SE.

### **3. PIEZOMETRIA ACQUIFERO SUPERFICIALE E ACQUIFERO SEMICONFINATO**

#### **3.1 ACQUIFERO SUPERFICIALE**

La superficie piezometrica dell'acquifero superficiale è stata ricavata dallo studio idrogeologico per la ridefinizione delle aree di salvaguardia dei pozzi P11, P14, P48, P52, P58, P60 condotto nel marzo 2009 da Dott. Geol. M. Carmine ed integrata con quanto riportato nel P.R.G.C. vigente (2003) del Comune di Novara, a cura dello stesso Dott. Geol. M. Carmine.

Come si può ricavare da tali studi specifici, la falda freatica ha una soggiacenza media di 3 m rispetto la quota media della pianura, ed ha direzione principale di flusso orientata NW-SE, con variazioni locali correlate agli apporti idrici sotterranei dei corsi d'acqua naturali principali (T. Agogna e T. Terdoppio) e dei maggiori canali irrigui.

Tali informazioni sono riportate nella Tavola 4 “Piezometria falda freatica e falda semiconfinata”– scala 1:10.000.

#### **3.2 PIEZOMETRIA ACQUIFERO SEMICONFINATO - ACQUIFERO TRADIZIONALE**

Come già accennato precedentemente l'acquifero semiconfinato viene sfruttato da numerosi pozzi idropotabili ed industriali.

La piezometria della falda semiconfinata è stata ricavata dai numerosi studi specifici condotti da altri professionisti per la definizione delle aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile, nonché dagli elaborati del P.R.G.C. vigente (Nota: sulla tavola n° 4 allegata le sigle identificative dei pozzi corrispondono a quelle del P.R.G.C. vigente).



Da tali informazioni si rileva che la piezometria risulta essere stata ricavata in condizioni di esercizio delle captazioni, cioè con il pompaggio dei pozzi, anche contemporaneo; per tale motivo la geometria della superficie piezometrica risulta essere, proprio in corrispondenza della captazione in esame caratterizzata da significative depressioni ed accentuati flessi delle isopiezometriche. Per la definizione della direzione di flusso della falda in prossimità della captazione in studio si è pertanto proceduto alla determinazione della direzione media .

La direzione di flusso generale risulta in ogni caso ben definita ed orientata prevalentemente NNW-SSE.

I gradienti idraulici della falda, ricavati dalla piezometria sopradescritta, sono compresi tra 0,2% e 0,6%; come descritto precedentemente, per il pompaggio dei pozzi, la carta della isopiezometriche presenta depressioni significative in prossimità del pozzo oggetto del presente studio con necessità di definire un gradiente medio che risulta pari a 0,16 %.

La quota della superficie piezometrica è variabile da 149 m s.l.m. nel settore settentrionale del territorio comunale, circa 137 m s.l.m. in prossimità del capoluogo e 134 m s.l.m. verso il confine meridionale, con una soggiacenza media compresa tra circa -8 e -14 m dal p.c.

#### **4. CARATTERISTICHE DEL POZZO IDROPOTABILE IN ESAME**

##### **POZZO NOP00117 (ex n° P26)**

Ubicazione Pozzo: Via Torelli – Novara (NO)

Quota del piano campagna (Carta Tecnica Regione Piemonte sez. n° 116160):

153 m s.l.m. cartografia storica anno 1991

150,1 m s.l.m. aggiornamento anno 2001-CTR RASTER 10 AWGS84-UTM.

Ubicazione catastale:	Foglio 98 Mappale 615
Coordinate: Gauss- Boaga	N 5.031.414 E 1.469.828
Coordinate: UTM	N 5.031.397 E 496.799
Coordinate WGS 84	N 45°26'07,5" E 8°36'49,96"

Profondità perforazione: -117,70 m da p.c.

Profondità pozzo: -117,70 m da p.c.

Anno di perforazione: 1961

Impresa esecutrice: Negretti srl

Diametro di perforazione: //

Diametro della colonna di produzione

Tubazioni in acciaio 400 mm da p.c. a -33,10 m da p.c.  
350 mm da -33,10 m a -117,7 m da p.c

Tubazione filtrante da -61,10 m a -67,50 m da p.c.,  
da -98,20 m a -105,30 m da p.c.,  
da -105,30 m a -115,40 m da p.c.

Cementazioni: //

Impermeabilizzazioni://

Stratigrafia: presente e allegata

Livello statico: -13,34 m (29/02/2012) da testa pozzo  
-14,44 m (29/02/2012) da piano campagna

Pompa: portata massima in esercizio 0,010 mc/s=10,00 l/s; Profondità: -30,0 m

Trasmissività acquifero:  $T = 1,83 \times 10^{-2}$  mq/s

Conducibilità idraulica:  $k = 8,318 \times 10^{-4}$  m/s

Si veda per maggiori dettaglio la scheda monografica allegata in fondo al testo, con riportata l'interpretazione dei dati delle prove di pompaggio eseguite.

## **5. VALUTAZIONE DEL GRADO DI VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO CAPTATO**

### **Premesse**

Prima di procedere con la determinazione delle zone di rispetto del pozzo in esame è necessario stimare la vulnerabilità intrinseca dell'acquifero captato.

Questo fattore è molto importante ed è determinante per il dimensionamento della *zona di rispetto allargata o secondaria* (fascia C) ; infatti nella Deliberazione di Giunta Regionale del 26 aprile 1995, n°102-45194 - Allegato III, punto 1.2, comma 10 "Zona di rispetto" ... si forniscono le seguenti indicazioni :” .....LA ZONA DI RISPETTO È SUDDIVISA ULTERIORMENTE IN ZONA DI RISPETTO RISTRETTA, COMPRENDENTE L'AREA INVILUPPATA DALL'ISOCRONA A 60 GIORNI, E ZONA DI RISPETTO ALLARGATA, COMPRENDENTE L'AREA ESTERNA ALLA ZONA DI RISPETTO RISTRETTA, INVILUPPATA DALL'ISOCRONA A 180 O 360 GIORNI. LA SCELTA DEL TEMPO DI SICUREZZA PER IL DIMENSIONAMENTO DELL'AREA DI RISPETTO ALLARGATA È IN FUNZIONE DELLA VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ VERTICALE DEL PRIMO ACQUIFERO CAPTATO E DALLA PRESENZA DI LIMITI IDROGEOLOGICI. QUANDO LA VULNERABILITÀ VIENE VALUTATA BASSA O MOLTO BASSA L'AREA DI RISPETTO ALLARGATA SI DETERMINA UTILIZZANDO L'ISOCRONA A 180 GIORNI, MENTRE QUANDO LA VULNERABILITÀ RISULTA PIU' ELEVATA L'AREA DI RISPETTO ALLARGATA SI DETERMINA UTILIZZANDO L'ISOCRONA A 360 GIORNI.....”.

Di qui la necessità di conoscere il grado di vulnerabilità dell'acquifero captato che in questo caso è diviso in acquifero superficiale e acquifero profondo.

La vulnerabilità intrinseca di un acquifero dipende da almeno tre principali processi che avvengono all'interno del sottosuolo:

1. lo spostamento dell'acqua (o di un inquinante fluido o idroportato) attraverso l'insaturo sino a raggiungere la superficie piezometrica dell'acquifero sottostante;
2. la dinamica del flusso sotterraneo e di un inquinante fluido o idroportato nella zona di saturazione dell'acquifero sottostante;
3. la concentrazione residua di un inquinante fluido o idroportato al suo arrivo nella zona di saturazione rispetto a quella iniziale, che marca la capacità di attenuazione dell'impatto inquinante propria del sistema acquifero.

Il processo di attenuazione dell'inquinante da parte del sistema acquifero dipende dalla tipologia e dalla concentrazione d'origine dell'inquinante ma anche dalla reattività del sistema.

Questa è direttamente proporzionale al tempo che il fluido impiega a giungere nella zona satura (tempo di transito) e quindi alla lunghezza del percorso, e inversamente proporzionale alla velocità di filtrazione ed alla dispersione cinematica, fattori tipici del mezzo acquifero.

Da quanto sino ad ora esposto appare evidente che una valutazione corretta della vulnerabilità di un acquifero andrebbe fatta di volta in volta considerando tutti i fattori locali e considerando tutte le caratteristiche di ogni singolo inquinante nonché le modalità di sversamento, le quantità, i tempi, etc... .

Tuttavia questo sistema non può essere adottato per la valutazione della vulnerabilità di grandi aree soprattutto con lo scopo di *prevenire* l'inquinamento e *proteggere* gli acquiferi e le fonti di approvvigionamento idropotabile.

Per consentire una valutazione generale della vulnerabilità sono stati dunque messi a punto numerosi metodi che possono essere suddivisi in tre gruppi fondamentali:

- Zonazione per aree omogenee (*valutazione per complessi e situazioni idrogeologiche*),
- Valutazione per *sistemi parametrici*,
- Valutazione per *modelli numerici* (espressioni analogiche).

Tralasciando una dissertazione su tutti i metodi presenti in letteratura si ricorda che i più accreditati attualmente sono:

- DRASTIC (Aller et. Al., 1985 e 1987), Sistema parametrico a punteggi e pesi (PCSM);
- SINTACS (Civita, 1990), Sistema parametrico a punteggi e pesi (PCSM);
- GOD (Foster, 1987), Sistema parametrico a punteggio semplice (RS);
- Metodo GOOSSENS e VAN DAMME (1987), Sistema parametrico a matrice (MS);
- Metodo GNDI-CNR (Civita, in AA.VV., 1988; Civita 1990), Zonazione per aree omogenee, CSI;
- Metodo ISIS (De Regibus, 1994), Zonazione per aree omogenee, CSI.

Di seguito si procede alla valutazione della vulnerabilità dell'acquifero sfruttato utilizzando il Metodo GOD di Foster ed il metodo SINTAC di Civita.

E' importante ricordare che tutti i metodi partono dal presupposto, non vero, ma cautelativo, che l'inquinante generico abbia la stessa capacità di penetrazione e propagazione dell'acqua.

Vengono in tal modo trascurati in parte quei fattori di attenuazione, riduzione e talora cancellazione dell'inquinante dovute alla combinazione delle caratteristiche intrinseche del terreno con il comportamento specifico della sostanza inquinante, come detto in precedenza.

## **5.1 VALUTAZIONE DEL GRADO DI VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO CON METODO GOD DI FOSTER**

Stabilito questo, viene spiegata in dettaglio la metodologia utilizzata che si ricorda è un sistema parametrico a punteggio semplice o Rating System (RS).

La sigla G.O.D. è l'acronimo che riassume i parametri utilizzati per la valutazione della vulnerabilità dell'acquifero.

Essi infatti hanno il seguente significato:

G = Groundwater occurrence = tipo di acquifero captato

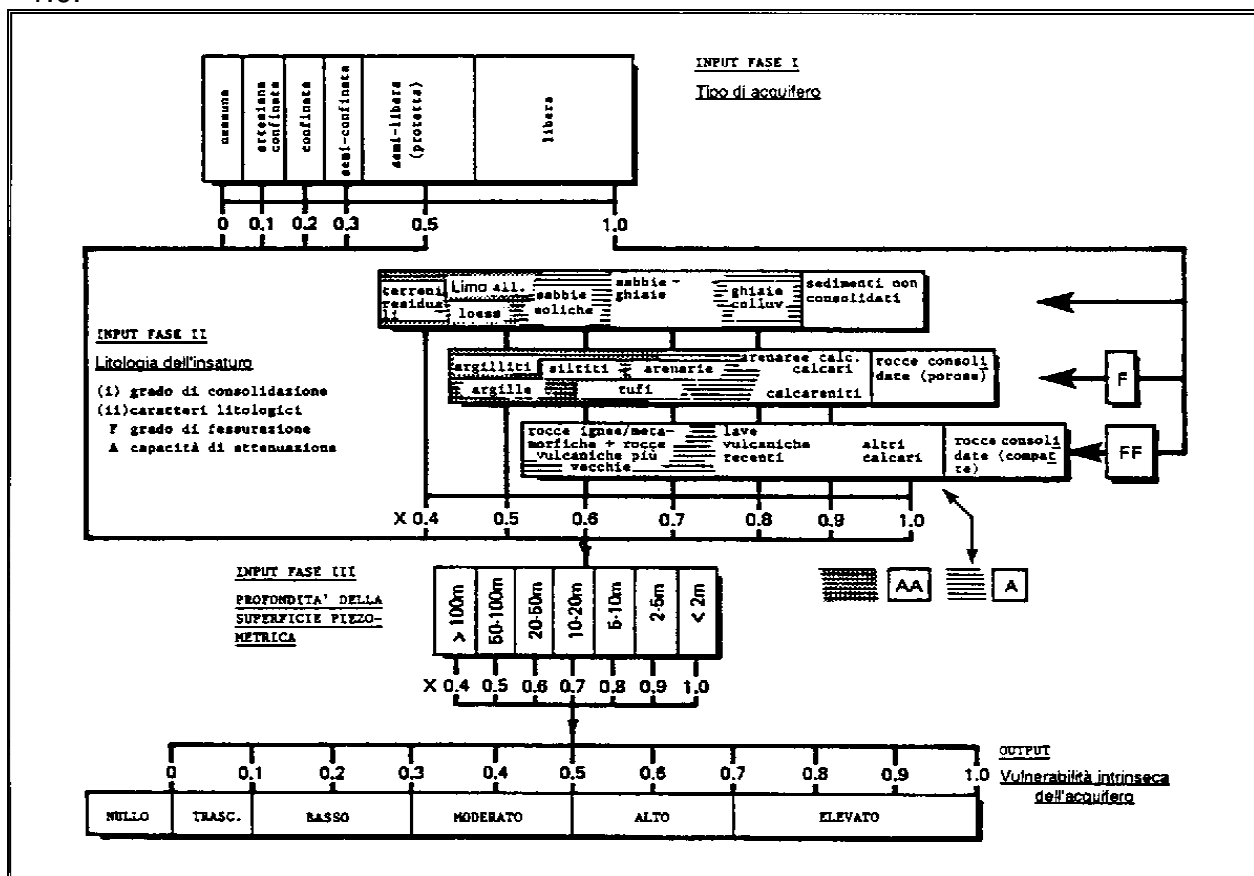
O = Overall lithology of acquifer or aquitard = litologia complessiva degli strati sovrastanti l'acquifero

D = Depth to groundwater table (unconfined) or strike (confined) = profondità della tavola d'acqua per l'acquifero libero o del tetto dell'acquifero confinato.

A ciascuno di questi parametri viene attribuito un indice che porterà alla definizione del grado di vulnerabilità intrinseca dell'acquifero.

In pratica si procede nel seguente modo:

1. Si valuta il tipo di acquifero captato (emergente, confinato, semiconfinato, semilibero, libero) e si attribuisce a tale parametro un indice compreso fra 0 e 1.
2. Si prendono in considerazione le caratteristiche dei terreni insaturi sovrastanti l'acquifero (litologia, grado di compattazione, grado di fratturazione, contenuto in argilla, etc...) e si attribuisce a questo parametro un indice da 0.4 a 1.0.
3. Infine si considera la profondità dell'acquifero (livello statico per la falda libera o tetto dello strato acquifero per quella confinata) e si attribuisce un indice compreso fra 0.4 e 1.0.



Il prodotto di questi tre indici fornisce un ultimo indice che indica un grado di vulnerabilità variabile da 0 a 1, ossia da nullo a elevato (vedi schema allegato).

Applicando dunque questo sistema alla captazione in esame si ottengono i seguenti valori:

<b>Pozzo</b>	<b>PON00117</b>
<b>Tipo acquifero</b>	Semiconfinato
<b>Indice</b>	<b>0.3</b>
<b>Litologia insaturo</b>	Ghiaie e sabbie (*)
<b>Indice</b>	<b>0.7</b>
<b>Profondità superficie piezometrica</b>	58,40 (**)
<b>Indice</b>	<b>0.5</b>
<b>Indice totale</b>	<b>0.105</b>
<b>Grado di vulnerabilità</b>	<b>Basso</b>

(\*) Si trascura a favore della sicurezza la presenza degli orizzonti argillosi che isolano l'acquifero captato

(\*\*) Profondità del tetto dell'acquifero semiconfinato captato dal primo filtro

Per il pozzo in esame il grado di vulnerabilità è "BASSO"

## 5.2 VALUTAZIONE DEL GRADO DI VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO CON METODO SINTACS

Il metodo SINTACS (Civita 1990) è un valido metodo parametrico a punteggi e pesi per la stima della vulnerabilità dell'acquifero.

I parametri di valutazione considerano i fattori che condizionano l'infiltrazione delle acque nel sottosuolo (Tipo di suolo, quantità di infiltrazione ed acclività del suolo), i fattori che caratterizzano l'insaturo (litologia e porosità dei terreni) e fattori che caratterizzano il mezzo saturo (conducibilità idraulica e litologia).

Il metodo considera sette fattori di vulnerabilità.

S	Soggiacenza della falda
I	Infiltrazione efficace
N	Non saturo (effetto di autodepurazione del)
T	Tipologia della copertura
A	Acquifero (caratteristiche idrogeologiche del)
C	Conducibilità idraulica dell'acquifero
S	Superficie topografica (acclività della)

A ciascun fattore viene attribuito un punteggio crescente (da 1 a 10) in funzione dell'influenza sulla vulnerabilità ed un peso moltiplicatore per ogni fattore considerato, che amplifica il punteggio in misura direttamente proporzionale all'importanza nel determinare il grado di vulnerabilità specifica.

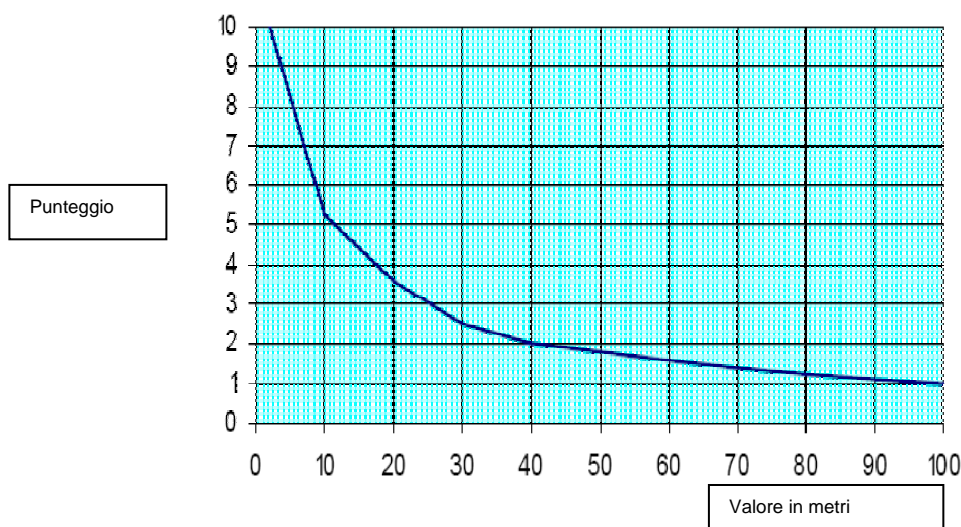
La sommatoria dei prodotti dei punteggi per i corrispondenti pesi di amplificazione determina un indice di vulnerabilità ed in tal modo correlata alle seguenti classi di vulnerabilità:



- Classe 1: Vulnerabilità estremamente elevata
- Classe 2: Vulnerabilità molto alta
- Classe 3: Vulnerabilità alta
- Classe 4: Vulnerabilità media
- Classe 5: Vulnerabilità bassa
- Classe 6: Vulnerabilità molto bassa

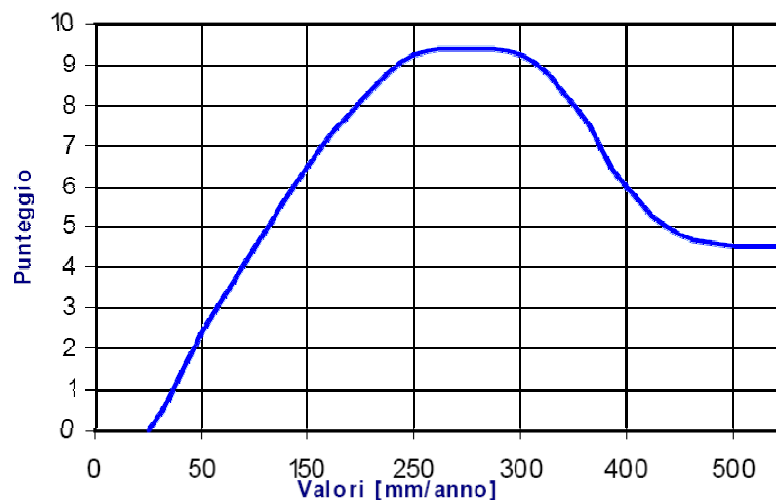
#### PARAMETRO S: Soggiacenza della falda

La soggiacenza della falda, nel caso specifico di analisi, corrisponde al tetto dell'acquifero semiconfinato. In funzione della misura in metri dal piano campagna, attraverso il grafico di correlazione allegato di seguito si ricava il punteggio relativo.



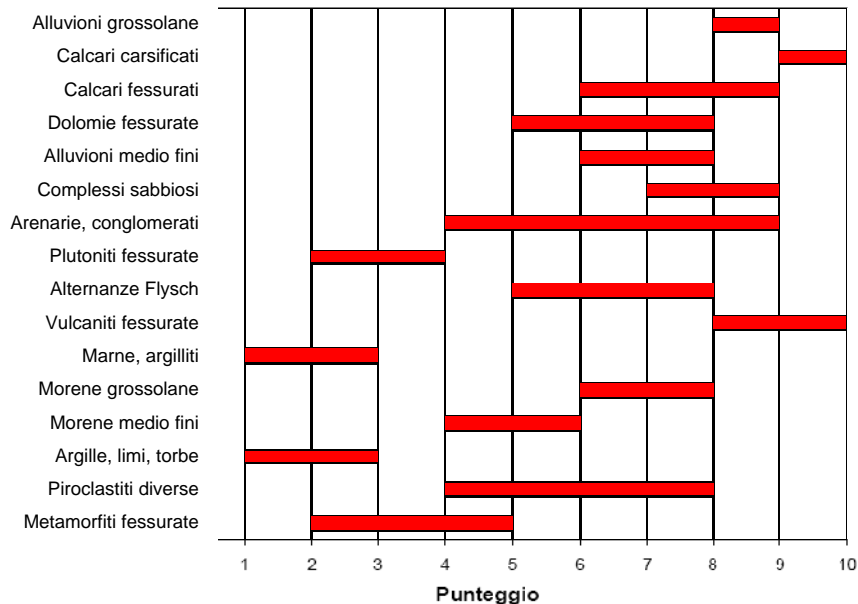
#### PARAMETRO I: Infiltrazione efficace

Corrisponde all'infiltrazione efficace ed è funzione della quantità di precipitazione media annua espressa in mm (P); il valore di P viene moltiplicato per il coefficiente di filtrazione potenziale X, che tiene conto della tessitura dei suoli e dei complessi idrogeologici.



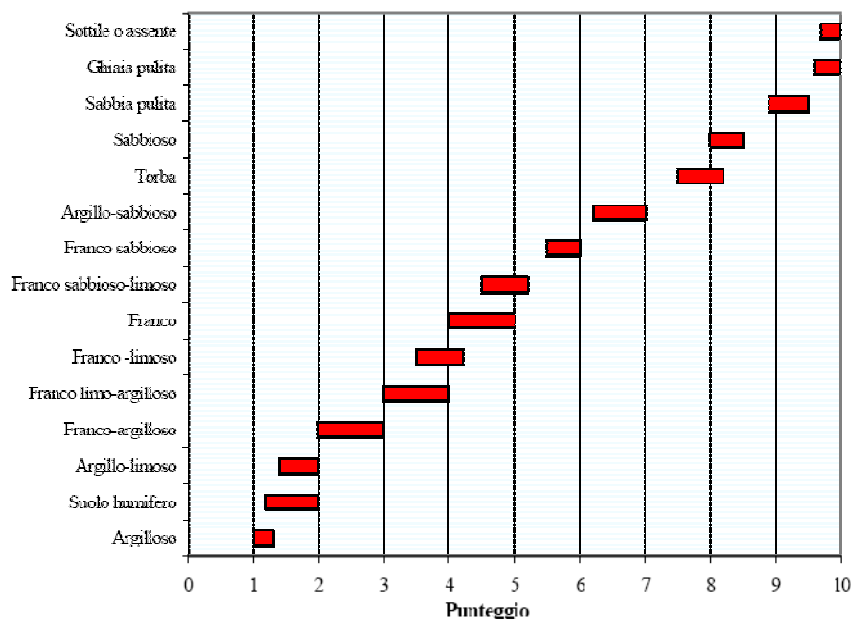
## PARAMETRO N : effetto di autodepurazione del Non saturo

Tale parametro tiene conto del potenziale effetto di depurazione di un inquinante ad opera dei terreni dell'insaturo.



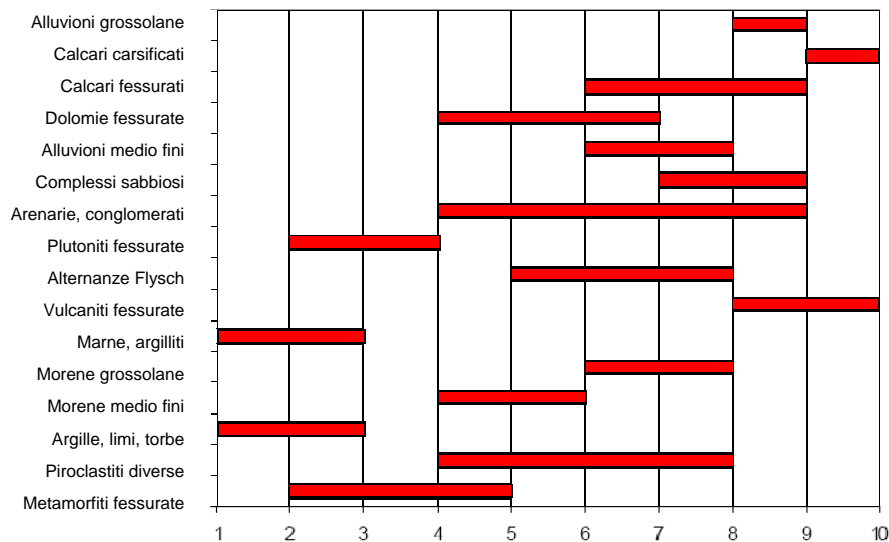
## PARAMETRO T: Tipologia della copertura

Il suolo determina una serie di importanti processi di potenziale attenuazione della propagazione di un inquinante nel sottosuolo; le proprietà che influenzano tale attenuazione sono la granulometria, la tessitura, lo spessore, la porosità, la conducibilità idraulica, il pH, la capacità di scambio cationico e la quantità di sostanza organica.



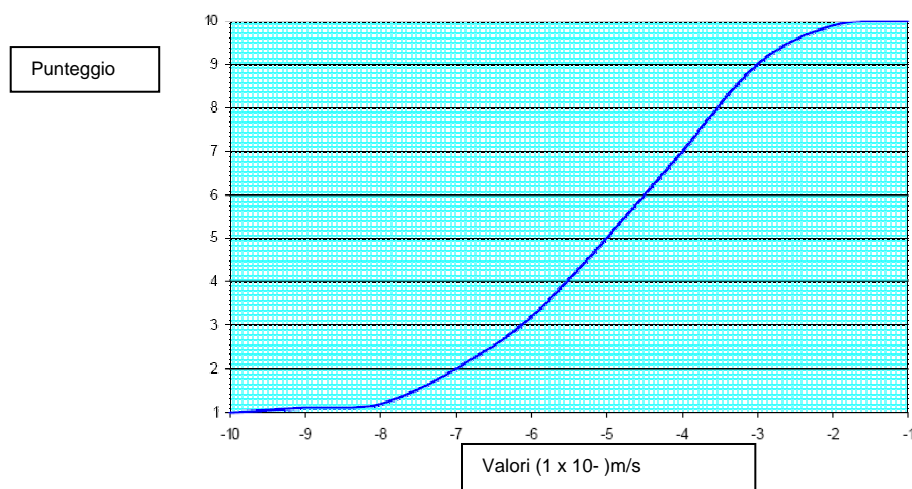
## Parametro A: caratteristiche idrogeologiche dell'Acquifero

Le caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero sono fondamentali per la valutazione della contaminazione della falda e di potenziali processi di dispersione, diluizione, assorbimento e reattività chimica dell'inquinante stesso. Di seguito si riportano i range di variabilità dei punteggi in relazione alle caratteristiche idrogeologiche di alcuni tipi di acquifero.



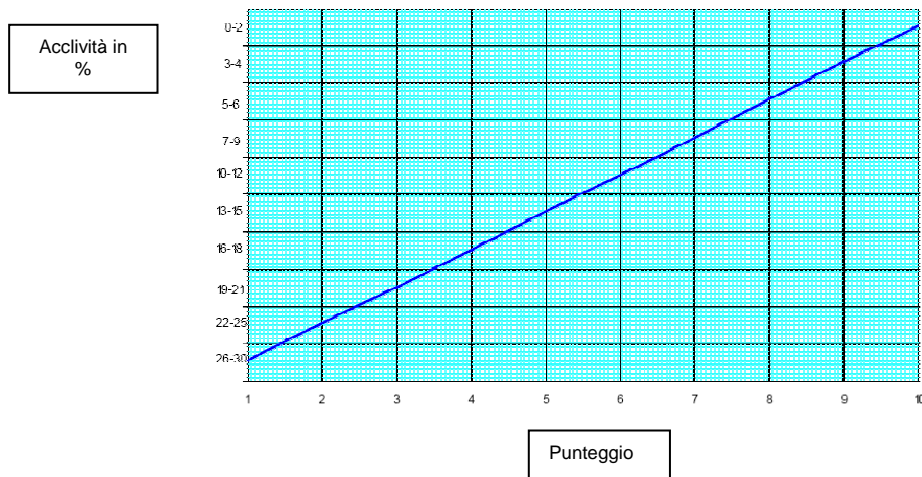
## Parametro C Conducibilità idraulica dell'acquifero

Tale parametro tiene conto della potenziale velocità di propagazione e diffusione di un inquinante nell'acquifero. Noto il valore di conducibilità idraulica, per mezzo del grafico sotto allegato, si ricava il corrispondente punteggio.



## Parametro S acclività della Superficie topografica

La morfologia della superficie topografica condiziona la quantità di acque di ruscellamento superficiale e di infiltrazione nel sottosuolo e conseguentemente la capacità di allontanamento di un potenziale inquinante sversato.



Si riportano di seguito in forma schematica e riassuntiva i punteggi relativi ad ogni singolo parametro in esame:

		PON001117 ex n° P26	
<b>PARAMETRO S</b>			
Soggiacenza tetto acquifero semiconfinato		58,40m	
Indice SINTACS		<b>1.6</b>	
<b>PARAMETRO I</b>			
Infiltrazione efficace			
Indice SINTACS		<b>2</b>	
<b>PARAMETRO N</b>			
autodepurazione del Non saturo		Alluvioni medio fini ed argille	
Indice SINTACS		<b>5.0</b>	
<b>PARAMETRO T</b>			
Tipologia della copertura (*)		Aree urbanizzate con pavimentazioni impermeabili ed assimilabili a terreno argilloso limoso	
Indice SINTACS		<b>1,5</b>	
<b>PARAMETRO A</b>			
Caratteristiche idrogeologiche dell'Acquifero		Alluvioni medio fini - grossolane	
Indice SINTACS		<b>6.0</b>	
<b>PARAMETRO C</b>			
Conducibilità idraulica del mezzo saturo		$k = 8,32 \times 10^{-4} \text{ m/s}$	
Indice SINTACS		<b>8.5</b>	
<b>PARAMETRO S</b>			
Acclività della superficie topografica		Max 4 %	
Indice SINTACS		<b>9.0</b>	

Il metodo SINTACS utilizza varie stringhe (linee di pesi moltiplicatori) da applicare a ciascun parametro di analisi per tenere conto della situazione peculiare del sito di indagine, con possibilità di enfatizzare l'importanza di alcuni parametri e processi.

In maggiore dettaglio il metodo fornisce valori di amplificazione per 5 differenti scenari, ciascuna delle quali considera la situazione morfologica, idrogeologica e di potenziale rischio di inquinamento.

Pesi dei parametri secondo metodo SINTACS:

PARAMETRO	NORMALE	RILEVANTE	DRENAGGIO	CARSISMO	FESSURATO
<b>S</b>	5	<b>5</b>	4	2	3
<b>I</b>	4	<b>5</b>	4	5	3
<b>N</b>	5	<b>4</b>	4	1	3
<b>T</b>	3	<b>5</b>	2	3	4
<b>A</b>	3	<b>3</b>	5	5	4
<b>C</b>	3	<b>2</b>	5	5	5
<b>S</b>	3	<b>2</b>	2	5	4

Nel caso in esame, a favore della sicurezza, si sono utilizzati i pesi moltiplicatori corrispondenti ad uno scenario di impatto rilevante, corrispondente a diffuse fonti di potenziale inquinamento e antropizzazione diffusa.

PARAMETRO	PON00117	RILEVANTE	PON00117
	<b>INDICI</b>	<b>PESO</b>	<b>INDICE x PESO</b>
S	<b>1,5</b>	<b>5</b>	<b>7.5</b>
I	<b>2.0</b>	<b>5</b>	<b>10.0</b>
N	<b>5.0</b>	<b>4</b>	<b>20.0</b>
T	<b>1.5</b>	<b>5</b>	<b>7.5</b>
A	<b>6.0</b>	<b>3</b>	<b>18.0</b>
C	<b>8.5</b>	<b>2</b>	<b>17.0</b>
S	<b>9.0</b>	<b>2</b>	<b>18.0</b>
<b>Totale</b>			<b>98.0</b>

Di seguito si riporta la correlazione tra i punteggi totali e le classi di vulnerabilità:

PUNTEGGIO TOTALE	CLASSE DI VULNERABILITÀ
<b>26-80</b>	<b>Molto bassa</b>
<b>91-105</b>	<b>Bassa</b>
<b>106-140</b>	<b>Media</b>
<b>141-186</b>	<b>Alta</b>
<b>187-210</b>	<b>Elevata</b>
<b>211-260</b>	<b>Estremamente elevata</b>

Come si può ricavare da tale tabella il grado di vulnerabilità dell'acquifero captato dai due pozzi in esame è "Basso", così come ricavato con GOD di Foster (si veda il paragrafo precedente); perciò si è attribuito un grado di vulnerabilità "**BASSO**".

In base alle valutazioni ricavate circa la vulnerabilità dell'acquifero sfruttato dai pozzi idropotabili in esame, la zona di rispetto allargata è stata calcolata in funzione dell'isocrona di 180 giorni.

## **6. DELIMITAZIONE AREE DI SALVAGUARDIA**

Per la definizione delle aree di salvaguardia delle captazioni in esame si è utilizzato apposito software di calcolo, WHPA, sviluppato da U.S. Environmental Protection Agency (EPA); è un modello semianalitico per la definizione delle aree di influenza e di salvaguardia di pozzi in emungimento a uso potabile.

Con tale software si definiscono in dettaglio le linee di deflusso dei filetti fluidi sotterranei in arrivo al pozzo per il pompaggio ed i tempi di arrivo allo stesso, rappresentate come linee di ugual tempo (isocrone).

Il modello matematico e fisico utilizzato può tenere conto della presenza di barriere di permeabilità dell'acquifero sfruttato, fronti di alimentazione ed il pompaggio contemporaneo di più pozzi.

Il software distingue inoltre il caso di acquiferi confinati, semiconfinati e freatici di cui siano note le principali caratteristiche idrodinamiche (gradiente idraulico, conducibilità idraulica, trasmissibilità, spessore dell'acquifero).

Il modello di calcolo trova la sua migliore applicazione per falde acquifere omogenee a larga scala e caratterizzate da bassi gradienti idraulici, come quella in esame.

Va comunque ricordato che la definizione delle zone di rispetto intorno al pozzo ed i relativi vincoli d'uso del territorio non garantiscono la conservazione nel tempo della qualità delle acque sotterranee. Infatti un corretto controllo della loro qualità dovrebbe essere coadiuvato da un'efficiente rete di sorveglianza (installazione di punti di controllo) per la salvaguardia degli impianti di captazione.

L'elaborazione ha inizio con l'introduzione in una griglia di calcolo delle coordinate dei pozzi ed i principali valori idrodinamici dell'acquifero intercettato e le portate di pompaggio.

Il software di calcolo fornisce come risultato un elaborato grafico su assi cartesiani con l'ubicazione dei punti di prelievo ed il reticolato di flusso per il pompaggio del pozzo; esso assume una forma allungata verso monte rispetto alla direzione di flusso e l'influenza dell'emungimento si trasmette verso valle sino al punto di stagnazione. Verso monte le linee di flusso sono comprese nella larghezza del fronte di alimentazione.

Mediante il medesimo metodo di calcolo si ricavano le isocrone (linee di ugual tempo di arrivo al pozzo di una particella di potenziale inquinante) che definiscono graficamente anche le direzioni ed i percorsi dei filetti fluidi di richiamo per il pompaggio.

Per la delimitazione della zona di tutela assoluta e delle zone di rispetto dei pozzi in esame si è fatto riferimento a quanto riportato nel DPGR 15/R del 11.12.2006 ed in particolare:

- zona di tutela assoluta (ZTA): nel caso in esame, trattandosi di pozzi esistenti da parecchi anni, si è proceduto alla verifica che l'area attorno agli stessi fosse recintata, di pertinenza esclusiva alle captazioni e correttamente dimensionata e conforme a quanto previsto dal DPGR 15/R del 11.12.2006
- Le zone di rispetto sono state calcolate con il criterio temporale applicando l'isocrona



dei **60 giorni** per la *zona di rispetto ristretta o primaria* (ZRR) e l'isocrona dei **180 giorni** per la *zona di rispetto allargata o secondaria* (ZRA), così come previsto dall'Allegato A del D.P.G.R. 15/R del 11.12.2006.

Le zone di rispetto ristretta ed allargata sono state dunque dimensionate in funzione del tempo, considerato come tempo di sicurezza, impiegato da un ipotetico inquinante per raggiungere il pozzo.

#### PROSPETTO RIELIPLOGATIVO DATI DI INGRESSO NEL SOFTWARE DI CALCOLO WHPA

POZZO PO0017		
TRAMISSIVITA'	$T = 1,83 \times 10^{-2} \text{ mq/s}$	Dato ricavato da prova di portata
PORTATA	$10 \text{ l/s} = 0,01 \text{ mc/s}$	Massima portata
CONDUCIBILITA' IDRAULICA	$K = 8,32 \times 10^{-4} \text{ m/s}$	Dato ricavato da prova di portata
DIAMETRO DEL POZZO	0,350 m	Dato ricavato da stratigrafia pozzo
POROSITA'	0,18	Dato ricavato da studio idrogeologico specifico Dott. Carmine per n° 6 pozzi idropotabili e da dati P.R.G.C.
GRADIENTE IDRAULICO	$i = 0.0016 = 1,6 \text{ ‰}$	Dato ricavato da analisi della piezometria (Tav. n° 3)

## 6.1 AREE DI SALVAGUARDIA POZZO PON00117 (ex P26)- DIMENSIONI

Le dimensioni massime delle aree di salvaguardia sono pari a:

**Fascia isocrona 60 gg: a valle 33,70 m, a monte 93,00 m, larghezza max = 148,60 m**  
**Fascia isocrona 180 gg: a valle 42,10 m, a monte 197,40 m, larghezza max= 233,40 m**

### DIMENSIONAMENTO AREE DI SALVAGUARDIA (SI VEDA LA TAVOLA N°7)

#### **Zona di tutela assoluta “A” ZTA:**

La porzione del mappale n° 615 del Foglio 98 è di esclusiva pertinenza del pozzo ed è recintata. Superficie 300 mq

#### **Zona di rispetto ristretta o primaria “B” ZRR= isocrona 60 giorni**

X = asse lungo direzione principale di flusso della falda passante per il centro del pozzo

Y = asse perpendicolare all'asse X e passante per il centro del pozzo

Superficie complessiva 15.000 mq

Superficie al netto della Zona di Tutela Assoluta 15.000 mq-300 mq= 14.700 mq

	Coordinate	
	X (m)	Y (m)
A	33.70	0.00
B	25.10	-40.10
C	0.00	-67.80
D	-30.80	-74.30
E	-70.10	-56.00
F	-89.80	-25.80
G	-93.00	0.00
H	-89.80	+25.80
I	-70.10	+56.00
L	-30.80	+74.30
M	0.00	+67.80
N	+25.10	+40.10

**Zona allargata o secondaria “C” ZRA= isocrona 180 giorni**

X = asse lungo direzione principale di flusso della falda passante per il centro del pozzo

Y = asse perpendicolare all'asse X e passante per il centro del pozzo

Superficie complessiva 43.530 mq

Superficie al netto della Zona di Rispetto Ristretta = 43.530-15.000 mq= 28.530 mq

	Coordinate	
	X (m)	Y (m)
a	+42.10	0.00
b	+27.40	-52.90
c	-20.70	-100.90
d	-81.90	-116.70
e	-141.90	-100.10
f	-181.80	-60.30
g	-197.40	0.00
h	-181.80	+60.30
i	-141.90	+100.10
l	-81.80	+116.70
m	-20.70	+100.90
n	+27.40	+52.90

Si allega l'elenco delle particelle catastali interessate dalle zone di rispetto (si veda l'elaborato grafico Tav. n° 7 in scala 1: 2.000).

## Comune di NOVARA (NO)

### POZZO PON00117 (ex P26)

Zona di rispetto	Numero particelle catastali
<b>Zona Tutela Assoluta ZTA</b> Lotto recintato ad uso esclusivo pozzo - Superficie: 300 mq	Tutto: NESSUNO  In parte: Foglio 98 mappale 615
<b>Zona Rispetto Ristretta ZRR</b> (Isocrona 60 giorni) Superficie complessiva 15.000 mq Superficie al netto della Zona di Tutela Assoluta 14.700 mq	Tutto: NESSUNO  In parte: Foglio 98 mappali 615-527-896-885-897-368-364
<b>Zona Rispetto Allargata ZRA</b> (Isocrona 180 giorni) Superficie complessiva 43.530 mq Superficie al netto della Zona di Rispetto Ristretta 28.530 mq	Tutto: Foglio 98 mappali 961-553-260-797-524-1061-1054-809- 363-852-365-854-262-551-698-997-525-223-237-240-239-241- 242-243-666-998-261-245-246-699-638-247-1232-697-250  In parte: Foglio 98 mappali 615-527-251-249-234-233-610-229- 227-724-225-222-221-715-473A-473-1280-515-514-258-584-259- 554-307-362-361-371-896-897-898-368-364  In parte: Foglio 99 mappali 1309-565-881-409-199-X4

## 6.2 UBICAZIONE CENTRI DI PERICOLO POTENZIALE

Di seguito vengono riportati i centri di pericolo potenziale di inquinamento e contaminazione della falda presenti nel raggio di 200 m dal pozzo comunale in esame; per tale scopo si è fatto riferimento all'elenco dei centri di potenziale pericolo contenuto nell'allegato A, punto 6 del Decreto della Presidenza della Giunta Regionale del 11/12/2006 n°15/R.

GRUPPO	CODICE	DESCRIZIONE	PRESENTE
1		ATTIVITA' AGRICOLE E DI VERDE PUBBLICO	
1	A	Centri aziendali con allevamenti zootecnici	No
1	A1	Contenitori per lo stoccaggio degli effluenti zootecnici	No
1	A2	Stabulazione di capi animali su aree esterne	No
1	B	Centri di prima lavorazione e trasformazione di prodotti agricoli (senza allevamento)	No
1	C	Esercizio di attività agrosilvocolturali e mantenimento di impianti di verde anche pubblico e attrezzato	Si
1	C1	Spandimento di liquami zootecnici	No
1	C2	Trattamenti con fitosanitari e biocidi	No
1	C3	Distribuzione di fanghi biologici e composti da rifiuti e fanghi	No
1	C4	Concimazione tradizionale chimica	No
1	C5	Concimazione tradizionale con letame	No
1	C6	Irrigazione con acque superficiali	No
2		OPERE IGIENICO-SANITARIE E SCARICHI ACQUE REFLUE	
2	A	Fosse biologiche e/o Imhoff	No
2	B	Pozzi neri a tenuta	No
2	C	Dispensori (pozzi perdenti) o eventuali dispositivi di subirrigazione	No
2	D	Reti e collettori fognari	Si
2	E	Impianti di depurazione acque reflue	No
2	F	Scarico diretto in acque superficiali in assenza di trattamenti (scarichi tal quali fuori limite di accettabilità)	Non individuati
2	G	Scarico in acque superficiali previo trattamento biologico/chimico fisico	Non individuati
3		ATTIVITA' COMPORTANTI DETENZIONE E STOCCAGGIO DI MATERIALI PERICOLOSI E/O PRODUZIONE DI RIFIUTI PERICOLOSI O TOSSICI E NOCIVI	
3	A	Attività di trattamento e smaltimento rifiuti	No
3	B	Centri di raccolta e rottamazione autoveicoli	No
3	C	Distributori di carburanti per autotrazione	Si
3	D	Piazzole per il lavaggio di veicoli o il travaso di idrocarburi	Si
3	E	Aree destinate ad attività produttive, artigianali e commerciali	Si
3	F	Lavorazioni comportanti ricaduta di polveri contaminanti su copertura e superfici di pertinenza	No
3	G	Attività estrattive e/o minerarie	No
3	H	Macelli e mercati bestiame	No
3	I	Centrali per la produzione di energia elettrica e termica	No
3	L	Centri ospedalieri e case di cura	No
3	M	Servizi cimiteriali con inumazioni interrato	No
3	N	Bacini idrici per pesca sportiva, nautica, motonautica	No
3	O	Campeggi ed aree attrezzate per roulotte	No
3	P	Parcheggi pubblici (anche in connessione con attività di servizio)	Si
4		INFRASTRUTTURE ED AREE EDIFICATE	
4	A	Fondazioni profonde (palificate)	No
4	B	Parcheggi e locali interrati	Si
4	C	Cisterne interrato di idrocarburi per riscaldamento	Possibili

4	D	Parcheeggi di pertinenza	Si
4	E	Viabilità	Si
4	F	Oleodotti, gasdotti, metanodotti	Si
5		POZZI AD USO DIVERSO DALL'IDROPOTABILE	
5	A	Pozzi domestici	Non individuati
5	B	Pozzi industriali a servizio di insediamenti produttivi e pozzi agricoli	Non individuati
5	C	Pozzi d'uso civile tecnologico (fluido di scambio pompe) con reimmissione in falda (pompe di calore acqua-acqua)	Non individuati

Più in generale si segnalano, nel raggio di 1 km, le seguenti attività:

- aree soggette a spandimento agronomico di liquami zootecnici: possibili nel settore meridionale dell'abitato di Novara, ad oltre 800 m di distanza a valle rispetto la direzione di flusso della falda –nessuna possibilità di interferenza con il pozzo;
- impianti e stoccaggi di materiali pericolosi: non rilevati;
- impianti di trattamento e smaltimento rifiuti o/e acque reflue con ubicazione degli scarichi: non rilevati;
- impianti industriali con produzione, trasformazione ed utilizzazione di sostanze pericolose di cui al decreto legislativo 27 gennaio 1992 , n°133 e ubicazione del relativo scarico: non rilevate;
- aree non servite da pubblica fognatura: non rilevate;
- cave attive o inattive: non rilevate ;
- centri di raccolta, demolizione e rottamazione di veicoli: non rilevati.

Distributori di carburanti per autotrazione: presenti n° 2 distributori a circa 75 m e 90 m di distanza dal pozzo; il distributore più vicino risulta ubicato a Sud-Est del pozzo, a valle rispetto la direzione di flusso della falda ed esterno alla fasce di salvaguardia; il secondo risulta in posizione laterale il flusso di falda, compreso in parte dall'area di salvaguardia allargata (isocrona 180 giorni). Sono presenti altre stazioni di servizio a circa 600 m di distanza verso Ovest Sud Ovest, a monte della captazione rispetto la direzione di flusso della falda.

I tracciati dell'acquedotto e delle rete di fognatura sono riportate nelle tavole catastali con la delimitazione delle zone di rispetto delle captazioni.

### 6.3 OPERE PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO

Per tutte le aree di salvaguardia individuate dovrà essere applicato quanto previsto all' Art. 6 del Regolamento Regionale 11/12/2006 n°15/R ed in particolare:

- relativamente alle reti fognarie presenti nelle aree di salvaguardia ristretta ed allargata, le misure necessarie alla messa in sicurezza consistono nella realizzazione, nel caso di interventi di manutenzione straordinaria, di reti fognarie a doppia camicia al fine di impedire l'eventuale diffusione di reflui derivanti da perdite della rete stessa nel sottosuolo;
- per le aree di parcheggio e per la viabilità, in sede di eventuali interventi di manutenzione straordinaria, dovranno essere adottate soluzioni tecniche in grado di garantire la raccolta e l'allontanamento delle acque di dilavamento nonché eventuali sostanze derivanti da sversamenti accidentali;
- relativamente alla viabilità ed alle aree di parcheggio dovrà inoltre essere accertato



che non si verifichino, all'interno di entrambe le aree di salvaguardia, dispersioni nel sottosuolo di acque meteoriche;

- in merito alle aree adibite a verde pubblico dovrà essere vietato lo spandimento di concimi chimici, fertilizzanti, prodotti fitosanitari o diserbanti.
- I distributori di carburanti devono avere serbatoi e tubazioni di collegamento a perfetta tenuta stagna. Devono essere altresì adottate tutte le misure più adeguate affinché le acque superficiali meteoriche provenienti dal dilavamento delle aree impermeabilizzate esterne non costituiscano pericolo di inquinamento della falda. Dovranno essere pertanto garantite la continuità e l'integrità di tutte le opere di raccolta, canalizzazione, trattamento e smaltimento delle acque superficiali e non dovrà essere presente in alcun modo alcuna opera di dispersione nel sottosuolo.

## **7.CONCLUSIONI**

L'analisi dei dati reperiti e l'elaborazione degli stessi hanno permesso di ricostruire la situazione geoidrologica relativa al pozzo NOP00117 del Comune di Novara.

I dati salienti possono essere brevemente riassunti come segue:

1. nell'area di captazione sono presenti tre acquiferi così schematizzabili, dal più superficiale al più profondo:
  - acquifero freatico: viene intercettato principalmente da pozzi privati o ad uso industriale;
  - acquifero semiconfinato: viene sfruttato per scopi idropotabili dai pozzi collegati all'acquedotto comunale (pozzo in esame);
  - acquifero profondo, sfruttato limitatamente per impiego industriale in quanto le acque possiedono caratteristiche chimiche non idonee per scopo potabile.
2. L'acquifero captato dal pozzo in esame è profondo, multistrato, semiconfinato e con grado di vulnerabilità BASSO; per tale motivo, come previsto con la normativa vigente, la zona di rispetto allargata è stata calcolata sull'isocrona di 180 giorni, corrispondente alla distanza che percorrerebbe una particella di potenziale inquinante per raggiungere il pozzo in tale intervallo temporale.
3. Al momento dell'indagine eseguita, in base alle caratteristiche tecniche dell'impianto di pompaggio, si può prelevare una portata massima di 10 l/s.
4. Per quanto riguarda i centri di potenziale pericolo di inquinamento, non esistono centri di particolare pericolo in prossimità della captazione in esame ad esclusione della presenza di n° 2 distributori di carburante. Per altri aspetti non contemplati nel presente studio si rimanda comunque alla relazione della ASL e dell'ARPA competenti. In ogni caso si ricorda che nelle zone di rispetto così dimensionate sarà necessario attenersi a quanto riportato nel D.lgs. 258/00 ed in particolare:
  - nella zona di tutela assoluta (A e ZTA) sarà necessario attenersi a quanto prescritto dall'art. 5, comma 4, che recita: *"la zona di tutela assoluta è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni: essa deve avere un'estensione in caso di acqua sotterranee e, ove possibile per le acque superficiali, di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e adibita esclusivamente ad opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio"*.
  - nelle zone di rispetto così definite (B e C per i pozzi e ZR per le sorgenti) ci si dovrà attenere a quanto prescritto dall'art. all'articolo 5, comma 5: *".....In particolare*

nella zona di rispetto (B e ZR) sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- A) dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurati;
- B) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- C) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- D) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade;
- E) aree cimiteriali;
- F) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- G) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica:
- H) gestione di rifiuti;
- I) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- J) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- K) pozzi perdenti;
- L) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. E' comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

Infine va ricordato che l'indagine in questione e le zone di rispetto calcolate dovranno essere sottoposte al parere della Regione Piemonte – Assessorato Difesa del Suolo e Governo Risorse Idriche che potrà quindi prevedere ulteriori restrizioni o meno in ottemperanza a quanto previsto dall'Art. 9, comma 1, lettera f del citato D.P.R. n°236.

---

## BIBLIOGRAFIA

- G. CASTANY: "Traité pratique des eaux souterraines" ED. DUNON PARIS 1963 - 1967
- P. CELICO : "Prospezioni idrogeologiche - Volume I" ED. LIGUORI 1994
- G. CERBINI: "Il manuale delle acque sotterranee" ED. GEOGRAPH s.n.c. 1992
- M. CIVITA: "Le Carte della Vulnerabilità degli Acquiferi all'inquinamento - Teoria & pratica" - QUADERNI DI TECNICHE DI PROTEZIONE AMBIENTALE VOL. 31 ED. PITAGORA BOLOGNA 1994
- S. FOSTER, R. HIRATA: "Groundwater pollution risk assessment - a methodology using available data" PAN AMERICAN CENTER FOR SANITARY ENGINEERING AND ENVIRONMENTAL SCIENCES - CEPIS- LIMA PERU', 1988
- V. FRANCANI: "Geologia applicata - 4. Idrogeologia generale" CLUP MILANO, 1988
- L. HAMILL e F.G. BELL: "Acque sotterranee. Ricerca e sfruttamento" DARIO FLACCOVIO EDITORE 1986
- J.-P. SAUTY et D. THIERY: "Note technique aux géologues agréés en matière d'eau ed d'hygiène publique - n°6 - Utilisation d'abaques pour la détermination de périmètres de protection"- BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGYQUES ET MINIÈRES, 75 SGN 430 AME, DIC. 1975
- REGIONE PIEMONTE: "Protezione delle acque sotterranee destinate al consumo umano: proposta di linee guida per definire le zone di rispetto intorno ai pozzi" COLLANA AMBIENTE QUADERNO 11 1997
- W. DRAGONI, G. CERBINI, M. NUCCI: "Curva caratteristica dei pozzi per acqua Prove di pompaggio Teoria e procedura PTA" GEO-GRAPH S.N.C. 1999
- M. CARMINE, I. ISOLI: Relazione geologica – Variante generale P.R.G.C. Comune di Novara – NOVEMBRE 2003

**POZZO NOP00117 (ex P26)  
VIA TORELLI - NOVARA**

**ALLEGATO**

**PROVA DI POMPAGGIO  
DIAGRAMMI INTERPRETATIVI  
DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI IDROGEOLOGICI**

## **A. PROVA DI POMPAGGIO – MODALITA' DI ESECUZIONE**

Per la determinazione delle principali caratteristiche idrodinamiche della captazione è stata eseguita una prova di pompaggio con gradini di portata crescenti, fino al raggiungimento della portata massima di 10,0 l/s.

### **Prova di portata a gradini**

I valori di portata emunta con ciascun gradino sono di seguito riportati:

- I° gradino  $\Rightarrow 2,5 \text{ l/s} = 0,0025 \text{ mc/s}$
- II° gradino  $\Rightarrow 5,0 \text{ l/s} = 0,0050 \text{ mc/s}$
- III° gradino  $\Rightarrow 10,0 \text{ l/s} = 0,010 \text{ mc/s}$  (massima portata pompa)

Prima di eseguire la prova di pompaggio a gradini il pozzo è stato inattivo per circa 1 giorno.

Le misure ed i tempi impiegati sono riportati nelle tabelle di seguito allegate ed il rapporto fra di essi è rappresentato nei grafici, anch'essi riportati di seguito.

Nota: le misure dei livelli statici e dinamici riportate negli elaborati di prova di seguito allegati si riferiscono alla quota della testa pozzo, posta a -1,10 m rispetto il piano campagna.

## B. MISURE PROVA DI POMPAGGIO

Comune di Novara (NO)	DATA: 29/02/2012
LOCALITA': Via Torelli	LIVELLO STATICO S= da b.p.: - 13,34 m

### GRADINO DI POMPAGGIO N° 1

Tempo in minuti dall'inizio del pompaggio	Portata lt/sec	S' (m) Livello misurato	S'-S (m) Abbassamento
1	2,50	14.00	0.56
2	2,50	14.02	0.66
3	2,50	14.02	0.68
5	2,50	14.02	0.68
7	2,50	14.02	0.68
9	2,50	14.02	0.68
11	2,50	13.90	0.68

### GRADINO DI POMPAGGIO N° 2

Tempo in minuti dall'inizio del pompaggio	Portata lt/sec	S' (m) Livello misurato	S'-S (m) Abbassamento
12	5,00	14.52	1.18
13	5,00	14.62	1.28
14	5,00	14.71	1.37
16	5,00	14.74	1.40
19	5,00	14.75	1.41
20	5,00	14.75	1.41
22	5,00	14.75	1.41

### GRADINO DI POMPAGGIO N° 3 – MASSIMA PORTATA DELLA POMPA

Tempo in minuti dall'inizio del pompaggio	Portata lt/sec	S' (m) Livello misurato	S'-S (m) Abbassamento
23	10,00	15.98	2.64
24	10,00	16.16	2.82
25	10,00	16.22	2.88
27	10,00	16.23	2.89
29	10,00	16.23	2.89
31	10,00	16.23	2.89



33	10,00	16.23	2.89
37	10,00	16.23	2.89
23	10,00	15.98	2.64
24	10,00	16.16	2.82
25	10,00	16.22	2.88
27	10,00	16.23	2.89
29	10,00	16.23	2.89
31	10,00	16.23	2.89
33	10,00	16.23	2.89
37	10,00	16.23	2.89

#### **SPEGIMENTO POMPA E MISURA DELLA RISALITA DEL LIVELLO FALDA NEL POZZO**

Tempo in minuti		S' (m) Livello misurato	S'-S (m) Abbassamento
38		14.40	1.06
39		13.64	0.30
40		13.50	0.16
42		13.45	0.11
44		13.42	0.08
46		13.41	0.07
48		13.40	0.06
52		13.40	0.06
57		13.39	0.05
62		13.37	0.03
67		13.36	0.02
72		13.35	0.01
82		13.34	0.00
97		13.34	0.00

## C. GRAFICI, INTERPRETAZIONE E DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI IDROGEOLOGICI

Di seguito si procede all'analisi dei dati delle prova di pompaggio eseguita con determinazione dei parametri idrogeologici dell'acquifero sfruttato e delle caratteristiche idrodinamiche del pozzo.

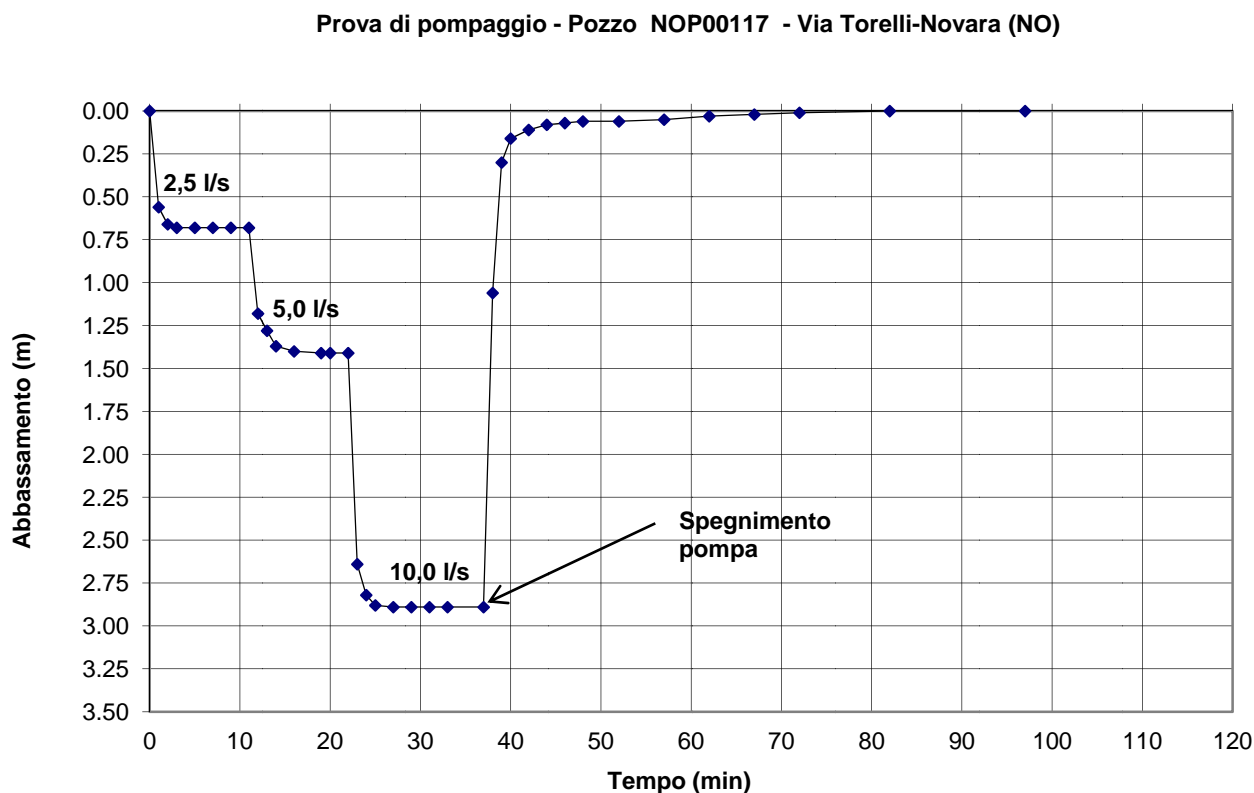
### GRAFICO 1 (ABBASSAMENTI – TEMPI)

In tale grafico si riportano gli abbassamenti registrati del livello dinamico durante l'esecuzione della prova di portata a gradini (grafico abbassamenti / tempi); il tratto finale della curva rappresenta la risalita del livello nel pozzo, a seguito dello spegnimento della pompa.

Si noti come ogni aumento di portata sia avvenuto solo a seguito della stabilizzazione del livello dinamico nel pozzo.

I dati ricavati dalla prova di pompaggio sono i seguenti:

GRADINO	PORTATA Q (mc/s)	ABBASSAMENTO MISURATO (m)
1	0.025	0.68
2	0.050	1.41
3	0.100	2.89



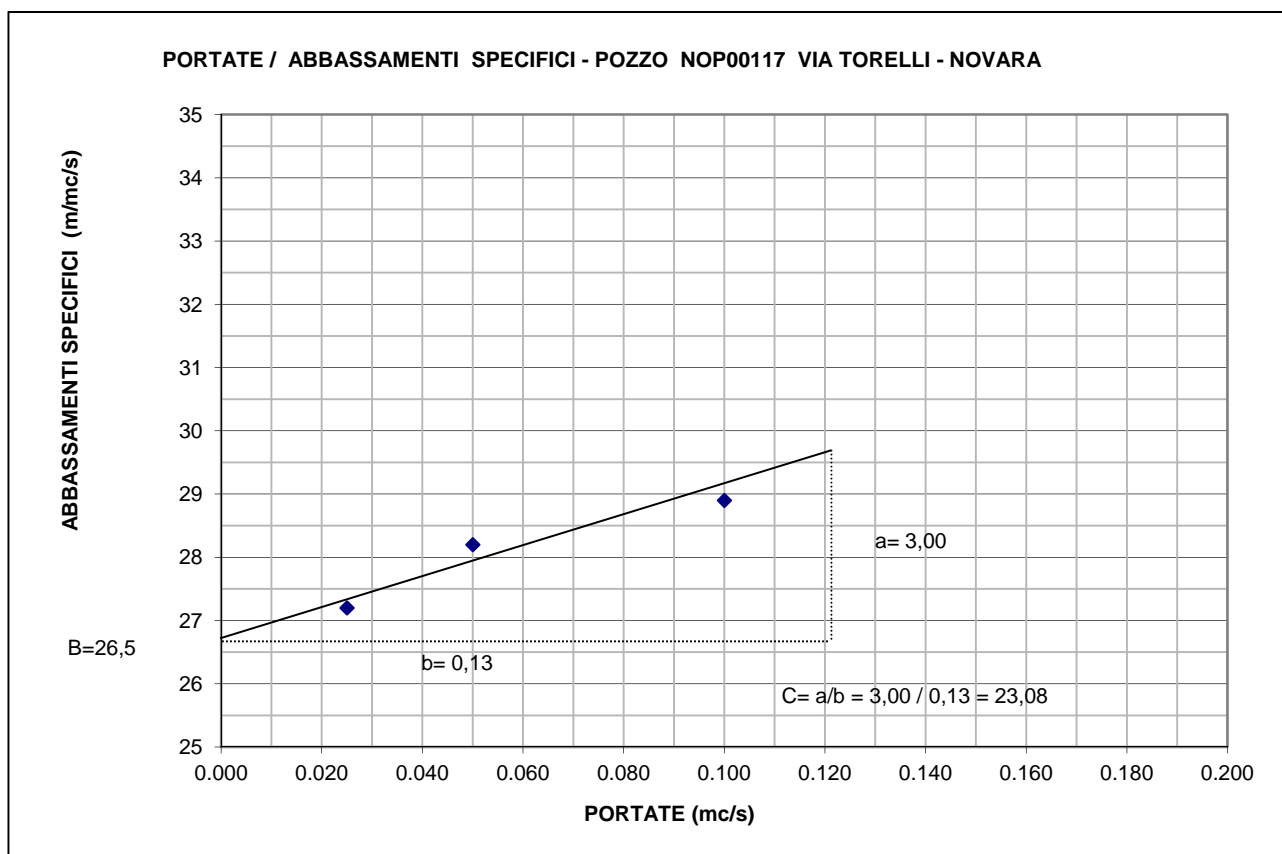
## GRAFICO 2 (ABBASSAMENTI SPECIFICI – PORTATE)

Nel grafico sono riportate le portate estratte e gli abbassamenti specifici correlati, ricavati questi ultimi mediante l'espressione  $\Delta h_s = \Delta h / Q$

Portata Q (mc/s)	Abbassamento misurato nel pozzo $\Delta h$ ( in m)	Abbassamento specifico $\Delta h_s$ (in m)
0,0000	0.00	0.00
0,0025	0.68	27.20
0,0050	1.41	28.20
0,0100	2.89	28.90

La retta di interpolazione permette di ricavare i coefficienti B e C, valori che tengono conto rispettivamente delle perdite di carico lineari (deflusso laminare dell'acquifero) e perdite di carico quadratiche (per flusso turbolento correlato al pompaggio).

Il coefficiente B corrisponde all'intercetta della retta sull'ordinata e risulta pari a B=26,50, il coefficiente C al coefficiente angolare con valore pari a 23,08.



### GRAFICO 3 (CURVA CARATTERISTICA DEL POZZO)

Nel grafico di seguito riportato sono messi in correlazione gli abbassamenti calcolati con le portate di pompaggio e permettono di ricavare la curva caratteristica del pozzo.

Nel suddetto grafico, oltre ai dati misurati, è stata introdotta anche la curva teorica, cioè la curva che si otterrebbe in condizioni di flusso esclusivamente laminare

Gli abbassamenti teorici si ricavano mediante l'espressione:

$$\Delta h = BQ$$

Ove:

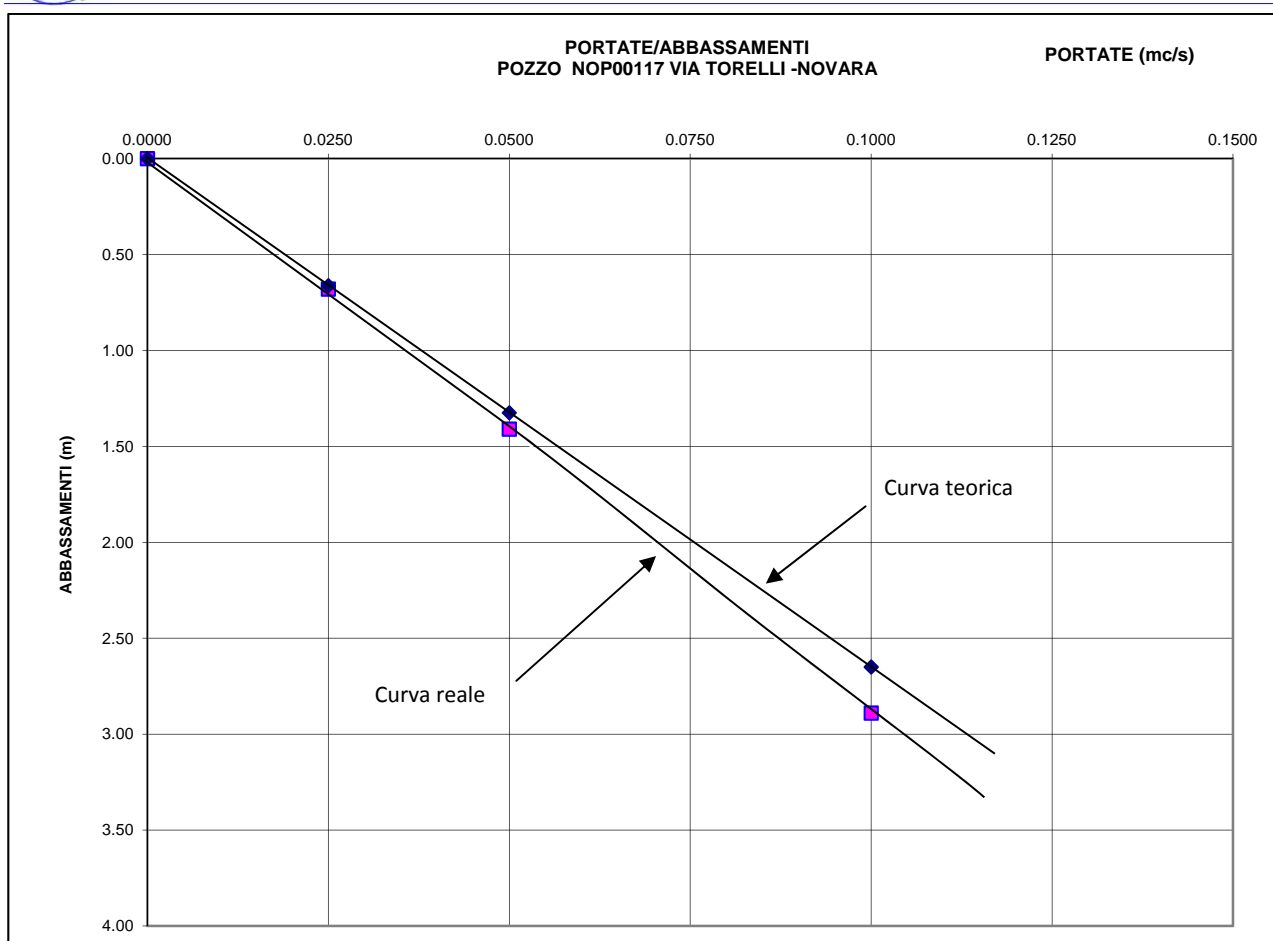
- $\Delta h$  è la depressione teorica senza flusso turbolento
- $B$  è il coefficiente adimensionale ricavato precedentemente ed indice delle sole perdite di carico laminari
- $Q$  è la portata estratta.

I dati di portata e di abbassamento sono:

<b>Portata Q</b>	<b>Livello dinamico misurato</b>	<b>Abbassamenti misurati (S'-S)</b>	<b>Abbassamenti teorici <math>\Delta h</math></b>
<b>mc/s</b>	<b>in m dal b.p.</b>	<b>in m</b>	<b>in m</b>
0,0000	13.34	0.00	0.00
0,0025	13.90	0.68	0.66
0,0050	14.00	1.41	1.33
0,0100	14.02	2.89	2.65

Come si può notare nel grafico di seguito riportato la curva di interpolazione degli abbassamenti reali non presenta flessi o brusche variazioni dei coefficienti angolari, a conferma delle ridotte e trascurabili perdite di carico quadratiche, anche con portata massima. La curva reale si discosta infatti lievemente dalla curva teorica.

Tale grafico evidenzia inoltre che non è stata raggiunta la portata critica e che la massima portata di prova di 10,00 l/s risulta inferiore rispetto le effettive potenzialità dell'acquifero sfruttato.

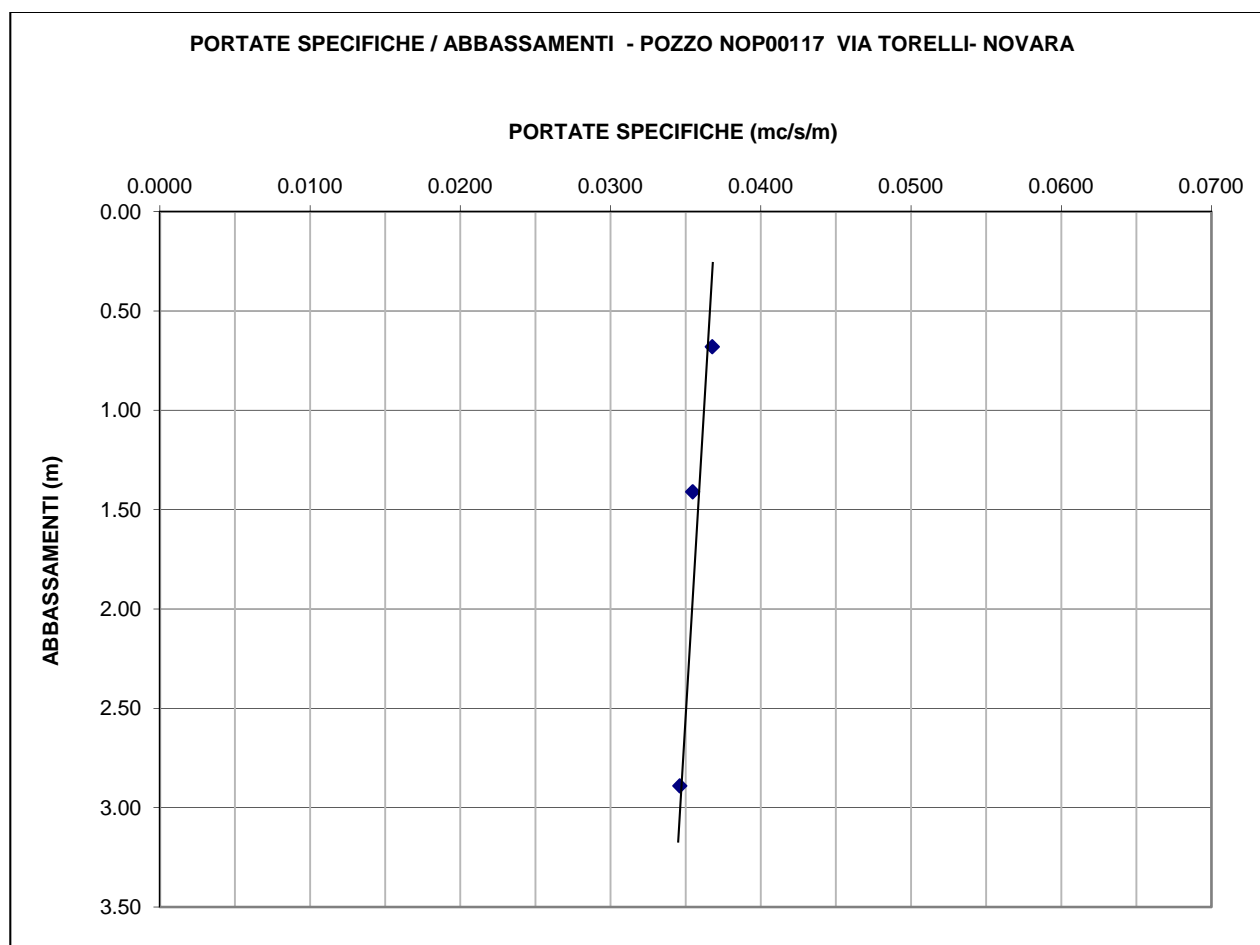


## GRAFICO 4 (PORTATE SPECIFICHE – ABBASSAMENTI)

Nel grafico di correlazione sono riportati gli abbassamenti misurati nel pozzo e la portata specifica, ottenuta mediante l'espressione:  $Q_s = Q/\Delta h$

Portata Q (mc/s)	Portata specifica pozzo Qs (mc/s)	Abbassamento misurato nel pozzo (S'-S) ( in m)
0,0000	0.0000	0.00
0,0025	0.0368	0.68
0,0050	0.0355	1.41
0,0100	0.0346	2.89

La retta di interpolazione permette di confermare che l'acquifero sfruttato è di tipo semiconfinato, con trascurabili perdite di carico.



## **D. DETERMINAZIONE DEI PRINCIPALI PARAMETRI IDROGEOLOGICI ED IDRODINAMICI DELL'ACQUIFERO**

I valori di trasmissività e della conducibilità idraulica o permeabilità dell'acquifero sono stati ricavati utilizzando le misure di risalita del livello idrico nel pozzo a seguito dello spegnimento della pompa. Tali analisi è stata condotta con metodo di Jacob.

La prova di pompaggio con la portata massima di 10,0 l/s è stata spinta fino alla stabilizzazione del livello dinamico; successivamente si è spenta la pompa misurando progressivamente la risalita del livello nel pozzo, fino al raggiungimento del livello statico iniziale.

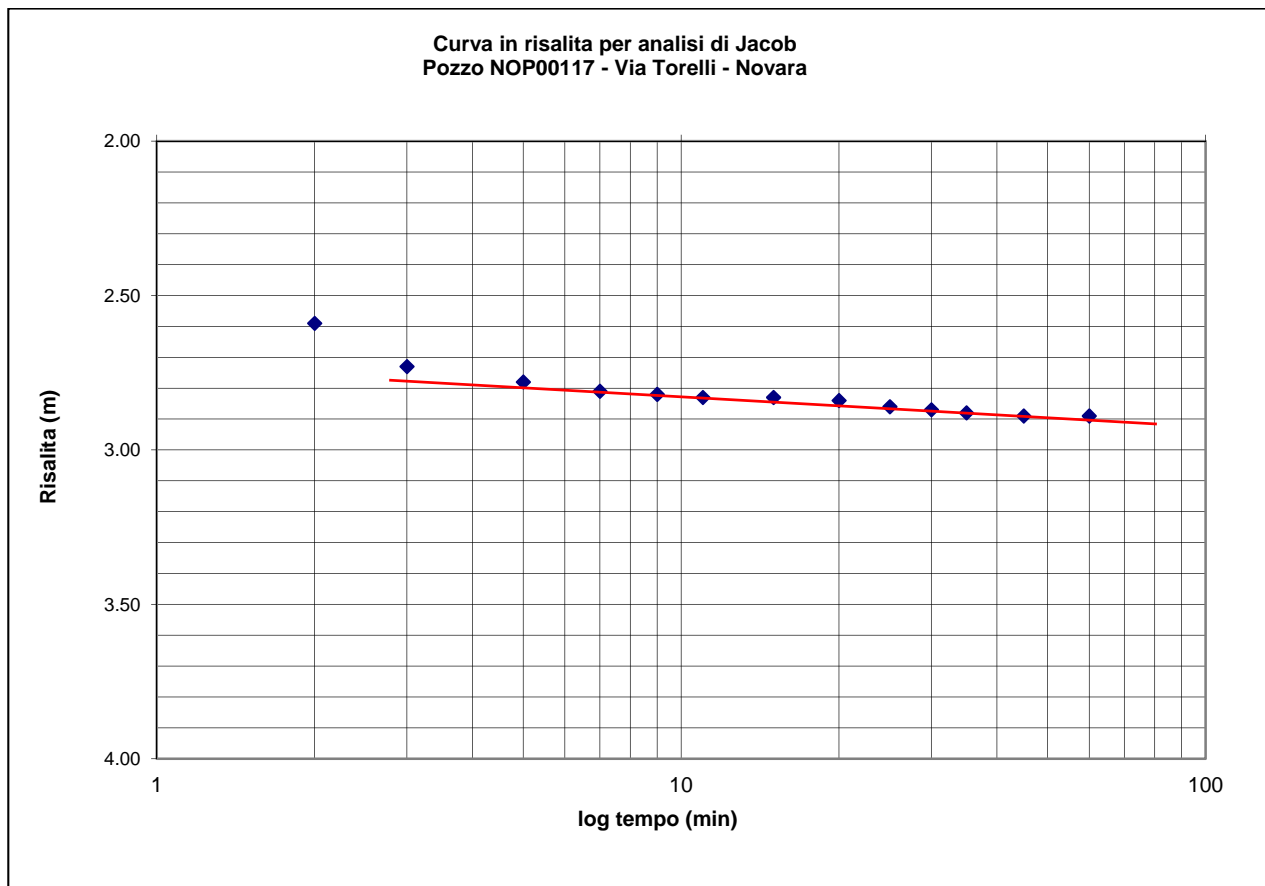
I dati impiegati per tale analisi sono i seguenti:

<b>Tempo da spegnimento pompa (minuti)</b>	<b>Tempo da inizio pompaggio (minuti)</b>	<b>Livello misurato nel pozzo (in m)</b>	<b>Risalita del livello nel pozzo rispetto la massima depressione (in m)</b>
1	38	14.40	1.83
2	39	13.64	2.59
3	40	13.50	2.73
5	42	13.45	2.78
7	44	13.42	2.81
9	46	13.41	2.82
11	48	13.40	2.83
15	52	13.40	2.83
20	57	13.39	2.84
25	62	13.37	2.86
30	67	13.36	2.87
35	72	13.35	2.88
45	82	13.34	2.89
60	97	13.34	2.89

Con il metodo di Jacob si inseriscono in un grafico con scala semilogaritmica in ascisse i tempi di misura ed in ordinata la differenza di misura tra il livello misurato ed il massimo abbassamento registrato durante il pompaggio, con la portata massima di prova.



## GRAFICO 5 (CURVA DI RISALITA - ANALISI DI JACOB)



Da tale grafico si ricava il coefficiente adimensionale C (depressione in un ciclo logaritmico) della retta di interpolazione.

La trasmissività dell'acquifero si ricava con la relazione di Jacob:

$$T = \frac{0,183 \times Q}{C}$$

dove :

T = trasmissività (mq/s)

Q = portata del pozzo (mc/s) = 0,010 mc/s (massima portata prova di pompaggio)

C = coefficiente della retta in un ciclo logaritmico (adimensionale) = 0,10

Sostituendo i valori nella formula si ottiene:

$$T = \frac{0,183 \times 0,010}{0,10} = 1,83 \times 10^{-2} \text{ mq/s}$$

Il valore di conducibilità idraulica (o permeabilità) è stata ricavata applicando la seguente espressione:

$$K = \frac{T}{H} = \frac{1.83 \times 10^{-2}}{22} = 8,318 \times 10^{-4} m/s$$

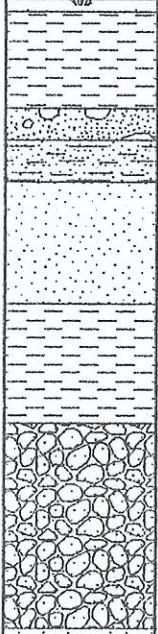

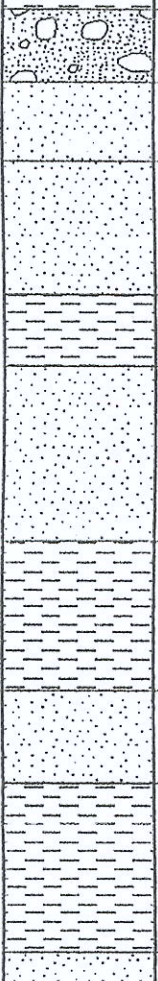
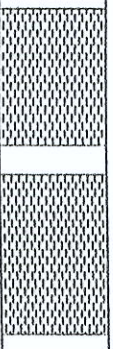
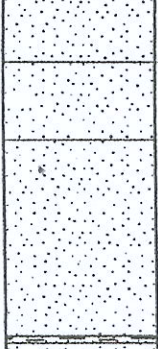
dove :

T= trasmissività (mq/s) precedentemente ricavata

K = conducibilità idraulica (m/s)

H= spessore dell'acquifero sfruttato corrispondente alla sommatoria dei tratti filtranti e pari a 22 m.

COMUNE DI NOVARA	POZZO N. 26
Via Torelli	Quota: 151.0 m s.l.m.
Uso: Potabile	Anno perf.: 1961

scala grafica	col. produz. (mm)	profondita' (m)	completamento	stratigrafia	profondita' (m)	descrizione
5	400	33.1			0.7	Terreno vegetale
						Argilla giallastra
10					5.8	Ghiaia mista a sabbia
					7.5	Argilla sabbiosa
15					9.8	Sabbia giallastra
20					16.2	Argilla grigio-azzurra
25					22.7	Ghiaia e ghiaietto misto a sabbia fine
30					33.5	Sabbia fine giallastra
35					36.0	Argilla gialla ferrettizzata e grigio-azzurra
40					39.3	Conglomerato molto ferrettizzato
45	350	61.1			43.2	Sabbia compatta a grana grossa grigiastra
50					47.4	Sabbia fine giallastra
55					54.5	Argilla gialla e grigio-azzurra
60					58.4	Sabbia grigia
65					67.6	Argilla gialla e grigio azzurra
70					75.5	Sabbia fine grigio-giallastra
75					80.5	Argilla gialla e grigio-azzurra
80					89.5	Sabbia media grigia
85					101.0	Sabbione grigiastro ben mordente
90					105.0	Sabbia media grigia ben mordente
95	350	115.4			115.5	Argilla giallastra sabbiosa e ferrettizzata
100					115.5	Sabbia media grigia giallastra
105					117.8	Argilla grigio-azzurra
110						
115						