COESTRA

Variante alla SS n°1 Aurelia (Aurelia bis) Viabilità di accesso all'Hub portuale di La Spezia. Interconnessione tra i caselli della A-12 e il porto di La Spezia – Lavori di costruzione della variante alla SS1 Aurelia 3° lotto tra Felettino e il raccordo autostradale

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Componente ACQUE SOTTERRANEE

Relazione Monitoraggio Idrogeologico

ANTE OPERAM

ambiente
Ingegneria ambientale e laboratori

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI MASSA CARRARA
Dott. LORENZO TENERANI
SEZIONE A N° 631
Ingegnere civile ambientale ed edile
Ingegnere industriale
Ingegnere dell' informazione

ambiente sc – Firenze, via di Soffiano, 15 - Tel. 055-7399056 – Carrara, via Frassina, 21 – Tel. 0585-855624

INDICE

1. Premessa 2
2. Riferimenti normativi 6
2.1. Normativa comunitaria 6
2.2. Normativa nazionale 7
3. CENSIMENTO DEI PUNTI D'ACQUA SOTTERRANEI E SORGENTI 8
4. Definizione dei punti di monitoraggio 11
4.1. Criteri di scelta e definizione dei punti di misura 11
4.2. Parametri oggetto del monitoraggio 14
4.2.1. Parametri in situ ed idrogeologici 15
4.2.2. Parametri di laboratorio 16
5. Metodologie di campionamento CHIMICO 19
5.1. Campionamento 19
6. Programma delle attività di monitoraggio 23
6.1. Ante Operam 23
6.2. Corso d'Opera 24
6.3. Post Operam 26

ALLEGATO I: Misure freatrimetriche e misure di portata

1. Premessa

Il presente documento definisce gli obiettivi e i criteri metodologici generali del Piano di Monitoraggio e Controllo Ambientale della componente acque sotterranee.

Il golfo della Spezia rappresenta il margine sud-orientale di una depressione tettonica, allungata in direzione appenninica NW-NE, compresa tra due promontori, costituiti ad ovest da una piega rovesciata e a est da un anticlinale in posizione normale in cui sono implicate diverse unità tettoniche. Tale struttura è il risultato di una fase tettonica distensiva, che ha interessato l'appennino settentrionale e che ha originato sistemi di "alti tettonici" (Horst) e di "fosse tettoniche" (Graben) delimitati da faglie dirette.

Le faglie dirette con rigetti superiori sono quelle situate ai margini occidentali di due horst, ossia la discontinuità che da La Spezia si sviluppa con evidenza sino a Corrodano, per circa 20 km, e quella presunta sulla destra del fiume Magra, sepolta al di sotto dei depositi alluvionali.

Le strutture ad Horst e Graben si riuniscono verso nord-ovest determinando la depressione tettonica della valle del fiume Vara.

Oltre al sistema a faglie dirette (distensive) con direzione appenninica, è riconoscibile anche un sistema a faglie trasversali alle strutture principali; si tratta di faglie trascorrenti, con componente verticale anche notevole.

Le formazioni geologiche si differenziano, sotto il profilo idrogeologico, fra terreni permeabili, in grado di contenere acquiferi, e terreni impermeabili che costituiscono il limite di separazione tra gli acquiferi.

I terreni affioranti nell'area in esame sono caratterizzati da distinti gradi di permeabilità primaria (per porosità) e/o secondaria (per fatturazione) variabile in funzione delle caratteristiche litologiche e delle condizioni di alterazione e fratturazione.

In particolare, le caratteristiche idrogeologiche delle singole formazioni geologiche sono:

- le formazioni calcaree della "successione Toscana non metamorfica" che mantengono in genere un grado di permeabilità elevato;
- le formazioni basali della "successione Toscana" che mantengono in genere un grado di permeabilità elevato;
- le formazioni arenacee delle unità tettoniche "liguri" e "toscane" sono contraddistinte da un grado di permeabilità secondaria da medio a medio-bassa;

b) conseguente verifica dell'eventuale interferenza dell'opera con i pozzi e le sorgenti di cui sopra ed indicazione dei sistemi di approvvigionamento idrico di emergenza necessari per supplice ad eventuali deficit indotti dagli scavi con eventuali interventi di ripristino degli acquedotti potenzialmente impattati.....omissis.....

Le indicazioni del CIPE di cui sopra sono state recepite e fanno parte integrante della Relazione Generale consegnata in fase di gara GE 50/08. Nello specifico le prescrizioni sono state riportate nei paragrafi della stessa relazione relativi ad Ambiente geologico ed idrogeologico – Prescrizione "a" – Prescrizione "b".

Visto quanto sopra il monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo ha lo scopo di controllare l'impatto della costruzione delle opere in progetto sul sistema idrogeologico superficiale e profondo, al fine di prevenirne alterazioni di tipo quali-quantitativo delle acque ed eventualmente programmare efficaci interventi di contenimento e mitigazione.

Le attività che possono comportare influenze sui livelli di falda nell'area indagata creando sbarramenti o situazioni di drenaggio o possibilità di inquinamento delle acque sotterranee sono dovute essenzialmente:

- alle sostanze impiegate nei processi di scavo delle opere e delle gallerie in particolare;
- all'utilizzo di mezzi meccanici e macchinari di cantiere, che possono comportare diffusione di idrocarburi ed oli;
- ai getti di calcestruzzo che possono contenere additivi chimici di varia natura.

I criteri per la definizione degli elementi della rete di monitoraggio sono basati sulla considerazione del rischio di interferenza tra opere in progetto e corpi idrici sotterranei in relazione a quanto emerso dagli studi di supporto al progetto.

In particolare, come specificato nello studio di impatto ambientale, essendo i potenziali impatti classificati come "bassi" ma con presenza di eccezioni puntuali con impatto medio-alto, si rende necessario supportare il Progetto Esecutivo e la fase di realizzazione dell'opera, con studi, controlli e approfondimenti di carattere idrogeologico.

A seguito dei primi dati del monitoraggio ante-operam (prima misura), è stato possibile verificare il tenore delle interferenze dell'opera con la matrice ambientale acqua sotterranea e le interferenze con le sorgenti e le opere di prelievo private.

Alla luce di quanto rilevato con la prima misura del monitoraggio ante-operam eseguita nei mesi di gennaio e febbraio 2011 si può affermare che devono essere approfondite e tenute sotto controllo principalmente le interferenze fra le gallerie in località Melara e Felettino (sulle formazioni del *Verrucano* e sulle *Arenarie di Ponte Bratica*). Particolare attenzione andrà

quindi posta sulle eventuali interferenze sulle sorgenti e sui pozzi presenti nella zona. Per le altre porzioni del progetto, il tipo di impatto da attendersi a livello di acque sotterranee dovrebbe essere comunque scarso.

2. Riferimenti normativi

Si riporta di seguito l'analisi del complesso contesto normativo vigente in materia di qualità dell'acqua, oggetto di continua evoluzione e mutamento sia a livello nazionale che internazionale.

Come espressamente indicato dalle Linee Guida per la redazione del PMA della CSVIA, la definizione di tale contesto rappresenta, infatti, il presupposto di base al quale fare riferimento per la definizione generale dei contenuti stessi di PMA (cfr. Cap.1 "Il Proponente, congiuntamente al Progetto definitivo delle opere, deve presentare un Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA), redatto secondo le presenti linee guida, che illustri i contenuti, i criteri, le metodologie, l'organizzazione e le risorse che saranno impiegate per attuare il piano di Monitoraggio Ambientale (MA) che tenga conto della normativa generale e di settore esistente a livello nazionale e comunitario (per quest'ultimo relativamente a quanto già recepito) e delle indicazioni contenute nelle presenti Linee Guida.") e a questo deve conformarsi il PMA nei singoli aspetti del monitoraggio (metodologie, criteri localizzativi dei punti di indagine, parametri da monitorare, frequenza delle indagini, ecc.).

Lo stesso paragrafo 1.4 "Criteri metodologici di redazione del PMA" delle suddette Linee Guida riporta, inoltre, che "nella redazione del PMA si devono seguire le seguenti fasi progettuali:

- ***Identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici: sia per la definizione delle metodiche di monitoraggio che per la determinazione dei valori di riferimento, rispetto ai quali effettuare le valutazioni ambientali."***

Per quanto riguarda le norme cui far riferimento per l'esecuzione degli accertamenti in campo, nonché per quanto attiene i limiti imposti, il tipo di strumentazione da utilizzare, le grandezze da misurare, ecc., sono elencati nei paragrafi seguenti, distinti in riferimenti comunitari e nazionali.

2.1. Normativa comunitaria

- Direttiva 1998/83/CE del 3 novembre 1998 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano.
- Direttiva 2000/60/CE del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque e successive modifiche ed integrazioni con Decisione 2001/2455/CE e Direttive 2008/32/CE.
- Direttiva 2006/118/CE del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento e successive modifiche.

2.2. Normativa nazionale

- D.M. del 15 febbraio 1983 "Disposizioni relative ai metodi di misura, alla frequenza dei campionamenti e delle analisi delle acque superficiali destinate all'approvvigionamento idrico – potabile".
- L. n.36 del 5 gennaio 1994 "Disposizioni in materia di risorse idriche".
- D.Lgs. n. 152 del 11 maggio 1999, come integrato e modificato dal D.Lgs n. 258 del 18 agosto 2000, recante disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 31/271/CEE e della Direttiva 91/676/CEE.
- D.M. 471 del 25 ottobre 1999, Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni.
- D.Lgs. 31 del 2 febbraio 2001, come modificato dal D.Lgs. n. 27 del 02/02/02, Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano
- D.Lgs. n. 152 del 3 Aprile 2006, Norma in materia ambientale, e s.m.i.
- D.Lgs n.30 del 16 marzo 2009, Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione elle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

3. CENSIMENTO DEI PUNTI D'ACQUA SOTTERRANEI E SORGENTI

E' stato eseguito, come da specifica prescrizione CIPE citata in premessa, il censimento dei pozzi esistenti e delle sorgenti ubicati a monte ed a valle delle opere in progetto.

Dal suddetto censimento è risultato che sono presenti pozzi privati ad uso prevalentemente domestico ed irriguo. Si tratta in genere di pozzi molto superficiali con profondità in media compresa fra 2 m e 10 m dal piano di campagna. I pozzi superiori a 10 m di profondità risultano essere complessivamente 8 con profondità media compresa tra i 15 m ed i 30 m dal p.c..

Si segnalano esclusivamente 2 pozzi che superano i 30 m di profondità ed in particolare un pozzo posto a sud-est di Carozzo profondo 80 m dal p.c. (pratica Provincia di La Spezia n° 1707) ed un pozzo profondo 44 m presso la ex-fornace in uso ad un vivaio (pratica Provincia di La Spezia n° 1689). Non sono rilevabili dal censimento pozzi ad uso potabile.

È stata predisposta una apposita planimetria annessa al presente studio che riporta l'ubicazione esatta dei pozzi e delle sorgenti censite con il riferimento numerico e la distinzione fra pozzi di falde idriche che attingono da depositi alluvionali e colluviali con specifica del relativo numero di pratica autorizzativa e quelli che attingono da falde idriche ospitate in materiali litoidi, con annesso numero della pratica autorizzativa.

Nella tabella di seguito sono elencati i pozzi censiti e le relative specifiche di interesse per il presente studio.

Numero Pratica	Ubicazione indicativa	Scheda Tecnica	Foglio	Mappa Catastale	Prof. m	Diametro mm	Portata Pompa l/s
119	Est fermata Cà di Boschetti (Via San Venerio 10)	No	46	345	No	25mm	1
133	est cimitero	SI	46	233	3	1000	3
377	Via piave 95	NO	46	1123	No	No	no
512	Tra Marcantone e Migliarina	SI	22	1033	6	1100	no
869	Nord est fermata Stazione Cà di Boschetti	SI	46	161	5	1100	no

Numero Pratica	Ubicazione indicativa	Scheda Tecnica	Foglio	Mappa Catastale	Prof . m	Diametro mm	Portata Pompa l/s
870	Nord Toponimo Marcantone	SI	22	774	6	1500	no
871	Nord Toponimo Marcantone	SI	22	253	4,5	1550	no
1181	Sud est Toponimo Migliarina	SI	46	15	7	900	no
1217	Ovest Toponimo San Venerio	SI	23	991	5,5	2400	no
1363	Est toponimo San venerio	SI	23	382	4	1200	10
1573	Sud Montefosco	SI	22	238	4,15	2150	0,5
1580	Tra Lobbia e San Venerio	SI	22	386	15	700	2
1639	Est ex fornace ma nel mappale (vedere copia) non c'è l'ubicazione precisa	SI	46	1314	44	200	no
1641	Località Ponticelli (indicativamente tra Montefosco e Fellettino ma non c'era l'ubicazione esatta sul mappale)	Si	22	485	6	1800	1
1692	Sud ovest Migliarina	Si	21	43	7	1300	no
1707	Sud est Carozzo	SI	23	32	80	125	0,2
1771	Ovest Migliarina	SI	21	257	6	800	no
1820	Sud-est San venerio (manca l'ubicazione precisa nella mappa)	SI	23	600	5	1400	no
1920	Tra cimitero e campo sportivo	SI	46	1186	4	800	no
1923	Nord toponimo Fellettino	SI	8	444	8	1 (?)	no
1924	Nord toponimo Fellettino	SI	8	451	11	1 (?)	no
1925	Nord toponimo Fellettino	SI	8	329	8	1 (?)	no
1995	Cimitero Migliarina	SI	22	1405	30	650	1,5-5,5 m3/h
2020	Cimitero Migliarina	SI	22	991	15	900	1,5-5,5 m3/h
2021	Cimitero Migliarina	SI	22	476	4	1300	no
2048	Nord-Ovest cimitero	SI	45	144	5	1000	no
2052	est cimitero	SI	46	232	5	3400	no
2054	est cimitero, in prossimità del	SI	46	661	3,5	2,80 (?)	no

Numero Pratica	Ubicazione indicativa	Scheda Tecnica	Foglio	Mappa Catastale	Prof . m	Diametro mm	Portata Pompa l/s
	campo sportivo						
2167	Sud Migliarina	SI	21	117	7	1100	no
2179	Est Carozzo (immediatamente fuori carta)	Si	23	7	27	130 (?)	0,33 ?
2843	Lungo il fosso ad est toponimo San Venerio	SI	23	356	3,3	1300	0,1-1
2869	est cimitero, in prossimità del campo sportivo	SI	46	273	7	4000	no
3204	Sud Migliarina	SI	45	122	2,5	1400	no
3230	est cimitero	SI	46	230	5	1800	no
3308	Sud Migliarina	SI	21	320	6	200	no
3371	Est toponimo Fellettino	SI	22	720	4	No	no
3376	est cimitero	SI	46	191	5	1500	5.20
4185	Ovest Migliarina	SI	22	897	5	1000	no
4246	Nord ovest fornace	SI	46	1105	no	2 pollici	no
4433	Cimitero Migliarina	SI	22	991	15	900	1,5/5,5
4437	Cimitero Migliarina	SI	22	1490	30	700	1,5/5,5
4556	Zona melara	-	-	-	-	-	-
4587	Sud Lobbia	SI	22	1081	5	2000	0,5
4676	Sud San Venerio	SI	46	617	6	1300	15
4678	Zona Migliarina	-	-	-	-	-	-

Il censimento ha interessato anche le sorgenti che nel complesso risultano essere 24, che nella stessa tavola succitata sono state individuate e numerate con numero progressivo e distinte fra alimentate da falde idriche sospese (libere o captate) e quelle da falde idriche di base (libere o captate).

Trattasi in prevalenza di sorgenti alimentate da falde idriche sospese di portata inferiore a 5 lt/min libere. Anche per le sorgenti non si rilevano utilizzi afferenti al pubblico acquedotto.

4. Definizione dei punti di monitoraggio

4.1. Criteri di scelta e definizione dei punti di misura

Per il monitoraggio idrogeologico, in seguito al censimento dei pozzi e sorgenti esistenti e a quelli di nuova realizzazione, sono stati individuati 28 punti di controllo idrogeologico delle acque di falda così suddivisi:

SORG 0-4	Sorgenti	Misure tipo SOR e CHI
PIEZ 1-16	Piezometri	Misure tipo LIV e CHI
POZ 1-8	Pozzi	Misure tipo LIV, IDR e CHI

La tipologia di misurazione effettuata è riportata in seguito in apposito paragrafo del presente documento.

I punti di monitoraggio selezionati corrispondono, in base al censimento riportato in cartografia, alle seguenti codifiche:

- 4 sorgenti → S1, S15, S17, S19;
- 16 piezometri → 106, 108, 341, 541, 642, 607, 610, 102, 107 204, PZ6, 303, 404 PZ10, 604, 605;
- 8 pozzi → 140, 141, 340, 540, 640, 641, 643, 1639.

In tali punti di controllo, saranno eseguite, misure piezometriche (pozzi e piezometri), analisi chimiche delle acque (pozzi, piezometri e sorgenti), misure di portata (sorgenti) e prove di portata con individuazione delle caratteristiche idrodinamiche dell'acquifero sotterraneo (pozzi).

Nella fase preliminare al progetto esecutivo sono stati realizzati 7 (140, 141, 340, 540, 640, 641, 643) pozzi di controllo specifici per il monitoraggio idrogeologico che sono entrati a far

parte dei punti di controllo di cui sopra, mentre un solo pozzo censito è stata selezionato per il monitoraggio proposto (pratica autorizzativa 1639).

I punti di monitoraggio idrogeologico per le acque sotterranee sono evidenziati nella planimetria T00MO01MOAPU02_B.

I controlli previsti hanno lo scopo di verificare le possibili interferenze tra le opere da realizzare e l'assetto idrogeologico in prossimità delle aree d'intervento.

I punti sono stati prescelti in relazione agli acquiferi presenti ed alla possibile interferenza delle opere con le matrici acque sotterranee e acque superficiali.

In particolare, tali punti sono stati collocati in corrispondenza dei diversi acquiferi dell'area in esame (coperture detritiche superficiali, depositi alluvionali e ammassi rocciosi), al fine di determinare le possibili interferenze dell'opera su tutti gli acquiferi dell'area.

Questo consente di valutare il tipo di impatto da attendersi e gli interventi di mitigazione in riferimento ad eventuali interferenze dell'opera specie sulle acque sotterranee con elevati abbassamenti temporanei attesi sul piano verticale e altrettanto elevati richiami laterali.

Per tale motivo la scelta dei punti di monitoraggio è stata ragionata ed eseguita in relazione all'interazione tra tracciato ed assetto idrogeologico delle acque.

Ai fini delle potenziali interferenze progettuali sono state individuate quindi cinque unità formazionali/idrogeologiche principali costituite da:

a) *Alluvioni terrazzate* (acquifero di basse dimensioni)
b) *Arenaria del Monte Gottero* (acquifero di medio-basse dimensioni);
c) *Arenaria di Ponte Bratica* e *Argille e Calcari di Canetolo* (acquifero di medio-elevate dimensioni)
d) *Macigno* (acquifero di modeste dimensioni)
e) *Calcare Cavernoso* (acquifero di modeste dimensioni),
f) *Verrucano* (acquifero di elevate dimensioni).

In riferimento a quanto sopra per le acque sotterranee, con possibile interferenza in relazione a scavi per le gallerie naturali, il controllo idrogeologico interesserà i seguenti acquiferi correlati alle opere di scavo specifiche:

galleria Pellizzarda:

- acquifero della formazione *Arenaria del Monte Gottero*
- punti di controllo: piezometri *PIEZ 01*, *PIEZ 02*; pozzi di controllo *POZ 01, POZ 02*.

galleria Felettino I:

- acquifero della formazione Arenaria di Ponte Bratica e Argille e Calcari di Canetolo
- punti di controllo: piezometri PIEZ 03; pozzo di controllo POZ 03; sorgenti SORG 02, SORG 03, SORG 04.

galleria Felettino III:

- acquifero della formazione Macigno
- punti di controllo: SORG 01.

galleria Le Fornaci I:

- acquifero della formazione del Verrucano
- punti di controllo: piezometri PIEZ 04; pozzi di controllo POZ 04, POZ 05.

galleria Le Fornaci III:

- acquifero della formazione Verrucano
- punti di controllo: piezometri PIEZ 06, PIEZ 07.

galleria Le Fornaci IV:

- acquifero della formazione Verrucano
- punti di controllo: piezometri PIEZ 06, PIEZ 07.

Per le acque sotterranee, con possibile interferenza in relazione a scavi e nuove opere di fondazione profonde per le gallerie artificiali, il controllo idrogeologico interesserà i seguenti acquiferi correlati alle opere di scavo specifiche:

galleria Felettino II:

- acquifero della formazione Arenaria di Ponte Bratica e Argille e Calcari di Canetolo
- punti di controllo: SORG 01.

galleria Le Fornaci II:

- acquifero della formazione Alluvioni terrazzate
- acquifero della formazione Verrucano
- punti di controllo: piezometro PIEZ 05; pozzi di controllo POZ 06, P0Z 07, POZ 08.

Per le acque sotterranee, con possibile interferenza in relazione a scavi e nuove opere di fondazione per il viadotto L, il controllo idrogeologico interesserà i seguenti acquiferi correlati alle opere di scavo specifiche:

viadotto L:

- acquifero della formazione Verrucano
- punti di controllo: piezometro PIEZ 06.

Tale piano di monitoraggio consente quindi di valutare tutte le possibili influenze delle opere in progetto per tutti gli acquiferi principali individuati attraverso una suddivisione distribuita in ragione delle differenti caratteristiche idrogeologiche di tutti gli acquiferi interessati (superficiali, profondi e risorgive).

4.2. Parametri oggetto del monitoraggio

La definizione dei parametri da utilizzare come indicatori di potenziale interferenza è stata effettuata nell'ottica di definire un unico sistema di monitoraggio che non fosse così strettamente legato alla tipologia dell'interferenza, ma che comunque garantisse significatività.

Nella seguente tabella sono indicati, per ogni tipologia di punto di monitoraggio individuato, i relativi parametri da rilevare:

	LIV	*IDR*	*POR*	*CHI*
PIEZ	*X*			*X*
POZ	*X*	*X*		*X*
SORG			*X*	*X*

Le specifiche tecniche dei parametri da monitorare e delle metodologie di campionamento sono riportate di seguito.

Si distinguono due tipologie di parametri:

- in situ e idrogeologici;
- parametri di laboratorio.

Le analisi chimiche saranno effettuate presso Laboratori Certificati.

4.2.1. Parametri in situ ed idrogeologici

I parametri da rilevare in loco sono:

- **Livello statico della falda (LIV):** le variazioni del livello statico sono caratterizzate da ciclicità stagionali ed annuali intimamente correlate all'andamento dell'anno idrologico, in ragione di maggiori o minori apporti di ricarica dell'acquifero. Il parametro e le sue variazioni sono meglio leggibili e interpretabili laddove si disponga di serie storiche di lettura.
- **Parametri idrodinamici degli acquiferi (IDR):** determinazione dei parametri caratteristici della falda (permeabilità K e trasmissività T), della portata e del coefficiente di immagazzinamento per valutare possibili afflussi nel cavo delle gallerie e le implicazioni sull'assetto idrogeologico della zona attraverso l'esecuzione di prove di portata ripetute nel tempo per ogni stagionalità nei 6 nuovi pozzi realizzati appositamente per il monitoraggio idrogeologico (prova a gradini di portata crescente e prova di lunga durata con risalita) con controllo nei piezometri di riferimento.
- **Misure di portata delle sorgenti più significative (POR):** anche in tale caso le variazioni di portata sono caratterizzate da ciclicità stagionali ed annuali intimamente correlate all'andamento dell'anno idrologico, in ragione di maggiori o minori apporti di

ricarica dell'acquifero superficiale. Il parametro e le sue variazioni sono meglio leggibili e interpretabili laddove si disponga di serie storiche di lettura.

- **Parametri fisico-chimici (CHI):**
  - temperatura aria: è una misura necessaria in quanto costituisce un valore di riferimento per le altre misure.
  - temperatura acqua: la temperatura delle acque sotterranee presenta normalmente modeste variazioni di temperatura.
  - conducibilità elettrica: la conducibilità elettrica, misurata attraverso appositi strumenti, è un parametro legato al contenuto salino dell'acqua ed alla temperatura, che viene di norma indicata con il valore di conducibilità misurato (di solito 18°C o 25°C).
  - pH: il valore misurato in campo consente di ottenere risposte molto più precise rispetto ad eventuali misure in laboratorio. Il range di valori è compreso in genere tra 6,5 e 8. La misura del pH deve essere sempre associata alla temperatura.
  - ossigeno disciolto: è di grande importanza quale indicatore del tipo di ambiente e dell'eventuale passaggio ad un mezzo anaerobico.
  - potenziale redox: il potenziale Redox del sistema misura la stabilità di uno ione in un livello di ossidazione determinato. Si misura in campo elettronicamente utilizzando un elettrodo di riferimento.

Le misure in situ rivestono particolare importanza nell'ambito del monitoraggio in quanto consentono di verificare con immediatezza e facilità valori anomali dei parametri investigati, rispetto al normale range di variazione, o ai valori registrati in fase ante operam o acquisiti tramite bibliografia.

4.2.2. Parametri di laboratorio

I metalli di cui è previsto il campionamento, la conservazione, il trasporto per il trasferimento in laboratorio sono i parametri chimico/batteriologici. Si riporta di seguito l'elenco completo dei parametri indagati e le relative metodiche analitiche.

Si riporta di seguito l'elenco completo dei parametri indagati e le relative metodiche analitiche.

AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE - CHI		
PARAMETRO	***METODICA***	***U.M.***
Torbidità	APAT CNR IRSA 2110 Man 29 2003	NTU
Cloruri	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l
Solfati	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l

AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE - CHI		
PARAMETRO	**METODICA**	**U.M.**
Nitriti	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	µg/l
Nitrati	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l
Azoto ammoniacale (come NH4)	APAT CNR IRSA 4030 Man 29 2003	mg/l
Fosforo	EPA 200.7 1994	mg/l
Calcio	EPA 6010 C 2007	mg/l
Alluminio	EPA 6020 A 2007	µg/l
Cadmio	EPA 6020 A 2007	µg/l
Cromo totale	EPA 6020 A 2007	µg/l
Nichel	EPA 6020 A 2007	µg/l
Zinco	EPA 6020 A 2007	µg/l
Rame	EPA 6020A 2007	µg/l
Arsenico	EPA 6020A 2007	µg/l
Manganese	EPA 6020A 2007	µg/l
Potassio	EPA 6010C 2007	mg/l
Piombo	EPA 6020A 2007	µg/l
Ferro	EPA 6020A 2007	µg/l
Sodio	EPA 6010C 2007	mg/l
Magnesio	EPA 6010C 2007	mg/l
Idrocarburi totali	EPA 3510 C 1996 + EPA 3620 C 2007 + EPA 8015 D 2003	µg/l
IPA	EPA 3510C 1996 + EPA 3640A 1994 + EPA 8270D 2007	µg/l
Tensioattivi anionici	APAT CNR IRSA 5170 Man 29 2003	mg/l
Tensioattivi non ionici	APAT CNR IRSA 5180 Man 29 2003	mg/l

AMBIENTE IDRICO SUPERFICIALE - CHI		
PARAMETRO	**METODICA**	**U.M.**
Escherichia coli	APAT CNR IRSA 7030F Man 29 2003	ufc/100 ml
Coliformi totali	APAT CNR IRSA 7010C Man 29 2003	ufc/100 ml
Streptococchi fecali	APAT CNR IRSA 7040 Man 29 2003	ufc/100 ml

5. Metodologie di campionamento CHIMICO

I nuovi piezometri ed i pozzi oggetto di misura e campionamento sono già stati realizzati per la prima campagna di misure *ante operam*.

Le caratteristiche tecniche e le metodiche costruttive sono riportate nella Relazione Idrogeologica specifica (T00GE00GEORE02_A).

5.1. Campionamento

Il campionamento può definirsi come l'operazione di prelevamento della parte di una sostanza di dimensione tale che la proprietà misurata nel campione prelevato rappresenti, entro un limite accettabile noto, la stessa proprietà nella massa di origine. In altre parole, il fine ultimo del campionamento ambientale è sempre quello di consentire la raccolta di porzioni rappresentative della matrice che si vuole sottoporre ad analisi. Il campionamento costituisce quindi la prima fase di ogni processo analitico che porterà a risultati la cui qualità è strettamente correlata a quella del campione prelevato. Per tale motivo, il campionamento è una fase estremamente complessa e delicata che condiziona i risultati di tutte le operazioni successive e che di conseguenza incide in misura non trascurabile sull'incertezza totale del risultato dell'analisi.

L'analisi può essere finalizzata alla verifica del rispetto di limiti, alla definizione della variabilità spaziale e/o temporale di uno o più parametri, al controllo di scarichi accidentali od occasionali, alla determinazione di parametri di processo, alla caratterizzazione fisica, chimica o biologica di un ambiente.

Per poter procedere ad un corretto campionamento è necessario effettuare lo spurgo del piezometro fino all'ottenimento di acqua chiara e comunque per un tempo non inferiore al ricambio di 3-5 volumi d'acqua all'interno del piezometro in modo che il campione acquisiti abbia subito il minor disturbo possibile.

Per le fasi di campionamento, immagazzinamento, trasporto e conservazione dei campioni, è necessario garantire:

- l'assenza di contaminazione derivante dall'ambiente circostante o dagli strumenti impiegati per il campionamento e prelievo;
- l'assenza di perdite di sostanze inquinanti sulle pareti dei campionatori o dei contenitori;
- la protezione del campione da contaminazione derivante da cessione dei contenitori;
- un'adeguata temperatura al momento del prelievo per evitare la dispersione delle sostanze volatili;
- un'adeguata temperatura di conservazione dei campioni;
- l'assenza di alterazioni biologiche nel corso dell'immagazzinamento e conservazione;
- l'assenza in qualunque fase di modificazioni chimico-fisiche delle sostanze;
- la pulizia degli strumenti e attrezzi usati per il campionamento, il prelievo, il trasporto e la conservazione.

Il campione deve essere prelevato in maniera tale che mantenga inalterate le proprie caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche fino al momento dell'analisi; e conservato in modo tale da evitare modificazioni dei suoi componenti e delle caratteristiche da valutare.

Il campionamento, essendo parte integrante dell'intero procedimento analitico, deve essere effettuato da personale qualificato.

Per l'analisi di sostanze che possono essere presenti in fase di galleggiamento alla superficie della falda (DM 471/99) si dovrà prevedere un campionamento dell'acqua con strumenti posizionati in modo da permettere il prelievo del liquido galleggiante in superficie ed evitare diluizioni con acqua proveniente da maggiore profondità.

Il campione dovrà essere prelevato in condizioni statiche tramite metodo manuale con boiler; occorrerà evitare fenomeni di turbolenza e di aerazione sia durante la discesa del campionatore, sia durante il travaso del campione d'acqua nel contenitore specifico. Nel caso si sospetti la presenza di una fase surnatante, si dovrà procedere alla misurazione dello spessore di tale fase mediante sonda ad interfaccia ed il campionamento dovrà essere condotto attraverso l'utilizzo di strumentazione che eviti il trascinamento dell'inquinante in profondità. Il campionamento statico può essere utilizzato per campionare sostanze a densità diversa dall'acqua: nel caso si intenda determinare sostanze o liquidi a densità minore eseguire il prelievo all'interfaccia acqua/aria e nelle porzioni superficiali dell'acquifero per sostanze o liquidi a densità maggiore eseguire il prelievo con strumentazione adatta a prelevare solo acqua sotterranea corrispondente alta parte inferiore del tratto filtrante.

I parametri di cui è prevista la determinazione in situ comprendono:

- temperatura dell'aria e dell'acqua, per le quali si utilizzeranno dei termometri graduati;
- conducibilità elettrica specifica, da rilevare mediante conducimetro, per il quale si richiedono procedimenti di taratura analoghi a quelli del pHmetro;
- ossigeno disciolto, da misurare con idoneo strumento (ossimetro) munito di apposito elettrodo.
- pH, per cui sarà utilizzato il pHmetro, strumento da tarare con soluzione standard almeno 3 volte al giorno durante l'impiego sul campo (all'inizio delle operazioni, a metà giornata, a metà pomeriggio);
- potenziale redox (Eh), da rilevare mediante millivoltmetro con elettrodo specifico;
- livello di falda, da misurare mediante freatimetro.

In luogo di singoli strumenti di misura per ciascun parametro, potrà essere utilizzata una sonda multiparametrica.

E' necessario che il metodo di misura dei parametri in situ e di campionamento utilizzato sia univoco per tutti i punti di monitoraggio; analogamente per quanto concerne le analisi chimiche.

L'intervallo temporale fra due campionamenti relativi a due punti di monitoraggio che costituiscono il monte ed il valle rispetto l'interferenza dovrà essere ridotto al minimo e comunque nello stesso giorno.

Particolare attenzione deve essere riservata alla conservazione del campione al fine di garantire la stabilità e la inalterabilità delle sue componenti nell'intervallo di tempo che intercorre tra il prelievo e l'analisi. Questi aspetti non sono realizzabili al cento per cento; è però possibile ricorrere ad accorgimenti al fine di ridurre al minimo le alterazioni, salvaguardando la rappresentatività del campione. Un campione ambientale, nel momento stesso in cui viene separato e confinato in un recipiente non rappresenta più, a stretto rigore, il sistema di origine. Da quel momento il campione inizia a modificarsi fisicamente (evaporazione, sedimentazione, adsorbimento alle pareti del contenitore ecc.), chimicamente (reazioni di neutralizzazione, trasformazioni ossidative ecc.) e biologicamente (attacco batterico, fotosintesi ecc.).

Per quanto attiene i tempi massimi intercorrenti tra il prelievo e l'analisi è necessario eseguire sempre le analisi sui campioni, il più presto possibile dopo la raccolta. Al fine di avere maggiori garanzie di stabilità del campione è opportuno, in tutti quei casi in cui l'analisi andrà effettuata sul campione filtrato, eseguire la filtrazione entro le 24 ore e conservare il campione filtrato.

I contenitori utilizzati per la raccolta e il trasporto dei campioni non devono alterare il valore di quei parametri di cui deve essere effettuata la determinazione, in particolare:

- non devono cedere o adsorbire sostanze, alterando la composizione del campione;
- devono essere resistenti ai vari costituenti presenti nel campione;
- devono garantire la perfetta tenuta, anche per i gas disciolti e per i composti volatili, ove questi siano oggetto di determinazioni analitiche.

I materiali più usati per i contenitori sono generalmente il vetro e la plastica.

6. Programma delle attività di monitoraggio

6.1. Ante Operam

La tabella seguente riporta in sintesi le attività di monitoraggio previste per la fase Ante Operam per le diverse tipologie di indagine.

PUNTO	TIPOLOGIA MISURA	FREQUENZA	PERIODO
SORG 01	POR + CHI	4 volte	6 mesi
SORG 02	POR + CHI	4 volte	6 mesi
SORG 03	POR + CHI	4 volte	6 mesi
SORG 04	POR + CHI	4 volte	6 mesi
PIEZ 01	LIV + CHI	4 volte	6 mesi
PIEZ 02	LIV + CHI	4 volte	6 mesi
PIEZ 03	LIV + CHI	4 volte	6 mesi
PIEZ 04	LIV + CHI	4 volte	6 mesi
PIEZ 05	LIV + CHI	4 volte	6 mesi
PIEZ 06	LIV + CHI	4 volte	6 mesi
PIEZ 07	LIV + CHI	4 volte	6 mesi
PIEZ 08	LIV + CHI	4 volte	6 mesi

PIEZ 09	LIV + CHI	4 volte	6 mesi
PIEZ 10	LIV + CHI	4 volte	6 mesi
PIEZ 11	LIV + CHI	4 volte	6 mesi
PIEZ 12	LIV + CHI	4 volte	6 mesi
PIEZ 13	LIV + CHI	4 volte	6 mesi
PIEZ 14	LIV + CHI	4 volte	6 mesi
PIEZ 15	LIV + CHI	4 volte	6 mesi
PIEZ 16	LIV + CHI	4 volte	6 mesi
POZ 01	LIV + IDR + CHI	4 volte	6 mesi
POZ 02	LIV + IDR + CHI	4 volte	6 mesi
POZ 03	LIV + IDR + CHI	4 volte	6 mesi
POZ 04	LIV + IDR + CHI	4 volte	6 mesi
POZ 05	LIV + IDR + CHI	4 volte	6 mesi
POZ 06	LIV + IDR + CHI	4 volte	6 mesi
POZ 07	LIV + IDR + CHI	4 volte	6 mesi
POZ 08	LIV + IDR + CHI	4 volte	6 mesi

6.2. Corso d'Opera

La tabella seguente riporta in sintesi le attività di monitoraggio previste per la fase Corso d'Opera per le diverse tipologie di indagine.

PUNTO	TIPOLOGIA MISURA	FREQUENZA	PERIODO
SORG 01	POR + CHI	trimestrale	42 mesi
SORG 02	POR + CHI	trimestrale	42 mesi
SORG 03	POR + CHI	trimestrale	42 mesi
SORG 04	POR + CHI	trimestrale	42 mesi
PIEZ 01	LIV + CHI	trimestrale	42 mesi
PIEZ 02	LIV + CHI	trimestrale	42 mesi
PIEZ 03	LIV + CHI	trimestrale	42 mesi
PIEZ 04	LIV + CHI	trimestrale	42 mesi
PIEZ 05	LIV + CHI	trimestrale	42 mesi
PIEZ 06	LIV + CHI	trimestrale	42 mesi
PIEZ 07	LIV + CHI	trimestrale	42 mesi
PIEZ 08	LIV + CHI	trimestrale	42 mesi
PIEZ 09	LIV + CHI	trimestrale	42 mesi
PIEZ 10	LIV + CHI	trimestrale	42 mesi
PIEZ 11	LIV + CHI	trimestrale	42 mesi
PIEZ 12	LIV + CHI	trimestrale	42 mesi
PIEZ 13	LIV + CHI	trimestrale	42 mesi
PIEZ 14	LIV + CHI	trimestrale	42 mesi
PIEZ 15	LIV + CHI	trimestrale	42 mesi

PIEZ 16	LIV + CHI	trimestrale	42 mesi
POZ 01	LIV + IDR + CHI	trimestrale	42 mesi
POZ 02	LIV + IDR + CHI	trimestrale	42 mesi
POZ 03	LIV + IDR + CHI	trimestrale	42 mesi
POZ 04	LIV + IDR + CHI	trimestrale	42 mesi
POZ 05	LIV + IDR + CHI	trimestrale	42 mesi
POZ 06	LIV + IDR + CHI	trimestrale	42 mesi
POZ 07	LIV + IDR + CHI	trimestrale	42 mesi
POZ 08	LIV + IDR + CHI	trimestrale	42 mesi

6.3. Post Operam

La tabella seguente riporta in sintesi le attività di monitoraggio previste per la fase Post Operam per le diverse tipologie di indagine.

PUNTO	TIPOLOGIA MISURA	FREQUENZA	PERIODO
SORG 01	POR	4 volte	6 mesi
SORG 02	POR	4 volte	6 mesi
SORG 03	POR	4 volte	6 mesi
SORG 04	POR	4 volte	6 mesi
PIEZ 01	LIV	4 volte	6 mesi

PIEZ 02	LIV	4 volte	6 mesi
PIEZ 03	LIV	4 volte	6 mesi
PIEZ 04	LIV	4 volte	6 mesi
PIEZ 05	LIV	4 volte	6 mesi
PIEZ 06	LIV	4 volte	6 mesi
PIEZ 07	LIV	4 volte	6 mesi
PIEZ 08	LIV	4 volte	6 mesi
PIEZ 09	LIV	4 volte	6 mesi
PIEZ 10	LIV	4 volte	6 mesi
PIEZ 11	LIV	4 volte	6 mesi
PIEZ 12	LIV	4 volte	6 mesi
PIEZ 13	LIV	4 volte	6 mesi
PIEZ 14	LIV	4 volte	6 mesi
PIEZ 15	LIV	4 volte	6 mesi
PIEZ 16	LIV	4 volte	6 mesi
POZ 01	LIV + IDR	4 volte	6 mesi
POZ 02	LIV + IDR	4 volte	6 mesi
POZ 03	LIV + IDR	4 volte	6 mesi
POZ 04	LIV + IDR	4 volte	6 mesi
POZ 05	LIV + IDR	4 volte	6 mesi
POZ 06	LIV + IDR	4 volte	6 mesi

POZ 07	LIV + IDR	4 volte	6 mesi
POZ 08	LIV + IDR	4 volte	6 mesi

ALLEGATO I

Misure freatrimetriche e misure di portata

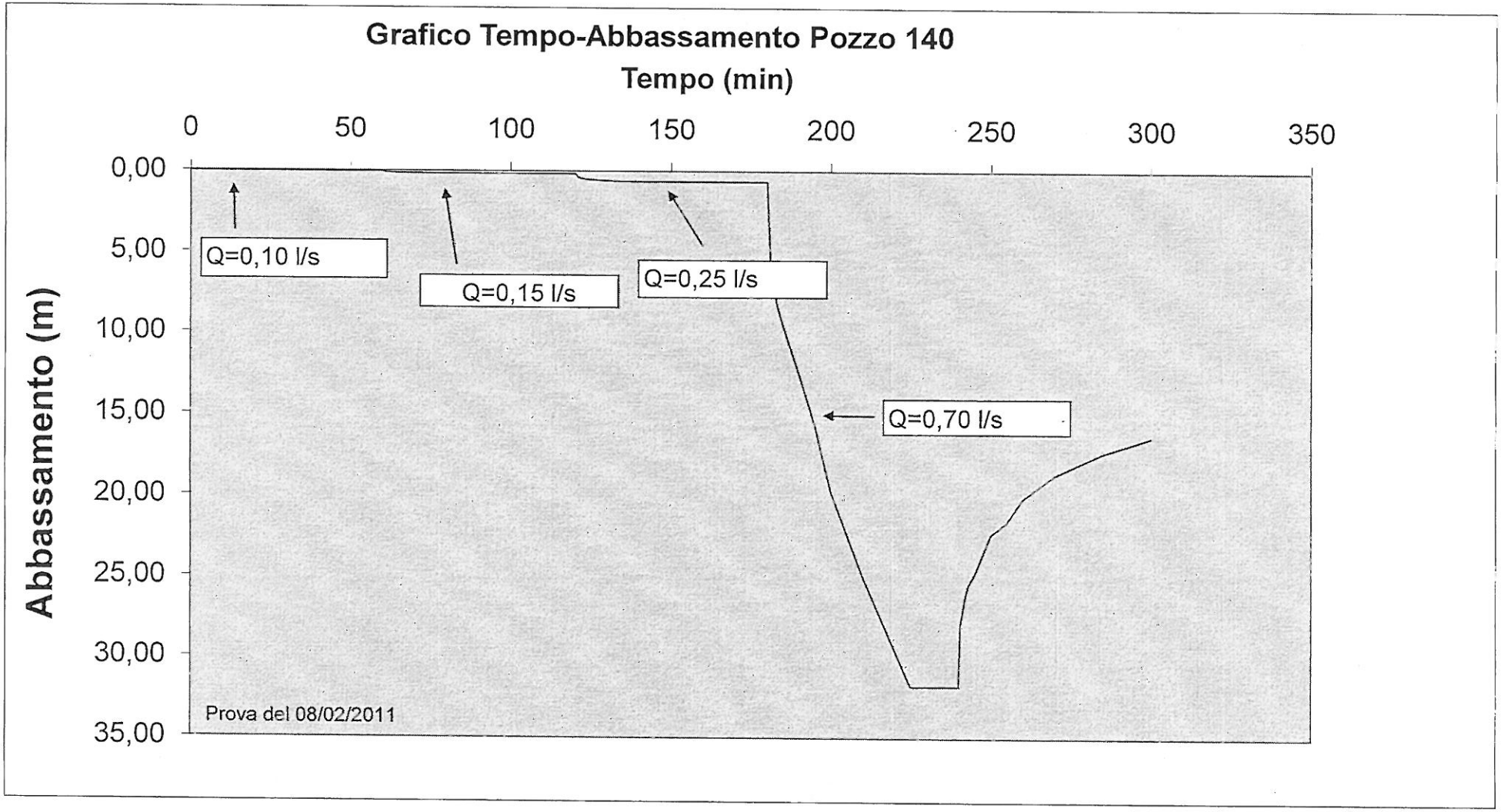
Step Drawdown Test

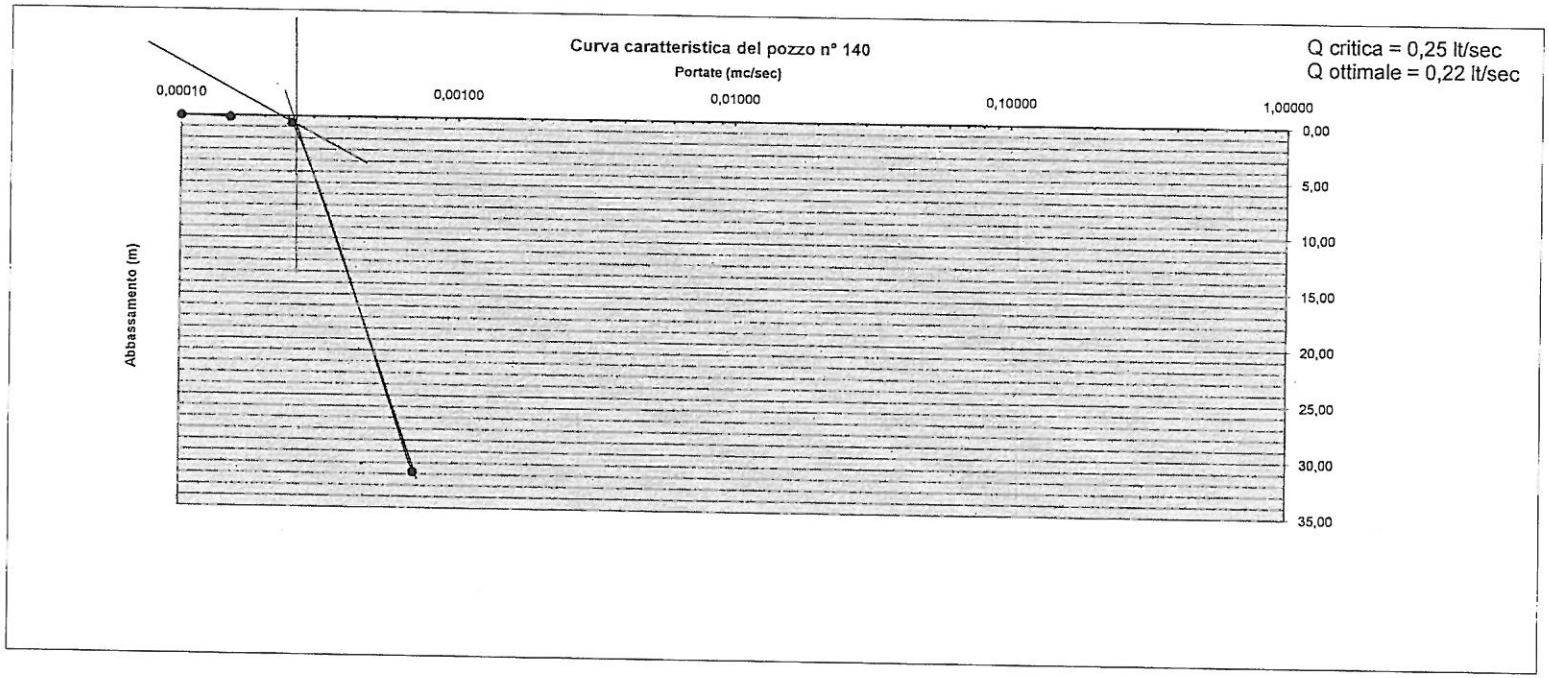
Data 08/02/2011

Pozzo n° 140

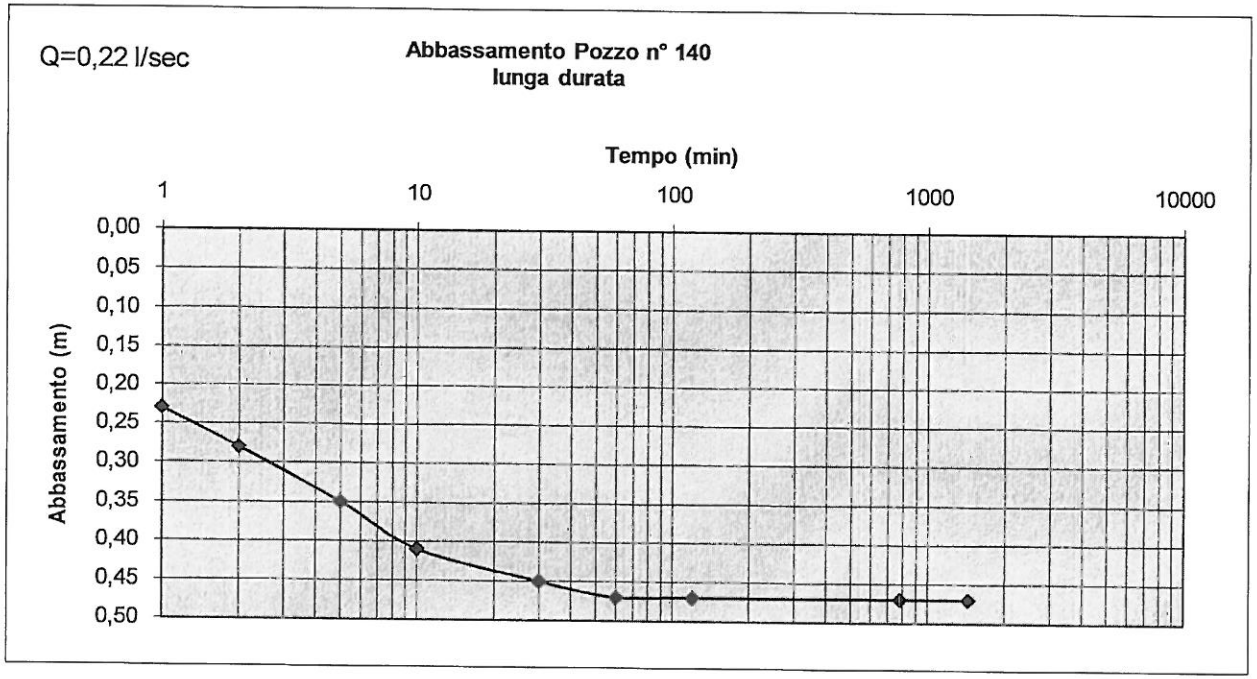
Livello statico m da p.c. 3,20

	Tempo (min)	Abbassamento (m)	Livello da p. c.	
	0	0,00	3,20	
	1	0,03	3,23	
	2	0,04	3,24	
	3	0,05	3,25	
	5	0,05	3,25	
	10	0,05	3,25	
	15	0,05	3,25	
	20	0,05	3,25	
	30	0,05	3,25	
	45	0,05	3,25	
Q=0,10 lt/sec	60	0,05	3,25	S=0,05
	61	0,11	3,31	
	62	0,12	3,32	
	63	0,13	3,33	
	65	0,14	3,34	
	70	0,16	3,36	
	75	0,17	3,37	
	80	0,17	3,37	
	90	0,17	3,37	
	105	0,17	3,37	
Q=0,15 lt/sec	120	0,17	3,37	S=0,17
	121	0,41	3,61	
	122	0,45	3,65	
	123	0,49	3,69	
	125	0,53	3,73	
	130	0,58	3,78	
	135	0,61	3,81	
	140	0,63	3,83	
	150	0,63	3,83	
	165	0,63	3,83	
Q=0,25 lt/sec	180	0,63	3,83	S=0,63
	181	5,51	8,71	
	182	6,41	9,61	
	183	8,19	11,39	
	185	9,57	12,77	
	190	12,50	15,70	
	195	15,67	18,87	
	200	19,75	22,95	
	210	24,95	28,15	
	225	31,80	35,00	
Q=0,70 lt/sec	240	31,80	35,00	S=31,80
	240,5	28,00	31,20	
	241	27,45	30,65	
	242	26,29	29,49	
	243	25,48	28,68	
	245	24,81	28,01	
	250	22,37	25,57	
	255	21,61	24,81	
	260	20,15	23,35	
	270	18,70	21,90	
	285	17,35	20,55	
Q=0,0 lt/sec	300	16,40	19,60	


Grafico Tempo-Abbassamento Pozzo 140
Tempo (min)
0
50
100
150
200
250
300
350
Abbassamento (m)
0,00
5,00
10,00
15,00
20,00
25,00
30,00
35,00
Q=0,10 l/s
Q=0,15 l/s
Q=0,25 l/s
Q=0,70 l/s
Prova del 08/02/2011

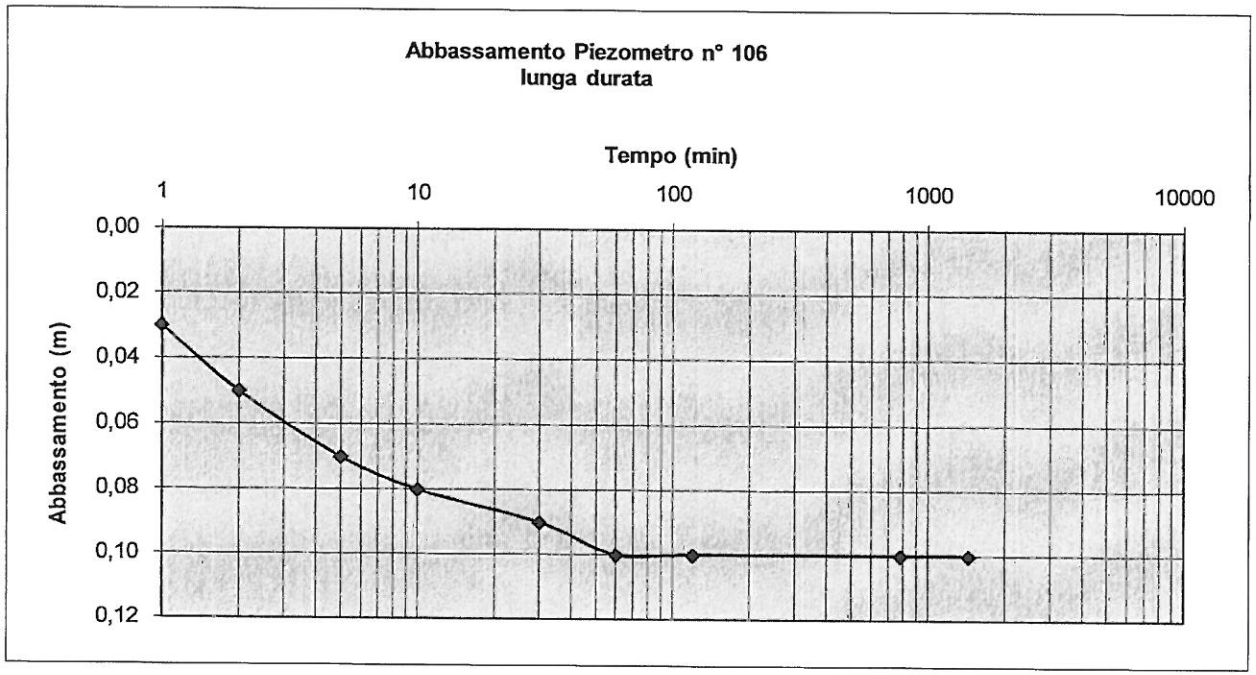


Q (mc/sec)	S (m)
0,00010	0,05
0,00015	0,17
0,00025	0,63
0,00070	31,80



Tempo (min)	Abbassamento Pozzo n° 140 (m)
1	0,23
2	0,28
5	0,35
10	0,41
30	0,45
60	0,47
120	0,47
780	0,47
1440	0,47

Prova a portata costante Q=0,22 lt/sec		Livello statico	3,20
Durata 24h	Data: 08/02/2011 - 09/02/2011		
Tempo (min)	Abbassamento Pozzo n° 140 (m)	Livello da p.c.	3,20
1	0,23	3,43	
2	0,28	3,48	
5	0,35	3,55	
10	0,41	3,61	
30	0,45	3,65	
60	0,47	3,67	
120	0,47	3,67	
780	0,47	3,67	
1440	0,47	3,67	
1440,5	0,20	3,40	
1441	0,12	3,32	
1442	0,09	3,29	
1443	0,07	3,27	
1445	0,06	3,26	
1450	0,05	3,25	
1460	0,03	3,23	



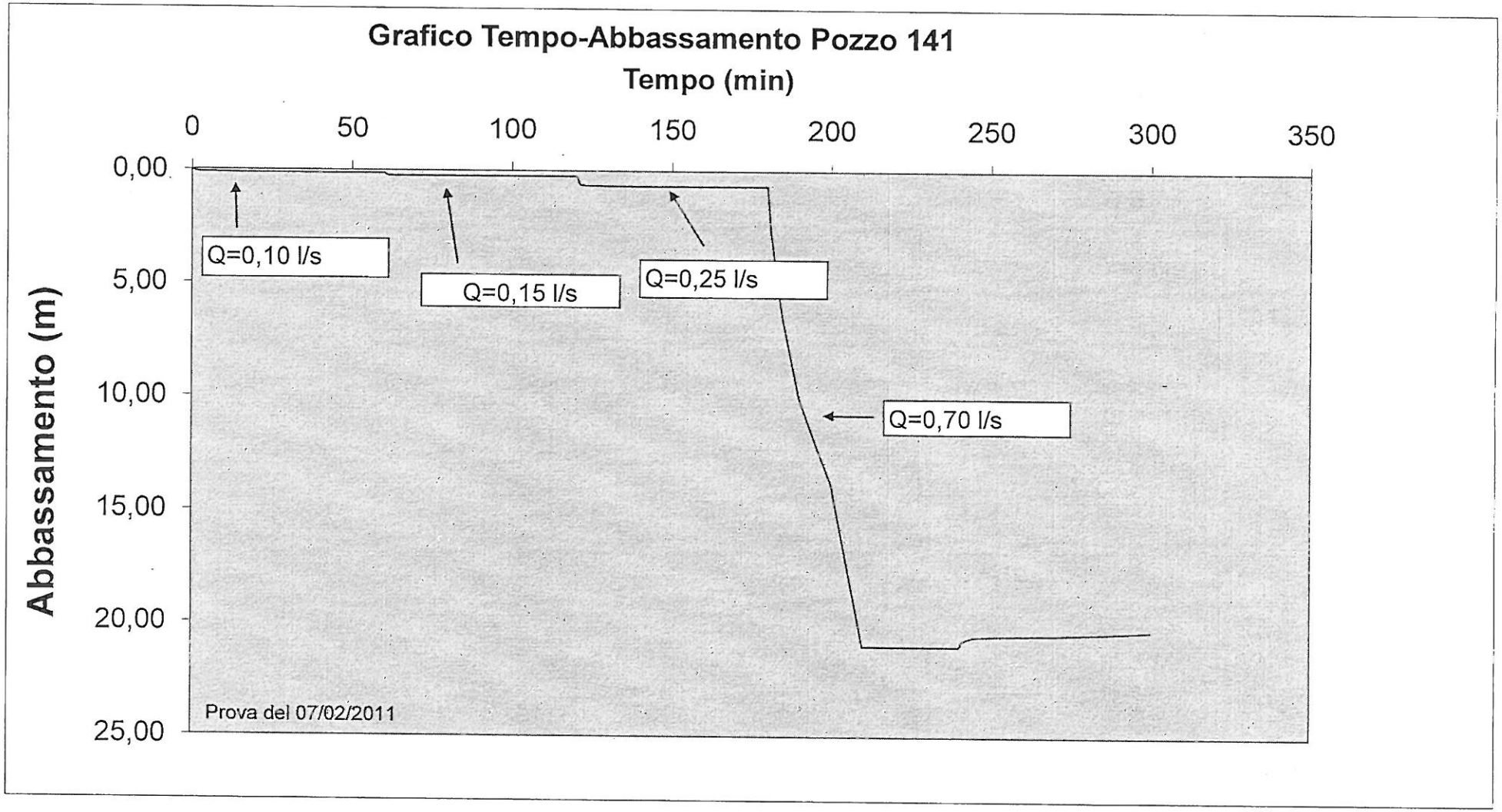
Tempo (min)	Abbassamento Piezometro n° 106 (m)
1	0,03
2	0,05
5	0,07
10	0,08
30	0,09
60	0,10
120	0,10
780	0,10
1440	0,10

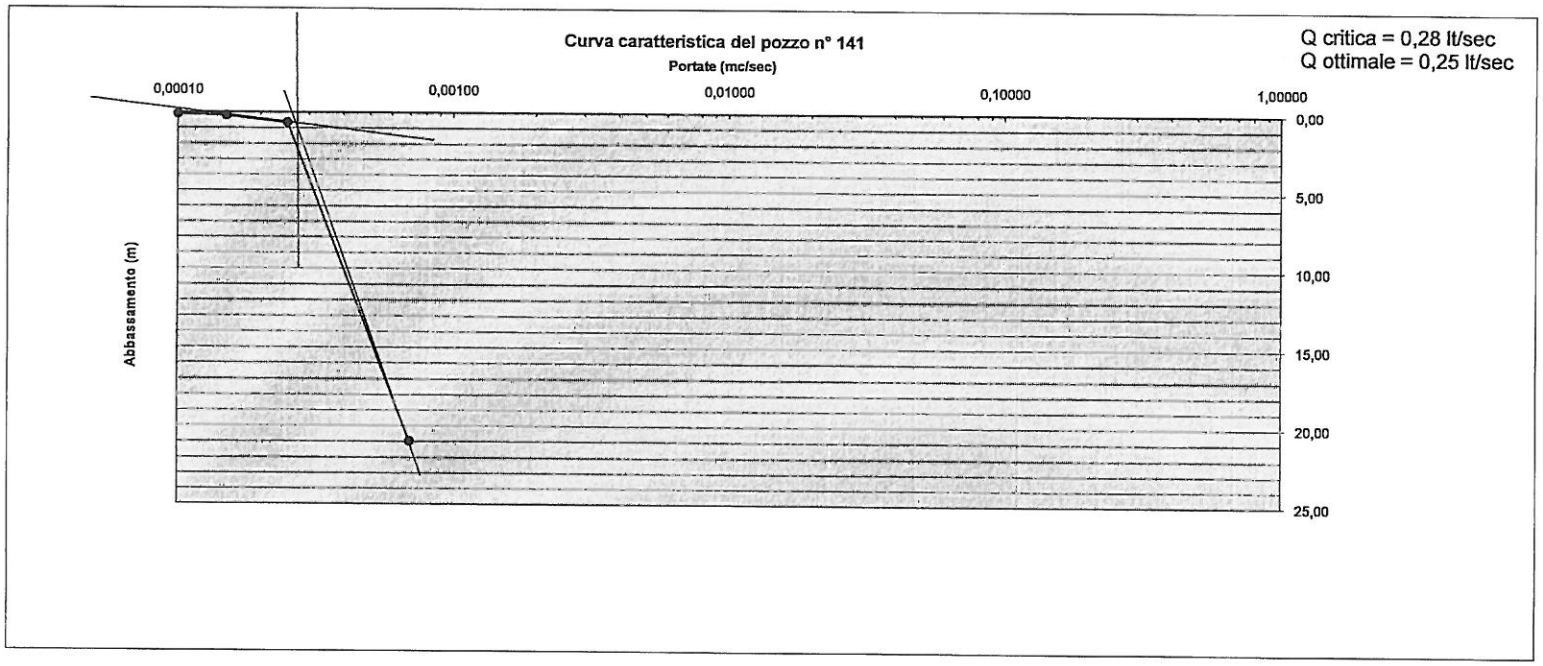
Step Drawdown Test

Data 07/02/2011 — Livello statico m da p.c. — 5,30

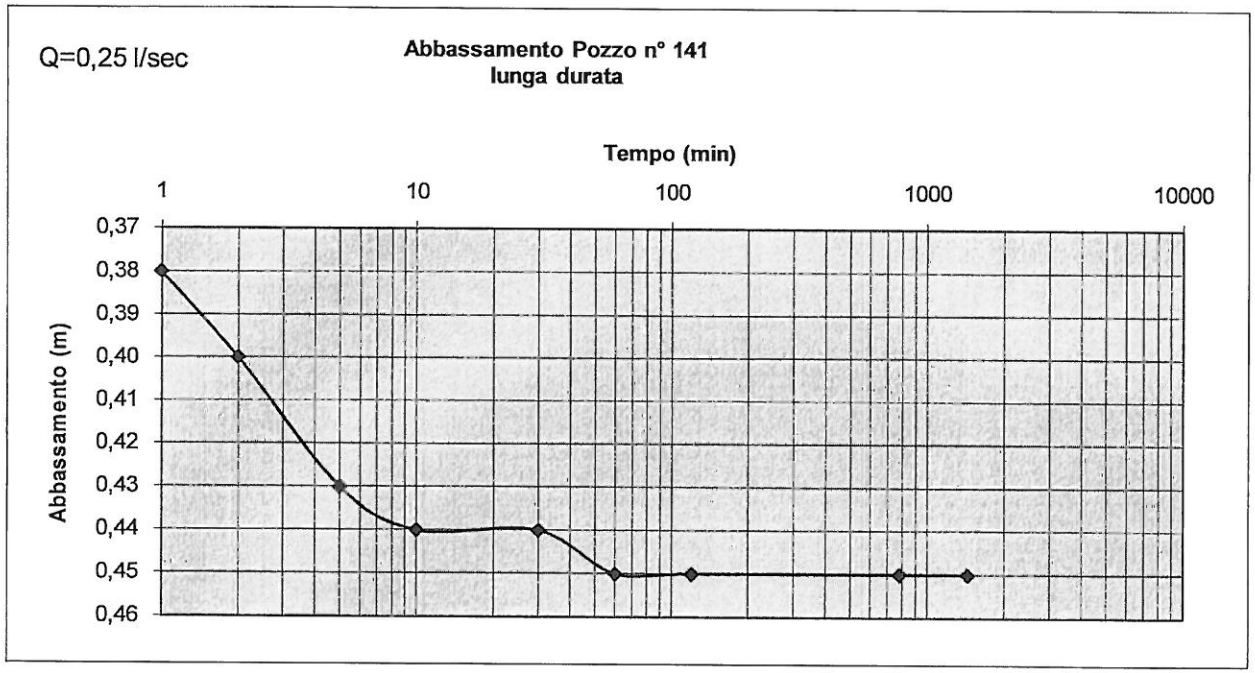
Pozzo n° 141

	Tempo (min)	Abbassamento (m)	Livello da p. c.	
	0	0,00	5,30	
	1	0,07	5,37	
	2	0,09	5,39	
	3	0,10	5,40	
	5	0,12	5,42	
	10	0,13	5,43	
	15	0,14	5,44	
	20	0,14	5,44	
	30	0,14	5,44	
	45	0,14	5,44	
Q=0,10 lt/sec	60	0,14	5,44	S=0,14
	61	0,23	5,53	
	62	0,23	5,53	
	63	0,24	5,54	
	65	0,24	5,54	
	70	0,24	5,54	
	75	0,24	5,54	
	80	0,24	5,54	
	90	0,24	5,54	
	105	0,24	5,54	
Q=0,15 lt/sec	120	0,24	5,54	S=0,24
	121	0,61	5,91	
	122	0,63	5,93	
	123	0,65	5,95	
	125	0,66	5,96	
	130	0,67	5,97	
	135	0,68	5,98	
	140	0,68	5,98	
	150	0,68	5,98	
	165	0,68	5,98	
Q=0,25 lt/sec	180	0,68	5,98	S=0,68
	181	2,65	7,95	
	182	3,71	9,01	
	183	4,91	10,21	
	185	6,63	11,93	
	190	10,01	15,31	
	195	11,95	17,25	
	200	13,77	19,07	
	210	21,00	26,30	
	225	21,00	26,30	
Q=0,70 lt/sec	240	21,00	26,30	S=21,00
	240,5	20,95	26,25	
	241	20,75	26,05	
	242	20,70	26,00	
	243	20,63	25,93	
	245	20,56	25,86	
	250	20,52	25,82	
	255	20,50	25,80	
	260	20,49	25,79	
	270	20,47	25,77	
	285	20,41	25,71	
Q=0,0 lt/sec	300	20,30	25,60	


Grafico Tempo-Abbassamento Pozzo 141
Tempo (min)
0
50
100
150
200
250
300
350
Abbassamento (m)
0,00
5,00
10,00
15,00
20,00
25,00
Q=0,10 l/s
Q=0,15 l/s
Q=0,25 l/s
Q=0,70 l/s
Prova del 07/02/2011

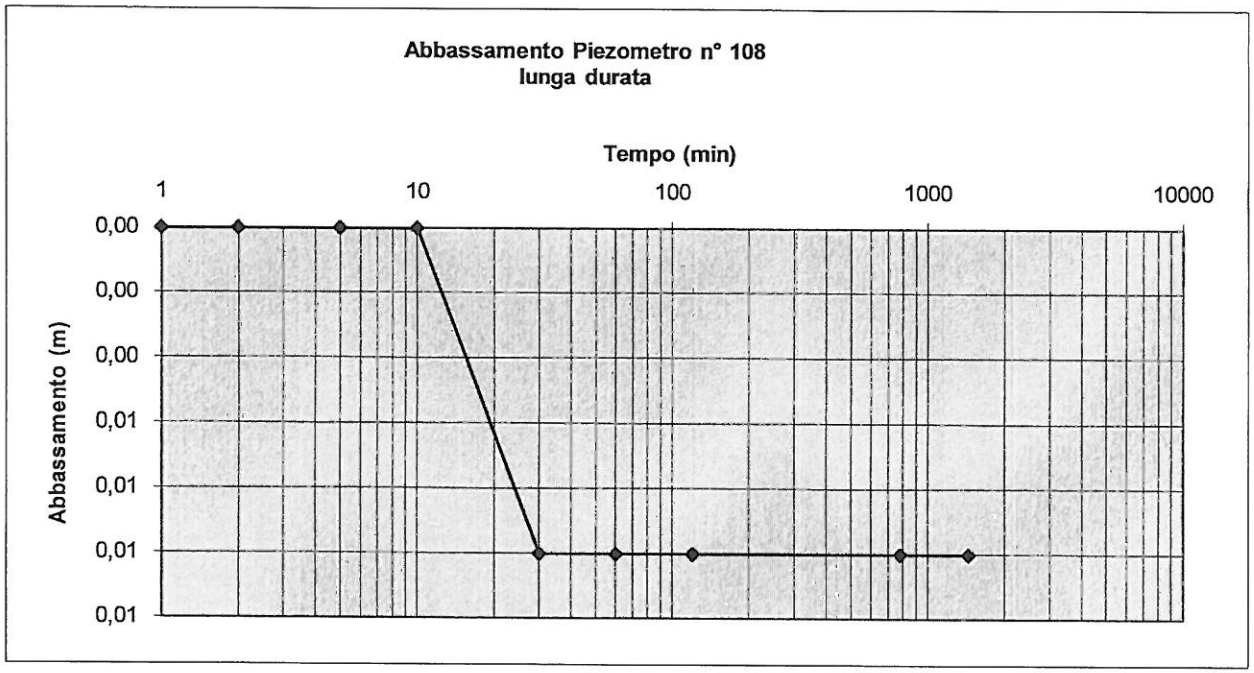


Q (mc/sec)	S (m)
0,00010	0,14
0,00015	0,24
0,00025	0,68
0,00070	21,00



Tempo (min)	Abbassamento Pozzo n° 141 (m)
1	0,38
2	0,40
5	0,43
10	0,44
30	0,44
60	0,45
120	0,45
780	0,45
1440	0,45

Prova a portata costante Q=0,25 lt/sec		Livello statico	5,30
Durata 24h	Data: 07/02/2011 - 08/02/2011		
Tempo (min)	Abbassamento Pozzo n° 141 (m)	Livello da p.c.	5,30
1	0,38	5,68	
2	0,40	5,70	
5	0,43	5,73	
10	0,44	5,74	
30	0,44	5,74	
60	0,45	5,75	
120	0,45	5,75	
780	0,45	5,75	
1440	0,45	5,75	
1440,5	0,40	5,70	
1441	0,28	5,58	
1442	0,21	5,51	
1443	0,17	5,47	
1445	0,13	5,43	
1450	0,11	5,41	
1460	0,08	5,38	



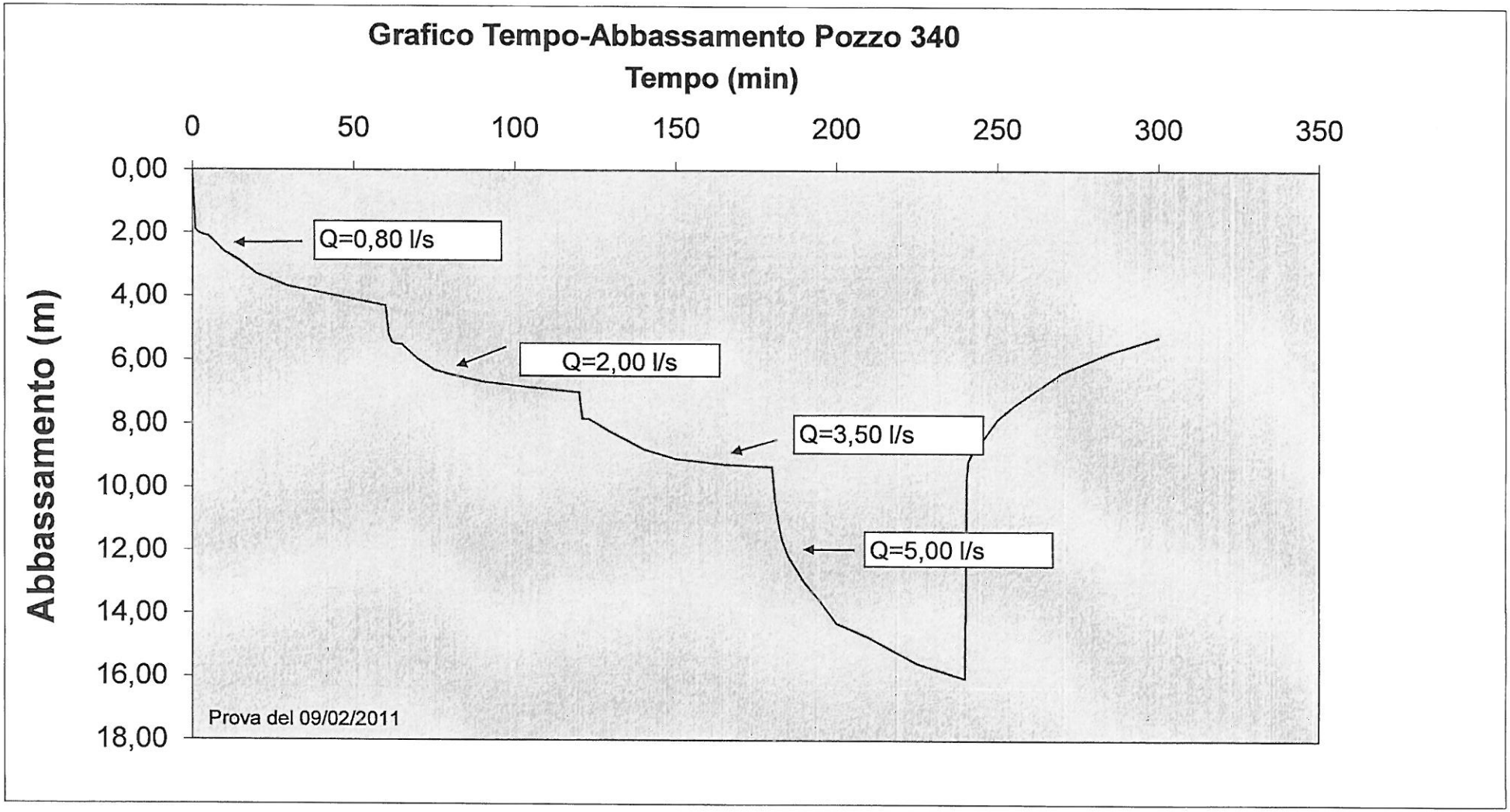
Tempo (min)	Abbassamento Piezometro n° 108 (m)
1	0,00
2	0,00
5	0,00
10	0,00
30	0,01
60	0,01
120	0,01
780	0,01
1440	0,01

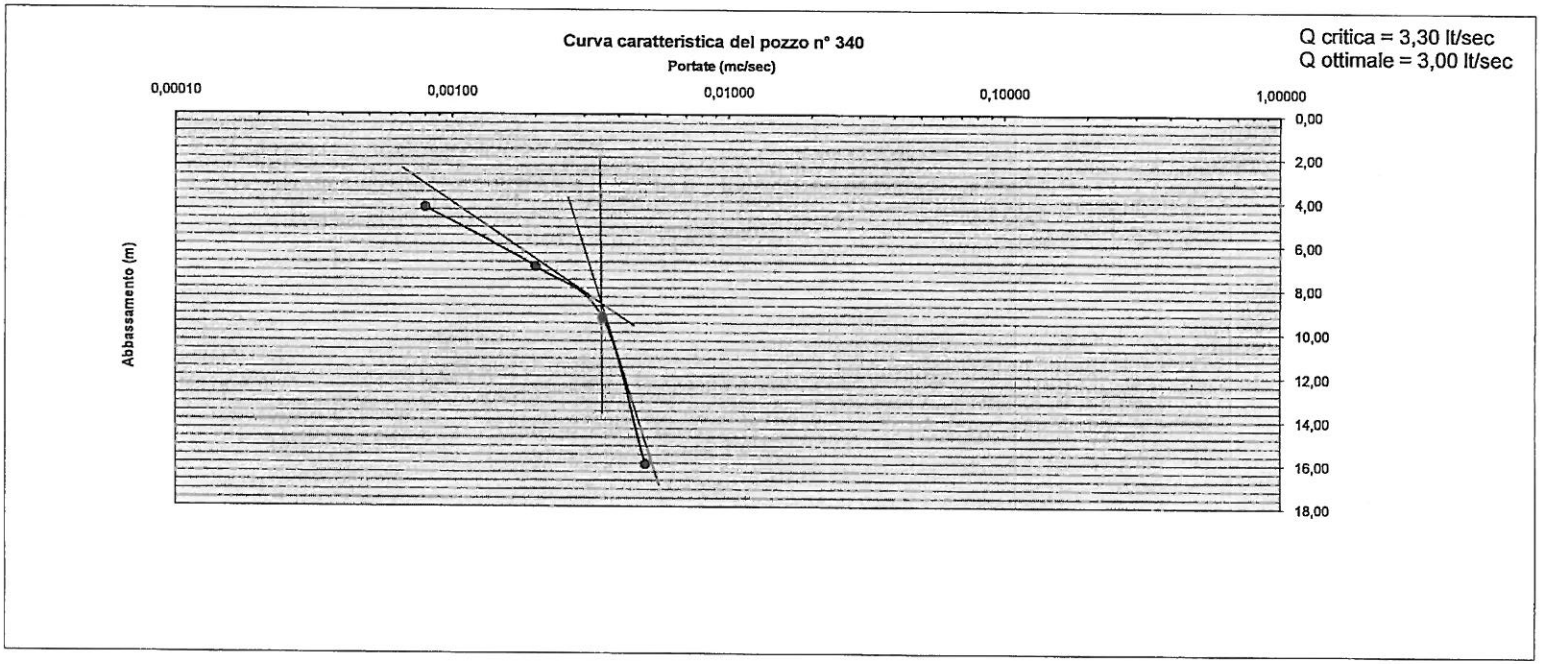
Step Drawdown Test

Data 09/02/2011 — Livello statico m da p.c. — 11,60

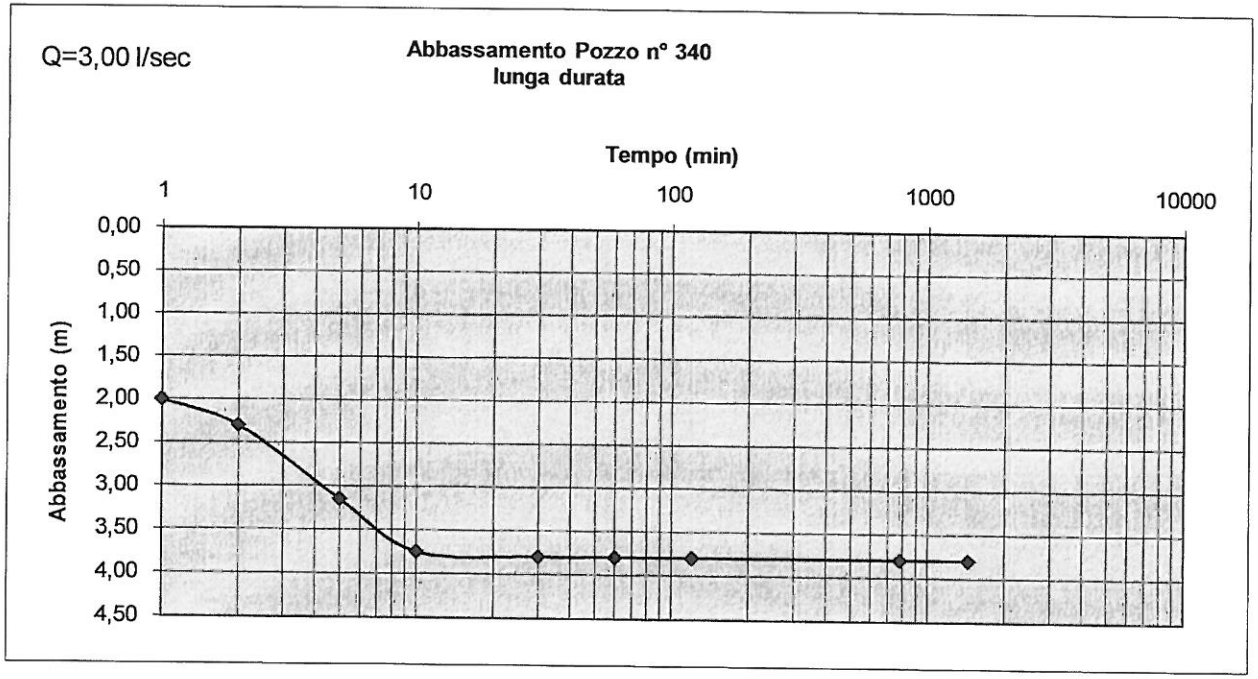
Pozzo n° 340

	Tempo (min)	Abbassamento (m)	Livello da p. c.	
	0	0,00	11,60	
	1	1,90	13,50	
	2	2,00	13,60	
	3	2,05	13,65	
	5	2,10	13,70	
	10	2,60	14,20	
	15	2,90	14,50	
	20	3,30	14,90	
	30	3,70	15,30	
	45	4,00	15,60	
Q=0,80 lt/sec	60	4,30	15,90	S=4,30
	61	5,20	16,80	
	62	5,45	17,05	
	63	5,49	17,09	
	65	5,51	17,11	
	70	5,97	17,57	
	75	6,31	17,91	
	80	6,45	18,05	
	90	6,67	18,27	
	105	6,85	18,45	
Q=2,00 lt/sec	120	7,00	18,60	S=7,00
	121	7,83	19,43	
	122	7,83	19,43	
	123	7,84	19,44	
	125	7,95	19,55	
	130	8,25	19,85	
	135	8,51	20,11	
	140	8,78	20,38	
	150	9,08	20,68	
	165	9,25	20,85	
Q=3,50 lt/sec	180	9,33	20,93	S=9,33
	181	10,41	22,01	
	182	11,08	22,68	
	183	11,61	23,21	
	185	12,17	23,77	
	190	12,98	24,58	
	195	13,59	25,19	
	200	14,28	25,88	
	210	14,72	26,32	
	225	15,55	27,15	
Q=5,00 lt/sec	240	16,03	27,63	S=16,03
	240,5	9,69	21,29	
	241	9,17	20,77	
	242	8,93	20,53	
	243	8,76	20,36	
	245	8,55	20,15	
	250	7,84	19,44	
	255	7,41	19,01	
	260	7,06	18,66	
	270	6,37	17,97	
	285	5,73	17,33	
Q=0,0 lt/sec	300	5,26	16,86	


Grafico Tempo-Abbassamento Pozzo 340
Tempo (min)
0
50
100
150
200
250
300
350
Abbassamento (m)
0,00
2,00
4,00
6,00
8,00
10,00
12,00
14,00
16,00
18,00
Q=0,80 l/s
Q=2,00 l/s
Q=3,50 l/s
Q=5,00 l/s
Prova del 09/02/2011

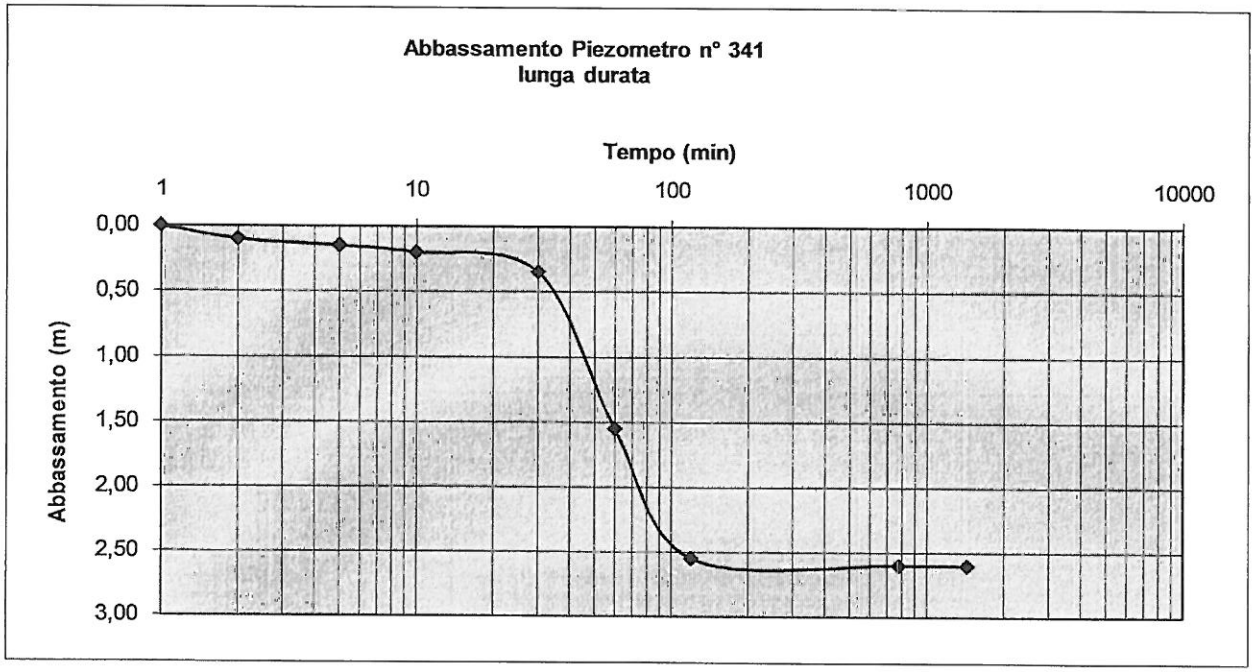


Q (mc/sec)	S (m)
0,00080	4,30
0,00200	7,00
0,00350	9,33
0,00500	16,03



Tempo (min)	Abbassamento Pozzo n° 340 (m)
1	2,00
2	2,30
5	3,15
10	3,75
30	3,80
60	3,80
120	3,80
780	3,80
1440	3,80

Prova a portata costante Q=3,00 lt/sec		Livello statico	11,60
Durata 24h	Data: 09/02/2011 - 10/02/2011		
Tempo (min)	Abbassamento Pozzo n° 340 (m)	Livello da p.c.	11,60
1	2,00	13,60	
2	2,30	13,90	
5	3,15	14,75	
10	3,75	15,35	
30	3,80	15,40	
60	3,80	15,40	
120	3,80	15,40	
780	3,80	15,40	
1440	3,80	15,40	
1440,5	3,30	14,90	
1441	2,91	14,51	
1442	2,70	14,30	
1443	2,60	14,20	
1445	2,50	14,10	
1450	2,22	13,82	
1460	1,46	13,06	



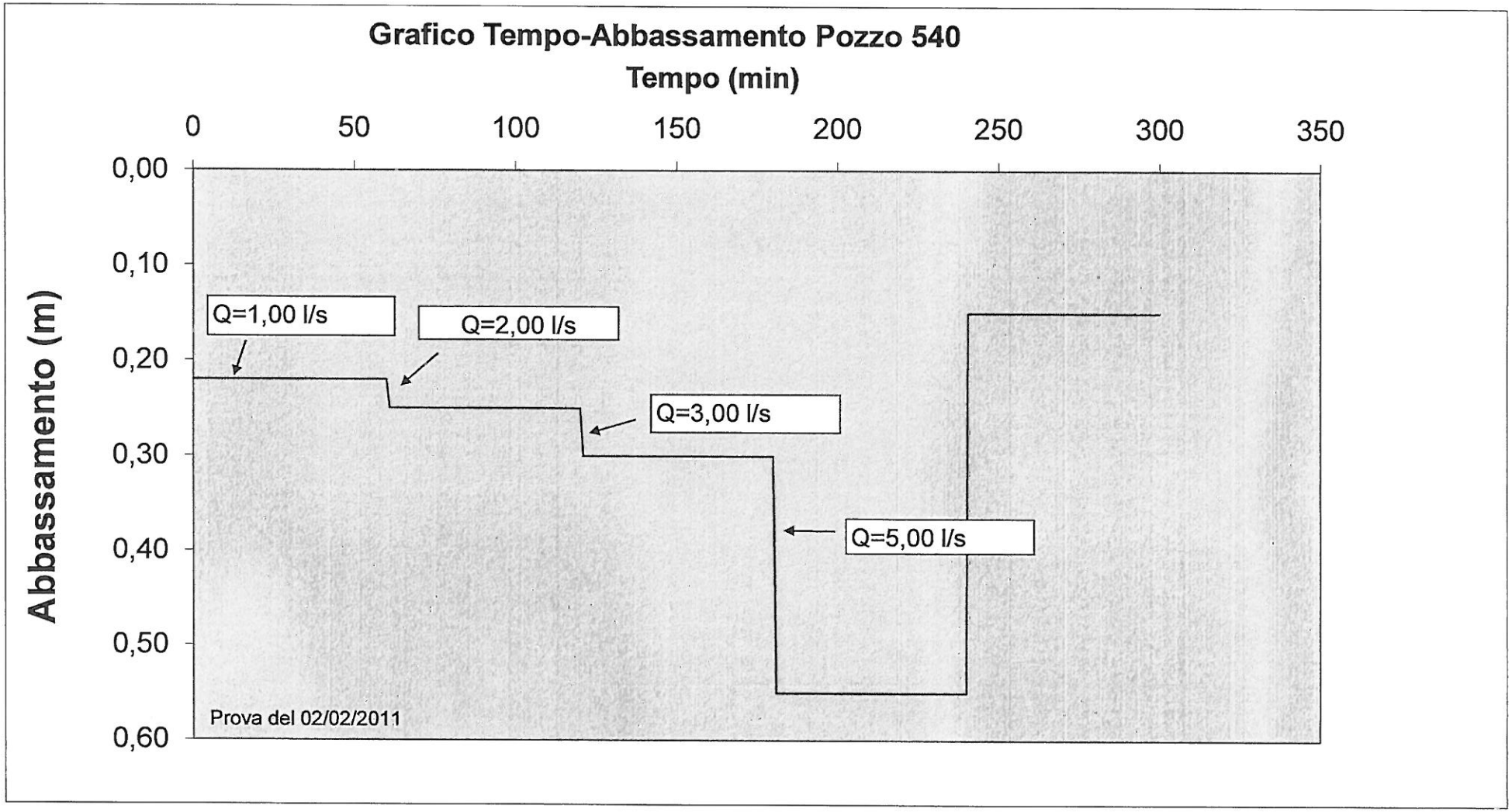
Tempo (min)	Abbassamento Piezometro n° 341 (m)
1	0,00
2	0,10
5	0,15
10	0,20
30	0,35
60	1,55
120	2,55
780	2,60
1440	2,60

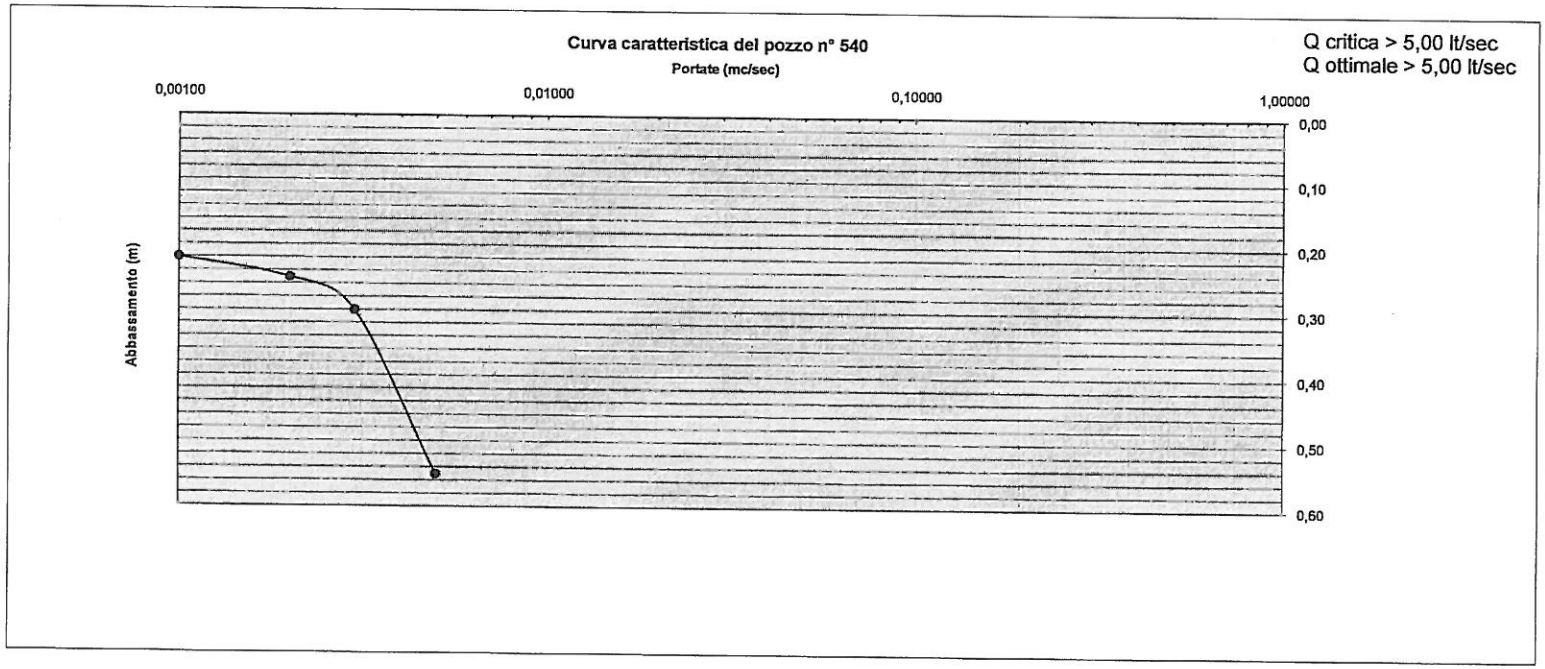
Step Drawdown Test

Data 02/02/2011 — Livello statico m da p.c. — 26,25

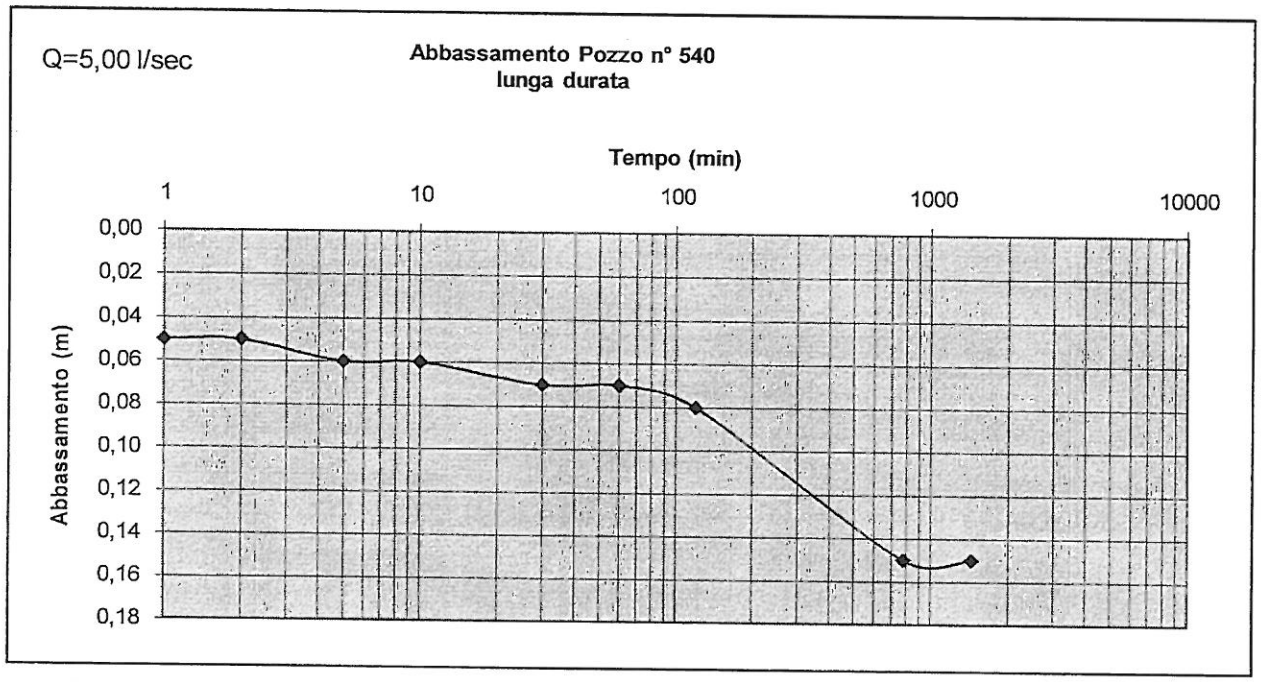
Pozzo n° 540

	Tempo (min)	Abbassamento (m)	Livello da p. c.	
	0	0,22	26,47	
	1	0,22	26,47	
	2	0,22	26,47	
	3	0,22	26,47	
	5	0,22	26,47	
	10	0,22	26,47	
	15	0,22	26,47	
	20	0,22	26,47	
	30	0,22	26,47	
	45	0,22	26,47	
Q=1,00 lt/sec	60	0,22	26,47	S=0,22
	61	0,25	26,50	
	62	0,25	26,50	
	63	0,25	26,50	
	65	0,25	26,50	
	70	0,25	26,50	
	75	0,25	26,50	
	80	0,25	26,50	
	90	0,25	26,50	
	105	0,25	26,50	
Q=2,00 lt/sec	120	0,25	26,50	S=0,25
	121	0,30	26,55	
	122	0,30	26,55	
	123	0,30	26,55	
	125	0,30	26,55	
	130	0,30	26,55	
	135	0,30	26,55	
	140	0,30	26,55	
	150	0,30	26,55	
	165	0,30	26,55	
Q=3,00 lt/sec	180	0,30	26,55	S=0,30
	181	0,55	26,80	
	182	0,55	26,80	
	183	0,55	26,80	
	185	0,55	26,80	
	190	0,55	26,80	
	195	0,55	26,80	
	200	0,55	26,80	
	210	0,55	26,80	
	225	0,55	26,80	
Q=5,00 lt/sec	240	0,55	26,80	S=0,55
	240,5	0,15	26,40	
	241	0,15	26,40	
	242	0,15	26,40	
	243	0,15	26,40	
	245	0,15	26,40	
	250	0,15	26,40	
	255	0,15	26,40	
	260	0,15	26,40	
	270	0,15	26,40	
	285	0,15	26,40	
Q=0,0 lt/sec	300	0,15	26,40	


Grafico Tempo-Abbassamento Pozzo 540
Tempo (min)
0
50
100
150
200
250
300
350
Abbassamento (m)
0,00
0,10
0,20
0,30
0,40
0,50
0,60
Q=1,00 l/s
Q=2,00 l/s
Q=3,00 l/s
Q=5,00 l/s
Prova del 02/02/2011

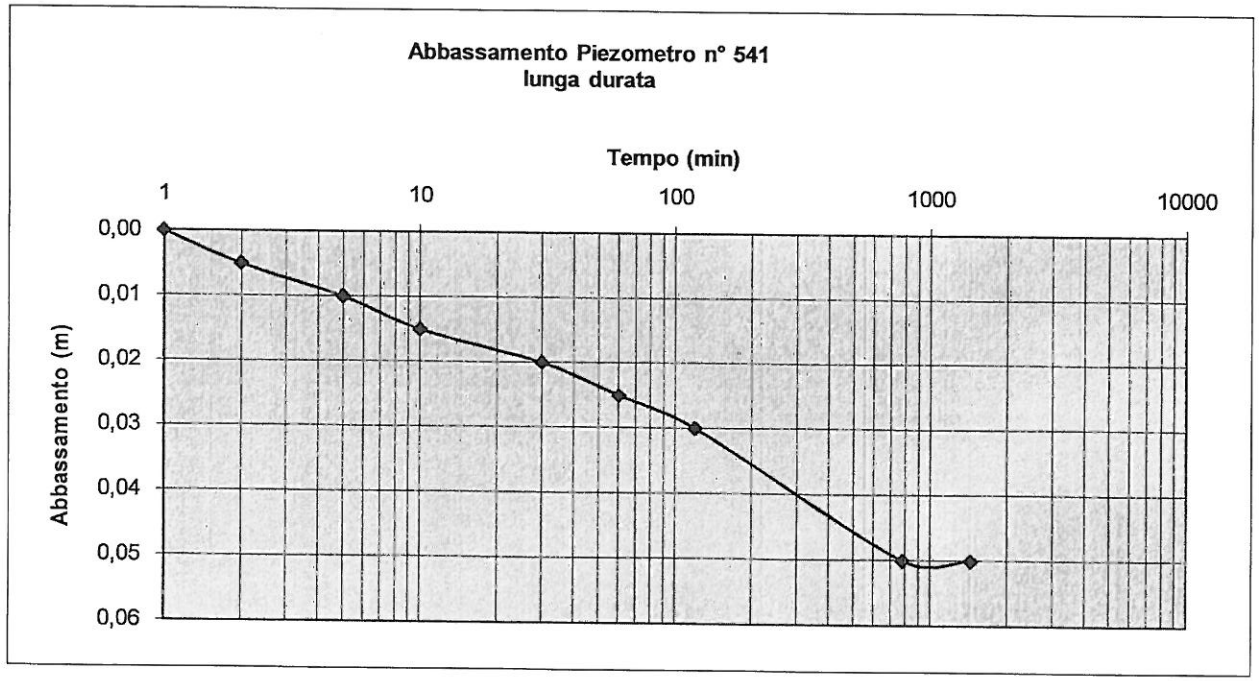


Q (mc/sec)	S (m)
0,00100	0,22
0,00200	0,25
0,00300	0,30
0,00500	0,55



Tempo (min)	Abbassamento Pozzo n° 540 (m)
1	0,05
2	0,05
5	0,06
10	0,06
30	0,07
60	0,07
120	0,08
780	0,15
1440	0,15

Prova a portata costante Q=5,00 lt/sec		Livello statico	26,25
Durata 24h	Data: 02/02/2011 - 03/02/2011		
Tempo (min)	Abbassamento Pozzo n° 540 (m)	Livello da p.c.	26,25
1	0,05	26,30	
2	0,05	26,30	
5	0,06	26,31	
10	0,06	26,31	
30	0,07	26,32	
60	0,07	26,32	
120	0,08	26,33	
780	0,15	26,35	
1440	0,15	26,40	
1440,5	0,03	26,28	
1441	0,02	26,27	
1442	0,02	26,27	
1443	0,02	26,27	
1445	0,02	26,27	
1450	0,02	26,27	
1460	0,02	26,27	



Tempo (min)	Abbassamento Piezometro n° 541 (m)
1	0,00
2	0,01
5	0,01
10	0,02
30	0,02
60	0,03
120	0,03
780	0,05
1440	0,05

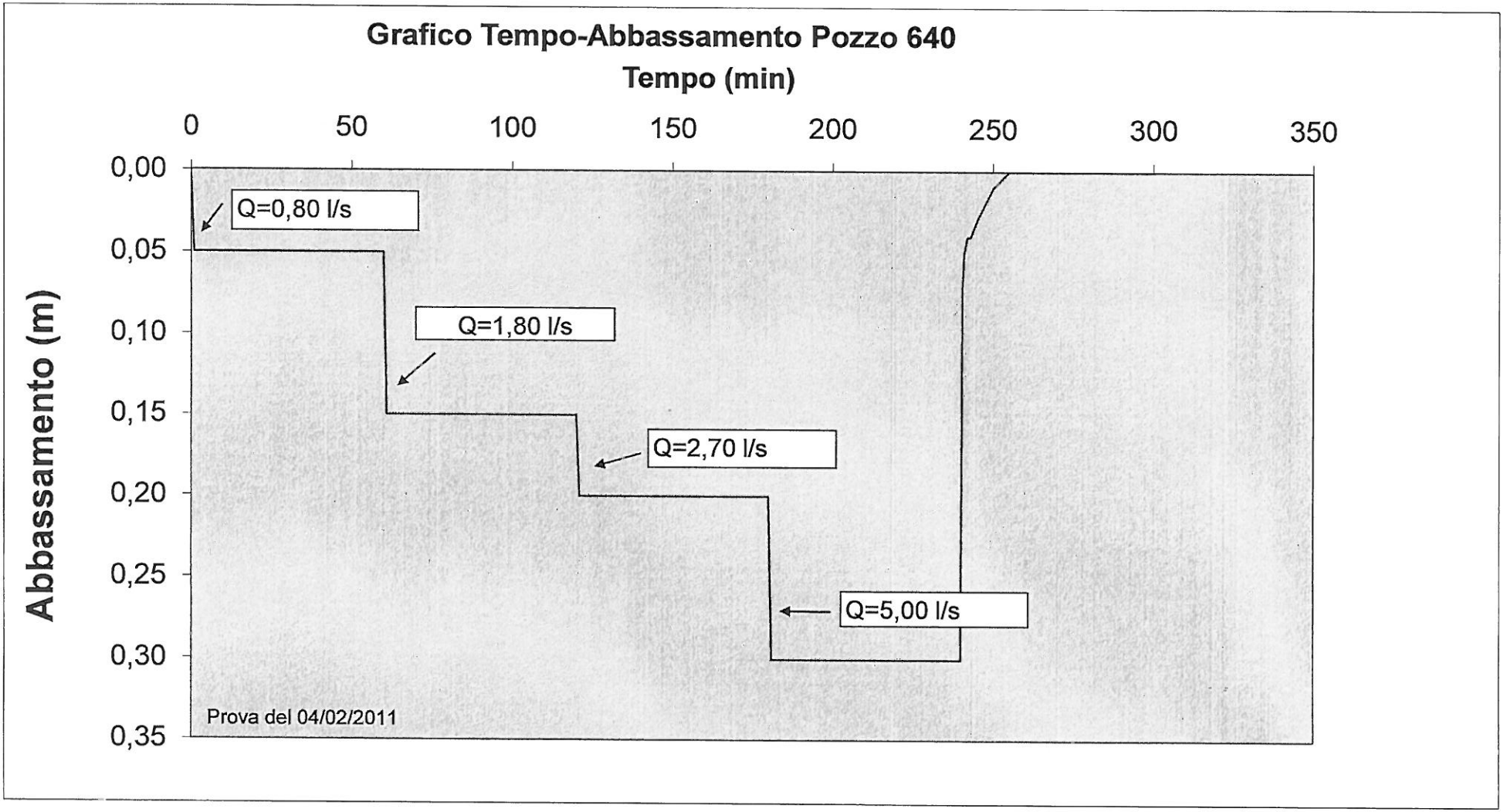
Step Drawdown Test

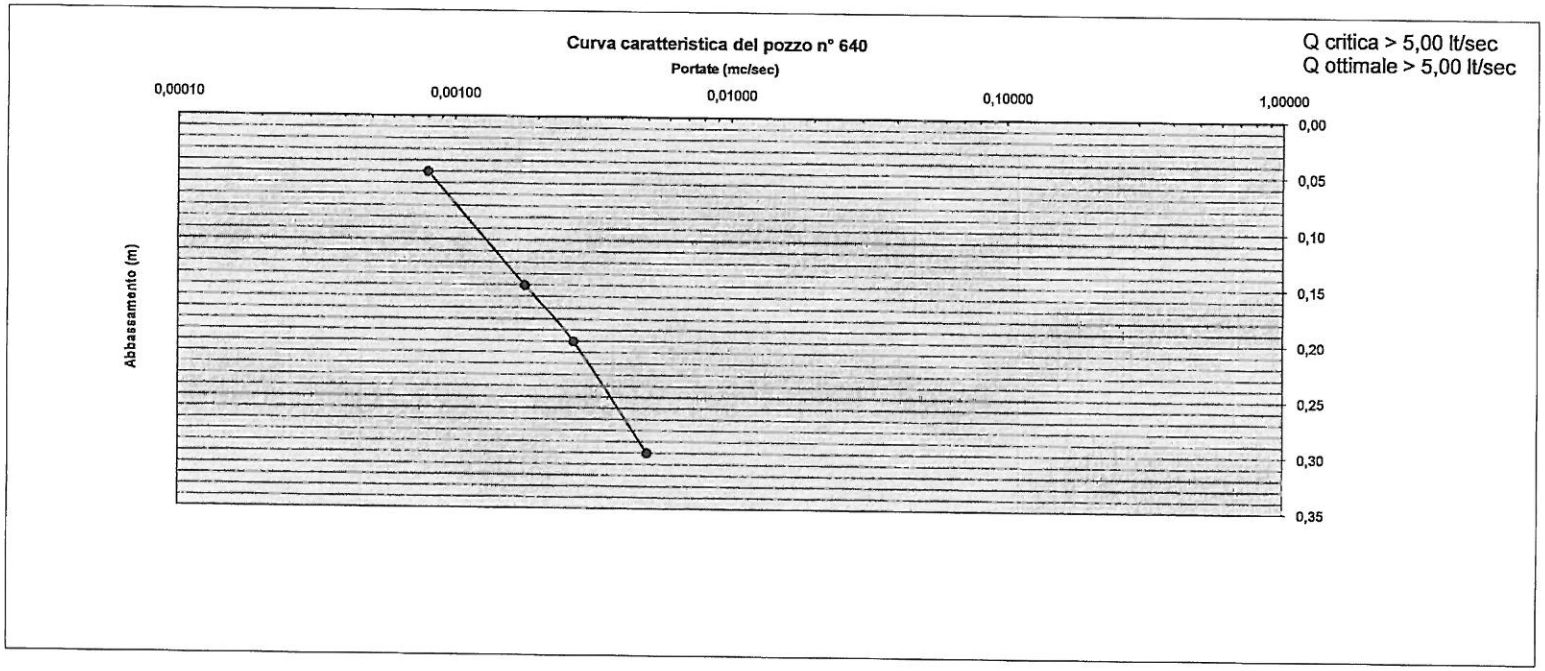
Data 04/02/2011

Pozzo n° 640

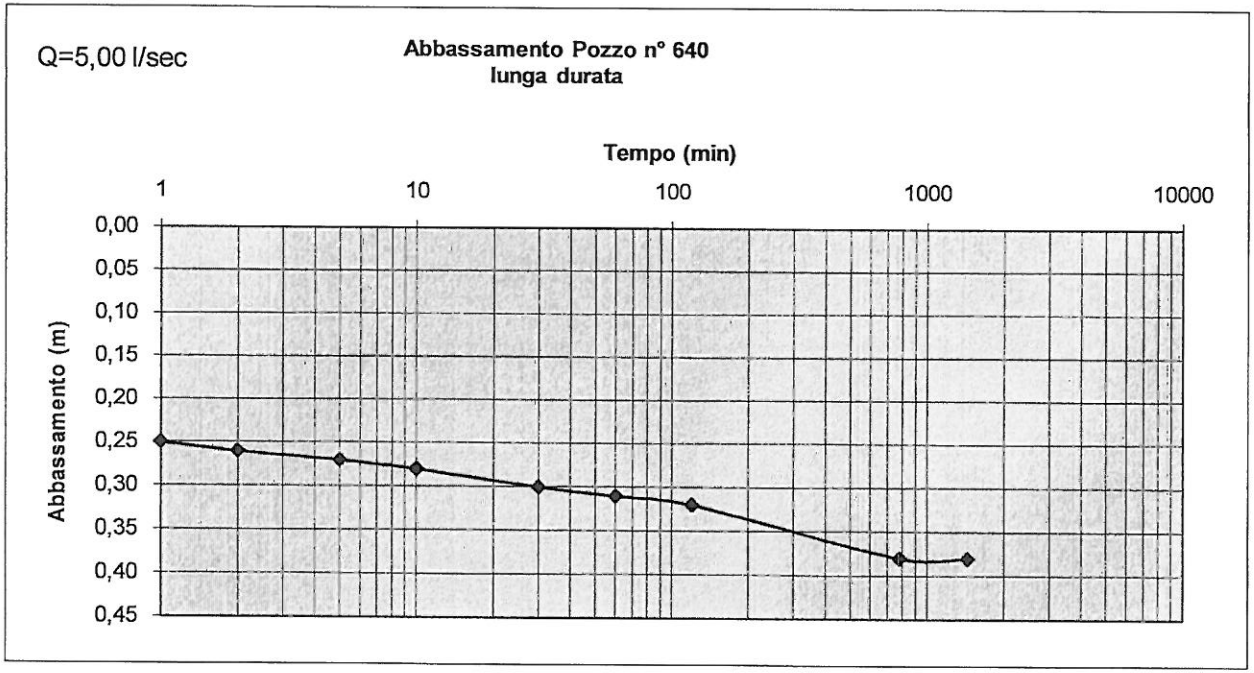
Livello statico m da p.c. 3,90

	Tempo (min)	Abbassamento (m)	Livello da p. c.
	0	0,00	3,90
	1	0,05	3,95
	2	0,05	3,95
	3	0,05	3,95
	5	0,05	3,95
	10	0,05	3,95
	15	0,05	3,95
	20	0,05	3,95
	30	0,05	3,95
	45	0,05	3,95
Q=0,80 lt/sec	60	0,05	3,95 S=0,05
	61	0,15	4,05
	62	0,15	4,05
	63	0,15	4,05
	65	0,15	4,05
	70	0,15	4,05
	75	0,15	4,05
	80	0,15	4,05
	90	0,15	4,05
	105	0,15	4,05
Q=1,80 lt/sec	120	0,15	4,05 S=0,15
	121	0,20	4,10
	122	0,20	4,10
	123	0,20	4,10
	125	0,20	4,10
	130	0,20	4,10
	135	0,20	4,10
	140	0,20	4,10
	150	0,20	4,10
	165	0,20	4,10
Q=2,70 lt/sec	180	0,20	4,10 S=0,20
	181	0,30	4,20
	182	0,30	4,20
	183	0,30	4,20
	185	0,30	4,20
	190	0,30	4,20
	195	0,30	4,20
	200	0,30	4,20
	210	0,30	4,20
	225	0,30	4,20
Q=5,00 lt/sec	240	0,30	4,20 S=0,30
	240,5	0,07	3,97
	241	0,05	3,95
	242	0,04	3,94
	243	0,04	3,94
	245	0,03	3,93
	250	0,01	3,91
	255	0,00	3,90
	260	0,00	3,90
	270	0,00	3,90
	285	0,00	3,90
Q=0,0 lt/sec	300	0,00	3,90


Grafico Tempo-Abbassamento Pozzo 640
Tempo (min)
0
50
100
150
200
250
300
350
Abbassamento (m)
0,00
0,05
0,10
0,15
0,20
0,25
0,30
0,35
Q=0,80 l/s
Q=1,80 l/s
Q=2,70 l/s
Q=5,00 l/s
Prova del 04/02/2011

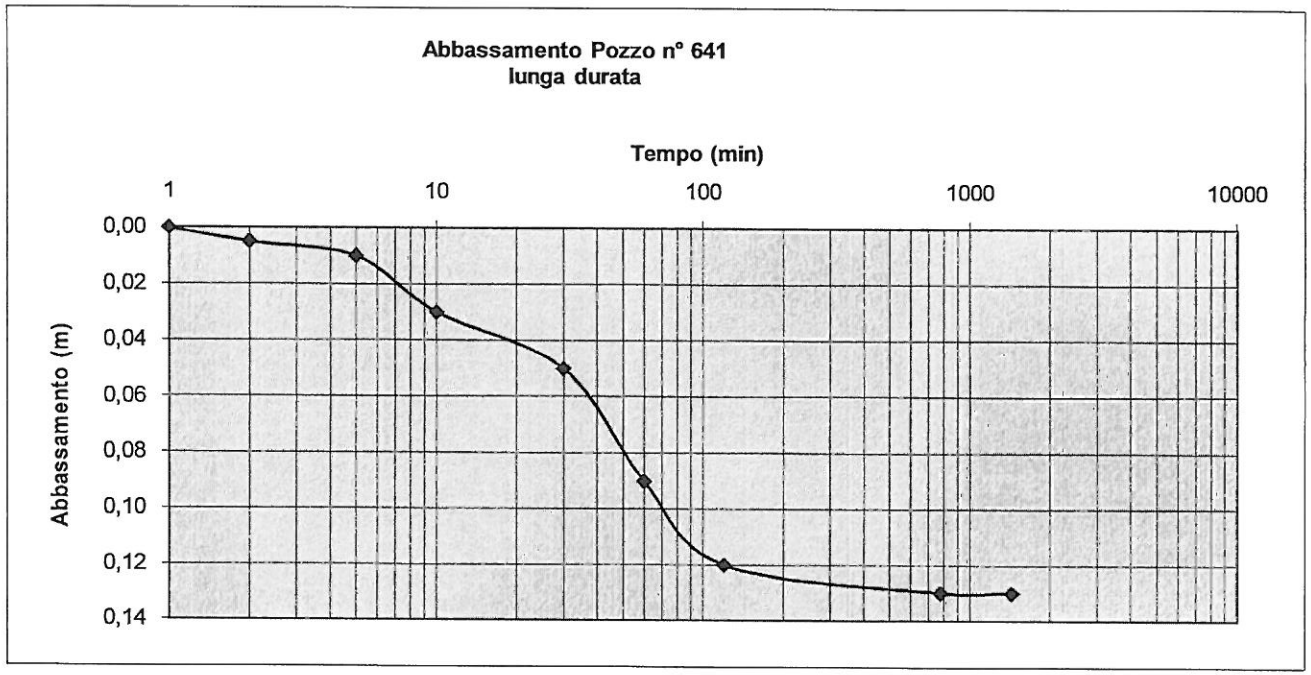


Q (mc/sec)	S (m)
0,00080	0,05
0,00180	0,15
0,00270	0,20
0,00500	0,30



Tempo (min)	Abbassamento Pozzo n° 640 (m)
1	0,25
2	0,26
5	0,27
10	0,28
30	0,30
60	0,31
120	0,32
780	0,38
1440	0,38

Prova a portata costante Q=5,00 lt/sec		Livello statico	3,90
Durata 24h	Data: 04/02/2011 - 05/02/2011		
Tempo (min)	Abbassamento Pozzo n° 640 (m)	Livello da p.c.	3,90
1	0,25	4,15	
2	0,26	4,16	
5	0,27	4,17	
10	0,28	4,18	
30	0,30	4,20	
60	0,31	4,21	
120	0,32	4,22	
780	0,38	4,25	
1440	0,38	4,28	
1440,5	0,18	4,08	
1441	0,16	4,06	
1442	0,14	4,04	
1443	0,13	4,03	
1445	0,11	4,01	
1450	0,09	3,99	
1460	0,05	3,95	



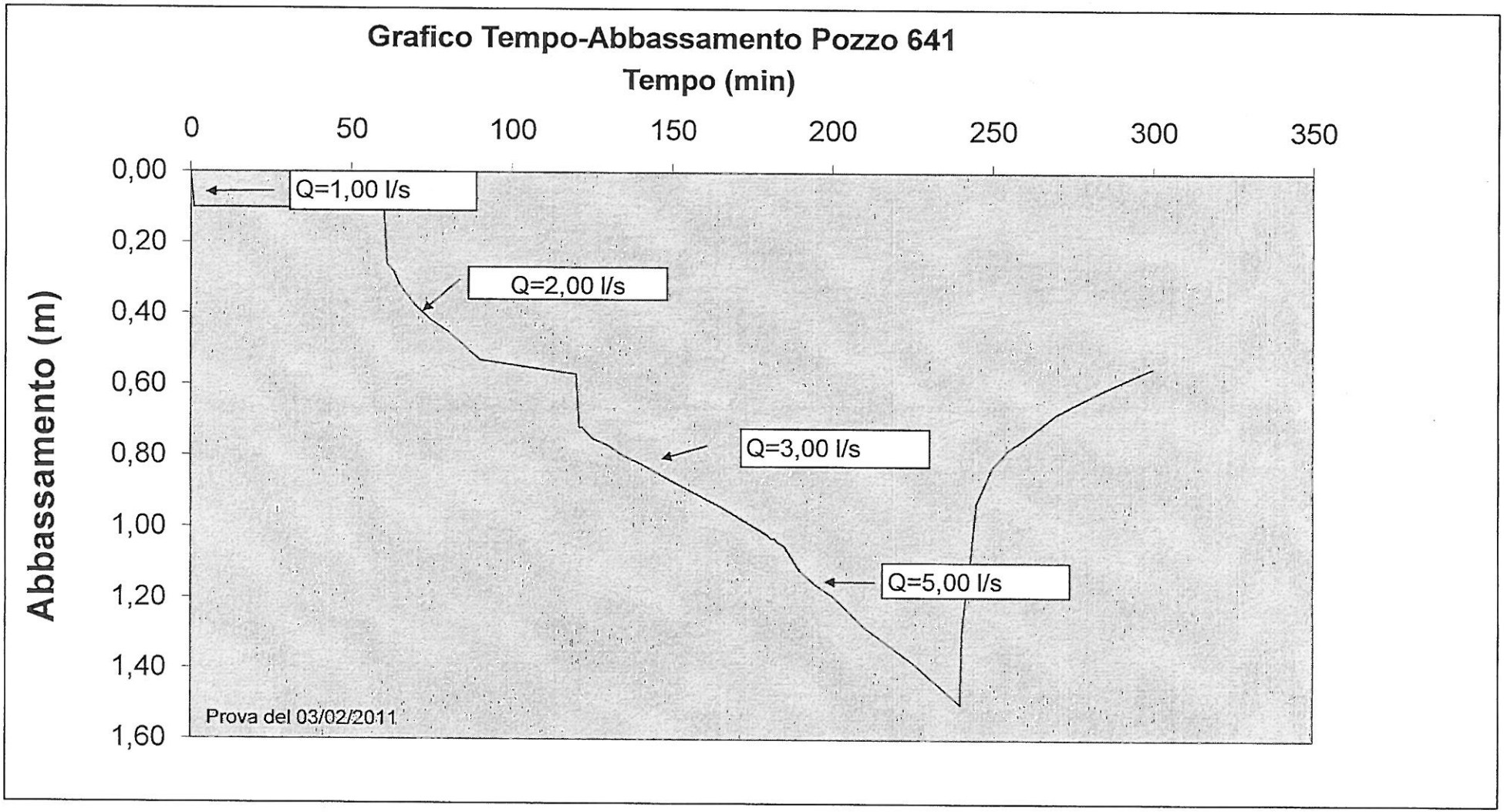
Tempo (min)	Abbassamento Pozzo n° 641 (m)
1	0,00
2	0,01
5	0,01
10	0,03
30	0,05
60	0,09
120	0,12
780	0,13
1440	0,13

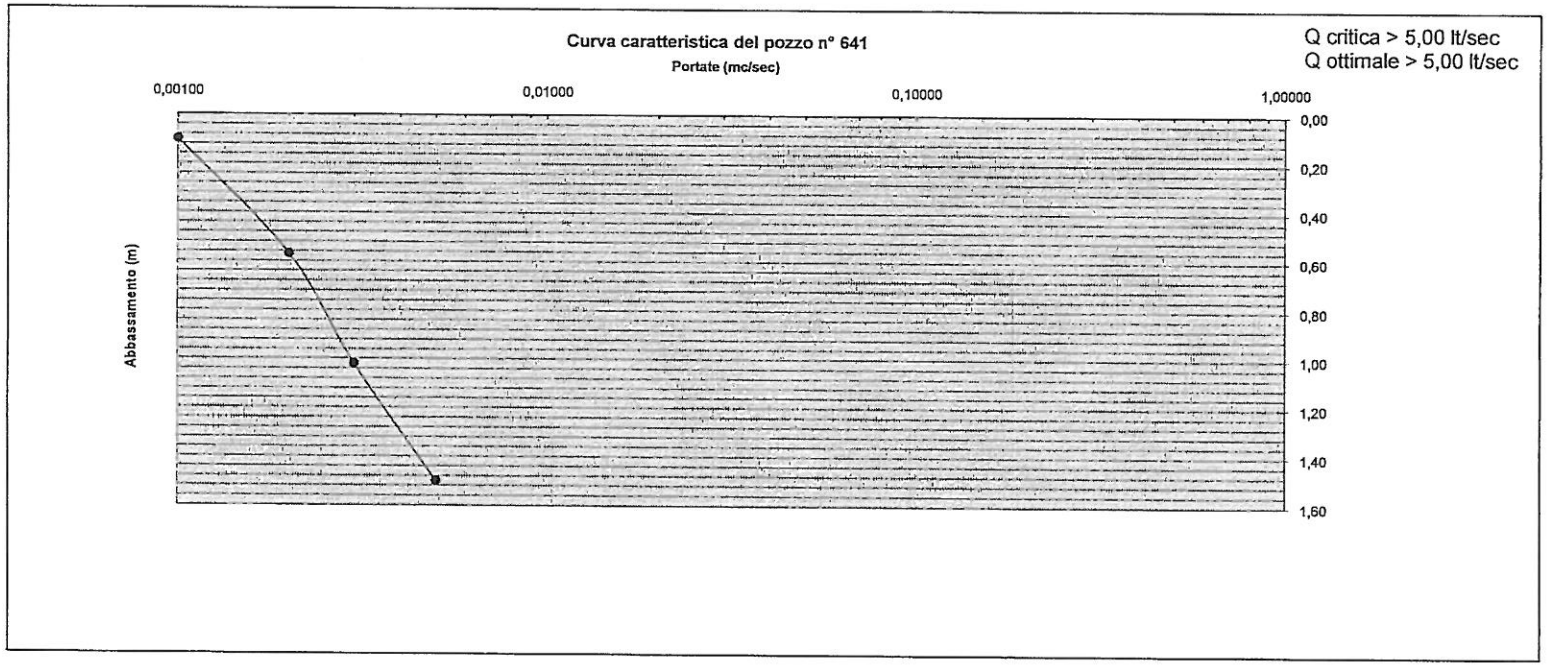
Step Drawdown Test

Data 03/02/2011 — Livello statico m da p.c. — 1,80

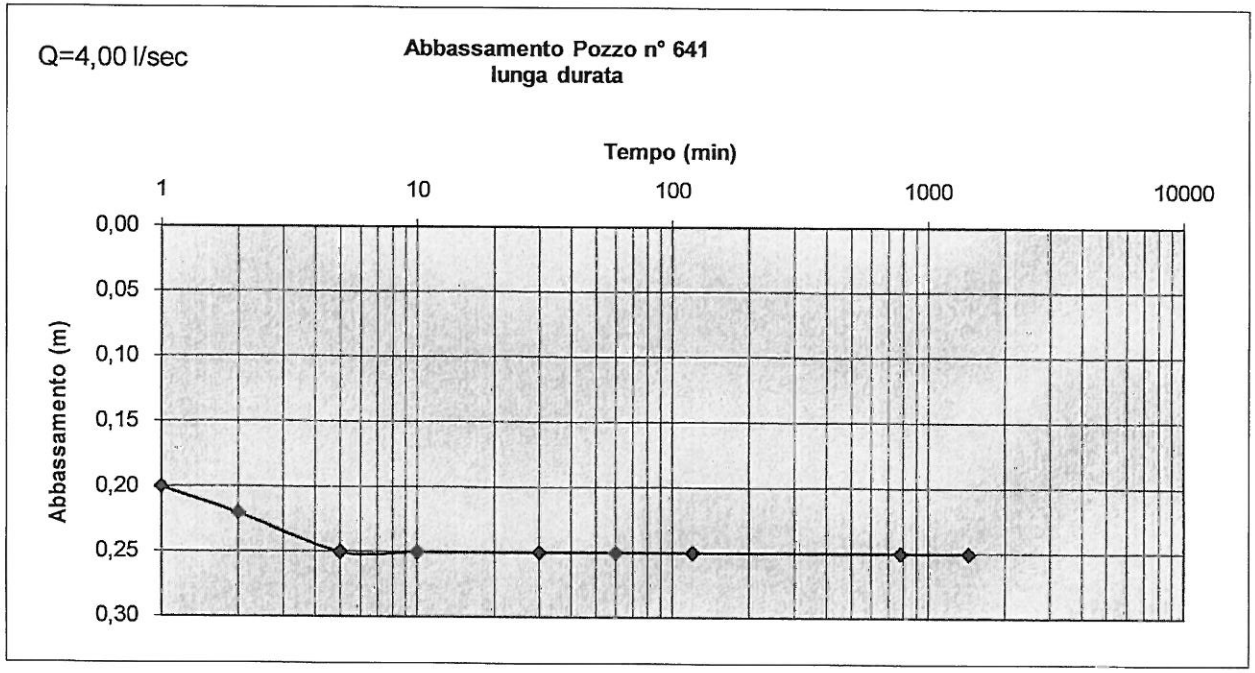
Pozzo n° 641

	Tempo (min)	Abbassamento (m)	Livello da p. c.	
	0	0,00	1,80	
	1	0,10	1,90	
	2	0,10	1,90	
	3	0,10	1,90	
	5	0,10	1,90	
	10	0,10	1,90	
	15	0,10	1,90	
	20	0,10	1,90	
	30	0,10	1,90	
	45	0,10	1,90	
Q=1,00 lt/sec	60	0,10	1,90	S=0,10
	61	0,26	2,06	
	62	0,27	2,07	
	63	0,28	2,08	
	65	0,32	2,12	
	70	0,38	2,18	
	75	0,42	2,22	
	80	0,45	2,25	
	90	0,53	2,33	
	105	0,55	2,35	
Q=2,00 lt/sec	120	0,57	2,37	S=0,57
	121	0,72	2,52	
	122	0,72	2,52	
	123	0,73	2,53	
	125	0,75	2,55	
	130	0,77	2,57	
	135	0,80	2,60	
	140	0,82	2,62	
	150	0,87	2,67	
	165	0,94	2,74	
Q=3,00 lt/sec	180	1,02	2,82	S=1,02
	181	1,03	2,83	
	182	1,03	2,83	
	183	1,04	2,84	
	185	1,05	2,85	
	190	1,12	2,92	
	195	1,16	2,96	
	200	1,19	2,99	
	210	1,28	3,08	
	225	1,38	3,18	
Q=5,00 lt/sec	240	1,50	3,30	S=1,50
	240,5	1,30	3,10	
	241	1,25	3,05	
	242	1,17	2,97	
	243	1,11	2,91	
	245	0,93	2,73	
	250	0,83	2,63	
	255	0,78	2,58	
	260	0,75	2,55	
	270	0,68	2,48	
	285	0,61	2,41	
Q=0,0 lt/sec	300	0,55	2,35	


Grafico Tempo-Abbassamento Pozzo 641
Tempo (min)
0
50
100
150
200
250
300
350
Abbassamento (m)
0,00
0,20
0,40
0,60
0,80
1,00
1,20
1,40
1,60
Q=1,00 l/s
Q=2,00 l/s
Q=3,00 l/s
Q=5,00 l/s
Prova del 03/02/2011

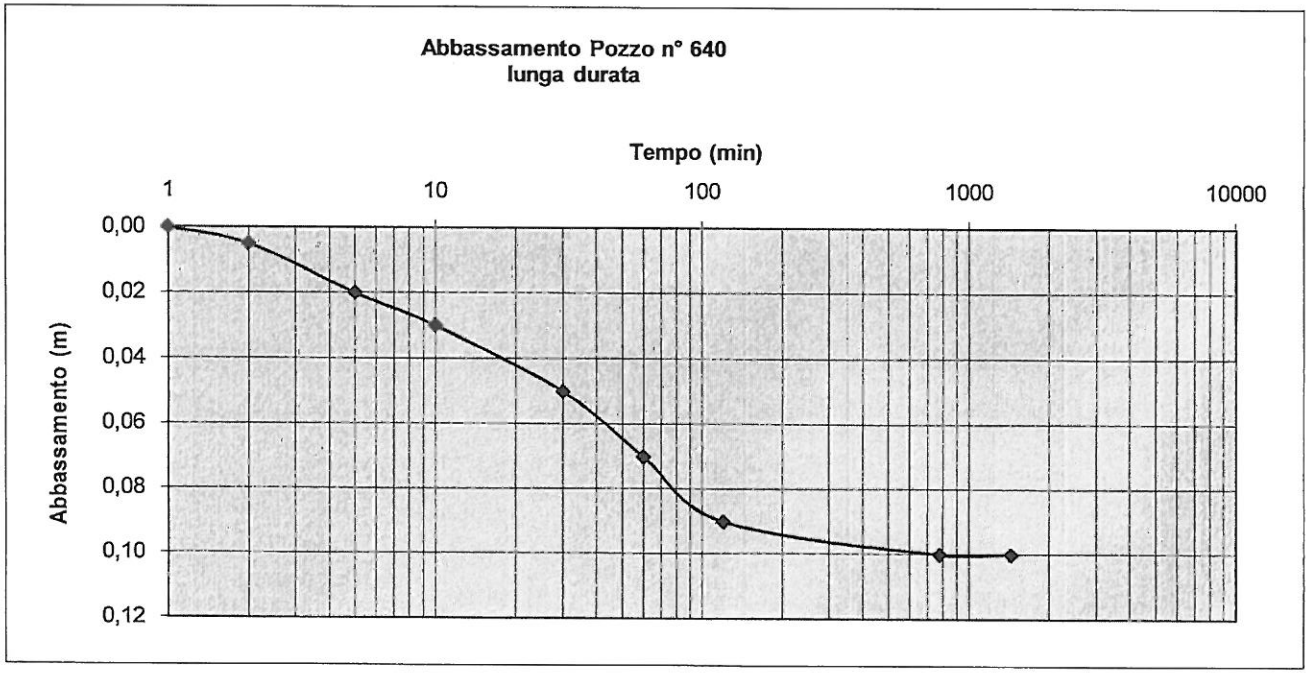


Q (mc/sec)	S (m)
0,00100	0,10
0,00200	0,57
0,00300	1,02
0,00500	1,50



Tempo (min)	Abbassamento Pozzo n° 641 (m)
1	0,20
2	0,22
5	0,25
10	0,25
30	0,25
60	0,25
120	0,25
780	0,25
1440	0,25

Prova a portata costante Q=4,00 lt/sec		Livello statico	1,80
Durata 24h	Data: 03/02/2011 - 04/02/2011		
Tempo (min)	Abbassamento Pozzo n° 641 (m)	Livello da p.c.	1,80
1	0,20	2,00	
2	0,22	2,02	
5	0,25	2,05	
10	0,25	2,05	
30	0,25	2,05	
60	0,25	2,05	
120	0,25	2,05	
780	0,25	2,05	
1440	0,25	2,05	
1440,5	0,06	1,86	
1441	0,04	1,84	
1442	0,03	1,83	
1443	0,03	1,83	
1445	0,02	1,82	
1450	0,01	1,81	
1460	0,00	1,80	



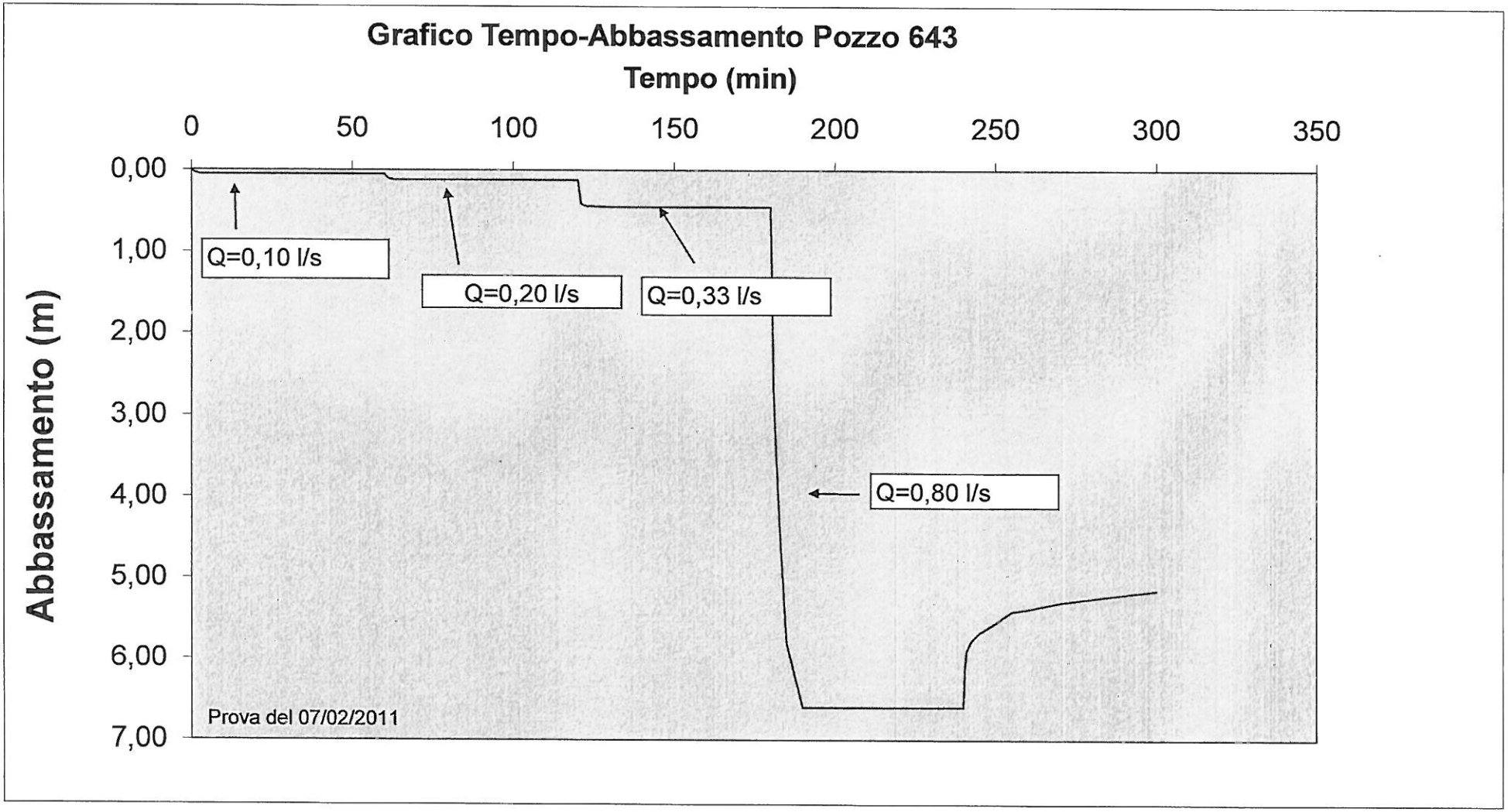
Tempo (min)	Abbassamento Pozzo n° 640 (m)
1	0,00
2	0,01
5	0,02
10	0,03
30	0,05
60	0,07
120	0,09
780	0,10
1440	0,10

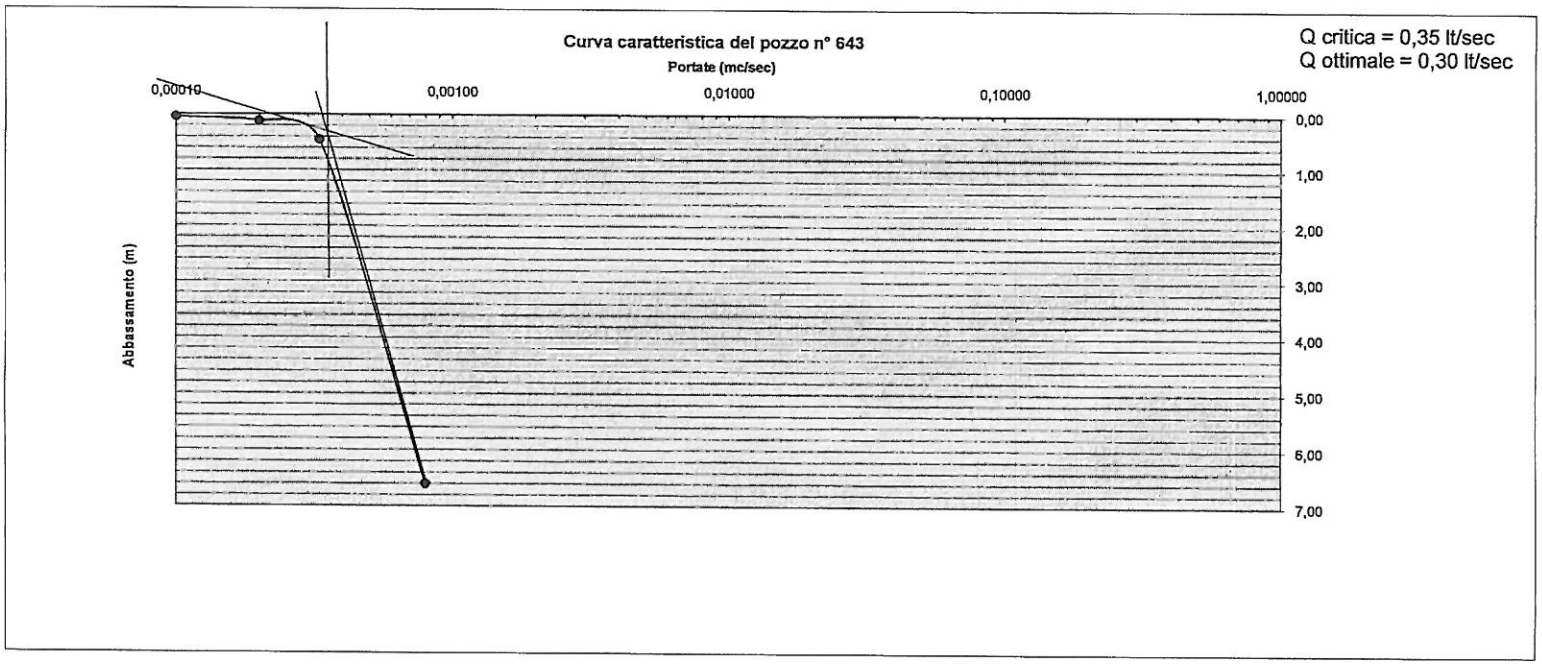
Step Drawdown Test

Data 07/02/2011 — Livello statico m da p.c. — 3,40

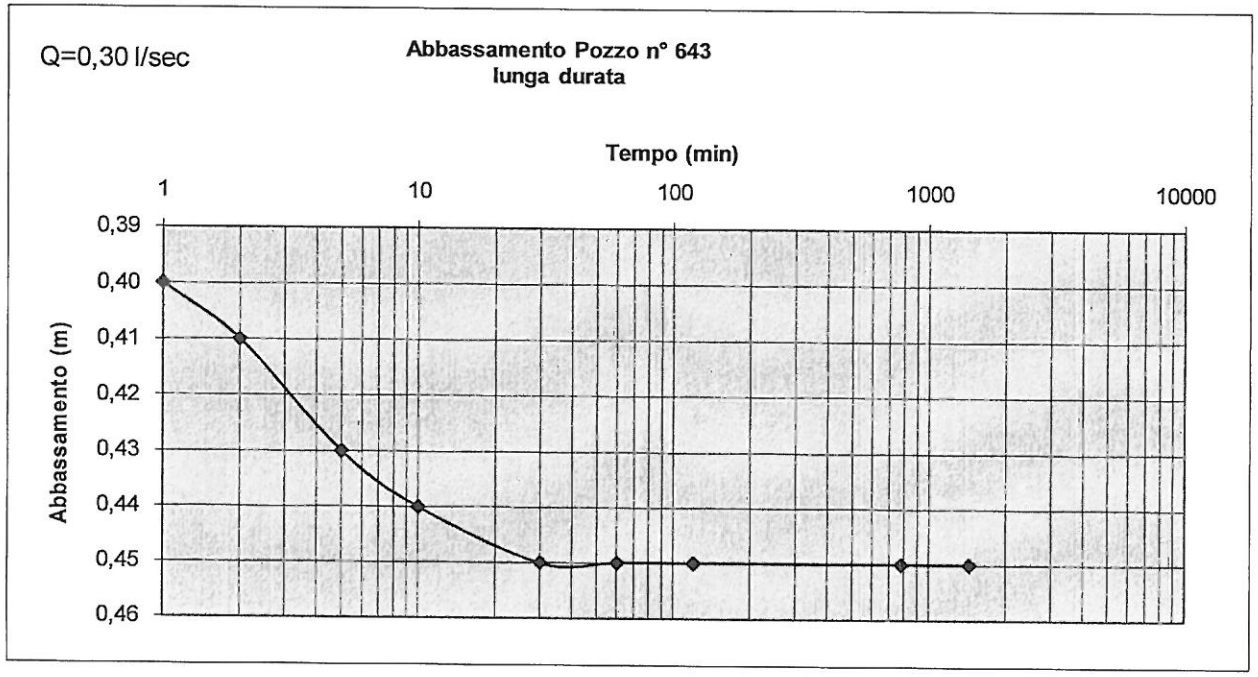
Pozzo n° 643

	Tempo (min)	Abbassamento (m)	Livello da p. c.	
	0	0,00	3,40	
	1	0,03	3,43	
	2	0,04	3,44	
	3	0,05	3,45	
	5	0,05	3,45	
	10	0,05	3,45	
	15	0,05	3,45	
	20	0,05	3,45	
	30	0,05	3,45	
	45	0,05	3,45	
Q=0,10 lt/sec	60	0,05	3,45	S=0,05
	61	0,10	3,50	
	62	0,11	3,51	
	63	0,12	3,52	
	65	0,12	3,52	
	70	0,12	3,52	
	75	0,12	3,52	
	80	0,12	3,52	
	90	0,12	3,52	
	105	0,12	3,52	
Q=0,20 lt/sec	120	0,12	3,52	S=0,12
	121	0,41	3,81	
	122	0,43	3,83	
	123	0,44	3,84	
	125	0,44	3,84	
	130	0,45	3,85	
	135	0,45	3,85	
	140	0,45	3,85	
	150	0,45	3,85	
	165	0,45	3,85	
Q=0,33 lt/sec	180	0,45	3,85	S=0,45
	181	2,70	6,10	
	182	3,65	7,05	
	183	4,49	7,89	
	185	5,80	9,20	
	190	6,60	10,00	
	195	6,60	10,00	
	200	6,60	10,00	
	210	6,60	10,00	
	225	6,60	10,00	
Q=0,80 lt/sec	240	6,60	10,00	S=6,60
	240,5	6,10	9,50	
	241	5,90	9,30	
	242	5,81	9,21	
	243	5,75	9,15	
	245	5,67	9,07	
	250	5,55	8,95	
	255	5,41	8,81	
	260	5,38	8,78	
	270	5,30	8,70	
	285	5,22	8,62	
Q=0,0 lt/sec	300	5,15	8,55	


Grafico Tempo-Abbassamento Pozzo 643
Tempo (min)
0
50
100
150
200
250
300
350
Abbassamento (m)
0,00
1,00
2,00
3,00
4,00
5,00
6,00
7,00
Q=0,10 l/s
Q=0,20 l/s
Q=0,33 l/s
Q=0,80 l/s
Prova del 07/02/2011

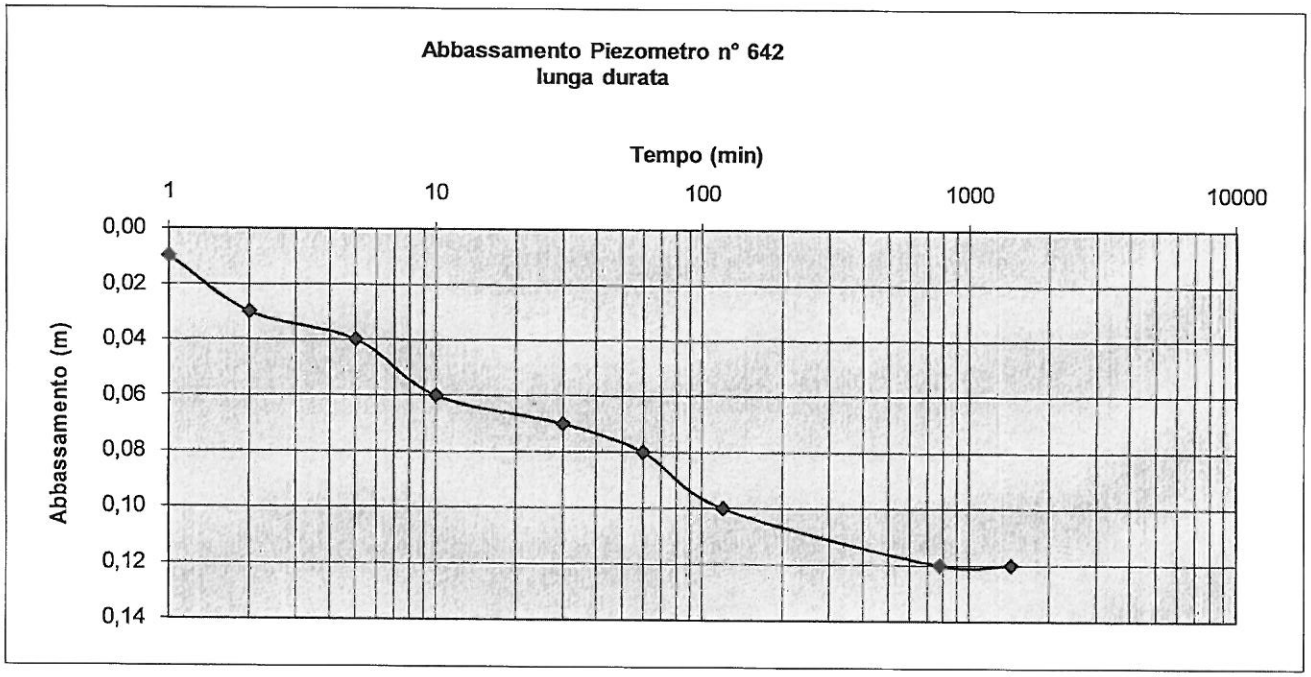


Q (mc/sec)	S (m)
0,00080	0,05
0,00200	0,12
0,00350	0,45
0,00500	6,60



Tempo (min)	Abbassamento Pozzo n° 643 (m)
1	0,40
2	0,41
5	0,43
10	0,44
30	0,45
60	0,45
120	0,45
780	0,45
1440	0,45

Prova a portata costante Q=0,30 lt/sec		Livello statico	3,40
Durata 24h	Data: 07/02/2011 - 08/02/2011		
Tempo (min)	Abbassamento Pozzo n° 643 (m)	Livello da p.c.	3,40
1	0,40	3,80	
2	0,41	3,81	
5	0,43	3,83	
10	0,44	3,84	
30	0,45	3,85	
60	0,45	3,85	
120	0,45	3,85	
780	0,45	3,85	
1440	0,45	3,85	
1440,5	0,19	3,59	
1441	0,12	3,52	
1442	0,10	3,50	
1443	0,08	3,48	
1445	0,07	3,47	
1450	0,04	3,44	
1460	0,04	3,44	



Tempo (min)	Abbassamento Piezometro n° 642 (m)
1	0,01
2	0,03
5	0,04
10	0,06
30	0,07
60	0,08
120	0,10
780	0,12
1440	0,12