

AUTOSTRADA (A14): BOLOGNA - BARI -TARANTO TRATTO: BOLOGNA BORGO PANIGALE - BOLOGNA SAN LAZZARO

POTENZIAMENTO IN SEDE DEL SISTEMA AUTOSTRADALE E TANGENZIALE DI BOLOGNA INTERVENTI DI COMPLETAMENTO DELLA RETE VIARIA DI ADDUZIONE INTERMEDIA DI PIANURA

PROGETTO DEFINITIVO


DOCUMENTAZIONE GENERALE

IDROGEOLOGIA PARTE GENERALE

RELAZIONE DI INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

IL GEOLOGO	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE	IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Massimo Roberto Campana Ord. Geol. Toscana N. 1709	Ing. Raffaele Rinaldesi Ord. Ingg. Macerata N. A1068	Ing. Piero Bongio Ord. Ingg. Sondrio N. A538 T.A. - Geologia e Geotecnica

CODICE IDENTIFICATIVO											ORDINATORE
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	--
111443	0000	PD	DG	IDG	GE000	00000	R	GEO	0040	-0	SCALA -

	ENGINEER COORDINATOR:		SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE	
	Ing. Raffaele Rinaldesi Ord. Ingg. Macerata N. A1068						n.	data
							0	DICEMBRE 2021
	REDATTO:		VERIFICATO:					

	VISTO DEL COMMITTENTE	VISTO DEL CONCEDENTE
	 IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Fabio Visintin	 Ministero delle Infrastrutture e della mobilità sostenibile DIPARTIMENTO PER LA PROGRAMMAZIONE, LE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO A RETE E I SISTEMI INFORMATIVI

Sommar

1	INTRODUZIONE	3
2	METODOLOGIA DI STUDIO	7
2.1	ANALISI DEI DATI PREGRESSI	7
2.2	CENSIMENTO DEI PUNTI DI APPROVVIGIONAMENTO IDRICO	7
2.2.1	<i>Classificazione dei pozzi per tipo d'uso</i>	8
2.2.2	<i>Schede di raccolta dati</i>	8
2.2.3	<i>Note</i>	8
2.3	PROVE DI PERMEABILITA' IN SITO	9
3	CARTOGRAFIA TEMATICA E LEGENDA	10
4	CLIMATOLOGIA	11
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO - IDROGEOLOGICO	17
5.1	GEOLOGIA DEGLI ACQUIFERI DELLA PIANURA EMILIANO-ROMAGNOLA	18
5.2	I GRUPPI ACQUIFERI E I COMPLESSI ACQUIFERI	20
5.2.1	<i>Gruppi acquiferi A e B</i>	22
5.2.2	<i>Gruppo acquifero C</i>	23
5.3	ACQUIFERI PRESENTI NELL'AREA IN STUDIO	23
5.3.1	<i>Sezioni geologiche CARG e del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna</i>	23
5.3.2	<i>Complesso Acquifero A0</i>	27
5.3.3	<i>Complesso Acquifero A1</i>	28
5.4	INQUADRAMENTO PIEZOMETRICO	30
5.5	I PUNTI D'ACQUA	33
5.5.1	<i>Piezometri Intermedia di Pianura</i>	36
5.6	LIVELLI PIEZOMETRICI (DATALOGGER)	37
5.7	MODELLO IDROGEOLOGICO DELL'AREA DI STUDIO	40
5.7.1	<i>Le conoidi alluvionali appenniniche maggiori</i>	40
5.7.2	<i>Area di progetto</i>	41
6	CHIMISMO DELLE ACQUE SOTTERRANEE	42
6.1	CHIMISMO DELLE ACQUE	42
6.1.1	<i>Parametri di base</i>	42
6.1.2	<i>Aggressivi chimici</i>	43
7	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI IDROGEOLOGICI DI MAGGIORE INTERESSE INGEGNERISTICO	45
7.1	PROGRAMMA UTILIZZATO PER LA SIMULAZIONE DELLA SUPERFICIE PIEZOMETRICA	45
7.2	SUPERFICIE PIEZOMETRICA	45
7.2.1	<i>Tratta A</i>	45
7.2.2	<i>Tratta B</i>	46
7.2.3	<i>Tratta C</i>	46
7.2.4	<i>Tratta D1</i>	46
7.3	VALUTAZIONE QUALITATIVA DELLE INTERFERENZE POTENZIALI FRA OPERE IN PROGETTO E ACQUE SOTTERRANEE	46

ALLEGATI:

ALLEGATO 1: SCHEDE DI CENSIMENTO DEI PUNTI D'ACQUA

ALLEGATO 2: TABULATI DELLE LETTURE PIEZOMETRICHE EFFETTUATE

ALLEGATO 3: PROVE DI PERMEABILITÀ ESEGUITE NEI FORI DI SONDAGGIO

ALLEGATO 4: RETE DI MONITORAGGIO CHIMICO DI ARPAE: PARAMETRI CHIMICI 2015

ALLEGATO 5: CERTIFICATI DI ANALISI CHIMICA DEI SOLFATI E CLORURI (PRELIEVI DI ACQUA)

1 INTRODUZIONE

La presente relazione riguarda la porzione di territorio che ricade nella piana alluvionale a nord di Bologna, nell'ambito del progetto definitivo per il potenziamento del sistema tangenziale di Bologna (intervento di completamento della rete viaria di adduzione "Intermedia di Pianura"). Il progetto prevede la riqualificazione di sedi viarie esistenti e la realizzazione di tratti di nuova viabilità, con attraversamenti importanti quali l'alveo del Fiume Reno nei pressi di Trebbo. Nelle Figg. 1a, 1b, 1c e 1d è rappresentata l'ubicazione delle quattro tratte oggetto di intervento (rispettivamente Tratta A, Tratta B, Tratta C e Tratta D1).

In particolare, vengono qui trattate le principali caratteristiche idrogeologiche relative all'acquifero più superficiale inquadrato nel contesto idrografico e pluviometrico specifico dell'area d'interesse.

Gli elementi utilizzati per la redazione della "Planimetria Idrogeologica" in scala 1:5000 e dei "Profili Idrogeologici longitudinali" in scala 1:5000/500 derivano dall'analisi critica dei dati bibliografici, dall'esame di tutte le stratigrafie disponibili (pozzi, indagini pregresse e sondaggi appositamente realizzati), nonché dal censimento dei pozzi ubicati nell'intorno dell'asse di progetto realizzato nel 2016.



Fig. 1a – Planimetria dell'area di intervento Tratta A.

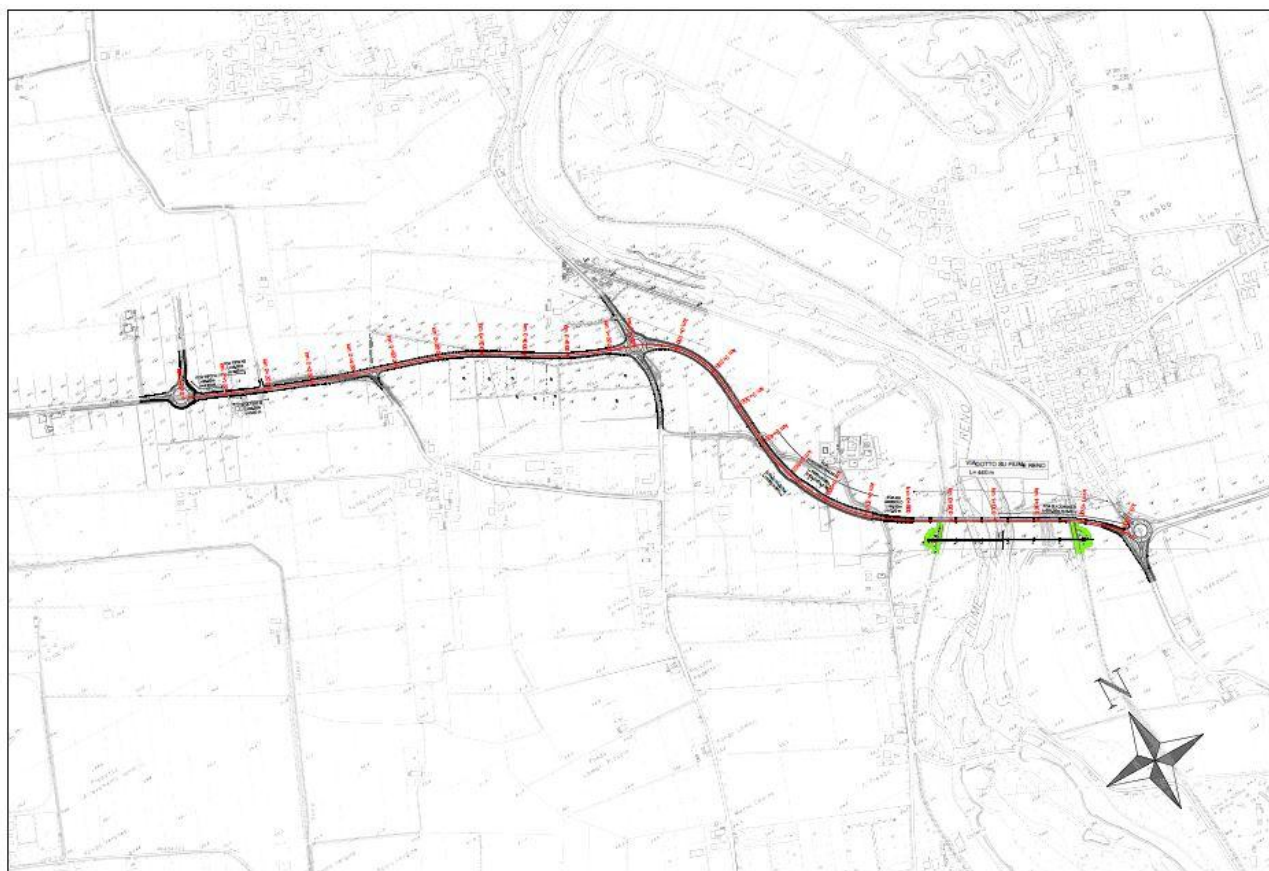


Fig. 1b – Planimetria dell'area di intervento Tratta B.



Fig. 1c – Planimetria dell'area di intervento Tratta C.

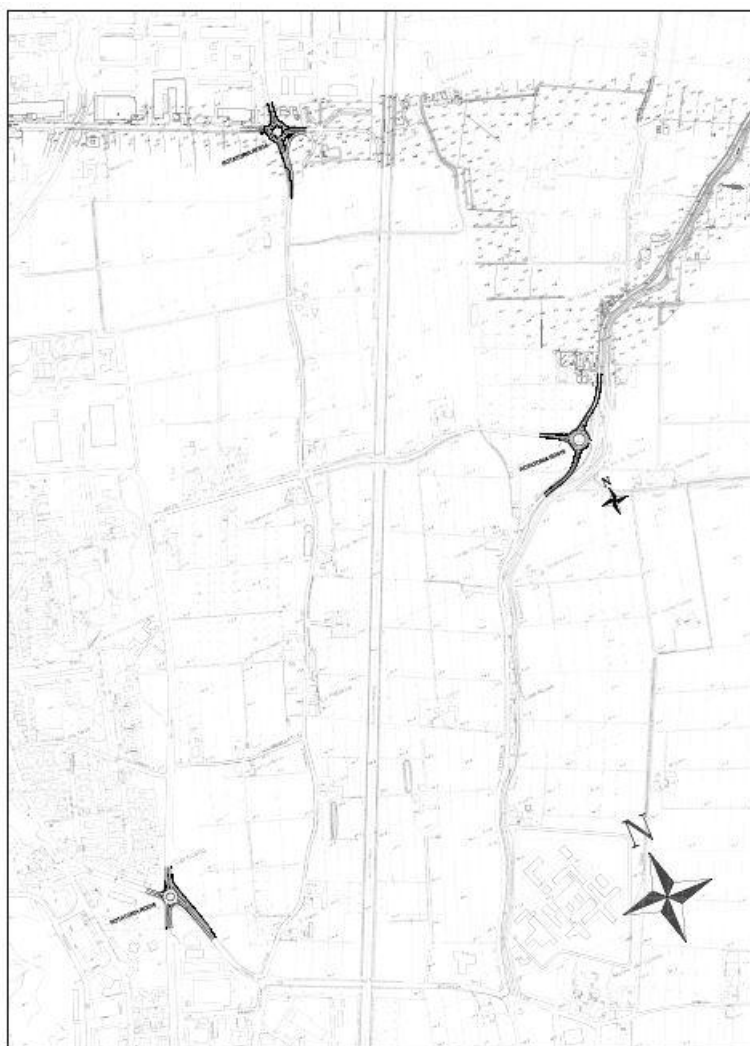


Fig. 1d – Planimetria dell'area di intervento Tratta D1.

2 METODOLOGIA DI STUDIO

Lo studio idrogeologico si è basato sui seguenti elementi principali:

- Ø Modello geologico di base;
- Ø Letteratura scientifica a tema idrogeologico afferente l'areale di interesse;
- Ø Ricostruzioni dell'andamento della superficie piezometrica a livello regionale e di bacino utilizzando i dati disponibili presso gli Enti territoriali;
- Ø Letture piezometriche sui punti d'acqua realizzati per le esigenze specifiche della progettazione in esame;
- Ø Letture piezometriche presso i pozzi presenti all'interno dell'areale di interesse del progetto.

2.1 ANALISI DEI DATI PREGRESSI

Gli Enti competenti in materia di acque sotterranee sul territorio interessato dall'ampliamento sono le seguenti:

- Ø Regione Emilia Romagna;
- Ø Agenzia Regionale Protezione Ambientale Emilia Romagna (ARPAE) - sezione Bologna, che effettua la raccolta, l'analisi, l'interpretazione e la diffusione dei dati dalle reti automatiche e manuali;
- Ø Autorità di Bacino distrettuale del Fiume Po (ex Autorità di Bacino Reno);
- Ø Città metropolitana di Bologna;
- Ø Comune di Bologna, Salal Bolognese (BO), Calderara di Reno (BO) e Castel Maggiore (BO).
- Ø Gestore dei servizi idrici integrati (HERA Bologna) afferente il campo pozzi "San Vitalino";

Tra le fonti bibliografiche è possibile citare:

- Ø Regione Emilia-Romagna, ENI – AGIP, 1988. Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna. A cura di G. Di Dio. S.EL.CA. (Firenze), 120 pp;
- Ø Geoportale della Regione Emilia-Romagna;
- Ø ARPAE. Dati di monitoraggio piezometrico dei punti di controllo rete regionale e provinciale;
- Ø ARPAE. Il monitoraggio delle acque sotterranee della Provincia di Bologna – report 2002÷2006, 2007 e 2008.

2.2 CENSIMENTO DEI PUNTI DI APPROVVIGIONAMENTO IDRICO

Al fine di ottenere un esauriente quadro conoscitivo della distribuzione dei pozzi presenti in un intorno significativo rispetto alla posizione delle tratte in progetto, è stata condotta una ricerca dei dati bibliografici seguita da una fase di censimento in sito, nell'ambito del quale i dati sono stati verificati ed eventualmente integrati.

La base di partenza per questa fase di lavoro è stato il database informatico dei pozzi fornito dalla Regione Emilia Romagna; che considera tutti i pozzi per acqua con finalità produttive (acquedottistici, industriali, agricoli e domestici). Il modello, elaborato tramite piattaforma GIS, non ha considerato i punti d'acqua esterni all'intorno

idrogeologico di 2 km a cavallo del tracciato di progetto. I punti d'acqua sono stati ulteriormente filtrati, eliminando tutti i punti in cui era indicata assenza di prelievo e, quindi, ritenuti a oggi non più operativi.

Questa operazione di filtraggio dati ha portato all'individuazione di 65 punti d'acqua totali all'interno dell'area considerata, 24 dei quali sono stati oggetto di censimento e controllo piezometrico in sito.

Per ogni punto d'acqua censito (anno 2016) è stata redatta una scheda monografica corredata, nei punti in cui è stato possibile accedere, da foto della testa pozzo, misurazione del livello piezometrico (statico e/o dinamico) e lettura dei principali parametri chimico-fisici dell'acqua emunta (si veda Allegato 1).

Sono infine state eseguite misurazioni piezometriche all'interno delle strumentazioni installate nei fori di sondaggio specificatamente realizzati a supporto del presente progetto definitivo.

2.2.1 Classificazione dei pozzi per tipo d'uso

I punti d'acqua censiti sono stati classificati sulla base della loro destinazione d'uso (si veda la simbologia riportata nella planimetria idrogeologica). In particolare:

- Ø Pozzi ad uso pubblico/acquedottistico;
- Ø Pozzi ad uso irriguo;
- Ø Pozzi ad uso industriale;
- Ø Pozzi per altro uso (igienico - sanitario, antincendio, scambio termico);
- Ø Pozzi ad uso non conosciuto.

Si specifica che, appena a sud della Tratta B, i pozzi ad uso pubblico/acquedottistico risultano afferenti al campo pozzo di "San Vitalino" (Comune di Calderara di Reno); nella planimetria idrogeologica allegata al presente progetto sono state indicate le relative fasce di rispetto secondo una estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione.

2.2.2 Schede di raccolta dati

I dati raccolti durante il censimento sono stati riportati in apposite schede (si veda Allegato 1), tali schede contengono i seguenti campi:

- Ø una parte introduttiva con i dati generali del punto d'acqua: sigla, tipo di punto d'acqua, ubicazione, eventuale gestore, coordinate nel sistema Gauss-Boaga compresa quota sul livello medio del mare, distanza dall'opera;
- Ø una sezione grafica descrittiva dell'ubicazione del punto d'acqua con un quadro per la fotografia ed uno per lo stralcio di C.T.R.;
- Ø un quadro contenente i dati tecnici (se disponibili) relativi al punto d'acqua (profondità e diametro del rivestimento) e quelli rilevati al momento del censimento (livello statico e dinamico riferiti al p.c. ed in valore assoluto in m s.l.m., portata, Ph, temperatura, conducibilità elettrica, ecc.);
- Ø un campo con l'annotazione della data del rilevamento, dello stato di attività, dell'uso e delle eventuali note di terreno.

2.2.3 Note

Il lavoro di raccolta dati e misura dei livelli piezometrici sul terreno ha incontrato problematiche principalmente imputabili a:

- Ø pozzi con teste di chiusura e sostegno della pompa senza aperture per il passaggio della sonda piezometrica;
- Ø inaccessibilità dei pozzi;
- Ø permesso di accesso ai pozzi negato dai proprietari.

Il problema che si è posto fin da subito in riferimento alla necessità di ricostruire il modello teorico di comportamento della falda, è stato quello di poter usufruire di dati sufficientemente omogenei. Difatti risulta molto difficile che i pozzi, per la loro stessa prassi realizzativa, abbiano caratteristiche costruttive tali da poter essere effettivamente utilizzati e correlati come punti significativi di monitoraggio, riconducendoli con certezza ad un medesimo corpo acquifero. Si pensi a quanto possano essere determinanti le profondità raggiunte, la diversa quota dei tratti fenestrati di captazione o la presenza di tratti cementati.

2.3 PROVE DI PERMEABILITA' IN SITO

Per la valutazione del grado di permeabilità delle unità idrogeologiche individuate sulla base della ricostruzione geologica del sottosuolo sono state analizzate sia le risultanze delle prove condotte nelle verticali di indagine realizzate specificatamente per questo progetto che le risultanze delle prove condotte nell'ambito della campagna geognostica propedeutica alla progettazione del Passante di Bologna.

In particolare, sono stati analizzati i dati derivanti da prove Lefranc, realizzate sia a carico costante che a carico variabile lungo diverse verticali di sondaggio.

Tutti i dati misurati durante le prove di permeabilità eseguite sono stati reinterpretati al fine di rendere omogenei i valori di permeabilità media proposti per ogni unità idrogeologica. Per quanto riguarda le prove d'acqua Lefranc, l'interpretazione è stata condotta utilizzando il metodo del BASIC TIME LAG calcolando i coefficienti di forma secondo la normativa UNI EN ISO 22282: "Indagini e prove geotecniche – Prove idrauliche nel sottosuolo".

Le elaborazioni complete delle prove di permeabilità Lefranc eseguite nei fori di sondaggio sono riportate nell'Allegato 3 alla presente relazione.

3 CARTOGRAFIA TEMATICA E LEGENDA

A supporto della presente relazione sono state redatte, per le Tratte A, B e C, una planimetria idrogeologica alla scala 1:5000 con relativo profilo longitudinale (eseguito in asse progetto) in scala 1:5000/500 (scala amplificata in verticale per meglio apprezzare le eteropie deposizionali); per la Tratta D1, considerata la tipologia di interventi previsti (n°3 nuove rotonde) è stata redatta una planimetria idrogeologica alla scala 1:5000.

La legenda idrogeologica mette in luce i seguenti tematismi principali:

- Ø unità idrogeologiche con distinzione dei Complessi Acquiferi di appartenenza;
- Ø punti d'acqua (pozzi, piezometri);
- Ø simboli idrogeologici quali:
- Ø linee isopiezometriche in m s.l.m. ed equidistanza 1m, estrapolate dal modello geostatistico sviluppato nell'ambito del più ampio progetto del Passante di Bologna e basato sulle misurazioni effettuate nel mese di febbraio 2021;
- Ø principale direzione di deflusso relativo alla falda superficiale principale;
- Ø indagini geognostiche realizzate in diverse fasi temporali.

A lato dei simboli ascritti ai pozzi censiti sono riportati i codici identificativi secondo il database RER.

Gli altri simboli riportati nella cartografia sono relativi al reticolo idrografico, agli specchi d'acqua, alle aree di rispetto dei pozzi ad uso umano ed ai principali riporti antropici.

Relativamente al profilo idrogeologico si evidenziano i seguenti elementi:

- Ø piezometri a tubo aperto e/o Celle di casagrande (con indicazione della loro posizione);
- Ø livelli piezometrici disponibili (soggiacenza in m. da p.c.) misurati in piezometro o in pozzo e relativa data di misura. Si sottolinea che, per chiarezza di lettura, nel profilo sono state riportate solamente le letture corrispondenti alla soggiacenza minore e maggiore misurata, nonché la misurazione utilizzata per la ricostruzione del modello idrogeologico proposto. Tutte le misurazioni effettuate nei piezometri, comunque, sono riportate nell'allegato 2 della presente relazione;
- Ø limite presunto tra i Complessi Acquiferi;
- Ø livello correlato della falda superficiale principale ed a carattere locale.

4 CLIMATOLOGIA

Il regime pluviometrico dell'area di intervento è stato ricostruito sulla base dell'analisi delle serie storiche relative alla stazione Bologna urbana inserita all'interno del circuito di monitoraggio ARPA-SIM – Servizio Idro-Meteorologico. Il periodo monitorato va da gennaio 2004 a marzo 2021.

Si precisa che ai fini dell'elaborazione statistica dei dati acquisiti sono state considerate le sole annate complete (2005÷2020), mentre per l'esame storico dei dati giornalieri si è considerato l'intero periodo di osservazione sopra indicato.

Nella seguente tabella si riportano i risultati salienti dell'analisi storica dei dati acquisiti e dell'elaborazione statistica condotta relativamente alla stazione considerata:

Stazione	Piovosità media annua [mm]	Giorni di pioggia medi annui [n°]	Giorni di pioggia annui con intensità > 50 mm [n°]	Giorni di pioggia annui con intensità > 100 mm [n°]
Bologna urbana	691.6	105	11	0

Nelle seguenti Figg. 2 e 3 si riporta l'andamento delle precipitazioni giornaliere e annue cumulate registrate nel periodo di osservazione considerato.

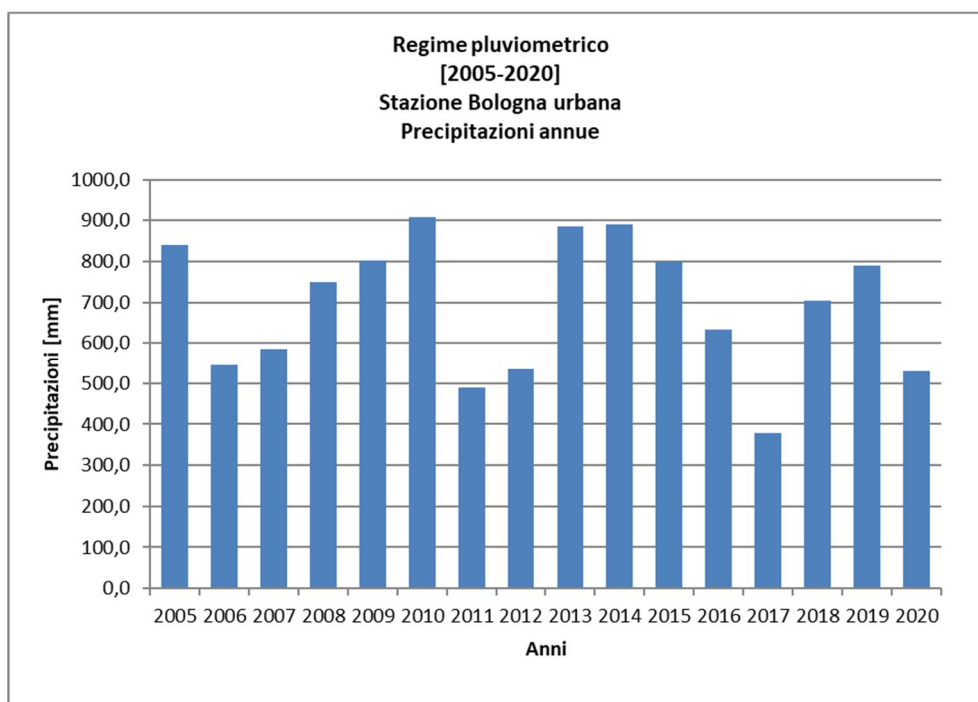


Fig. 2 - Andamento delle precipitazioni annue cumulate registrate nel periodo di osservazione considerato.

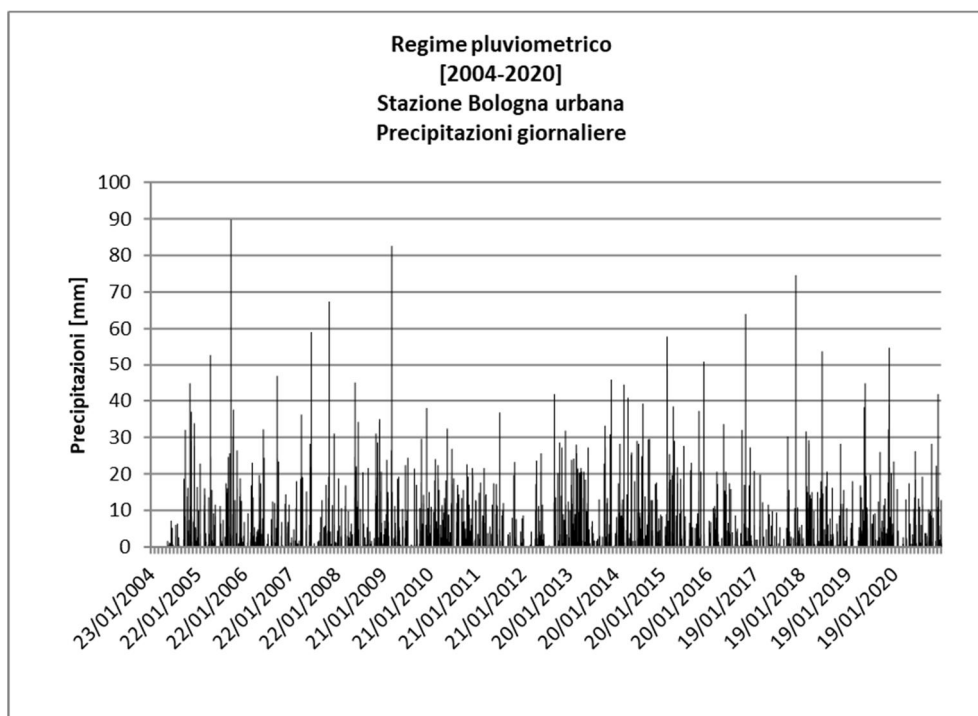


Fig. 3 - Andamento delle precipitazioni giornaliere registrate nel periodo di osservazione considerato.

L'esame dei dati di piovosità annua evidenzia variazioni su scala pluriennale con valori massimi e minimi anche significativamente distanti dalla media, come riassunto nella seguente tabella:

Stazione	Piovosità media annua [mm]	Piovosità annua massima [mm]	Anno	Piovosità annua minima [mm]	Anno
Bologna urbana	691.6	908.2	2010	488.4	2011

Molto significativo è poi l'esame dei grafici relativa alla piovosità giornaliera che evidenziano picchi che oscillano intorno a valori anche superiori a 40÷50 mm, con punte comprese tra gli 80 e i 90 mm, come riassunto nella seguente tabella, in cui sono riportati i 3 eventi con la massima piovosità giornaliera registrati:

Stazione	Evento [mm]	Data
Bologna urbana	89.8	10/10/2005
	82.6	27/03/2009
	74.6	13/11/2017

Per quanto concerne la distribuzione della piovosità nell'arco dell'anno, nel grafico seguente (Fig. 4) si mostra l'andamento delle precipitazioni medie mensili registrate.

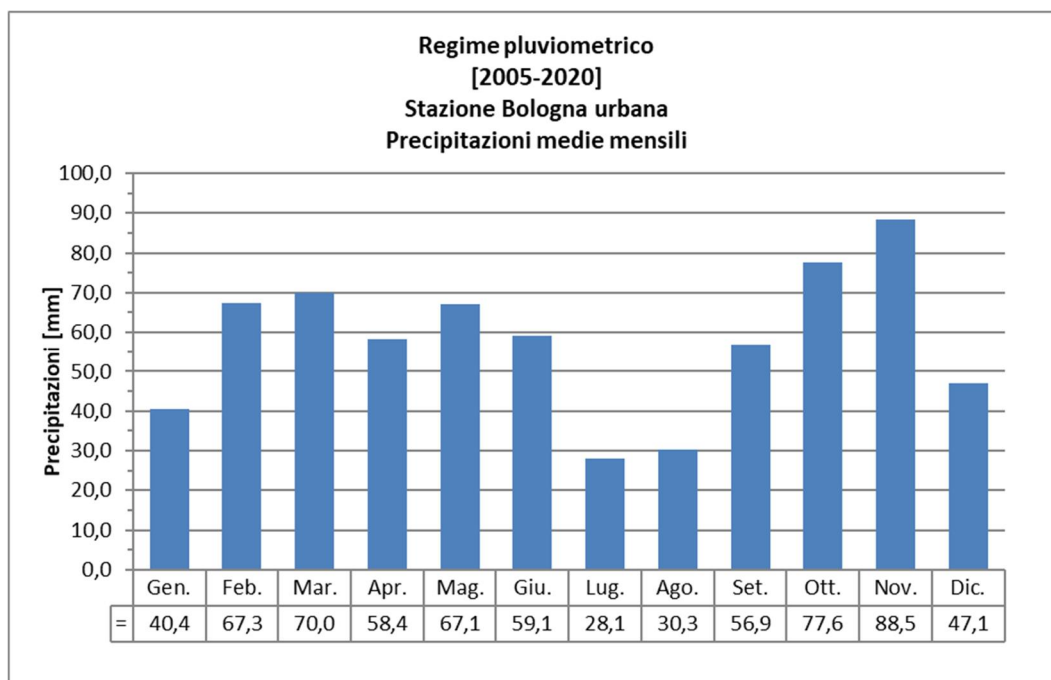


Fig. 4 - Andamento delle precipitazioni medie mensili registrate nel periodo di osservazione considerato.

L'andamento delle precipitazioni nell'arco dell'anno evidenzia la presenza di un picco di piovosità autunnale registrato nel mese di ottobre e di un minimo estivo registrato nel mese di luglio; si individuano poi un picco secondario primaverile, tra febbraio e marzo, e un minimo secondario invernale tra dicembre e gennaio.

Le temperature medie mensili mostrano un minimo di 4.4°C nel mese di gennaio e un massimo di 24.3 °C nel mese di agosto. L'escursione termica annua, differenza tra la temperatura media del mese più caldo (luglio) e la temperatura media del mese più freddo (gennaio) è pari a 19.9°C. Il regime termico dell'area è riportato nel grafico seguente (Fig. 5).

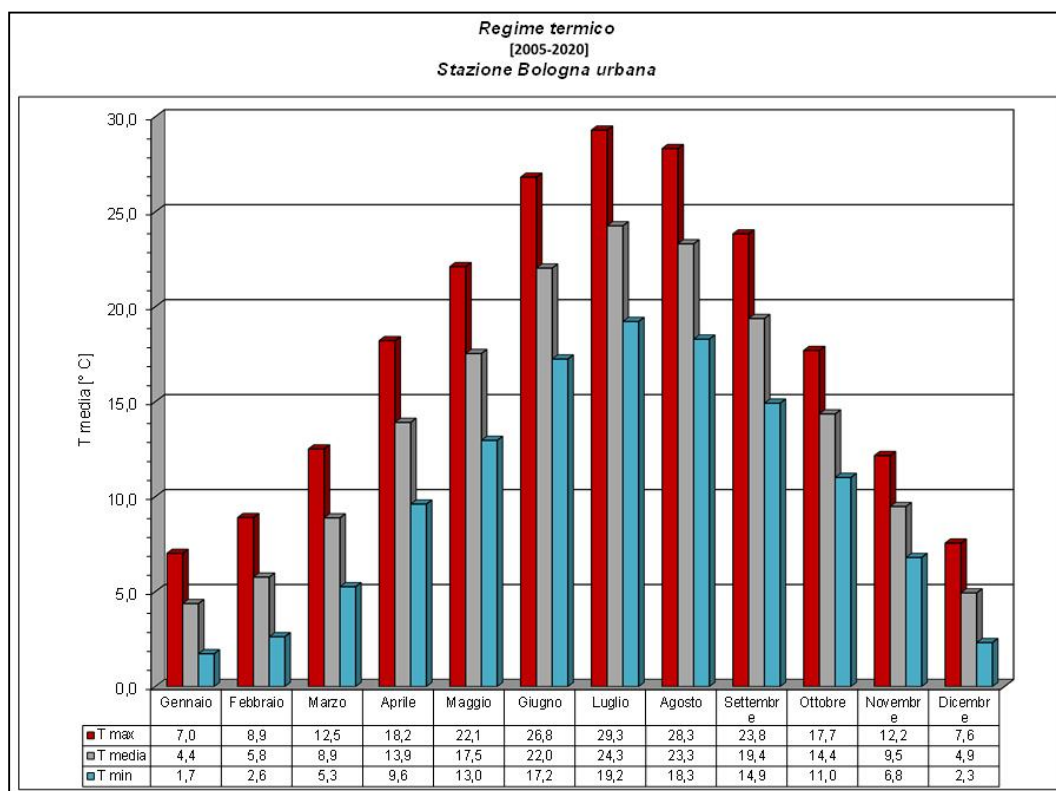


Fig. 5 - Andamento del regime termico nel periodo di osservazione considerato.

A partire dai dati climatici di base sopra riportati si è poi proceduto all'elaborazione del *climatogramma di Peguy* relativo al territorio in esame, nel quale vengono messi in relazione i valori medi di precipitazioni e di temperatura mensile, confrontando l'andamento climatico ottenuto con un diagramma di riferimento generale in cui sono distinti i campi relativi a: mesi di gelo, mesi freddi, mesi temperati, mesi caldi e mesi aridi. Il climatogramma ottenuto è mostrato nel grafico seguente (Fig. 6).

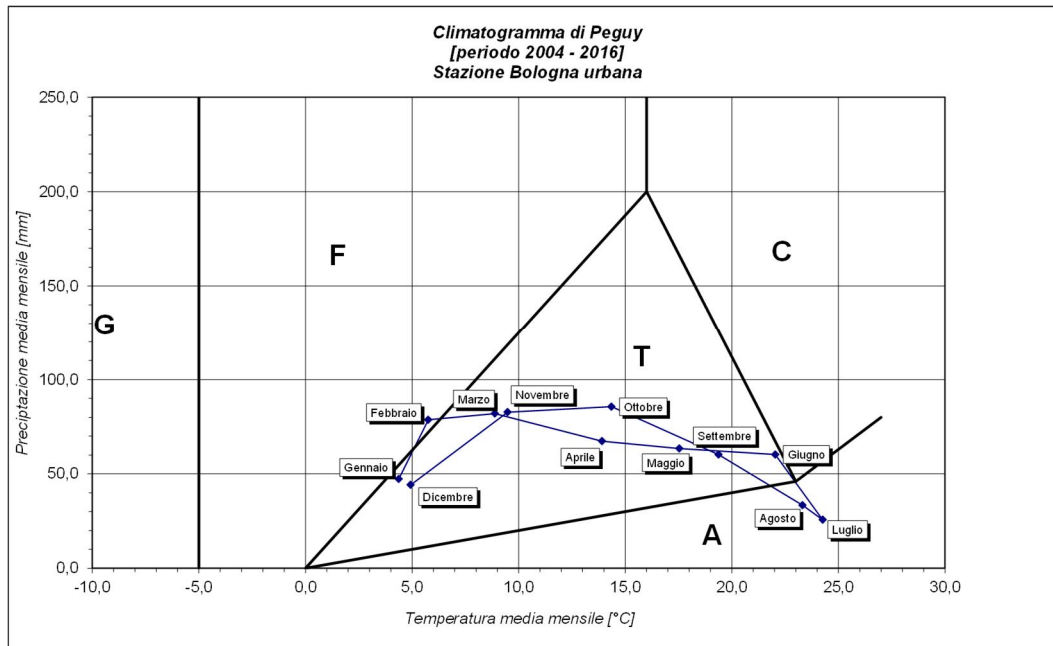


Fig. 6 - Climatogramma del periodo di osservazione considerato.

L'esame del climatogramma dell'area considerata evidenzia la presenza di 9 mesi temperati (da marzo a giugno e da settembre a gennaio) di 2 mesi aridi (luglio e agosto) e di 1 mese freddo (febbraio); non sono presenti mesi di gelo.

Utilizzando i dati di temperatura media mensile del periodo di osservazione si è infine proceduto al calcolo della evapotraspirazione potenziale mensile a mezzo della formula di Thornthwaite:

$$Etp_i = 16 p_i (10 t_i / I)^{(0.5 + 0.016 I)}$$

dove:

Ø Etp_i = evapotraspirazione potenziale del mese i-esimo [mm]

Ø p_i = indice correttivo funzione della latitudine

Ø t_i = temperatura media del mese i-esimo [°C]

Ø I = indice calorico annuo = $S_{i=1,12} (t_i / 5)^{1.514}$

L'evapotraspirazione potenziale media annua ammonta complessivamente a 809 mm circa, con un differenziale negativo di circa 78 mm rispetto alle precipitazioni. Nell'arco dell'anno il valore massimo si registra nel mese di luglio (159.0 mm) mentre il valore minimo viene registrato nel mese di gennaio (7.5 mm).

La distribuzione mensile dei valori medi di evapotraspirazione potenziale (Etp) e di precipitazioni (P), riportata nel grafico seguente, consente di valutare il bilancio idrico della zona in esame, che evidenzia l'instaurarsi di una situazione di deficit idrico prolungata tra metà aprile e fine settembre, in cui vengono intaccate le riserve idriche del suolo, con una perdita potenziale stimata in circa 375 mm, mentre nei rimanenti periodi dell'anno si hanno condizioni di surplus idrico che favoriscono la ricarica delle riserve idriche, con un eccesso potenziale stimato in circa 296 mm (Fig. 7).

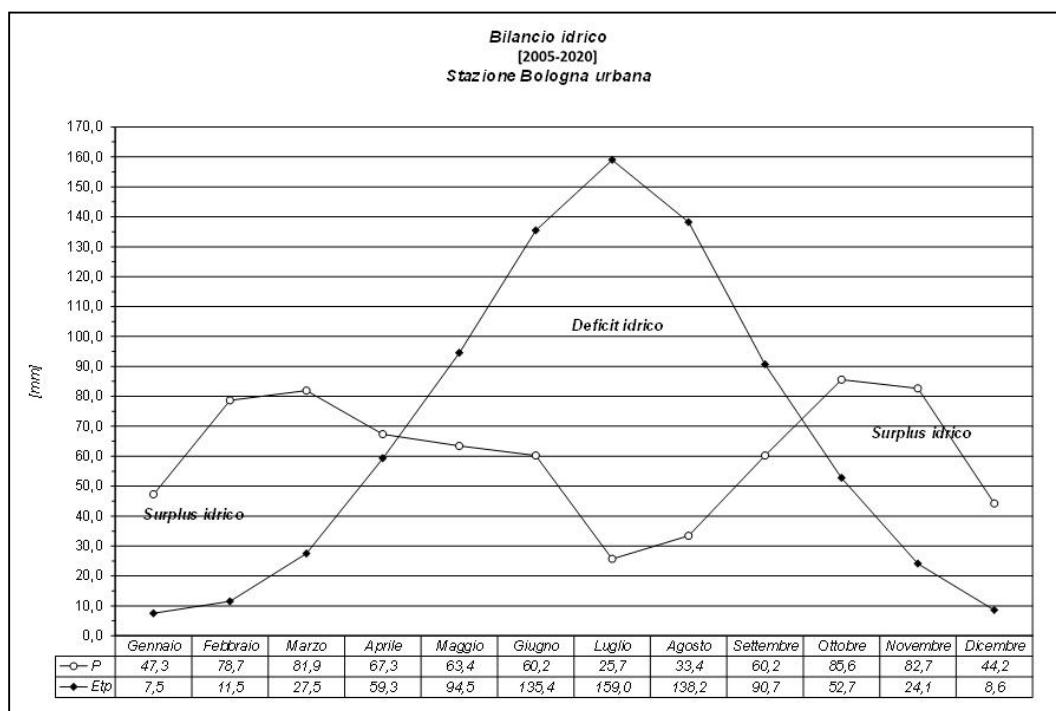


Fig. 7 - Bilancio idrico del periodo di osservazione considerato.

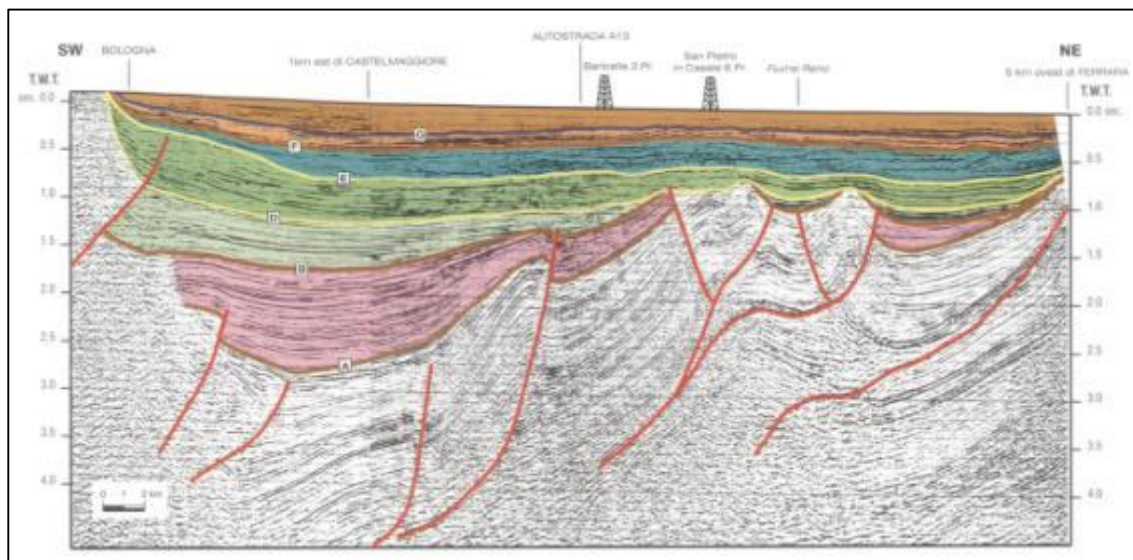


Fig. 9 – Profilo sismico interpretato. (Regione Emilia-Romagna, ENI – AGIP, 1998. Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna. A cura di G. Di Dio).

5.1 GEOLOGIA DEGLI ACQUIFERI DELLA PIANURA EMILIANO-ROMAGNOLA

Gli acquiferi della pianura emiliano-romagnola sono costituiti principalmente dai depositi di origine alluvionale presenti nella porzione più superficiale della pianura, per uno spessore di circa 400-500 m e, in minima parte, da depositi marini marginali.

La distribuzione di tali corpi sedimentari nel sottosuolo è schematicamente rappresentata nella sezione di Fig. 10 che attraversa tutta la pianura da sud a nord, ovvero dal margine appenninico - che separa gli acquiferi montani da quelli di pianura – sino al Fiume Po.

Procedendo quindi dal margine appenninico verso nord, si trovano nell'ordine: le conoidi alluvionali, la pianura alluvionale appenninica e la pianura alluvionale e deltizia del Po.

Le conoidi alluvionali sono formate dai sedimenti che i corsi d'acqua depositano all'uscita dalla valle, dove il corso d'acqua non è più confinato lateralmente e vi è una brusca diminuzione della pendenza topografica.

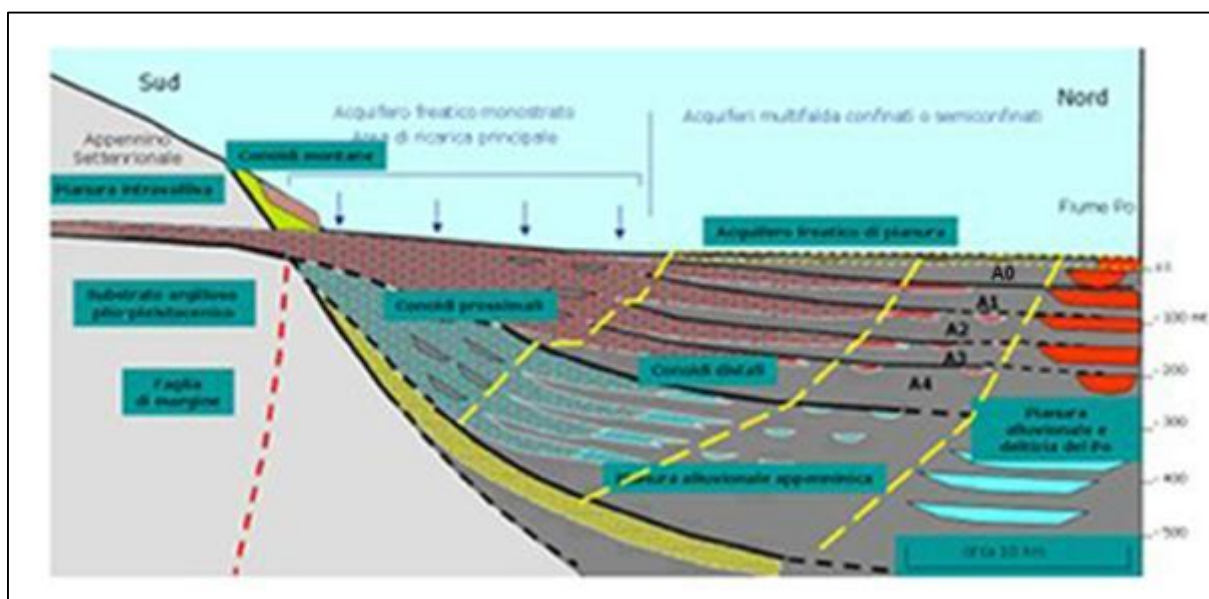


Fig. 10 – Schema della struttura dei Complessi Acquiferi della Pianura Emiliano-Romagnola.

Nella porzione più vicina al margine (conoidi prossimali o apicali), allo sbocco del corso d'acqua nella pianura, prevalgono le ghiaie grossolane, frequentemente affioranti, che si sviluppano nel sottosuolo con spessori anche di alcune centinaia di metri, mentre i depositi fini sono qui rari e discontinui: questi ultimi, procedendo verso la pianura, aumentano invece di frequenza, alternandosi ai livelli ghiaiosi, qui sepolti, in corpi tabulari molto estesi (conoidi distali).

E' interessante notare che, in generale, le ghiaie delle conoidi sono tanto più abbondanti e grossolane quanto maggiori sono le dimensioni del bacino imbrifero e quanto maggiore è la presenza di formazioni geologiche facilmente erodibili dai corsi d'acqua.

Dal punto di vista idrogeologico le conoidi alluvionali, con i loro depositi molto permeabili e molto spessi, rappresentano i principali acquiferi della pianura emiliano-romagnola. In particolare, le conoidi prossimali sono sede di un esteso acquifero freatico ricaricato direttamente dalle acque superficiali dei corsi d'acqua e dalle piogge, mentre le conoidi distali costituiscono un complesso sistema di acquiferi multistrato con falde confinate e semiconfinite. Le conoidi apicali, quindi, rappresentano la zona di ricarica per gli acquiferi stratificati della pianura.

La pianura alluvionale appenninica è caratterizzata da una blanda pendenza topografica ed è formata dai sedimenti fini trasportati dai corsi d'acqua appenninici a distanze maggiori: tali sedimenti sono costituiti da alternanze di limi più o meno argillose, argille e sabbie limose. La pianura inizia infatti dove i corpi ghiaiosi si chiudono e passano lateralmente a sabbie, presenti come singoli corpi nastriformi di pochi metri di spessore, che rappresentano i depositi di riempimento di canale e di argine prossimale. Talvolta sono reperibili orizzonti argillosi molto ricchi di sostanza organica, che testimoniano il succedersi degli eventi di trasgressione marina che hanno interessato la zona costiera dell'Emilia-Romagna durante il Pleistocene e che costituiscono dei veri e propri livelli guida.

Dal punto di vista idrogeologico, i rari e discontinui depositi sabbiosi della pianura alluvionale appenninica costituiscono degli acquiferi di scarso interesse, anche perché la loro ricarica è decisamente scarsa e deriva unicamente dall'acqua che, infiltratasi nelle zone di ricarica delle conoidi, riesce molto lentamente a fluire sino alla pianura.

Procedendo verso nord si passa quindi alla pianura alluvionale e deltizia del Fiume Po, costituita dall'alternanza di corpi sabbiosi molto estesi con sedimenti fini. Le sabbie derivano dalla sedimentazione del Fiume Po e sono presenti in strati amalgamati tra loro a formare livelli spessi anche alcune decine di metri ed

estesi per svariati chilometri. Nella parte occidentale della regione questi depositi hanno sempre un'origine alluvionale, mentre verso est rappresentano i diversi apparati deltizi che il Po ha sviluppato nel corso del Pleistocene. I sedimenti fini che si alternano a questi strati sabbiosi sono formati da limi più o meno argillosi, argille, sabbie limose e, più raramente, sabbie. Anche nella pianura alluvionale del Po sono presenti dei depositi argillosi ricchi in sostanza organica che fungono anche qui da livelli guida.

Dal punto di vista idrogeologico, i depositi della pianura alluvionale e deltizia del Po costituiscono degli acquiferi confinati molto permeabili e molto estesi e dunque molto importanti. Il più superficiale di questi è in contatto diretto col fiume, da cui viene ricaricato, mentre quelli più profondi ricevono una ricarica remota che viene in parte dallo stesso Po (da zone esterne all'Emilia-Romagna) e in parte dalle zone di ricarica appenniniche ed alpine, poste, rispettivamente, più a sud e molto più a nord.

Al di sopra dei depositi appena descritti, fatto salvo per le conoidi prossimali dove le ghiaie sono affioranti, si trova l'acquifero freatico di pianura, costituito da un sottile livello di sedimenti prevalentemente fini che prosegue verso nord su tutta la pianura. Si tratta dei depositi di canale fluviale, argine e pianura inondabile in diretto contatto con i corsi d'acqua superficiali e con gli ecosistemi che da essi dipendono, oltre che con tutte le attività antropiche. Data la litologia prevalentemente fine e lo spessore modesto, dell'ordine di 10-15 m, l'acquifero freatico di pianura riveste un ruolo molto marginale per quanto concerne la gestione della risorsa a scala regionale. E' invece molto sfruttato nei contesti rurali, dove numerosi pozzi a camicia lo sfruttano per scopi prevalentemente domestici.

Gli acquiferi presenti nelle zone intravallive sono i terrazzi alluvionali risultanti dall'azione erosiva dei corsi d'acqua, che generalmente hanno una topografia sub-pianeggiante e sono costituiti da ghiaie e sabbie di canale fluviale, sovrastate da sottili spessori di materiali più fini pedogenizzati. Si tratta di acquiferi freatici molto sottili, alimentati dalle piogge locali, dai canali e dal drenaggio dei versanti adiacenti.

Tra gli acquiferi di pianura e quelli di montagna, si trova la zona del margine appenninico, formata da depositi ghiaiosi ricoperti da sedimenti fini pedogenizzati (conoidi montane) che, in una breve distanza verso la pianura, passano da spessori sottili a spessori anche molto considerevoli a formare le conoidi alluvionali precedentemente descritte. Al di sotto di tali depositi ghiaiosi si trovano le sabbie costiere attribuibili all'ultimo episodio della sedimentazione marina appenninica e che proseguono sino alle porzioni più distali della pianura ("Sabbie Gialle").

5.2 I GRUPPI ACQUIFERI E I COMPLESSI ACQUIFERI

Nel sottosuolo della Pianura Padana e sul relativo margine appenninico sono stati riconosciuti tre differenti unità idrostratigrafiche – che prendono il nome di Gruppi Acquiferi "A", "B" e "C" - separati tra loro da barriere di permeabilità di estensione regionale: al loro interno sono riconoscibili diverse entità idrostratigrafiche secondarie denominate "Complessi Acquiferi" (vedi Fig. 11).

Il Gruppo Acquifero "A" è il più recente e ha un'età che va dall'Attuale sino a 350.000–450.000 di anni fa, il Gruppo Acquifero "B", intermedio, va da 350.000–450.000 sino a ca. 650.000 di anni fa, mentre il Gruppo Acquifero "C" è il più antico e va da ca. 650.000 sino a oltre 3 milioni di anni fa.

Il Gruppo "A" ed il Gruppo "B" sono costituiti principalmente da depositi alluvionali, in particolare dalle ghiaie delle relative conoidi, dai sedimenti fini di piana alluvionale e dalle sabbie della pianura del Fiume Po. Il Gruppo "C" è invece formato principalmente da depositi costieri e di mare marginale ed è costituito principalmente da pacchi di sabbie alternati a sedimenti più fini. In prossimità dei principali sbocchi vallivi, lo stesso gruppo ospita anche delle ghiaie intercalate alle sabbie, che costituiscono le conoidi di delta dei corsi d'acqua appenninici ascrivibili al Pleistocene inferiore e medio.

Sussiste una corrispondenza tra i Gruppi Acquiferi - definiti come Unità Idrostratigrafiche - e le Unità Stratigrafiche utilizzate nella Carta Geologica d'Italia. Nello specifico, il Gruppo Acquifero "A" corrisponde al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES), il Gruppo Acquifero "B" al Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI), il Gruppo Acquifero "C" a diverse unità appenniniche, la più recente delle quali è la Formazione delle Sabbie Gialle di Imola (IMO).

Le Unità Idrostratigrafiche sono formate da una o più sequenze deposizionali caratterizzate da alternanze cicliche di depositi fini (alla base) e grossolani (al tetto) di rilevante spessore.

All'interno di ciascuna sequenza, si trovano depositi costituiti da differenti litologie, corrispondenti a vari sistemi e ambienti deposizionali. Alla base di ciascuna sequenza si trova un livello molto continuo a scarsa permeabilità che funge da acquicludo tra le diverse unità individuate: peraltro tale limite non sempre è risultato riconoscibile nell'ambito delle ricostruzioni litostratigrafiche elaborate per il presente progetto.

PRINCIPALI UNITA' STRATIGRAFICHE						ETA' (milioni di anni)	SCALA CRONOSTRATIGRAFICA (milioni di anni)	UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE				
AFFIORANTI						SEPOLTE		GRUPPO ACQUIFERO	COMPLESSO ACQUIFERO			
QUATERNARIO CONTINENTALE	DILUVIUM p.p.	FORMAZIONE FLUVIO - LAGUSTRE	FORMAZIONE DI OLIVATELLO	UNITA' DI VILLA DEL BOSCO	UNITA' DI CA' DI SOLA	ALLUVIONI / QUATERNARIO MARINO E SABBIE DI ASTI	PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE	A	A0			
									A1			
	TERRE ROSSE, DILUVIUM, ALLUVIUM, TERRAZZI E ALLUVIONI	FORMAZIONE FLUVIO - LAGUSTRE	FORMAZIONE DI OLIVATELLO	UNITA' DI VILLA DEL BOSCO	UNITA' DI CA' DI SOLA				SUPER SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE	UNITA' DI BORGO PANIGALE	A2
												A3
QUATERNARIO MARINO	MILAZZIANO SABBIE DI CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE DI IMOLA p.p.					~0.35-0.45	PLEISTOCENE MEDIO	B	A4			
	MILAZZIANO e CALABRIANO p.p. SABBIE DI CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE DI IMOLA p.p.								B1			
	CALABRIANO p.p. SABBIE DI MONTERICCO FORMAZIONE DI TERRA del SOLE p.p.								B2			
	CALABRIANO p.p. FORMAZIONE DI CASTELL'ARQUATO p.p.								B3			
	SUPER SISTEMA DEL QUATERNARIO MARINO					~0.65	PLEISTOCENE INFERIORE	C	B4			
	SUBSISTEMA QUATERNARIO MARINO 3'								C1			
	SUBSISTEMA QUATERNARIO MARINO 3'								~0.8	0.89	C2	
	SISTEMA QUATERNARIO MARINO 2								~1.0	1.72	C3	
P2	SUPER SISTEMA DEL PLOCENE MEDIO-SUPERIORE					~2.2	PLOCENE MEDIO - SUPERIORE	C5	C4			
						~3.3-3.6	3.55		C5			
						~3.9	PLOCENE INFERIORE MIocene		ACQUITARDO BASALE			

Fig. 11 – Inquadramento geologico-stratigrafico e idrostratigrafico. (Regione Emilia-Romagna, ENI – AGIP, 1998. Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna. A cura di G. Di Dio).

Come accennato in precedenza, all'interno di ciascun Gruppo Acquifero sono stati identificati diversi Complessi Acquiferi, unità gerarchicamente inferiori cui, comunque, corrisponde un'unità stratigrafica della Carta Geologica

Anche i Complessi Acquiferi sono Unità Idrostratigrafiche e come tali rappresentano una sequenza deposizionale contraddistinta da un acquitardo basale molto continuo cui fa seguito una sedimentazione più fine che diventa poi decisamente grossolana nella porzione terminale della sequenza. La relativa stratigrafia proposta è ben rappresentata nella sezione idrostratigrafica di Fig. 12 dove è chiaramente visibile la ripartizione dei diversi Gruppi Acquiferi e la loro ulteriore suddivisione nei vari Complessi Acquiferi.

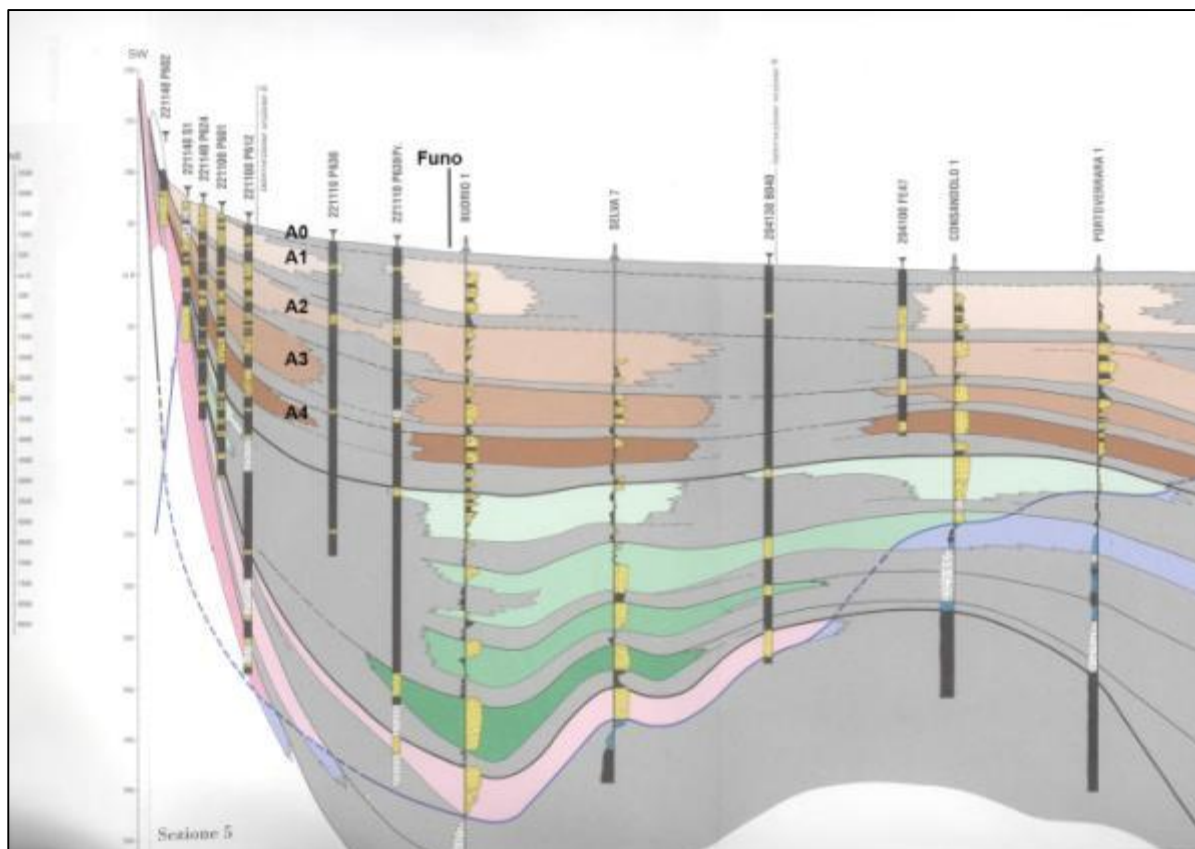


Fig. 12 – Sezione idrostratigrafica n°5 da Regione Emilia-Romagna, ENI – AGIP, 1998. Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna. A cura di G. Di Dio – modificata.

5.2.1 Gruppi acquiferi A e B

I gruppi acquiferi “A” e “B” sono costituiti da depositi alluvionali, in cui si alternano sedimenti grossolani e fini, con ciascuna coppia “grossolano-fine” che definisce un complesso acquifero. All’interno di ciascun complesso acquifero i depositi più fini si concentrano nella porzione inferiore, mentre nella parte alta prevalgono le litologie più grossolane, dove si trovano grandi spessori di ghiaie amalgamate che costituiscono estesi corpi tabulari a loro volta corrispondenti alle ampie conoidi alluvionali sepolte.

I nove Complessi Acquiferi in cui sono stati suddivisi i Gruppi “A” e “B” corrispondono, quindi, ad altrettante sequenze deposizionali elementari controllate dai cicli trasgressivo-regressivi che hanno caratterizzato l’intero ambiente sedimentario regionale plio-pleistocenico. La parte basale di ogni Complesso, prevalentemente fine, costituisce una barriera di permeabilità regionale prodottasi nella fase deposizionale di bassa energia (disattivazione) dei sistemi sedimentari, generalmente coincidente con l’intervallo tra la fine della risalita eustatica e l’inizio della caduta successiva.

I caratteri petrofisici e idraulici dei Gruppi Acquiferi “A” e “B” mostrano una certa uniformità, anche di tipo genetico. I sedimenti del Gruppo “A” sono costituiti essenzialmente da conoidi fluviali e da alluvioni di pianura ad alimentazione appenninica e hanno valori di conducibilità idraulica media k_m compresa tra 10^{-5} e 10^{-4} m/s. A loro volta i sedimenti del Gruppo “B” sono principalmente di piana deltizia con intercalazioni di alluvioni ad alimentazione appenninica e valori di permeabilità media k_m anche qui di 10^{-5} - 10^{-4} m/s.

Le aree di ricarica dei due Gruppi coincidono con le aree di affioramento del Gruppo Acquifero A: più precisamente, l'alveo attuale dei corsi d'acqua - costituenti il reticolo idrografico principale e secondario - e le adiacenti zone meandriciformi fungono spesso da aree di ricarica diretta solo per i Complessi Acquiferi più superficiali ("A0" e "A1").

5.2.2 Gruppo acquifero C

Il gruppo acquifero C è costituito prevalentemente da sistemi deposizionali marino-marginali e deltizi, con sedimenti, pertanto, caratterizzati dai seguenti ambienti deposizionali:

- delta-conoide (facies prossimali), ad alimentazione appenninica con valori di k_m pari a 10^{-4} m/s;
- delta-conoide (facies distali), ad alimentazione appenninica con valori di k_m pari a 10^{-5} m/s;
- lobi deltizi del paleoPo con valori di k_m pari a 10^{-5} m/s.

Verso monte il limite di ricarica coincide con il contatto - affiorante sul margine appenninico padano o sepolto - tra il Gruppo "C" e il suo acquitardo basale, mentre verso valle il limite di ricarica è invece rappresentato dal contatto tra il Gruppo "C" e il sovrastante Gruppo "B".

5.3 ACQUIFERI PRESENTI NELL'AREA IN STUDIO

Per quanto concerne l'area in oggetto, è stata individuata la presenza di tre Complessi Acquiferi. Il loro riconoscimento è avvenuto sulla base:

- delle unità stratigrafiche, i cui limiti presunti sono stati derivati dagli studi CARG ed adattati, laddove possibile, alle risultanze dei carotaggi di progetto;
- delle profondità indicate nelle sezioni idrostratigrafiche e nella relazione tecnica a corredo, redatta dalla Regione Emilia-Romagna, ENI – AGIP, 1998 – *Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna* – a cura di G. Di Dio.

Nello specifico sono state individuati:

- il Complesso Acquifero "A0"
- il Complesso Acquifero "A1"
- il Complesso Acquifero "A2".

Per quanto attiene alla caratterizzazione delle unità idrogeologiche di seguito descritte, sono state utilizzate le prove di permeabilità realizzate nelle verticali di indagine connesse al presente progetto unitamente a quelle esperite in contesti stratigrafici simili relative al progetto del Passante di Bologna.

Si specifica inoltre che, per il presente progetto, sono stati caratterizzati unicamente i Complessi "A0" e "A1".

5.3.1 Sezioni geologiche CARG e del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna

Dal confronto diretto tra il modello geologico di sottosuolo sviluppato dal progetto CARG (vedi sezioni geologiche e idrogeologiche, le cui tracce sono ubicate in Fig. 13) e il modello idrogeologico proposto dal "Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna" si evince la corrispondenza tra i

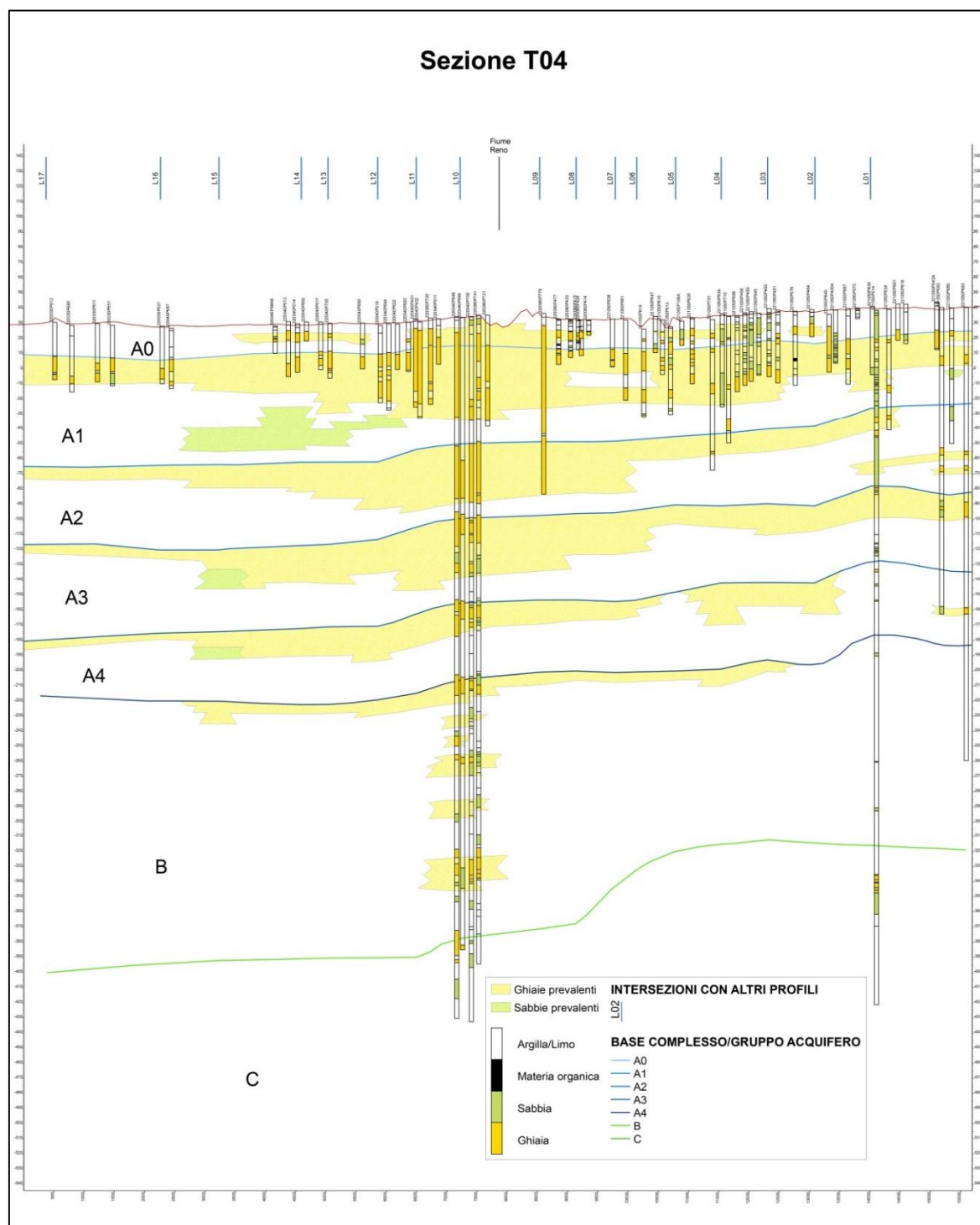


Fig.14 – Sezione T04 del Servizio geologico della Regione Emilia-Romagna

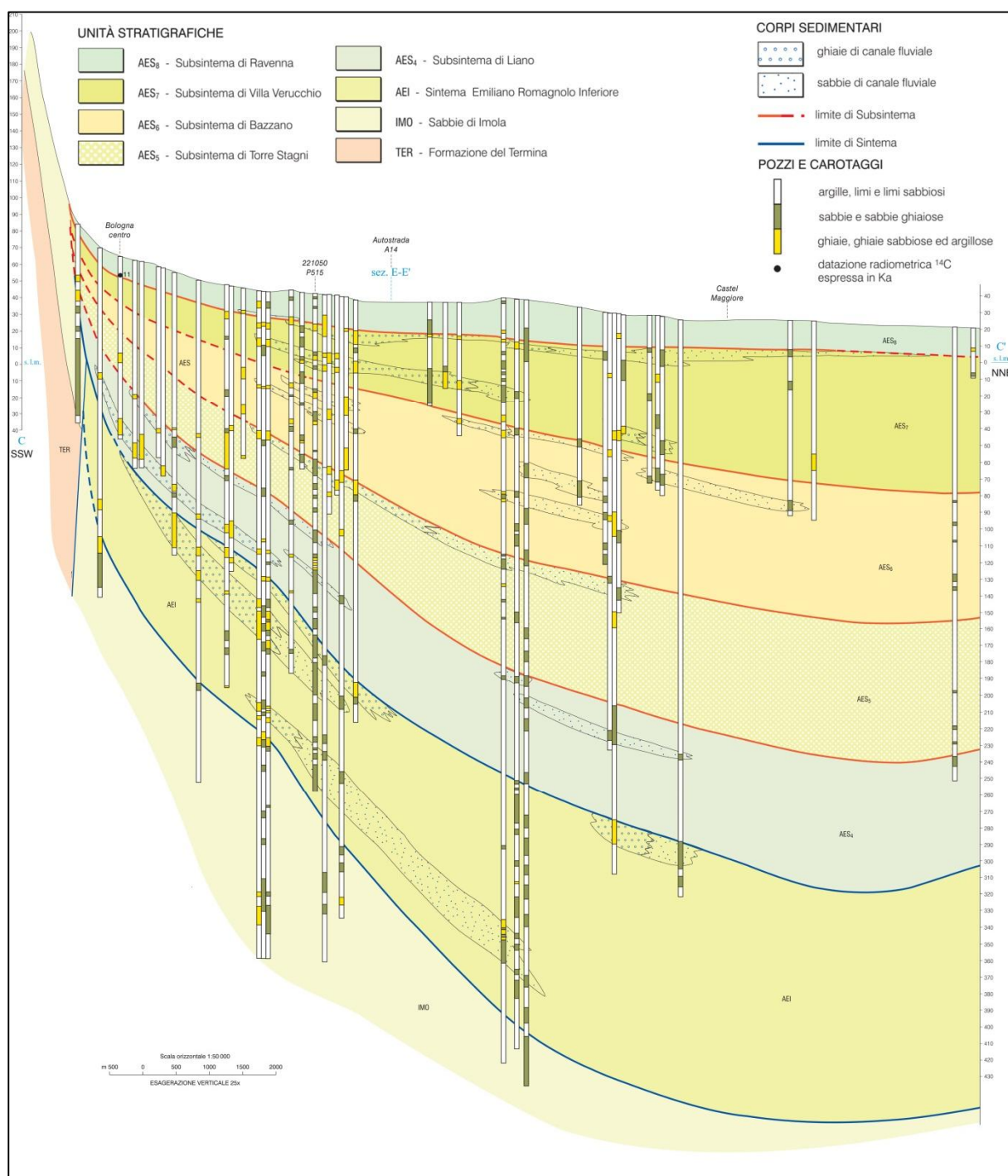


Fig.15 – Sezione C-C' del Foglio CARG 221-Bologna_sottosuolo

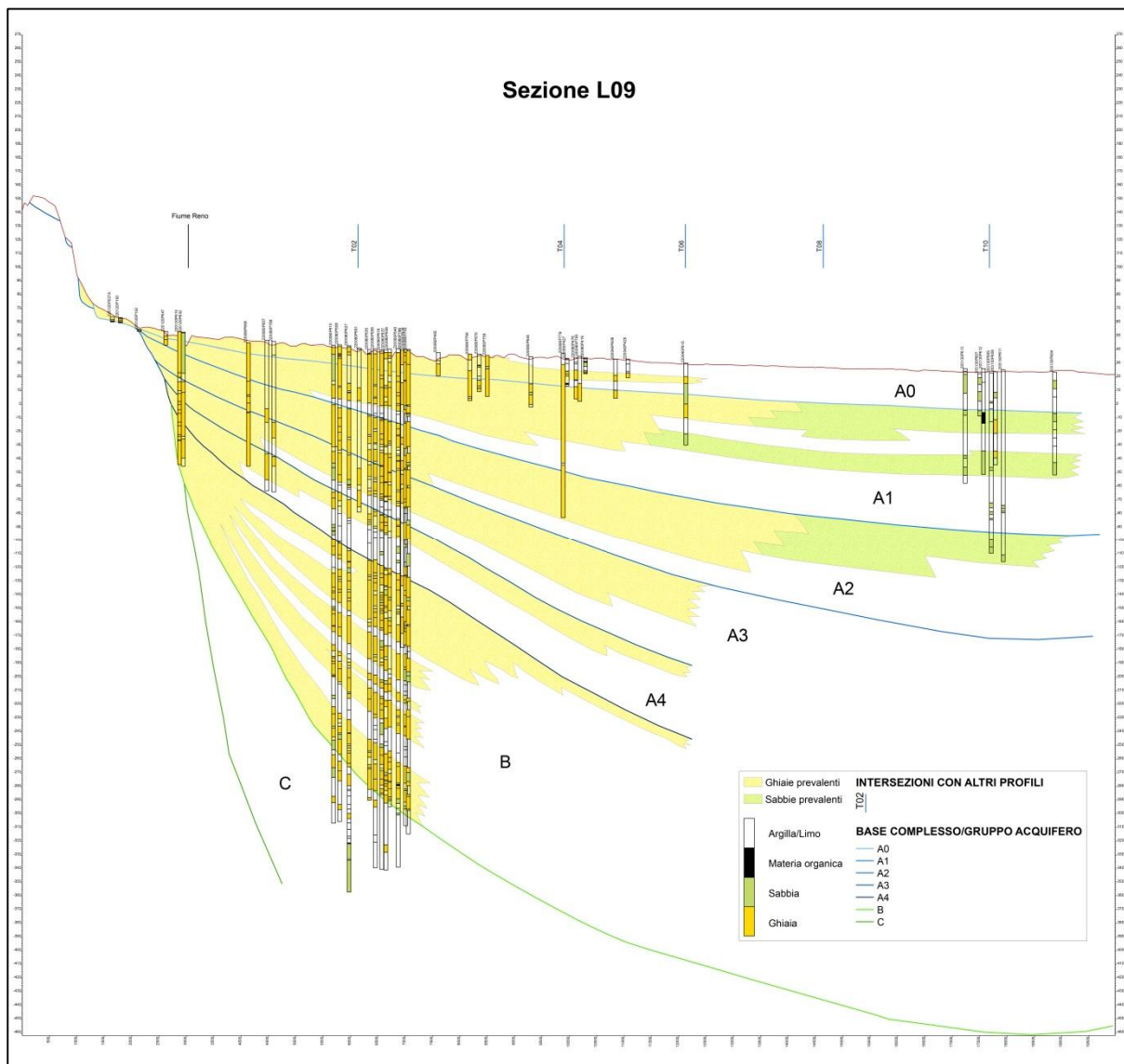


Fig.16 – Sezione L09 del Servizio geologico della Regione Emilia-Romagna

5.3.2 Complesso Acquifero A0

Il Complesso Acquifero "A0" comprende le unità stratigrafiche appartenenti al Subsistema superiore AES8 (Subsistema di Ravenna-AES8 e Unità di Modena-AES8a) ed ai depositi alluvionali in evoluzione individuati dai Fogli CARG "n° 220 – Casalecchio di Reno" e "n° 221 – Bologna". Al suo interno sono state individuate, in base alla granulometria prevalente dei depositi, le seguenti tre unità idrogeologiche:

- **Unità A0a:** costituita prevalentemente da ghiaie, ghiaie sabbiose e sabbie ghiaiose: l'analisi delle prove di permeabilità eseguite in ambiti limitrofi al presente progetto (Passante di Bologna) ha evidenziato valori del coefficiente di permeabilità mediamente compresi tra $7.1 \cdot 10^{-5}$ e $4.3 \cdot 10^{-4}$ m/s;

- Unità A0b: costituita prevalentemente da sabbie, sabbie limose e sabbie limoso-argillose: l'analisi delle prove di permeabilità eseguite lungo le specifiche verticali di sondaggio ha evidenziato valori del coefficiente di permeabilità mediamente compresi tra $3.11 \cdot 10^{-6}$ e $6.08 \cdot 10^{-6}$ m/s;
- Unità A0c: costituita prevalentemente da argille e/o limi; l'analisi delle prove di permeabilità eseguite lungo le specifiche verticali di sondaggio ha evidenziato valori del coefficiente di permeabilità mediamente compresi tra $3.51 \cdot 10^{-8}$ e $1.32 \cdot 10^{-6}$ m/s.

Nella seguente Tab. 1 sono riportati i coefficienti di permeabilità riferiti ai sondaggi specificamente eseguiti per il presente progetto: è evidente come i valori più elevati siano stati misurati all'interno di strati limosi, mentre i valori inferiori sono relativi alle prevalenti sequenze argillose.

SONDAGGIO	PROVA	PROFONDITÀ [m da p.c.]	COMPLESSO ACQUIFERO	UNITÀ	GRANULOMETRIA	COEFFICIENTE DI PERMEABILITÀ K [m/s]
IP1	LF1	10.00÷11.00	A0	B	sabbia deb. argillosa	$6,08 \cdot 10^{-6}$
IP1	LF2	20.50÷21.50	A0	C	argilla deb. limosa	$2,41 \cdot 10^{-7}$
IP2	LF1	9.00÷10.00	A0	C	argilla deb. limosa	$2,37 \cdot 10^{-7}$
IP3	LF1	9.00÷10.00	A0	C	argilla sabbiosa	$3,40 \cdot 10^{-7}$
IP3	LF2	19.00÷20.00	A0	C	argilla sabbiosa	$3,63 \cdot 10^{-7}$
IP4	LF1	12.00÷13.00	A0	C	argilla deb. limosa	$5,76 \cdot 10^{-8}$
IP5	LF1	9.00÷10.00	A0	C	argilla limosa	$4,68 \cdot 10^{-7}$
IP6	LF1	9.40÷10.40	A0	C	argilla sabbiosa	$8,54 \cdot 10^{-8}$
IP7	LF1	10.50÷11.50	A0	C	argilla con sabbia	$4,10 \cdot 10^{-8}$
IP9	LF1	10.00÷11.00	A0	C	argilla con sabbia	$7,47 \cdot 10^{-6}$
IP10	LF1	7.60÷8.60	A0	B	sabbia con argilla	$3,11 \cdot 10^{-6}$
IP10	LF2	15.30÷16.30	A0	C	argilla con sabbia	$3,51 \cdot 10^{-8}$
IP-S4	LF1	13.00÷13.50	A0	C	argilla limosa-sabbiosa	$1,32 \cdot 10^{-6}$

Tab. 1 - Dati riassuntivi delle prove di permeabilità Lefranc eseguite in corrispondenza dei depositi appartenenti al Complesso acquifero A0 – Intermedia di Pianura.

5.3.3 Complesso Acquifero A1

Il Complesso Acquifero A1 comprende le unità stratigrafiche appartenenti al Subsistema inferiore AES7, il cui limite superiore con il Subsistema AES8 è stato ipotizzato attraverso l'interpretazione di sezioni CARG e adattato, laddove possibile, alle risultanze dei carotaggi di progetto.

Al suo interno sono state individuate, in base alla granulometria prevalente dei depositi, tre unità idrogeologiche:

- Unità A1a: costituita prevalentemente da ghiaie, ghiaie sabbiose e sabbie ghiaiose, sovente limose: l'analisi delle prove di permeabilità eseguite lungo le verticali di indagine ha evidenziato valori del coefficiente di permeabilità mediamente compresi tra $3,75 \cdot 10^{-6}$ e $1,28 \cdot 10^{-5}$ m/s;
- Unità A1b: costituita prevalentemente da sabbie, sabbie limose e sabbie limoso-argillose: l'analisi delle prove di permeabilità eseguite lungo le verticali di sondaggio ha messo in luce valori del coefficiente di permeabilità mediamente pari a $2,6 \cdot 10^{-7}$ m/s;
- Unità A1c: costituita prevalentemente da argille e/o limi: l'analisi delle prove di permeabilità eseguite lungo le verticali di sondaggio ha evidenziato valori del coefficiente di permeabilità mediamente compresi tra $1,37 \cdot 10^{-8}$ e $1,59 \cdot 10^{-7}$ m/s.

Nella seguente Tab. 2 sono riportati i coefficienti di permeabilità riferiti ai sondaggi specificamente eseguiti per il presente progetto: anche qui è evidente come i valori più elevati siano stati misurati all'interno dei termini limosi, mentre i valori inferiori sono relativi alle prevalenti litologie argillose.

SONDAGGIO	PROVA	PROFONDITÀ [m da p.c.]	COMPLESSO ACQUIFERO	UNITÀ	GRANULOMETRI A	COEFFICIENTE DI PERMEABILITÀ K [m/s]
IP2	LF2	21.00÷22.00	A1	A	ghiaia sabbiosa deb. limosa	$5,98 \cdot 10^{-6}$
IP4	LF2	23.30÷24.30	A1	B	sabbia	$2,60 \cdot 10^{-7}$
IP5	LF2	18.50÷19.50	A1	A	sabbia e ghiaia	$3,75 \cdot 10^{-6}$
IP6	LF2	23.00÷24.00	A1	A	ghiaia sabbioso- limosa	$3,75 \cdot 10^{-6}$
IP7	LF2	20.00÷21.00	A1	C	argilla con sabbia	$1,59 \cdot 10^{-7}$
IP9	LF2	18.00÷19.00	A1	C	argilla	$1,37 \cdot 10^{-8}$
IP-S2	LF1	27.00÷27.50	A1	A	ghiaia sabbioso- limosa	$1,28 \cdot 10^{-5}$
IP-S7	LF1	28.00÷28.50	A1	A	ghiaia sabbioso- limosa	$2,95 \cdot 10^{-5}$
IP-S9	LF1	26.20÷27.00	A1	A	ghiaia sabbioso- limosa	$7,24 \cdot 10^{-6}$

Tab. 2 – Dati riassuntivi delle prove di permeabilità Lefranc eseguite in corrispondenza dei depositi appartenenti al Complesso acquifero A1 – Intermedia di Pianura.

5.4 INQUADRAMENTO PIEZOMETRICO

In Fig. 17 è riportata l'ubicazione dei pozzi periodicamente utilizzati da ARPAE per il monitoraggio dei livelli piezometrici nel territorio in cui ricadono le aree interessate dal Passante di Bologna e dall'intervento in oggetto. Le principali caratteristiche dei pozzi sono riassunte in Tab. 3, mentre i valori piezometrici acquisiti sono indicati nei grafici delle Figg. 18 e 19. Tali punti di controllo forniscono la migliore serie storica di dati piezometrici relativamente al territorio di interesse.

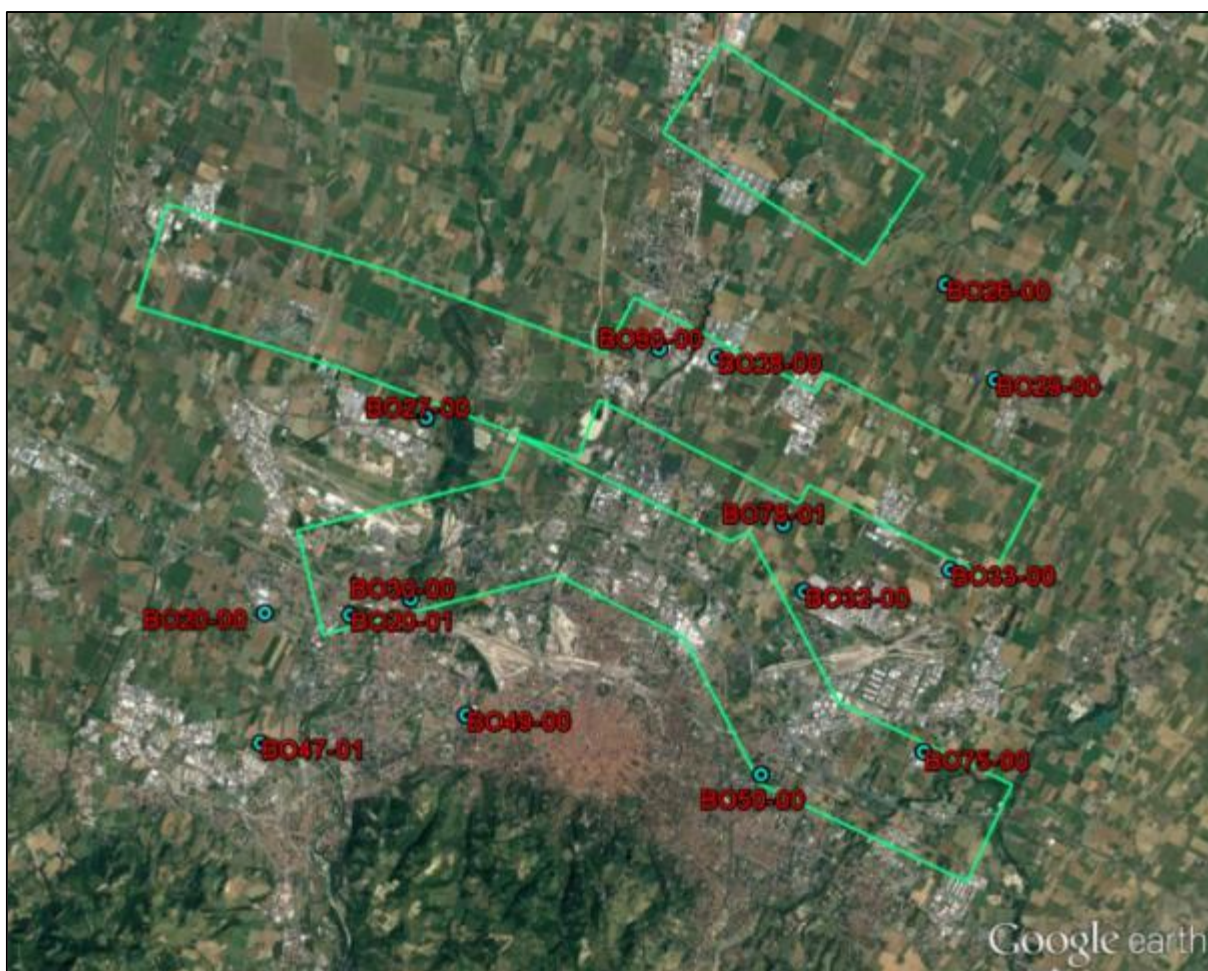


Fig. 17 – Ubicazione pozzi monitorati da ARPAE; l'areale verde più meridionale rappresenta l'area di studio del Passante di mezzo di Bologna, mentre l'area verde rappresenta l'area di studio del presente progetto (Intermedia di Pianura). Dal database della Regione Emilia-Romagna modificato.

ID	COORDINATE WGS84-UTM 32N		PROFONDITA' [m da p.c.]	GRUPPO ACQUIFERO CAPTATO
	x	y		
BO20-00	11° 16' 1.9885"	44° 30' 55.7269"	131,0	A
BO20-01	11° 17' 13.9707"	44° 30' 54.6863"	325,0	B
BO26-00	11° 25' 38.4261"	44° 34' 14.0248"	140,0	A
BO27-00	11° 18' 18.3596"	44° 32' 53.6314"	451,0	B
BO28-00	11° 22' 18.6158"	44° 33' 20.1262"	67,0	A
BO29-00	11° 26' 20.3507"	44° 33' 16.3738"	231,6	A
BO30-00	11° 18' 5.5352"	44° 31' 4.3393"	335,0	B
BO32-00	11° 23' 38.4285"	44° 31' 8.8329"	211,0	A
BO33-00	11° 25' 41.7170"	44° 31' 21.7846"	375,0	A
BO47-01	11° 15' 58.5508"	44° 29' 37.3439"	108,0	B
BO49-00	11° 18' 52.4075"	44° 29' 54.3263"	193,0	B
BO75-00	11° 25' 19.0458"	44° 29' 32.0478"	104,0	A
BO78-01	11° 23' 20.5719"	44° 31' 49.5892"	450,6	A
BO90-00	11° 21' 35.7362"	44° 33' 35.2624"	338,0	A

Tab. 3 – Pozzi monitorati da ARPAE; dal database della Regione Emilia-Romagna modificato.

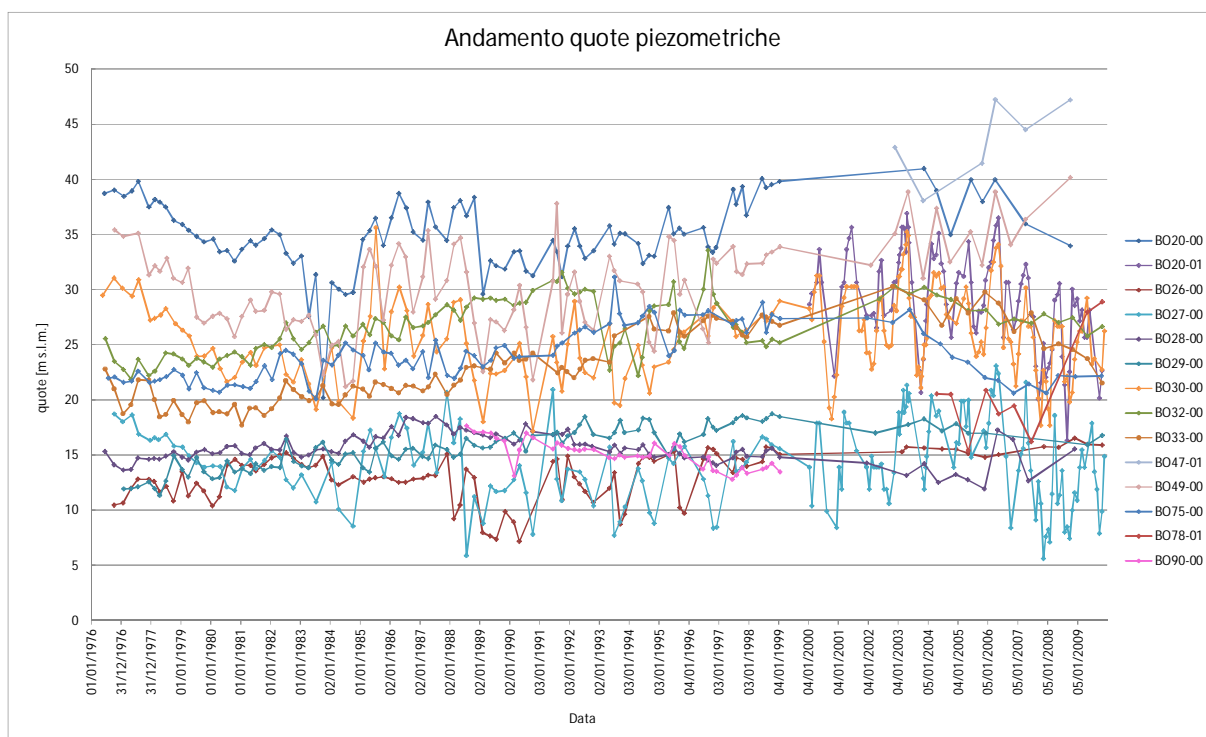


Fig. 18 – Andamento dei livelli piezometrici (rete di monitoraggio ARPAE)

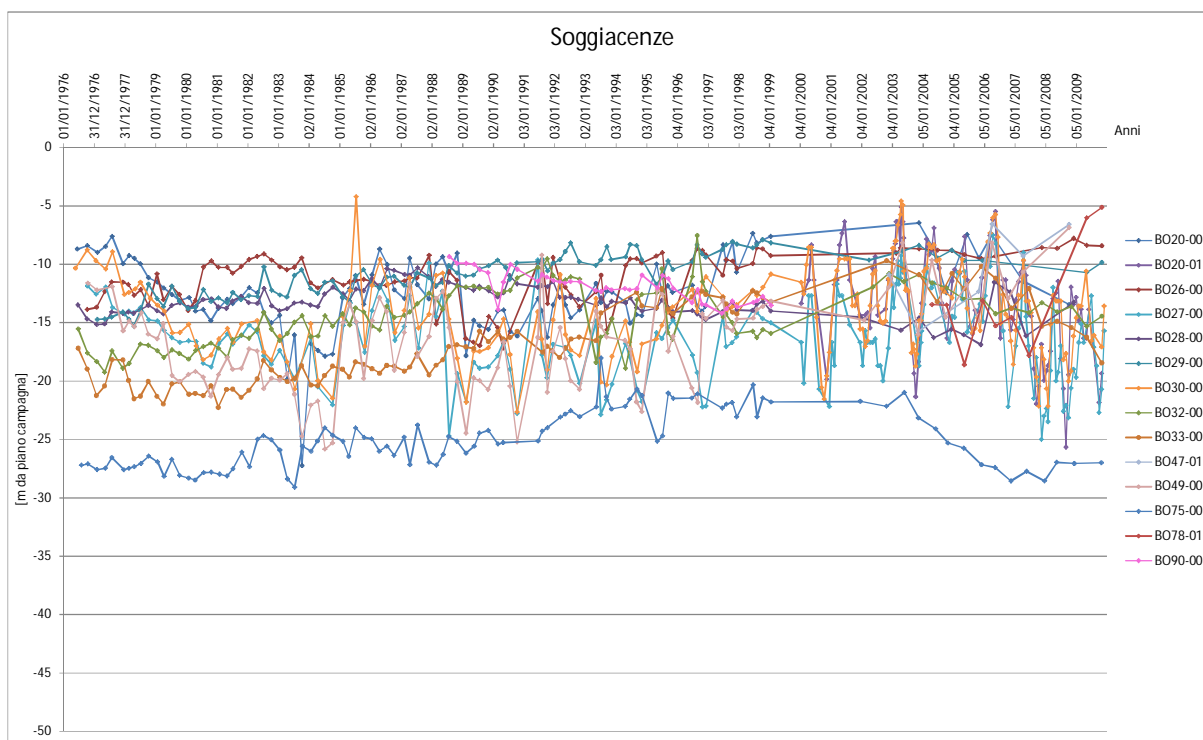


Fig. 19 – Andamento delle soggiacenze (rete di monitoraggio ARPAE)

Tali dati evidenziano un generale e progressivo aumento dei livelli piezometrici sino a ca. il 2004. La causa di tale fenomeno è probabilmente da ricercarsi in una serie di fattori concomitanti quali l'aumento della ricarica efficace nell'alta e media pianura, il progressivo approfondimento delle captazioni potabili dell'acquedotto – determinato dal degrado delle falde più superficiali - e la diminuzione dei prelievi industriali in ambito urbano e periurbano.

L'unica eccezione è costituita dall'andamento dei livelli dei pozzi BO20-00, BO20-01 e BO27-00, in corrispondenza dei quali si nota un progressivo abbassamento dei livelli a partire dal 1977 sino alla prima metà degli anni '80.

La dinamica della falda negli ultimi 40 anni mostra che le attività di prelievo esercitano un ruolo importante sull'andamento piezometrico condizionandone i grandi cicli di oscillazione, condizione riscontrabile nell'ambito urbano della città di Bologna.

Le marcate oscillazioni stagionali, evidenziate anche nei Complessi Acquiferi più profondi, sono invece legate alle contestuali caratteristiche di ricarica, correlate a loro volta all'andamento dei regimi meteorici: tale circostanza è dovuta alla vicinanza dei punti di misura utilizzati con le stesse zone di ricarica, principalmente situate in corrispondenza del margine appenninico.

Le escursioni stagionali mostrano valori sensibilmente differenti a seconda delle verticali considerate: i pozzi BO20-01, BO27-00, BO30-00, BO47-01, BO49-00 presentano escursioni mediamente dell'ordine di 10 m, mentre i pozzi BO20-00, BO26-00, BO28-00, BO29-00, BO32-00, BO33-00, BO75-00, BO78-01, BO90-00 manifestano escursioni di 3÷5 m.

Un progressivo "trend" di abbassamento dei livelli si registra, a partire all'incirca dal 2004, probabilmente dovuto a un maggior emungimento unito al deficit idrico annuale registrato negli ultimi anni di monitoraggio.

5.5 I PUNTI D'ACQUA

Nell'area attinente al presente intervento, oltre ai piezometri installati per vari ambiti progettuali, sono stati individuati 65 pozzi destinati a usi diversi (Tab. 4):

- n° 8, ad uso idropotabile relativi ai campi pozzi "San Vitalino" a Calderara di Reno in concessione al gruppo HERA che servono l'acquedotto di Bologna. Questi pozzi sono i più lunghi analizzati nel corso di questo studio, con la profondità massima, raggiunta dal pozzo BOA621, di 467 m dal p.c.. Tali pozzi sono stati perforati in corrispondenza della conoide del Reno attraversando, quindi, i depositi più prossimali di detta conoide e quelli alluvionali ad alimentazione appenninica, progradanti verso NNE. Le loro profondità, tutte comprese tra 400 e 467 m dal p.c., permettono di captare gli acquiferi più profondi appartenenti al Gruppo C;
- n° 7 ad uso industriale, con profondità comprese tra 30 e 120 m dal p.c., captano gli acquiferi presenti nelle diverse UIS del Gruppo Acquifero "A". Hanno prelievi massimi dichiarati compresi tra 4500 e 13200 m³/anno, con portate di picco comprese tra 2 e 10 l/s;
- n° 42 ad uso agricolo e irriguo, con profondità comprese tra 6 e 120 m da p.c., captano, gli acquiferi presenti nelle diverse UIS del Gruppo Acquifero A. Hanno prelievi massimi dichiarati compresi tra 10 e 26000 m³/anno, con portate di picco comprese tra 1 e 15 l/s.
- n° 8 con usi diversi che comprendono l'acqua sanitaria e l'uso antincendio; hanno prelievi massimi dichiarati compresi tra 20 e 20000 m³/anno, con portate di picco comprese tra 3 e 15 l/s.

Di seguito sono evidenziate le caratteristiche dei pozzi censiti nel 2016 (da database della Regione Emilia-Romagna) e ricadenti nell'areale di studio:

AUTOSTRADA A14 BOLOGNA – BARI - TARANTO
Tratto: Bologna Borgo Panigale – Bologna San Lazzaro
Potenziamento in sede del sistema Autostradale e Tangenziale di
Bologna
Interventi di completamento della rete viaria di adduzione
Intermedia di Pianura
Progetto definitivo

CODICI	COMUNE	PROF. [m]	ACQUIFERO CAPTATO	COMPLESSO ACQUIFERO	VOL. ANNO [m ³]	USO
AdB Reno: 1418	CASTEL MAGGIORE	65,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	4400	IRRIGUO
AdB Reno: 8025	GRANAROLO DELL'EMILIA	14,0	a1	Corpo idrico acquif freatico	160	IRRIGUO
BOA1798	CALDERARA DI RENO	450,0	>a2	Corpo idrico inf C	0	CONSUMO UMANO
BOA1810	CALDERARA DI RENO	440,1	>a2	Corpo idrico inf C	0	CONSUMO UMANO
BOA1823	CALDERARA DI RENO	450,9	>a2	Corpo idrico inf C	0	CONSUMO UMANO
BOA1851	CALDERARA DI RENO	399,3	>a2	Corpo idrico inf B	0	CONSUMO UMANO
BOA1866	CALDERARA DI RENO	397,3	>a2	Corpo idrico inf B	0	CONSUMO UMANO
BOA3118	CALDERARA DI RENO	465,0	>a2	Corpo idrico inf C	0	CONSUMO UMANO
BOA621	CALDERARA DI RENO	467,0	>a2	Corpo idrico inf C	0	CONSUMO UMANO
BOA623	CALDERARA DI RENO	430,0	>a2	Corpo idrico inf C	0	CONSUMO UMANO
BO07A0114	CASTEL MAGGIORE	70,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	2800	IRRIGUO
BO07A0151	GRANAROLO DELL'EMILIA	60,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	1000	IRRIGUO
BO07A0162	GRANAROLO DELL'EMILIA	90,0			5000	INDUSTRIALE
BOA12692	GRANAROLO DELL'EMILIA	0,0			160	IRRIGUO
BOA12709	GRANAROLO DELL'EMILIA	14,0	a1	Corpo idrico acquif freatico	160	IRRIGUO
BOA2847	GRANAROLO DELL'EMILIA	99,0	a2	Corpo idrico sup a1+a2	5500	INDUSTRIALE
BOA445	CALDERARA DI RENO	92,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	0	IRRIGUO
BOA5223	BOLOGNA	70,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	0	INDUSTRIALE
BOA8751	SALA BOLOGNESE	15,0	a1	Corpo idrico acquif freatico	200	ALTRO
BOA8774	SALA BOLOGNESE	28,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	12000	INDUSTRIALE
BOA8908	CALDERARA DI RENO	30,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	3900	IRRIGUO
BOA8910	CALDERARA DI RENO	122,0	a2	Corpo idrico sup a1+a2	20000	ALTRO
BOA8917	CALDERARA DI RENO	40,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	80	IRRIGUO
BOA8918	CALDERARA DI RENO	35,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	7488	IRRIGUO
BOA8921	CALDERARA DI RENO	60,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	26000	IRRIGUO
BOA8922	CALDERARA DI RENO	49,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	2100	IRRIGUO
BOA8923	CALDERARA DI RENO	30,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	360	IRRIGUO
BOA8929	CALDERARA DI RENO	50,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	72	IRRIGUO
BOA8931	CALDERARA DI RENO	32,5	a1	Corpo idrico sup a1+a2	5760	IRRIGUO
BOA8933	CALDERARA DI RENO	30,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	400	IRRIGUO
BOA8936	CALDERARA DI RENO	30,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	360	IRRIGUO
BOA8944	CALDERARA DI RENO	40,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	1300	IRRIGUO
BOA8946	CALDERARA DI RENO	30,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	4500	INDUSTRIALE
BOA8955	CALDERARA DI RENO	30,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	330	IRRIGUO
BOA8957	CALDERARA DI RENO	43,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	1188	IRRIGUO
BOA8961	CALDERARA DI RENO	30,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	320	IRRIGUO
BOA8962	CALDERARA DI RENO	30,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	320	IRRIGUO
BOA8963	CALDERARA DI RENO	29,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	970	IRRIGUO
BOA8969	CALDERARA DI RENO	50,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	120	IRRIGUO
BOA8970	CALDERARA DI RENO	8,0	a1	Corpo idrico acquif freatico	100	IRRIGUO
BOA8971	CALDERARA DI RENO	40,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	10000	IRRIGUO
BOA8979	CASTEL MAGGIORE	50,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	9000	INDUSTRIALE
BOA8980	CASTEL MAGGIORE	110,0	a2	Corpo idrico sup a1+a2	8000	IRRIGUO
BOA8983	CASTEL MAGGIORE	65,7	a1	Corpo idrico sup a1+a2	400	IRRIGUO
BOA8984	CASTEL MAGGIORE	391,7	>a2	Corpo idrico inf B	20	ALTRO
BOA8986	CASTEL MAGGIORE	30,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	600	IRRIGUO
BOA8990	CASTEL MAGGIORE	35,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	430	IRRIGUO
BOA8991	CASTEL MAGGIORE	10,0	a1	Corpo idrico acquif freatico	1800	IRRIGUO
BOA8995	CASTEL MAGGIORE	78,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	28	IRRIGUO
BOA8997	CASTEL MAGGIORE	70,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	3600	IRRIGUO
BOA8998	CASTEL MAGGIORE	70,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	550	ALTRO
BOA8999	CASTEL MAGGIORE	70,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	216	IRRIGUO
BOA9000	CASTEL MAGGIORE	110,0	a2	Corpo idrico sup a1+a2	10	IRRIGUO
BOA9001	CASTEL MAGGIORE	90,0	a2	Corpo idrico sup a1+a2	800	IRRIGUO
BOA9582	BOLOGNA	30,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	852	ALTRO
BOA9597	BOLOGNA	6,0	a1	Corpo idrico acquif freatico	200	IRRIGUO
BOA9613	BOLOGNA	36,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	648	IRRIGUO
BOA9631	BOLOGNA	10,0	a1	Corpo idrico acquif freatico	72	IRRIGUO
BOA9649	BOLOGNA	90,0	a2	Corpo idrico sup a1+a2	5000	IRRIGUO
BOA9946	GRANAROLO DELL'EMILIA	64,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	800	ALTRO
BOA9947	GRANAROLO DELL'EMILIA	120,0	a2	Corpo idrico sup a1+a2	13200	INDUSTRIALE
BOA9948	GRANAROLO DELL'EMILIA	80,0	a1	Corpo idrico sup a1+a2	1000	IRRIGUO
BOA9965	GRANAROLO DELL'EMILIA	9,0	a1	Corpo idrico acquif freatico	700	IRRIGUO
BOA9969	GRANAROLO DELL'EMILIA	64,6	a1	Corpo idrico sup a1+a2	2078	ALTRO
BOA9970	GRANAROLO DELL'EMILIA	107,0	a2	Corpo idrico sup a1+a2	2000	ALTRO
BOA9974	GRANAROLO DELL'EMILIA	120,0	a2	Corpo idrico sup a1+a2	6000	IRRIGUO

Tab. 4 – Pozzi ricadenti nell'area di studio (In rosso sono evidenziati i Pozzi per acqua afferenti il campo pozzi "San Vitalino"); dal database della Regione Emilia-Romagna modificato.

Nella tabella seguente vengono riportati i dati dei pozzi censiti:

ID pozzo	PROFONDITÀ	PORTATA	LIVELLO PIEZOMETRICO	CONDUCIBILITÀ ELETTRICA	PH	TEMPERATURA
	[m]	[l/s]	[m da p.c.]	[μS]	[-]	[°C]
BOA8917	40.0	2.0	-	-	-	-
BOA8918	35.0	15.0	-	995	8.21	17.3
BOA8921	60.0	10.0	-	967	8.05	16.7
BOA8922	49.0	10.0	-	-	-	-
BOA8931	32.5	8.0	7.5	1015	7.98	17.5
BOA8969	50.0	2.0	-	-	-	-
BOA9597	6.0	0.0	-	-	-	-
BOA9649	90.0	0.0	-	-	-	-
BO07A0162	90.0	0.0	-	640	7.69	20.3
BOA9946	64.0	5.0	-	-	-	-
BOA9947	120.0	5.0	-	-	-	-
BOA9965	9.0	1.5	-	-	-	-
BOA9969	64.6	3.5	-	-	-	-
BOA9974	120.0	10.0	-	-	-	-
BOA12709	14.0	1.0	2.86	1196	7.26	23.0
BOA2847	99.0	3.0	-	640	7.69	20.3
BOA12692	17	1.5	2.45	1218	7.17	23.1
BOA9948	80.0	1.0	-	-	-	-
BOA9970	107.0	5.0	-	-	-	-
AdBReno1418	65.0	0.0	9.48	996	8.20	15.7
BOA8980	110.0	30.0	-	-	-	-
BOA8990	35.0	4.0	-	-	-	-
BOA8991	10.0	2.5	9.53	1060	8.21	15.7
BOA8995	78.0	3.0	-	-	-	-
BOA8998	70.0	2.0	-	-	-	-
BOA9000	110.0	1.0	15.5	556	8.63	15.8
BOA9001	90.0	10.0	-	-	-	-

Tab. 5 – Dati riassuntivi dei pozzi censiti nel 2016 ed afferenti l'areale di interesse.

5.5.1 Piezometri Intermedia di Pianura

Le caratteristiche delle strumentazioni piezometriche installate nei fori di sondaggio eseguiti a supporto del progetto dell'Intermedia di Pianura e le letture di falda più recenti sono riportate nelle seguenti Tabb. 6 e 7:

SIGLA	Profondita' sondaggio (m)	Tubo aperto (profondità da stratigrafia in m da p.c.)	Cella casagrande (profondità da stratigrafia in m da p.c.)
IP1	30	0-3 cieco, 3-18 fenestrato	30
IP2	30	0-3 cieco, 3-30 fenestrato	-
IP4	40	0-3 cieco, 3-30 fenestrato	40
IP5	40	0-3 cieco, 3-40 fenestrato	-
IP7	35	0-5 cieco, 5-35 fenestrato	-
S1-PE(A13)	40	0-6 cieco, 6-18 fenestrato	34
IP-S1	15	0-6 cieco, 6-12 fenestrato	-
IP-S2	30	-	C1 17m, C2 29m
IP-S3	15	0-3 cieco, 3-15 fenestrato	-
IP-S4	15	-	14
IP-S5	30	-	C1 10,5m, C2 27m
IP-S6	15	0-9 cieco, 9-15 fenestrato	-
IP-S7	30	0-25 cieco, 25-30 fenestrato	-
IP-S8	15	-	14
IP-S9	30	-	C1 20m, C2 28m

Tab. 6 – Caratteristiche dei piezometri specificatamente realizzati per il presente progetto.

PIEZOMETRO	LIVELLO PIEZOMETRICO		DATA LETTURA
	Tubo aperto [m da p.c.]	Casagrande [m da p.c.]	
IP1	12,01	12,78	27/10/2021
IP2	17,26	-	27/10/2021
IP4	6,90	10,54	02/08/2017
IP5	7,72	-	26/09/2018
IP7	4,02	-	27/10/2021
S1-PE(A13)	5,86	7,29	24/06/2021
IP-S1	2,81	-	27/10/2021
IP-S2	-	C1 8,60m C2 8,47m	27/10/2021
IP-S3	3,38	-	27/10/2021
IP-S4	-	3,09	27/10/2021
IP-S5	-	C1 3,29m C2 10,25m	27/10/2021
IP-S6	9,58	-	27/10/2021
IP-S7	12,81	-	27/10/2021
IP-S8	-	3,93	27/10/2021
IP-S9		C1 12,36m C2 12,39m	27/10/2021

Tab. 7 – Misura più recente del livello di falda (m da p.c.) nei piezometri realizzati per il presente progetto.

La sintesi completa di tutti i dati piezometrici disponibili è riportata nell'Allegato 2.

5.6 LIVELLI PIEZOMETRICI (DATALOGGER)

Di seguito si espone l'andamento delle soggiacenze (m da p.c.) e delle relative quote piezometriche (m s.l.m.) desunte dalle letture registrate nei piezometri IP5 ed IP7, nei quali è stato installato un datalogger atto a registrare in continuo il livello di falda con cadenza di una lettura ogni 12 ore: il periodo di osservazione è compreso tra Aprile 2017 ed Aprile 2018 per IP5 e tra Aprile 2017 e Ottobre 2021 per IP7.

Per quanto riguarda lo strumento IP5, i grafici riportati nelle Figg. 20a e 20b evidenziano che la soggiacenza ha avuto una tendenza ad aumentare fino ai primi giorni di Marzo 2018 (abbassamento della falda registrato nel periodo di osservazione pari a ca. 4 m), per poi diminuire drasticamente e, ancora, rapidamente aumentare.

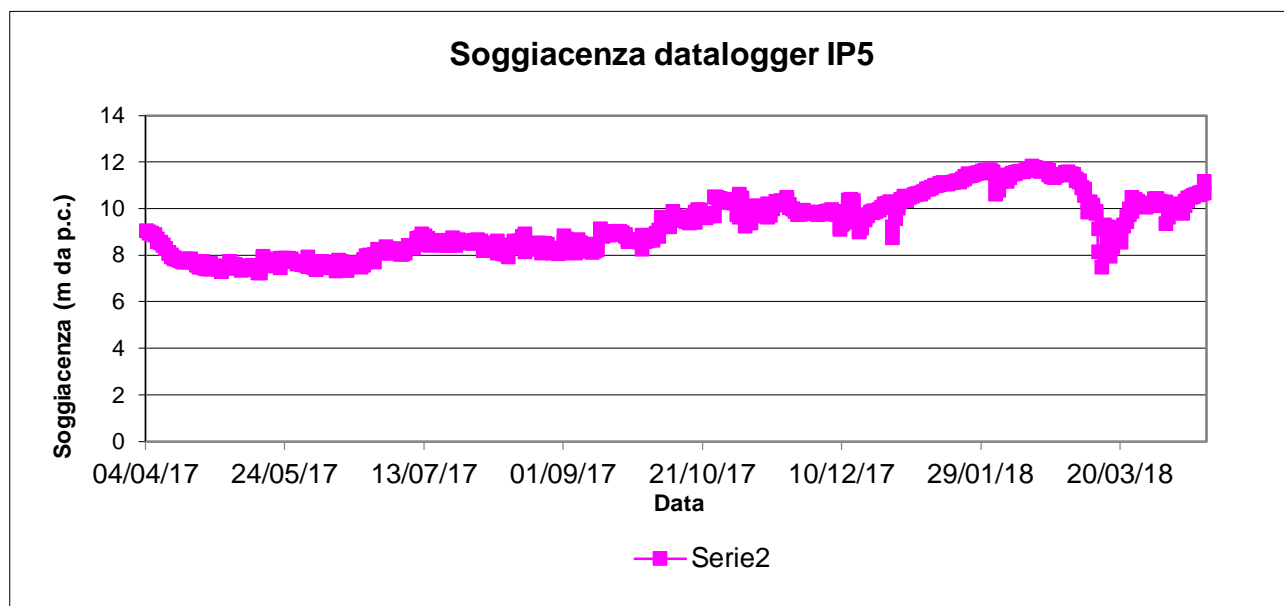


Fig. 20a - Andamento delle soggiacenze in m da p.c. (piezometro IP5)

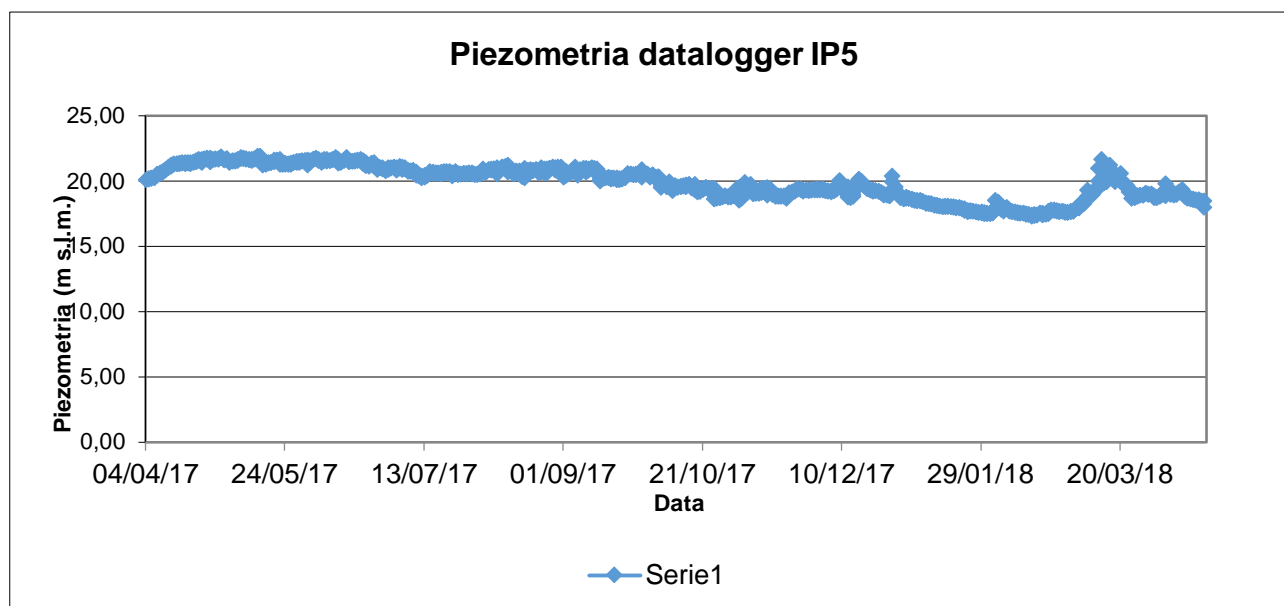


Fig. 20b - Andamento della piezometria in m s.l.m. (piezometro IP5)

Per quanto concerne, invece, il piezometro IP7, i grafici delle Figg. 21a e 21b mettono in luce che la soggiacenza ha sostanzialmente seguito l'andamento dei cicli stagionali, mostrando, tuttavia, una certa tendenza ad aumentare (ca. 1.5 m di aumento durante l'intero periodo di osservazione).

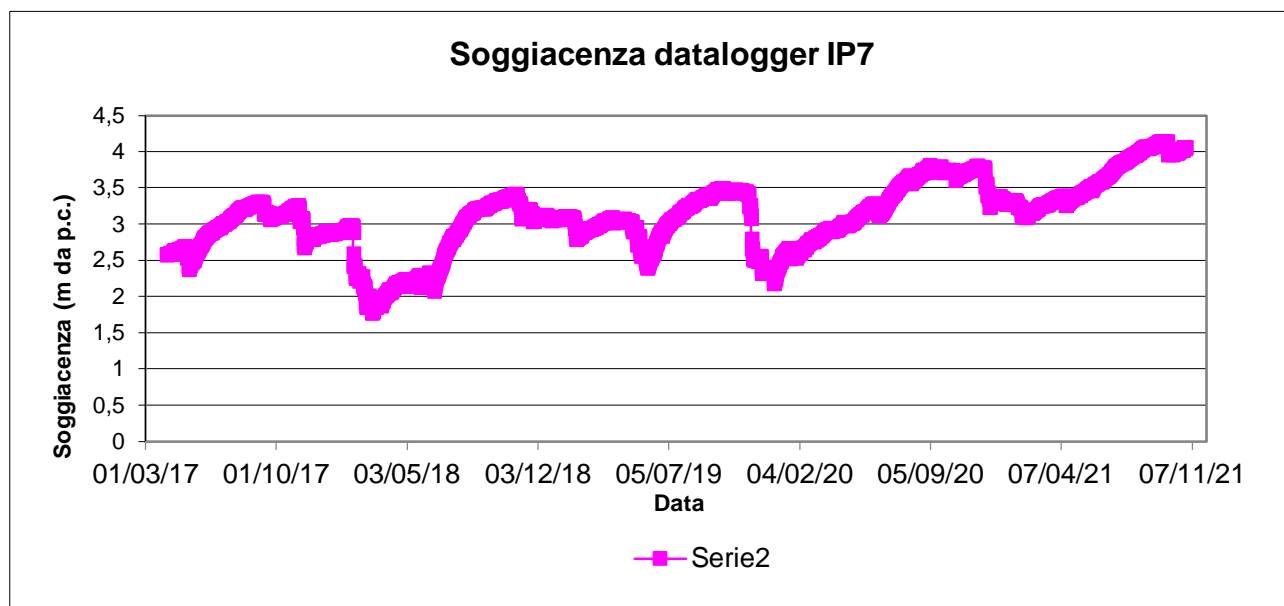


Fig. 21a - Andamento delle soggiacenze in m da p.c. (piezometro IP7)

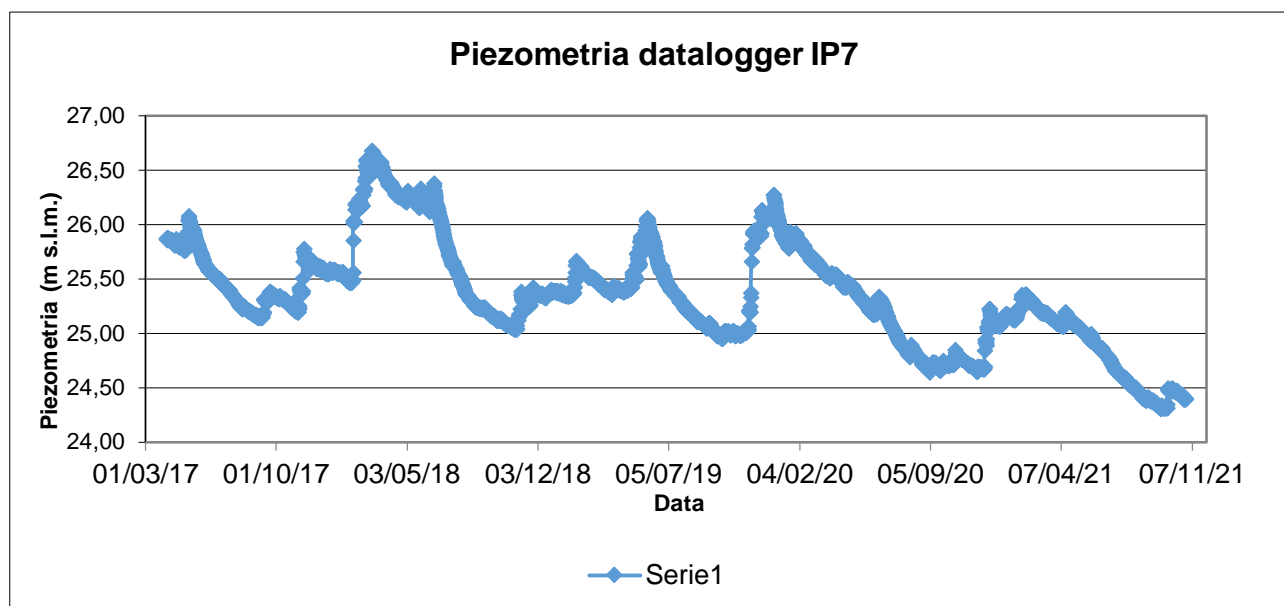


Fig. 21b - Andamento della piezometria in m s.l.m. (piezometro IP7)

5.7 MODELLO IDROGEOLOGICO DELL'AREA DI STUDIO

5.7.1 Le conoidi alluvionali appenniniche maggiori

Caratteristiche geologiche

Le conoidi appenniniche sono costituite da numerose alternanze di depositi grossolani e fini di spessore variabile ma che può essere anche di alcune decine di metri, con una organizzazione interna ben riconosciuta che si può riassumere, dal basso verso l'alto, come segue:

- acquitardo basale – tale orizzonte inferiore è costituito da alcuni metri di limi più o meno argillosi, caratterizzati da una spiccata continuità laterale;
- alternanza di depositi fini e grossolani - la porzione intermedia, di spessore di alcune decine di metri, è composta da depositi fini costituiti da limi alternati a sabbie e/o argille e comprendenti ghiaie, sia sotto forma di corpi circoscritti, sia sotto forma di elementi tabulari.
- corpi tabulari grossolani – il livello superiore di ogni alternanza è costituito da sedimenti ghiaiosi, amalgamati tra loro sia orizzontalmente che verticalmente, ed organizzati in potenti corpi tabulari: lo spessore di tali depositi varia da ca. 5 m sino ad alcune decine di metri e la loro continuità laterale può arrivare ad essere di 20–30 km.

Nelle porzioni prossimali si formano corpi di ghiaie amalgamati tra loro senza soluzione di continuità, data l'assenza di acquitardi basali: pertanto i depositi ghiaiosi possono riscontrarsi in affioramento in modo diffuso con spessori anche di molte decine di metri. Tali sedimenti grossolani ed i lobi di conoide descritti in precedenza sono sede dei principali acquiferi del territorio regionale.

Il flusso idrico sotterraneo

Le zone apicali delle conoidi, dove per decine di metri sono presenti corpi ghiaiosi amalgamati, sono sede di un acquifero "monostrato" in condizioni di falda libera, caratterizzato da frequenti ed elevati scambi idrici "falda-fiume", in cui il fiume rappresenta la fonte di alimentazione della falda.

La circolazione idrica è elevata, come testimoniato dall'età delle acque che si deduce dall'analisi isotopica (Piano di Tutela delle Acque della Regione Emilia-Romagna: Attività B, 2003). Nel settore considerato avviene la ricarica diretta delle falde dalle infiltrazioni efficaci, per dispersione dagli alvei principali e secondari. Sono inoltre presenti flussi laterali provenienti dalle zone delle conoidi minori, intermedie e pedemontane. In tale contesto, la circolazione idrica principale si sviluppa all'interno dei corpi grossolani, isolati tra loro dai principali acquitardi, che costituiscono buone barriere di permeabilità.

Procedendo verso nord, i sedimenti fini si interpongono a quelli più grossolani, separandoli nel sottosuolo e seppellendoli in superficie. Si costituisce pertanto un sistema acquifero detto "multifalda", progressivamente compartimentato, caratterizzato, in linea di massima, da falda confinata in profondità e da falda libera più in superficie. Lo scambio "falda-fiume" viene a limitarsi alle porzioni più superficiali, con alimentazione, come già detto, dal fiume alla falda.

I livelli piezometrici tra lobi di conoide sovrapposti possono essere diversi tra loro anche di alcune decine di metri. In tale contesto, episodi di drenanza possono avvenire tra le diverse parti dell'acquifero, in particolare in presenza di forti prelievi e di forti differenze di piezometria tra le diverse falde: tali scambi idrici verticali tra falde si sviluppano in particolare nei settori caratterizzati da litologie limoso-sabbiose o nelle porzioni più prossimali, dove gli acquitardi hanno una minore continuità laterale.

Occorre infine considerare che la pressione antropica sui sistemi naturali descritti può portare ad una modifica non trascurabile di quanto sopra descritto, ovvero:

- la continuità laterale degli acquitardi può essere indebolita o interrotta dal grande numero di pozzi presenti nelle conoidi, i quali possono indurre un flusso idrico attraverso gli acquitardi stessi;
- la presenza di prelievi di vasta entità può causare modifiche anche rilevanti del quadro piezometrico, con richiamo verso i pozzi di importanti masse idriche e linee di flusso concentriche con raggio anche di diversi chilometri.

5.7.2 Area di progetto

L'area in cui si inserisce l'opera in oggetto è caratterizzata dalla presenza di un acquifero superficiale principale situato in corrispondenza della zona di conoide del Reno, nel complesso dei depositi detritici e detritico-alluvionali prevalentemente ghiaiosi o ghiaioso-sabbiosi a permeabilità molto elevata. Tale corpo idrico sotterraneo appartiene alla falda superficiale del Complesso Acquifero "A0" che, insieme ai depositi granulari più profondi appartenenti ai Complessi Acquiferi "A1" e "A2", costituisce la parte sommitale del sistema idrogeologico del settore di margine appenninico.

L'analisi dell'assetto idrogeologico dell'area interessata dalle opere in progetto, come esposto in precedenza, è basata sul modello di sistema acquifero multifalda stratificato proposto dalla Regione Emilia-Romagna e ENI – AGIP nel 1998 *"Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna, a cura di G. Di Dio"*.

L'acquifero "A1" è sede di un complesso di falde superficiali molto articolato, soprattutto nella parte più prossima alla zona collinare di Bologna. La specifica strumentazione installata lungo le verticali di sondaggio, a supporto del progetto in oggetto, ha permesso misurazioni dirette dei livelli piezometrici delle porzioni più superficiali del Gruppo Acquifero "A": tali dati, successivamente correlati e interpretati, hanno permesso di identificare il Complesso Acquiferi "A0" come proposto nel portale di idrogeologia della Regione Emilia-Romagna.

6 CHIMISMO DELLE ACQUE SOTTERRANEE

6.1 CHIMISMO DELLE ACQUE

L'analisi chimico-fisica che viene qui descritta è stata effettuata in parte in situ, tramite sonda multi-parametrica portatile, in parte in laboratori attrezzati (per quanto riguarda l'aggressività ai solfati/cloruri) e in parte, ancora, è stata desunta dai dati relativi alla rete di monitoraggio di ARPA Emilia-Romagna (aggiornamento del 2015). Questi ultimi si riferiscono ai punti di monitoraggio per l'area bolognese, che filtrano il gruppo acquifero più superficiale: i dati chimici di tali pozzi sono riportati in Allegato 4.

6.1.1 Parametri di base

Le misurazioni sui parametri di base riguardano:

- **temperatura:** determina il grado di termalismo della stessa (Tab. 8):

temperatura	<20	≥20 <35	≥35 <50	≥50
Definizione acque	fredde	ipotermali	mesotermali	termali

Tab. 8 – Determinazione del grado di termalismo delle acque

Dall'analisi dei dati rilevati (valori compresi tra 13.9 e 15.9 C°) si può desumere che tutte le acque testate risultano **acque fredde**.

- **mineralizzazione:** espressa dalla conducibilità elettrica (nS/cm) e dal Total Dissolved Solids (TDS), secondo la seguente Tab. 9:

conducibilità elettrica a 25°C(μS/Cm)	<66	≥66<260	≥260<1320	≥1320
Definizione dell'acqua	Minimamente mineralizzata	oligominerali	Medio minerali	minerali

Tab. 9 – Determinazione della mineralizzazione delle acque

Dall'analisi delle risultanze acquisite (valori compresi tra 594 e 1121 nS/cm) si riscontra che tutte le acque testate sono **acque medio minerali**.

- **pH:** esprime l'acidità o alcalinità dell'acqua.

Dall'analisi dei dati rilevati (valori di pH compresi tra 6.9 e 8.1) si può desumere che tutte le acque testate sono **acque neutre o leggermente alcaline**.

6.1.2 Aggressivi chimici

Alcune sostanze presenti naturalmente o per effetto delle attività antropiche nei terreni e nelle acque possono determinare il degrado del calcestruzzo nelle strutture idrauliche e in quelle parzialmente o completamente interrato a causa di reazioni chimiche che esse stabiliscono con i costituenti della matrice cementizia.

Particolare attenzione deve essere prestata alla concentrazione dello ione solfato (SO_4^{2-}): Il degrado delle strutture in cls, infatti, può essere notevolmente accelerato se esse sono in contatto con acque e/o terreni che contengono solfati. Questi possono essere di origine naturale, biologica oppure derivanti dall'inquinamento prodotto dalle attività antropiche, sia di tipo domestico che industriale.

Il solfato è presente naturalmente nei terreni in quanto nel corso delle diverse ere geologiche l'evaporazione dell'acqua dai mari interni ha determinato l'accumulo di sedimenti, spesso gessosi. Il solfato, inoltre, può provenire dalla decomposizione biologica in condizioni aerobiche di sostanze organiche contenenti zolfo, come avviene, ad esempio, per le piante o per i concimi.

I terreni alluvionali possono contenere pirite (solfuro di ferro) che per effetto delle cicliche oscillazioni delle acque di falda può essere sottoposta ad ossidazione, con conseguente formazione di acido solforico. I solfati, infine, sono presenti nei liquami domestici e pertanto possono riscontrarsi nelle acque provenienti sia dagli impianti fognari che da quelli di depurazione ove le acque reflue confluiscano per essere sottoposte a trattamenti biofisici che hanno come obiettivo l'eliminazione dei composti di natura organica.

La norma europea EN 206 distingue tre classi di esposizione crescenti, come da Tab. 9, per valutare il degrado da attacco chimico dei calcestruzzi in base alla concentrazione dello ione solfato disciolto nelle acque:

SO_4^{2-} [mg/l]	Ambiente chimico
≥ 200 <600	Debolmente aggressivo
≥ 600 <3000	Moderatamente aggressivo
≥ 3000 <6000	Fortemente aggressivo

Tab. 9 – Definizione dell'aggressività ai solfati.

Nella seguente Tab. 10 è riportata la concentrazione dello ione solfato ottenuta dall'analisi di campioni d'acqua prelevati in corrispondenza di alcuni piezometri a tubo aperto:

Punto di prelievo	SO₄²⁻ [mg/l]
IP1 (2021)	85
IP2 (2021)	224
IP4 (2016)	649
IP7 (2016)	104
IP7 (2021)	133
IP-S1 (2021)	152
IP-S3 (2021)	140
IP-S6 (2021)	98
IP-S7 (2021)	38

Tab. 10 – Concentrazione dei solfati nei campioni di acqua.

Da tali risultanze si evince che in un caso (IP4) l'acqua è risultata "moderatamente aggressiva", in un altro caso (IP2) "debolmente aggressiva", mentre in tutti gli altri casi è risultata non aggressiva.

7 DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI IDROGEOLOGICI DI MAGGIORE INTERESSE INGEGNERISTICO

7.1 PROGRAMMA UTILIZZATO PER LA SIMULAZIONE DELLA SUPERFICIE PIEZOMETRICA

La ricostruzione dell'andamento della tavola d'acqua è stata effettuata con l'ausilio di softwares dedicati per l'analisi spaziale dei dati (geostatistica).

Nel caso specifico è stato utilizzato **Surfer di Golden Software**. L'elaborazione geostatistica dei dati raccolti è stata condotta con il metodo della griglia di dati, basato sul metodo di regressione Kriging con variogramma di tipo lineare. Tale metodo permette di generare una griglia interpolata regolare, a partire da una distribuzione spaziale dei dati non regolare, stimando il valore dei punti posti ai nodi della griglia creata. Il Kriging risulta uno dei metodi più flessibili, largamente raccomandato e utilizzato per molti tipi di data set.

Il metodo Kriging è ampiamente trattato nella letteratura scientifica: *Cressie* (1991), *Journel and Huijbregts* (1978), *Journel* (1989), *Isaaks and Srivastava* (1989).

7.2 SUPERFICIE PIEZOMETRICA

Il modello della superficie piezometrica utilizzato per l'area di intervento è derivato dalle misurazioni effettuate nel mese di Febbraio 2021 - nell'ambito delle numerose indagini eseguite per il Passante di Bologna e delle indagini pregresse relative all'Intermedia di Pianura - ma non ha fruito dei dati acquisiti per mezzo delle recentissime indagini specificamente esperite nei mesi di Luglio-Agosto 2021 (sondaggi IP-Sx).

Si sottolinea pertanto che tale modello statistico si riferisce ad un periodo specifico e non rappresenta la cosiddetta "falda di progetto", che deve essere definita da un punto di vista strettamente ingegneristico. Infatti, il modello definisce la geometria della falda, ma non tiene conto del fattore di sicurezza che va necessariamente introdotto in sede progettuale, innalzando adeguatamente i livelli piezometrici ad una quota tale per cui sia comunque garantita la funzionalità/fattibilità delle opere progettate anche nel caso di escursioni stagionali di eccezionale entità.

L'andamento della superficie piezometrica considerata è, per quanto accurata, il risultato di una interpolazione statistica sviluppata a partire da dati puntuali e, come tali, discontinui. La quota piezometrica tracciata in sezione, laddove non siano presenti contestuali misure dirette dei livelli di falda, deriva dalla interpolazione lineare delle quote piezometriche più vicine identificate sul modello statistico elaborato.

Si ribadisce, infine, l'esistenza di un forte legame tra l'escursione nel tempo della falda e le situazioni al contorno come la variazione del regime di sfruttamento degli acquiferi - ad esempio connessa ad un cambio d'uso del territorio - con conseguente sostanziale diminuzione dei pompaggi e possibile riduzione dei valori di soggiacenza.

Di seguito si descrive, per ogni tratta di intervento, l'andamento della superficie piezometrica.

7.2.1 Tratta A

Il modello di costruzione delle isopiezometriche indica qui una quota assoluta della falda superficiale principale intorno a 16 m s.l.m. Tale dato appare coerente con le misure piezometriche registrate nei piezometri installati nel recente sondaggio IP-S2 (soggiacenza di ca. 8.5m da p.c.). Tuttavia lungo il profilo idrogeologico è possibile distinguere due sub-tratte (da inizio intervento a pk 0+400 c.a. e da pk 1+100 c.a. a fine intervento) in cui è ipotizzabile la presenza di una falda locale ancora più superficiale, correlabile con le misure dei recenti piezometri IP-S1, IP-S3 ed IP-S4 (soggiacenza di ca. 3m da p.c.) e confermata anche dalla presenza d' acqua ipogea all'interno dei pozzetti esplorativi eseguiti a Novembre 2016 (PZ-IP12, PZ-IP13, PZ-IP14, PZ-IP15): tali emergenze si sono infatti evidenziate a profondità comprese tra 2.9 e 3.5 m da p.c.

Più in dettaglio, si precisa come nei pressi della nuova rotatoria R4 il modello isopiezometrico indichi invece una quota della falda principale intorno a 17m s.l.m. Il recente sondaggio IP-S5 ha qui evidenziato la presenza di due livelli piezometrici ben distinti, ubicati uno a ca. 3 m di prof. dal p.c. e l'altro a ca. 10 m di prof. dal p.c.: il primo dato è ascrivibile a una superficie freatica a carattere locale, peraltro coerente con l'emergenza d'acqua a 3.5m dal p.c. rinvenuta nel 2016 nel pozzetto PZ-IP15, mentre il secondo riscontro risulta compatibile con il modello basato sui dati di Febbraio 2021.

7.2.2 Tratta B

Lungo questa tratta i valori di soggiacenza si attestano attorno a 10 m. Ciò evidenzia che il Fiume Reno rimane "sospeso" rispetto alla falda, alimentandola.

Si segnala inoltre che, nell'ambito della ex cava a oggi tombata ed interferente con il nuovo viadotto, è presente uno specchio d'acqua probabilmente legato ai fenomeni di piena del Fiume Reno.

7.2.3 Tratta C

Questo tratto, posizionato a est del Fiume Reno, presenta spessori di depositi fini (argille e limi) nettamente maggiori rispetto ai precedenti tratti. Il modello di costruzione delle isopiezometriche basato sui dati di Febbraio 2021 indica qui una quota della falda superficiale principale, con direzione di flusso da est verso ovest, compresa tra 18 e 20 m s.l.m.: ciò appare compatibile con le misure piezometriche registrate nei recenti sondaggi IP-S7 ed IP-S9.

E' inoltre è possibile ipotizzare anche la presenza di una falda a carattere locale ancor più superficiale (soggiacenza di ca. 4 m), ubicabile tra la pk 0+500 e fine intervento, ossia nel tratto dove è previsto il prolungamento di un sottovia ciclopeditonale: tale dato risulta coerente con le misure piezometriche registrate nel recente sondaggio IP-S8, nonché con le evidenze di falda riscontrate durante la realizzazione delle CPT1-Tr1 e CPT2-Tr1 (soggiacenza di ca. 2.5m a Giugno 2017) e della CPT2-N.G. (soggiacenza di 3.50m a Novembre 2007).

7.2.4 Tratta D1

Nei pressi della nuova rotatoria RO014 la superficie piezometrica si attesta tra 2 e 4 m di prof. dal p.c. – come registrato dal piezometro IP7 - mentre nelle vicinanze delle nuove rotatorie RO015 e RO016 le isopiezometriche del modello di Febbraio 2021 indicano una soggiacenza compresa tra 6 e 8 m.

7.3 VALUTAZIONE QUALITATIVA DELLE INTERFERENZE POTENZIALI FRA OPERE IN PROGETTO E ACQUE SOTTERRANEE

Oltre alle implicazioni geotecniche ed idrodinamiche connesse alle acque ipogee, per le quali si rimanda agli specifici elaborati ingegneristici, per quanto attiene alle potenziali interferenze tra le opere e le acque sotterranee si evidenziano le situazioni descritte nel seguito.

- L'opera di maggior rilievo (nuovo viadotto sul Fiume Reno previsto nella Tratta B) attraversa i depositi alluvionali del Fiume Reno in zone identificate come aree di ricarica diretta potenziale dei Gruppi Acquiferi "A" e "B" (Fig. 22). Il gruppo Acquifero "B" e i Complessi profondi del Gruppo "A" ("A1" e "A2") sono captati dal campo Pozzi HERA "San Vitalino" posto ca. 700 m a sud del nuovo viadotto. Il campo pozzi risulta situato a monte del tracciato rispetto alla direzione principale di deflusso della falda superficiale (secondo il modello isopiezometrico ricostruito) e gli acquiferi più profondi e pregiati sono separati da quelli più superficiali da spessi acquicludi: in ragione di tale contesto, appare ragionevole

ipotizzare una bassa possibilità di impatto tra campo pozzi "San Vitalino" e le opere di fondazione del nuovo viadotto sul Reno

- Per quanto attiene alle altre tratte, in relazione alla tipologia di progetto e ai bassi valori di soggiacenza misurati e/o calcolati lungo tutto il tracciato, si ritiene possibile un impatto sulla falda unicamente correlabile agli sversamenti accidentali di sostanze tossiche e/o inquinanti che potrebbero avvenire in fase di realizzazione dell'opera o durante il suo esercizio. Tale impatto potrà essere efficacemente mitigato attraverso la realizzazione di adeguati sistemi di raccolta e canalizzazione delle sostanze fluide eventualmente presenti sulla piattaforma stradale, in grado di preservare la falda dalla contaminazione di sostanze inquinanti.

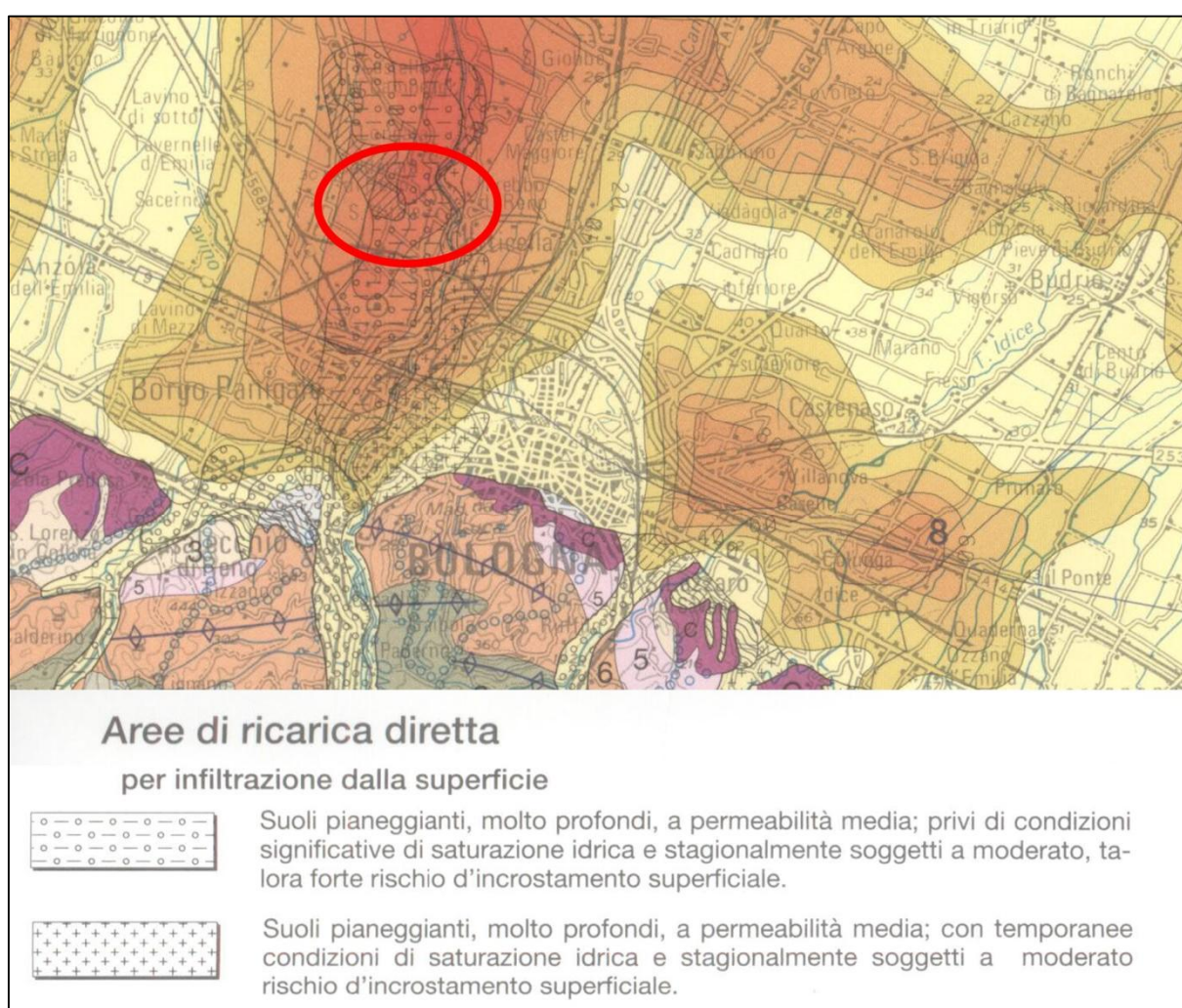


Fig. 22 – Individuazione delle aree di ricarica diretta potenziale Gruppi acquiferi A e B. Da Regione Emilia-Romagna, ENI – AGIP, 1998. Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna. A cura di G. Di Dio – modificata.

Nella seguente Tab. 11 sono riportati i potenziali fattori d'impatto per l'area esaminata.

NUOVA OPERA	LOCALITA'	ACQUIFERI INTERCETTATI	ELEMENTI DI CRITICITA' O RISCHIO	FATTORI D'IMPATTO IN FASE DI COSTRUZIONE	FATTORI D'IMPATTO IN FASE DI ESERCIZIO	TIPOLOGIE DI INTERVENTO DI MITIGAZIONE
Potenziamento del sistema tangenziale di Bologna tra Borgo Panigale e San Lazzaro – Interventi di completamento della rete viaria di adduzione "Intermedia di pianura".	Zona interessata dal nuovo Viadotto sul Fiume Reno nelle vicinanze di Trebbo – Comune di Castel Maggiore (BO).	"A0".	Pozzi ad uso idropotabile, posti all'interno di una fascia di 1 km a cavallo della nuova viabilità captanti una falda freatica con vulnerabilità medio-bassa (Campo pozzi "San Vitalino").	Possibile inquinamento accidentale della falda per fenomeni di infiltrazione di sostanze nocive dovuti al transito e allo scarico dei mezzi d'opera e all'uso di sostanze sintetiche nel corso dei lavori. Bassa possibilità di interferenza per il Campo pozzi "San Vitalino" posto a ca. 700 m a sud dell'intervento.	Possibile inquinamento accidentale della falda per fenomeni di infiltrazione ad opera di acque nocive provenienti dalla piattaforma stradale.	Sistemi di raccolta e canalizzazione delle sostanze fluide presenti sulla piattaforma stradale, in grado di preservare la falda dalla contaminazione di sostanze inquinanti.
Potenziamento del sistema tangenziale di Bologna tra Borgo Panigale e San Lazzaro – Interventi di completamento della rete viaria di adduzione "Intermedia di pianura".	Zona interessata dall'intero tracciato "Intermedia di Pianura" a nord della città di Bologna.	"A0".	Pozzi ad uso irriguo, domestico o zootecnico, posti all'interno di una fascia di 1 km a cavallo della nuova viabilità captanti una falda freatica con vulnerabilità media a bassa soggiacenza.	Possibile inquinamento accidentale della falda per fenomeni di infiltrazione di sostanze nocive dovuti al transito e allo scarico dei mezzi d'opera e all'uso di sostanze sintetiche nel corso dei lavori.	Possibile inquinamento accidentale della falda per fenomeni di infiltrazione ad opera di acque nocive provenienti dalla piattaforma stradale.	Sistemi di raccolta e canalizzazione delle sostanze fluide presenti sulla piattaforma stradale, in grado di preservare la falda dalla contaminazione di sostanze inquinanti.

Tab. 11 – Sintesi dei potenziali impatti del progetto sulla risorsa idrica.

ALLEGATI

ALLEGATO 1:

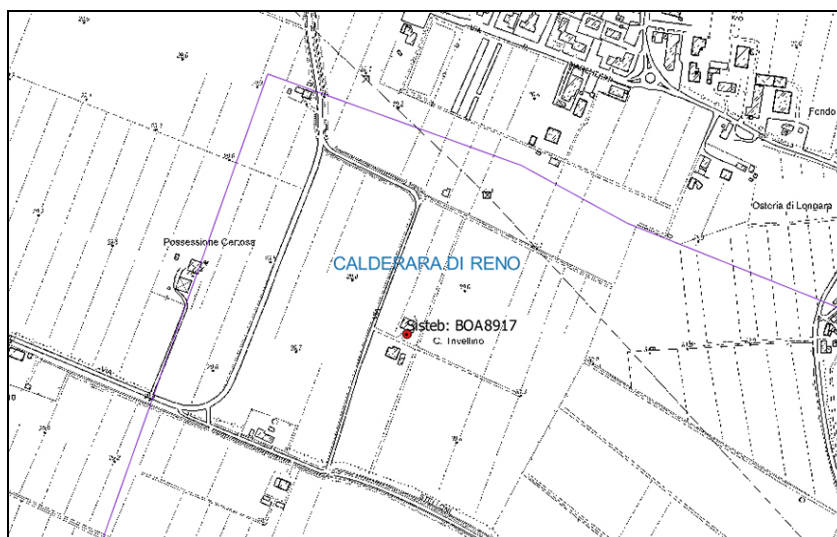
SCHEDA DI CENSIMENTO DEI PUNTI D'ACQUA

SCHEDA RILIEVO PUNTI D'ACQUA

Committente	SPEA S.p.A.
Commessa	111442
Lotto	Intermedia di Pianura
Data	8/9/2016
Comune	Calderara di Reno
Località	Trivellino
Sigla identificativa del punto d'acqua	BOA8917
Gestore	Privato

UBICAZIONE PUNTO D'ACQUA

Coordinate Gauss Boaga	X = 1682670 m E	Y = 4937219 m N
Quota (m s.l.m.)	30	
Distanza dall'opera	220 m	



DESCRIZIONE GENERALE DEL PUNTO D'ACQUA				
Contesto strutturale	In roccia	<input type="checkbox"/>	In terreno	<input checked="" type="checkbox"/>
	Interfaccia T/R	<input type="checkbox"/>	In corrispondenza di fratture in roccia	<input type="checkbox"/>
	Interfaccia tra litologie a permeabilità differente	<input type="checkbox"/>	In corrispondenze di zone di faglia	<input type="checkbox"/>
Punto d'acqua captato	si	<input type="checkbox"/>	no	<input type="checkbox"/>
Tipologia d'uso	idropotabile	<input type="checkbox"/>	Industriale	<input type="checkbox"/>
	irriguo	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Bacino di utenza	Utenza privata			
Periodo di utilizzazione	permanente	<input checked="" type="checkbox"/>	saltuario	
	stagionale	<input checked="" type="checkbox"/>		
Litologie interessate	nd			
Formazioni	nd			
TIPOLOGIA PUNTO D'ACQUA				
Pozzo	<input checked="" type="checkbox"/>			
Dimensioni pozzo	nd			
Profondità pozzo	40 m			
Profondità tratto captato	nd			
Periodo di osservazione	nd			
Frequenza misurazioni	nd			
Livello statico	nd			
Livello dinamico	nd			
Tipo di falda	freatica	<input checked="" type="checkbox"/>	in pressione	<input type="checkbox"/>
	mista	<input type="checkbox"/>		
Portata	2 l/s			
Temperatura	nd			
Conducibilità elettrica	nd			
Stratigrafia	nd			
Sorgente	<input type="checkbox"/>			
Periodo di osservazione				
Frequenza misurazioni				
Tipologia di sorgente	Di emergenza della falda	<input type="checkbox"/>	Di trabocco	<input type="checkbox"/>
	Di contatto	<input type="checkbox"/>	Di sbarramento	<input type="checkbox"/>
	Di fessura	<input type="checkbox"/>		
Tipologia opera di captazione				
Portata	(m ³ /sec)			
Temperatura	(°)			
Conducibilità elettrica				

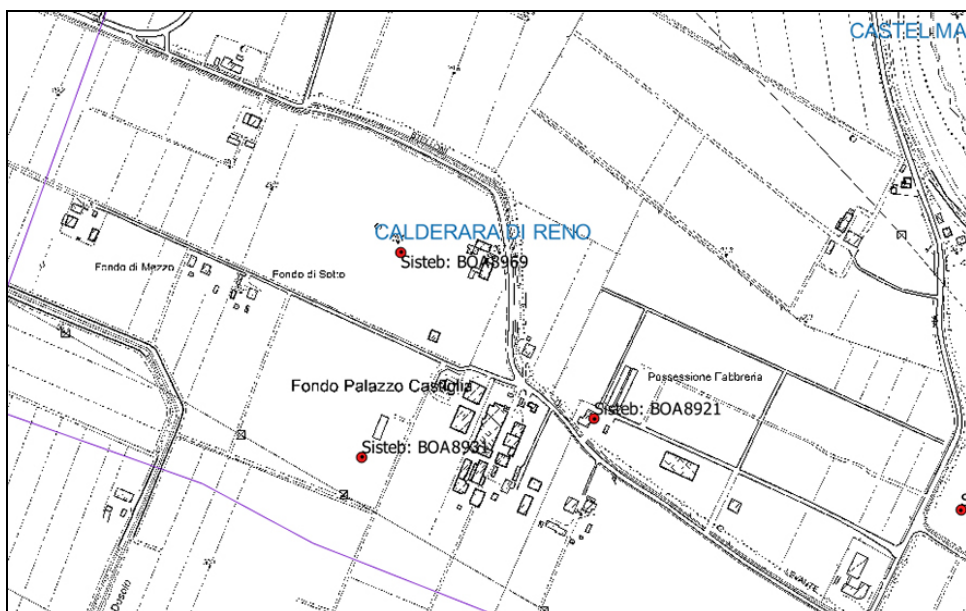
NOTE
Accesso negato dalla proprietà

SCHEDA RILIEVO PUNTI D'ACQUA

Committente	SPEA S.p.A.
Commissa	111442
Lotto	Intermedia di Pianura
Data	9/9/2016
Comune	Calderara di Reno
Località	Castiglia
Sigla identificativa del punto d'acqua	BOA8969
Gestore	Privato

UBICAZIONE PUNTO D'ACQUA

Coordinate Gauss Boaga	X = 1682677	Y = 4936836
Quota (m s.l.m.)	29.9	
Distanza dall'opera	123 m	



DESCRIZIONE GENERALE DEL PUNTO D'ACQUA				
Contesto strutturale	In roccia		In terreno	x
	Interfaccia T/R		In corrispondenza di fratture in roccia	
	Interfaccia tra litologie a differente permeabilità		In corrispondenze di zone di faglia	
Punto d'acqua captato	si		no	
Tipologia d'uso	idropotabile		Industriale	
	irriguo	x		
Bacino di utenza	Utenza privata			
Periodo di utilizzazione	permanente	x	saltuario	
	stagionale	x		
Litologie interessate	nd			
Formazioni	nd			
TIPOLOGIA PUNTO D'ACQUA				
Pozzo	x			
Dimensioni pozzo	nd			
Profondità pozzo	50 m			
Profondità tratto captato	nd			
Periodo di osservazione	nd			
Frequenza misurazioni	nd			
Livello statico	nd			
Livello dinamico	nd			
Tipo di falda	freatica	x	in pressione	
	mista			
Portata	2 l/s			
Temperatura	nd			
Conducibilità elettrica	nd			
Stratigrafia	nd			
Sorgente				
Periodo di osservazione				
Frequenza misurazioni				
Tipologia di sorgente	Di emergenza della falda		Di trabocco	
	Di contatto		Di sbarramento	
	Di fessura			
Tipologia opera di captazione				
Portata	(m ³ /sec)			
Temperatura	(°)			
Conducibilità elettrica				

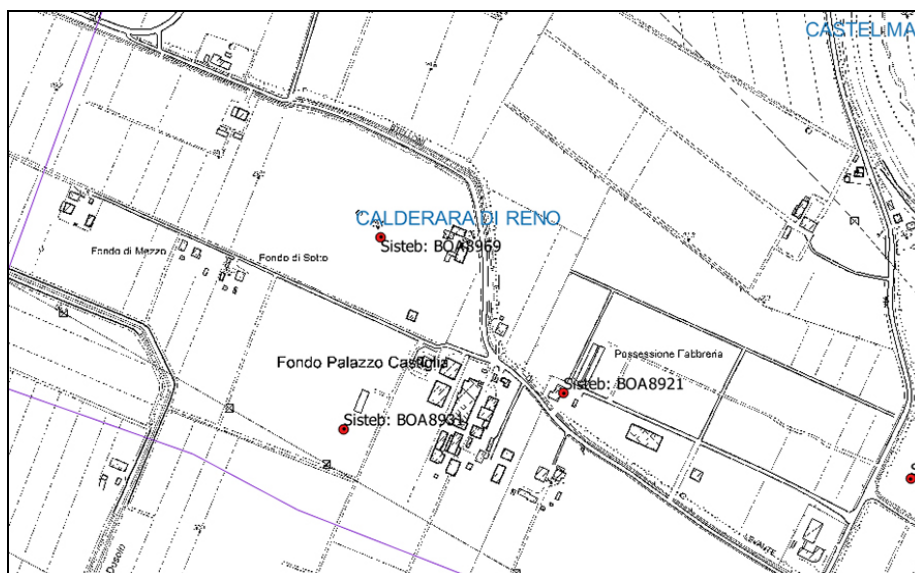
NOTE
Proprietario irreperibile

SCHEDA RILIEVO PUNTI D'ACQUA

Committente	SPEA S.p.A.
Commissa	111442
Lotto	Intermedia di Pianura
Data	9/9/2016
Comune	Calderara di Reno
Località	Castiglia
Sigla identificativa del punto d'acqua	BOA8931
Gestore	Privato

UBICAZIONE PUNTO D'ACQUA

Coordinate Gauss Boaga	X = 1682628 m E	Y = 4936578 m N
Quota (m s.l.m.)	29.9	
Distanza dall'opera	380 m	



DESCRIZIONE GENERALE DEL PUNTO D'ACQUA				
Contesto strutturale	In roccia		In terreno	x
	Interfaccia T/R		In corrispondenza di fratture in roccia	
	Interfaccia tra litologie a differente permeabilità		In corrispondenze di zone di faglia	
Punto d'acqua captato	si		no	
Tipologia d'uso	idropotabile		Industriale	
	irriguo	x	piscina	x
Bacino di utenza	Utenza privata			
Periodo di utilizzazione	permanente		saltuario	x
	stagionale	x		
Litologie interessate	nd			
Formazioni	nd			
TIPOLOGIA PUNTO D'ACQUA				
Pozzo	x			
Dimensioni pozzo	180 mm			
Profondità pozzo	32 m			
Profondità tratto captato	nd			
Periodo di osservazione	nd			
Frequenza misurazioni	nd			
Livello statico				
Livello dinamico	nd			
Tipo di falda	freatica	x	in pressione	
	mista			
Portata	8 l/s			
Temperatura	nd			
Conducibilità elettrica	nd			
Stratigrafia	nd			
Sorgente				
Periodo di osservazione				
Frequenza misurazioni				
Tipologia di sorgente	Di emergenza della falda		Di trabocco	
	Di contatto		Di sbarramento	
	Di fessura			
Tipologia opera di captazione				
Portata	(m ³ /sec)			
Temperatura	(°)			
Conducibilità elettrica				

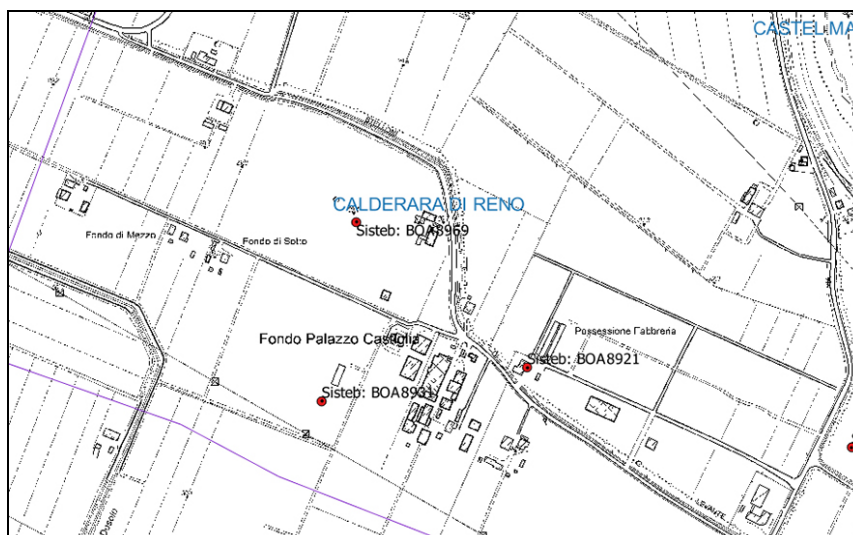
NOTE

SCHEDA RILIEVO PUNTI D'ACQUA

Committente	SPEA S.p.A.
Commessa	111442
Lotto	Intermedia di Pianura
Data	9/9/2016
Comune	Calderara di Reno
Località	Castiglia
Sigla identificativa del punto d'acqua	BOA8921
Gestore	Privato

UBICAZIONE PUNTO D'ACQUA

Coordinate Gauss Boaga	X = 1682919 m E	Y = 4936626 m N
Quota (m s.l.m.)	31	
Distanza dall'opera	250 m	



DESCRIZIONE GENERALE DEL PUNTO D'ACQUA				
Contesto strutturale	In roccia		In terreno	x
	Interfaccia T/R		In corrispondenza di fratture in roccia	
	Interfaccia tra litologie a differente permeabilità		In corrispondenze di zone di faglia	
Punto d'acqua captato	si		no	
Tipologia d'uso	idropotabile		Industriale	
	irriguo	x		
Bacino di utenza	Utenza privata			
Periodo di utilizzazione	permanente	x	saltuario	
	stagionale			
Litologie interessate	nd			
Formazioni	nd			
TIPOLOGIA PUNTO D'ACQUA				
Pozzo	x			
Dimensioni pozzo	180 mm			
Profondità pozzo	60 m			
Profondità tratto captato	45 m da p.c.			
Livello statico				
Livello dinamico	nd			
Tipo di falda	freatica	x	in pressione	
	mista			
Portata	10 l/s			
Temperatura	16.5 (°C)			
Conducibilità elettrica	967 (µS)			
PH	8.05			
TDM	473 (ppm)			
Stratigrafia	nd			
Sorgente				
Periodo di osservazione				
Frequenza misurazioni				
Tipologia di sorgente	Di emergenza della falda		Di trabocco	
	Di contatto		Di sbarramento	
	Di fessura			
Tipologia opera di captazione				
Portata	(m ³ /sec)			
Temperatura	(°)			
Conducibilità elettrica				

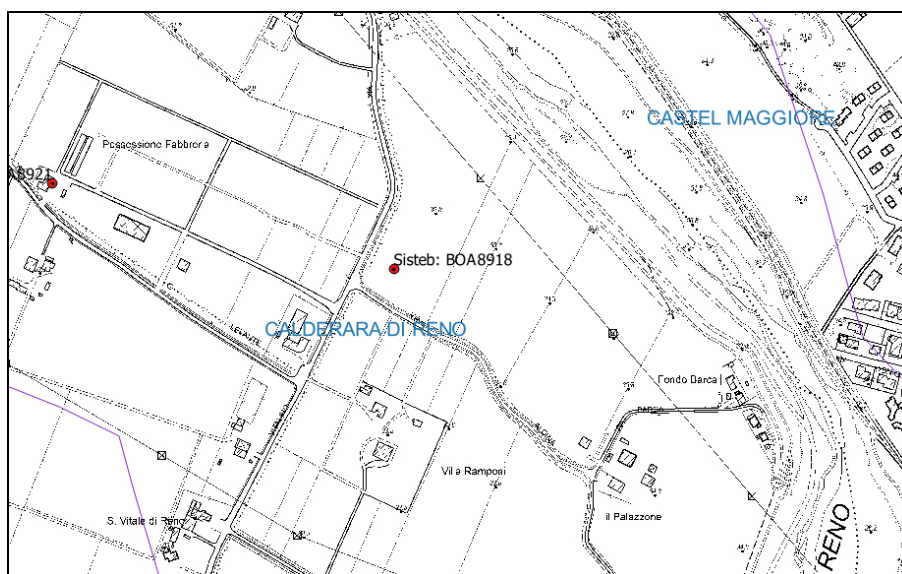
NOTE

SCHEDA RILIEVO PUNTI D'ACQUA

Committente	SPEA S.p.A.
Commessa	111442
Lotto	Intermedia di Pianura
Data	9/9/2016
Comune	Calderara di Reno
Località	Fabbreria
Sigla identificativa del punto d'acqua	BOA8918
Gestore	Privato

UBICAZIONE PUNTO D'ACQUA

Coordinate Gauss Boaga	X = 1683378 m E	Y = 4936512 m N
Quota (m s.l.m.)	33	
Distanza dall'opera	50 m	



DESCRIZIONE GENERALE DEL PUNTO D'ACQUA				
Contesto strutturale	In roccia		In terreno	x
	Interfaccia T/R		In corrispondenza di fratture in roccia	
	Interfaccia tra litologie a differente permeabilità		In corrispondenze di zone di faglia	
Punto d'acqua captato	si	x	no	
Tipologia d'uso	idropotabile		Industriale	
	irriguo	x		
Bacino di utenza	Utenza privata			
Periodo di utilizzazione	permanente	x	saltuario	
	stagionale			
Litologie interessate	nd			
Formazioni	nd			
TIPOLOGIA PUNTO D'ACQUA				
Pozzo	x			
Dimensioni pozzo	180 mm			
Profondità pozzo	35 m			
Profondità tratto captato	nd			
Livello statico				
Livello dinamico	nd			
Tipo di falda	freatica	x	in pressione	
	mista			
Portata	15 l/s			
Temperatura	16.5 (°C)			
Conducibilità elettrica	967 (µS)			
PH	8.05			
TDM	473 (ppm)			
Stratigrafia	nd			
Sorgente				
Periodo di osservazione				
Frequenza misurazioni				
Tipologia di sorgente	Di emergenza della falda		Di trabocco	
	Di contatto		Di sbarramento	
	Di fessura			
Tipologia opera di captazione				
Portata	(m ³ /sec)			
Temperatura	(°)			
Conducibilità elettrica				

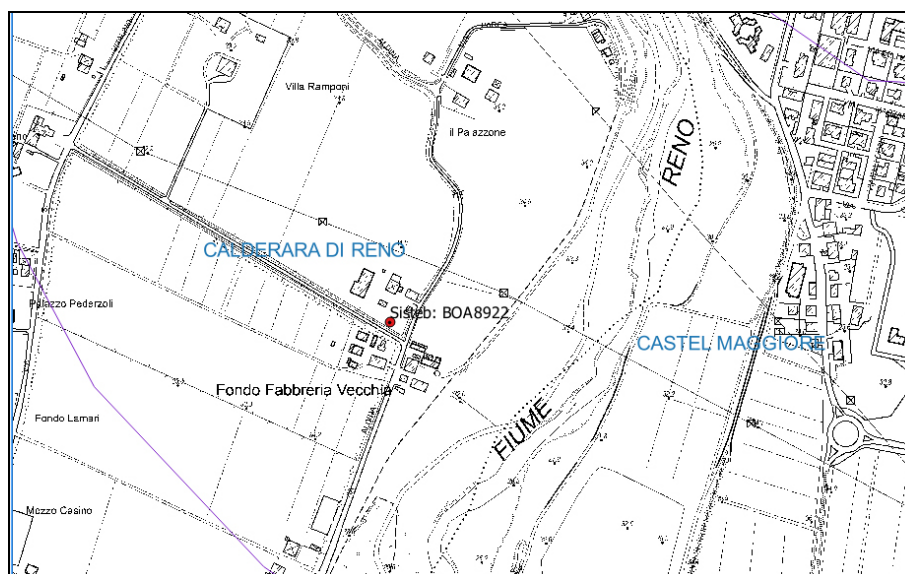
NOTE

SCHEDA RILIEVO PUNTI D'ACQUA

Committente	SPEA S.p.A.
Commissa	111442
Lotto	Intermedia di Pianura
Data	9/9/2016
Comune	Calderara di Reno
Località	Fabbreria
Sigla identificativa del punto d'acqua	BOA8922
Gestore	Privato

UBICAZIONE PUNTO D'ACQUA

Coordinate Gauss Boaga	X = 1683584 m E	Y = 4935922 m N
Quota (m s.l.m.)	33.8	
Distanza dall'opera	190 m	



DESCRIZIONE GENERALE DEL PUNTO D'ACQUA				
Contesto strutturale	In roccia		In terreno	x
	Interfaccia T/R		In corrispondenza di fratture in roccia	
	Interfaccia tra litologie a differente permeabilità		In corrispondenze di zone di faglia	
Punto d'acqua captato	si	x	no	
Tipologia d'uso	idropotabile		Industriale	
	irriguo	x		
Bacino di utenza	Utenza privata			
Periodo di utilizzazione	permanente		saltuario	
	stagionale	x		
Litologie interessate	nd			
Formazioni	nd			
TIPOLOGIA PUNTO D'ACQUA				
Pozzo	x			
Dimensioni pozzo	180 mm			
Profondità pozzo	49 m			
Profondità tratto captato	nd			
Livello statico				
Livello dinamico	nd			
Tipo di falda	freatica	x	in pressione	
	mista			
Portata	10 l/s			
Temperatura	16.5 (°C)			
Conducibilità elettrica	967 (µS)			
PH	8.05			
TDM	473 (ppm)			
Stratigrafia	nd			
Sorgente				
Periodo di osservazione				
Frequenza misurazioni				
Tipologia di sorgente	Di emergenza della falda		Di trabocco	
	Di contatto		Di sbarramento	
	Di fessura			
Tipologia opera di captazione				
Portata	(m ³ /sec)			
Temperatura	(°)			
Conducibilità elettrica				

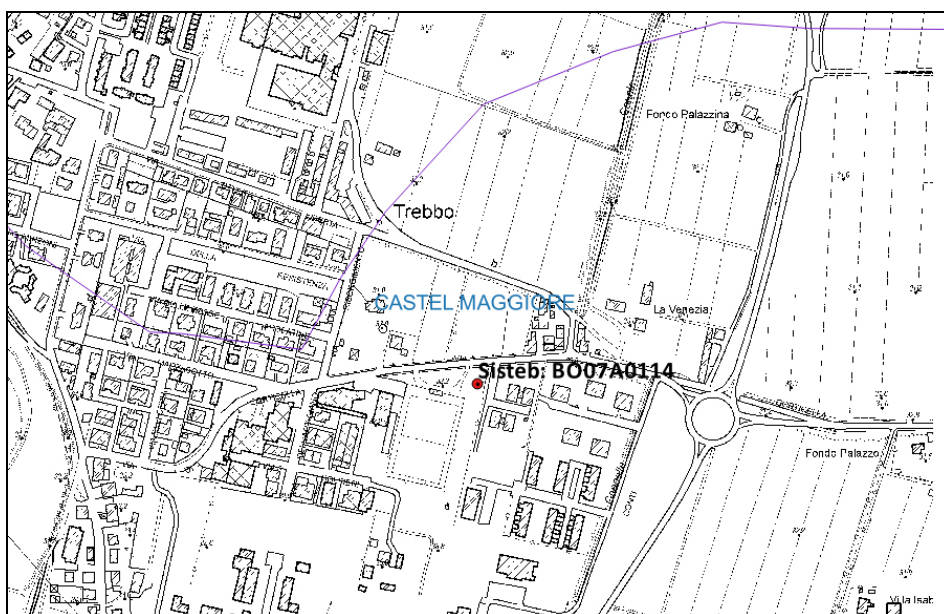
NOTE

SCHEDA RILIEVO PUNTI D'ACQUA

Committente	SPEA S.p.A.
Commessa	111442
Lotto	Intermedia di Pianura
Data	9/9/2016
Comune	Castel Maggiore
Località	Trebbo
Sigla identificativa del punto d'acqua	BO07A0114
Gestore	Polisportiva Vis-Trebbo

UBICAZIONE PUNTO D'ACQUA

Coordinate Gauss Boaga	X = 1684640 m E	Y = 4936183 m N
Quota (m s.l.m.)	32.2	
Distanza dall'opera	270 m	



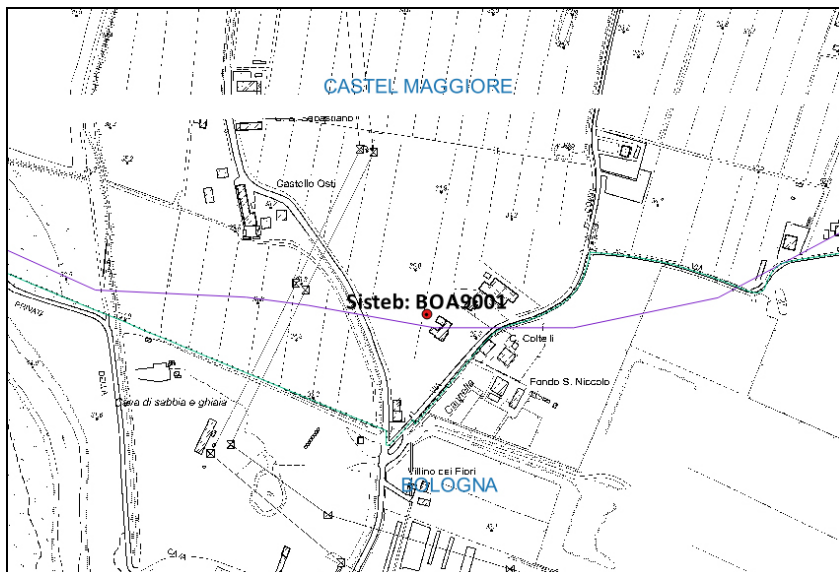
DESCRIZIONE GENERALE DEL PUNTO D'ACQUA				
Contesto strutturale	In roccia		In terreno	x
	Interfaccia T/R		In corrispondenza di fratture in roccia	
	Interfaccia tra litologie a differente permeabilità		In corrispondenze di zone di faglia	
Punto d'acqua captato	si	x	no	
Tipologia d'uso	idropotabile		Industriale	
	irriguo	x		
Bacino di utenza	Utenza privata			
Periodo di utilizzazione	permanente		saltuario	x
	stagionale			
Litologie interessate	nd			
Formazioni	nd			
TIPOLOGIA PUNTO D'ACQUA				
Pozzo	x			
Dimensioni pozzo	nd			
Profondità pozzo	70 m			
Profondità tratto captato	nd			
Livello statico	nd			
Livello dinamico	nd			
Tipo di falda	freatica	x	in pressione	
	mista			
Portata	nd			
Temperatura	nd			
Conducibilità elettrica	nd			
PH	nd			
TDM	nd			
Stratigrafia	nd			
Sorgente				
Periodo di osservazione				
Frequenza misurazioni				
Tipologia di sorgente	Di emergenza della falda		Di trabocco	
	Di contatto		Di sbarramento	
	Di fessura			
Tipologia opera di captazione				
Portata	(m ³ /sec)			
Temperatura	(°)			
Conducibilità elettrica				

NOTE
Gestore irreperibile

SCHEDA RILIEVO PUNTI D'ACQUA

Committente	SPEA S.p.A.
Commessa	111442
Lotto	Intermedia di Pianura
Data	9/9/2016
Comune	Castel Maggiore
Località	Trebbo
Sigla identificativa del punto d'acqua	BOA9001
Gestore	Privato

UBICAZIONE PUNTO D'ACQUA		
Coordinate Gauss Boaga	X = 1684421 m E	Y =4935225 m N
Quota (m s.l.m.)	29	
Distanza dall'opera	480 m	



DESCRIZIONE GENERALE DEL PUNTO D'ACQUA				
Contesto strutturale	In roccia		In terreno	x
	Interfaccia T/R		In corrispondenza di fratture in roccia	
	Interfaccia tra litologie a differente permeabilità		In corrispondenze di zone di faglia	
Punto d'acqua captato	si	x	no	
Tipologia d'uso	idropotabile		Industriale	
	irriguo	x		
Bacino di utenza	Utenza privata			
Periodo di utilizzazione	permanente	x	saltuario	
	stagionale	x		

Litologie interessate	nd			
Formazioni	nd			
TIPOLOGIA PUNTO D'ACQUA				
Pozzo	x			
Dimensioni pozzo	nd			
Profondità pozzo	90 m			
Profondità tratto captato	nd			
Livello statico	nd			
Livello dinamico	nd			
Tipo di falda	freatica	x	in pressione	
	mista			
Portata	10 l/s			
Temperatura	nd			
Conducibilità elettrica	nd			
PH	nd			
TDM	nd			
Stratigrafia	nd			
Sorgente				
Periodo di osservazione				
Frequenza misurazioni				
Tipologia di sorgente	Di emergenza della falda		Di trabocco	
	Di contatto		Di sbarramento	
	Di fessura			
Tipologia opera di captazione				
Portata	(m³/sec)			
Temperatura	(°)			
Conducibilità elettrica				

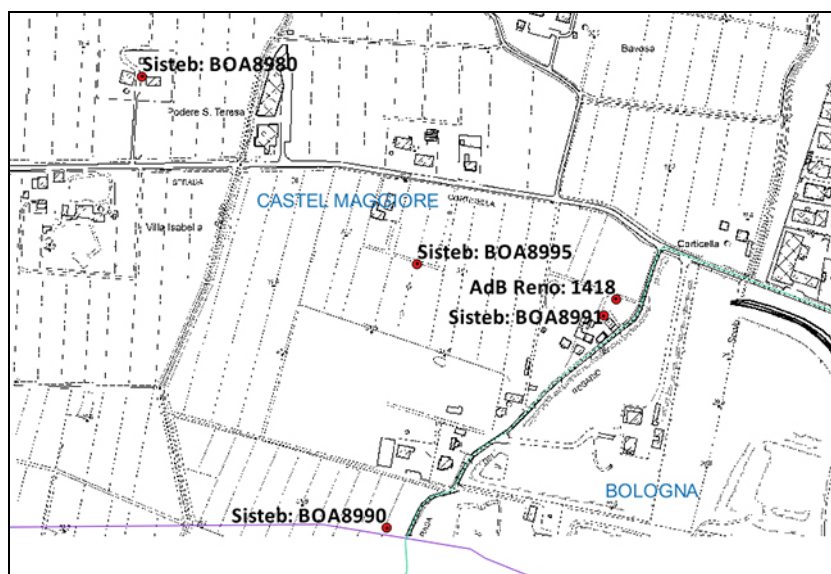
NOTE
Accesso negato dalla proprietà

SCHEDA RILIEVO PUNTI D'ACQUA

Committente	SPEA S.p.A.
Commessa	111442
Lotto	Intermedia di Pianura
Data	9/9/2016
Comune	Castel Maggiore
Località	S. Teresa
Sigla identificativa del punto d'acqua	BOA8980
Gestore	Az. Agricola Bortolotti (dismessa)

UBICAZIONE PUNTO D'ACQUA

Coordinate Gauss Boaga	X = 1685466 m E	Y = 4936254 m N
Quota (m s.l.m.)	31.6	
Distanza dall'opera	120 m	



DESCRIZIONE GENERALE DEL PUNTO D'ACQUA				
Contesto strutturale	In roccia		In terreno	x
	Interfaccia T/R		In corrispondenza di fratture in roccia	
	Interfaccia tra litologie a differente permeabilità		In corrispondenze di zone di faglia	
Punto d'acqua captato	si		no	x
Tipologia d'uso	idropotabile		Industriale	
	irriguo	x		
Bacino di utenza	Utenza privata			
Periodo di utilizzazione	permanente		saltuario	
	stagionale			
Litologie interessate	nd			
Formazioni	nd			
TIPOLOGIA PUNTO D'ACQUA				
Pozzo	x			
Dimensioni pozzo	nd			
Profondità pozzo	110 m			
Profondità tratto captato	nd			
Livello statico	nd			
Livello dinamico	nd			
Tipo di falda	freatica	x	in pressione	
	mista			
Portata	30 l/s			
Temperatura	nd			
Conducibilità elettrica	nd			
PH	nd			
TDM	nd			
Stratigrafia	nd			
Sorgente				
Periodo di osservazione				
Frequenza misurazioni				
Tipologia di sorgente	Di emergenza della falda		Di trabocco	
	Di contatto		Di sbarramento	
	Di fessura			
Tipologia opera di captazione				
Portata	(m ³ /sec)			
Temperatura	(°)			
Conducibilità elettrica				

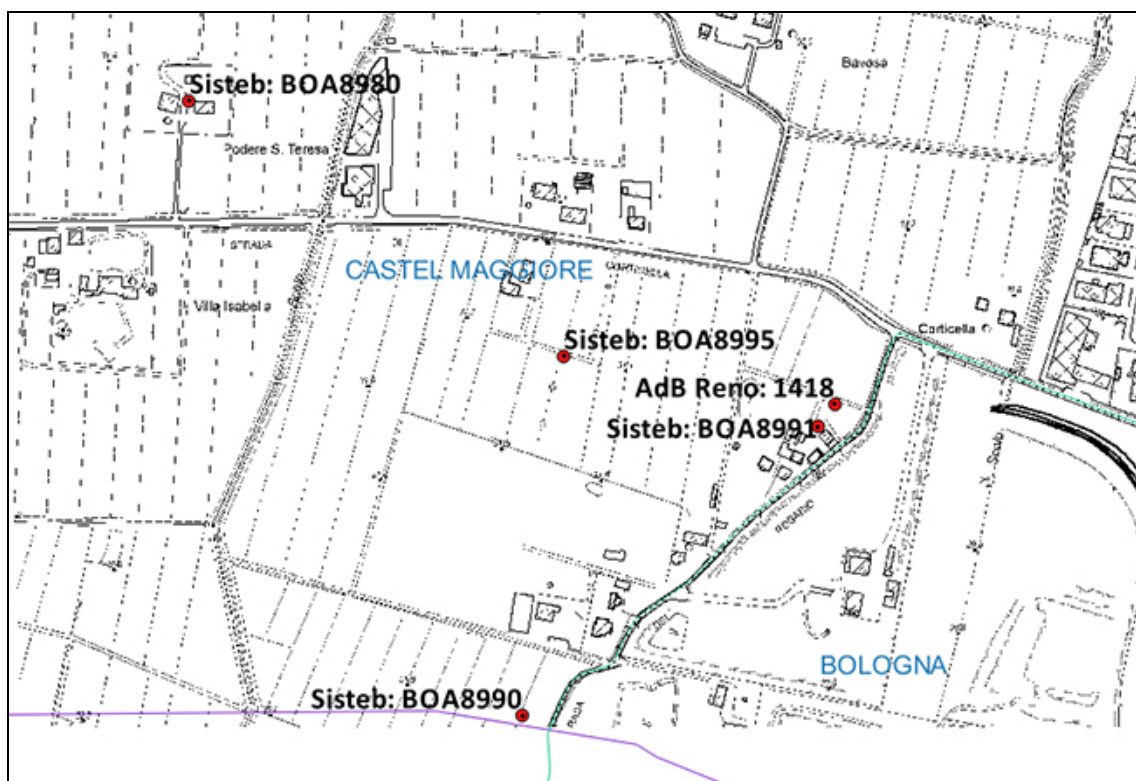
NOTE
Accesso negato dalla proprietà

SCHEDA RILIEVO PUNTI D'ACQUA

Committente	SPEA S.p.A.
Commessa	111442
Lotto	Intermedia di Pianura
Data	9/9/2016
Comune	Castel Maggiore
Località	-
Sigla identificativa del punto d'acqua	BOA8995
Gestore	Privato

UBICAZIONE PUNTO D'ACQUA

Coordinate Gauss Boaga	X = 1685850 m E	Y = 4935996 m N
Quota (m s.l.m.)	31	
Distanza dall'opera	105 m	



DESCRIZIONE GENERALE DEL PUNTO D'ACQUA

Contesto strutturale	In roccia		In terreno	X
	Interfaccia T/R		In corrispondenza di fratture in roccia	
	Interfaccia tra litologie a differente permeabilità		In corrispondenze di zone di faglia	
Punto d'acqua captato	si	X	no	
Tipologia d'uso	idropotabile		Industriale	
	irriguo	X		

Bacino di utenza	Utenza privata			
Periodo di utilizzazione	permanente		saltuario	x
	stagionale	x		
Litologie interessate	nd			
Formazioni	nd			
TIPOLOGIA PUNTO D'ACQUA				
Pozzo	x			
Dimensioni pozzo	nd			
Profondità pozzo	78 m			
Profondità tratto captato	nd			
Livello statico	nd			
Livello dinamico	nd			
Tipo di falda	freatica	x	in pressione	
	mista			
Portata	3 l/s			
Temperatura	nd			
Conducibilità elettrica	nd			
PH	nd			
TDM	nd			
Stratigrafia	nd			
Sorgente				
Periodo di osservazione				
Frequenza misurazioni				
Tipologia di sorgente	Di emergenza della falda		Di trabocco	
	Di contatto		Di sbarramento	
	Di fessura			
Tipologia opera di captazione				
Portata	(m ³ /sec)			
Temperatura	(°)			
Conducibilità elettrica				

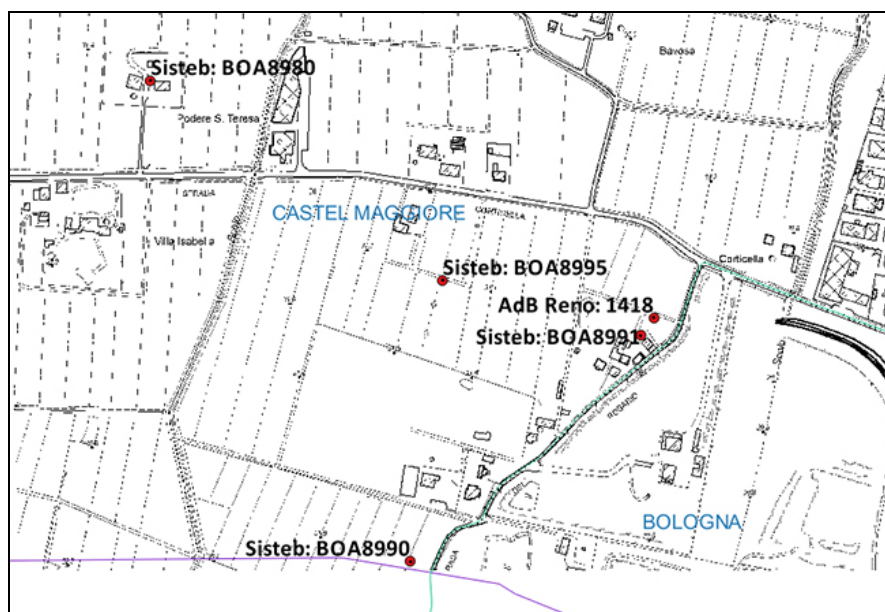
NOTE
Accesso negato dalla proprietà

SCHEDA RILIEVO PUNTI D'ACQUA

Committente	SPEA S.p.A.
Commessa	111442
Lotto	Intermedia di Pianura
Data	9/9/2016
Comune	Castel Maggiore
Località	-
Sigla identificativa del punto d'acqua	AdB Reno 1418
Gestore	Privato

UBICAZIONE PUNTO D'ACQUA

Coordinate Gauss Boaga	X = 1686130 m E	Y = 4935946 m N
Quota (m s.l.m.)	31.5	
Distanza dall'opera	96 m	



DESCRIZIONE GENERALE DEL PUNTO D'ACQUA				
Contesto strutturale	In roccia		In terreno	x
	Interfaccia T/R		In corrispondenza di fratture in roccia	
	Interfaccia tra litologie a differente permeabilità		In corrispondenze di zone di faglia	
Punto d'acqua captato	si	x	no	
Tipologia d'uso	idropotabile		Industriale	
	irriguo	x	piscina	x
Bacino di utenza	Utenza privata			
Periodo di utilizzazione	permanente		saltuario	x
	stagionale	x		
Litologie interessate	nd			
Formazioni	nd			
TIPOLOGIA PUNTO D'ACQUA				
Pozzo	x			
Dimensioni pozzo	100 mm			
Profondità pozzo	65 m			
Profondità tratto captato	nd			
Livello statico	-9.53 m da p.c.			
Livello dinamico	nd			
Tipo di falda	freatica	x	in pressione	
	mista			
Portata	nd			
Temperatura	15.7 °C			
Conducibilità elettrica	1060 µS			
PH	8.21			
TDM	529 ppm			
Stratigrafia	nd			
Sorgente				
Periodo di osservazione				
Frequenza misurazioni				
Tipologia di sorgente	Di emergenza della falda		Di trabocco	
	Di contatto		Di sbarramento	
	Di fessura			
Tipologia opera di captazione				
Portata	(m ³ /sec)			
Temperatura	(°)			
Conducibilità elettrica				

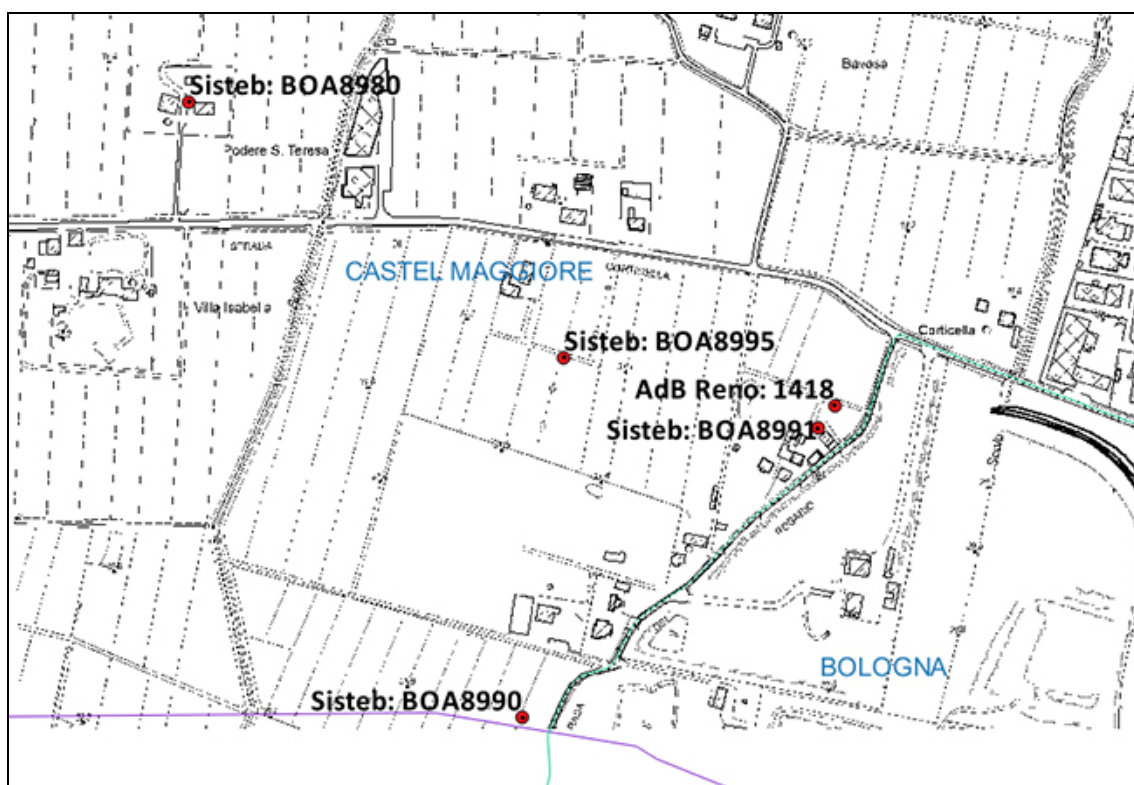
NOTE

SCHEDA RILIEVO PUNTI D'ACQUA

Committente	SPEA S.p.A.
Commessa	111442
Lotto	Intermedia di Pianura
Data	9/9/2016
Comune	Castel Maggiore
Località	-
Sigla identificativa del punto d'acqua	BOA8991
Gestore	Privato

UBICAZIONE PUNTO D'ACQUA

Coordinate Gauss Boaga	X = 1686110 m E	Y = 4935925 m N
Quota (m s.l.m.)	31.5	
Distanza dall'opera	120 m	



DESCRIZIONE GENERALE DEL PUNTO D'ACQUA

Contesto strutturale	In roccia		In terreno	X
	Interfaccia T/R		In corrispondenza di fratture in roccia	
	Interfaccia tra litologie a differente permeabilità		In corrispondenze di zone di faglia	
Punto d'acqua captato	si	X	no	
Tipologia d'uso	idropotabile		Industriale	
	irriguo	X	piscina	X

Bacino di utenza	Utenza privata			
Periodo di utilizzazione	permanente		saltuario	
	stagionale			
Litologie interessate	nd			
Formazioni	nd			
TIPOLOGIA PUNTO D'ACQUA				
Pozzo	x			
Dimensioni pozzo	nd			
Profondità pozzo	10 m			
Profondità tratto captato	nd			
Livello statico	-9.5 m da p.c.			
Livello dinamico	nd			
Tipo di falda	freatica	x	in pressione	
	mista			
Portata	2.5 l/s			
Temperatura	nd			
Conducibilità elettrica	nd			
PH	nd			
TDM	nd			
Stratigrafia	nd			
Sorgente				
Periodo di osservazione				
Frequenza misurazioni				
Tipologia di sorgente	Di emergenza della falda		Di trabocco	
	Di contatto		Di sbarramento	
	Di fessura			
Tipologia opera di captazione				
Portata	(m ³ /sec)			
Temperatura	(°)			
Conducibilità elettrica				

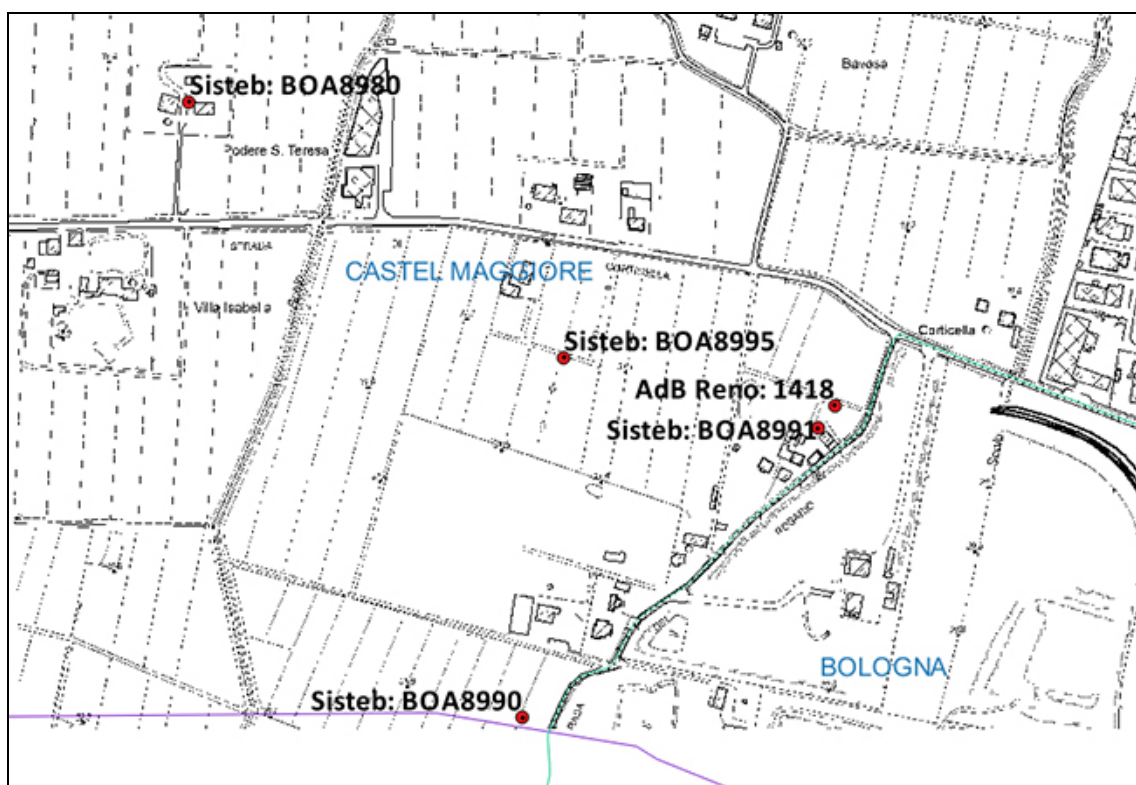
NOTE
Acesso negato dalla proprietà

SCHEDA RILIEVO PUNTI D'ACQUA

Committente	SPEA S.p.A.
Commessa	111442
Lotto	Intermedia di Pianura
Data	9/9/2016
Comune	Castel Maggiore
Località	-
Sigla identificativa del punto d'acqua	BOA8990
Gestore	Privato

UBICAZIONE PUNTO D'ACQUA

Coordinate Gauss Boaga	X = 1685807 m E	Y = 4935627 m N
Quota (m s.l.m.)	31.9	
Distanza dall'opera	537 m	



DESCRIZIONE GENERALE DEL PUNTO D'ACQUA

Contesto strutturale	In roccia		In terreno	X
	Interfaccia T/R		In corrispondenza di fratture in roccia	
	Interfaccia tra litologie a differente permeabilità		In corrispondenze di zone di faglia	
Punto d'acqua captato	si	X	no	
Tipologia d'uso	idropotabile		Industriale	
	irriguo	X	piscina	X

Bacino di utenza	Utenza privata			
Periodo di utilizzazione	permanente		saltuario	
	stagionale			
Litologie interessate	nd			
Formazioni	nd			
TIPOLOGIA PUNTO D'ACQUA				
Pozzo	x			
Dimensioni pozzo	nd			
Profondità pozzo	35 m			
Profondità tratto captato	nd			
Livello statico	nd			
Livello dinamico	nd			
Tipo di falda	freatica	x	in pressione	
	mista			
Portata	4 l/s			
Temperatura	nd			
Conducibilità elettrica	nd			
PH	nd			
TDM	nd			
Stratigrafia	nd			
Sorgente				
Periodo di osservazione				
Frequenza misurazioni				
Tipologia di sorgente	Di emergenza della falda		Di trabocco	
	Di contatto		Di sbarramento	
	Di fessura			
Tipologia opera di captazione				
Portata	(m ³ /sec)			
Temperatura	(°)			
Conducibilità elettrica				

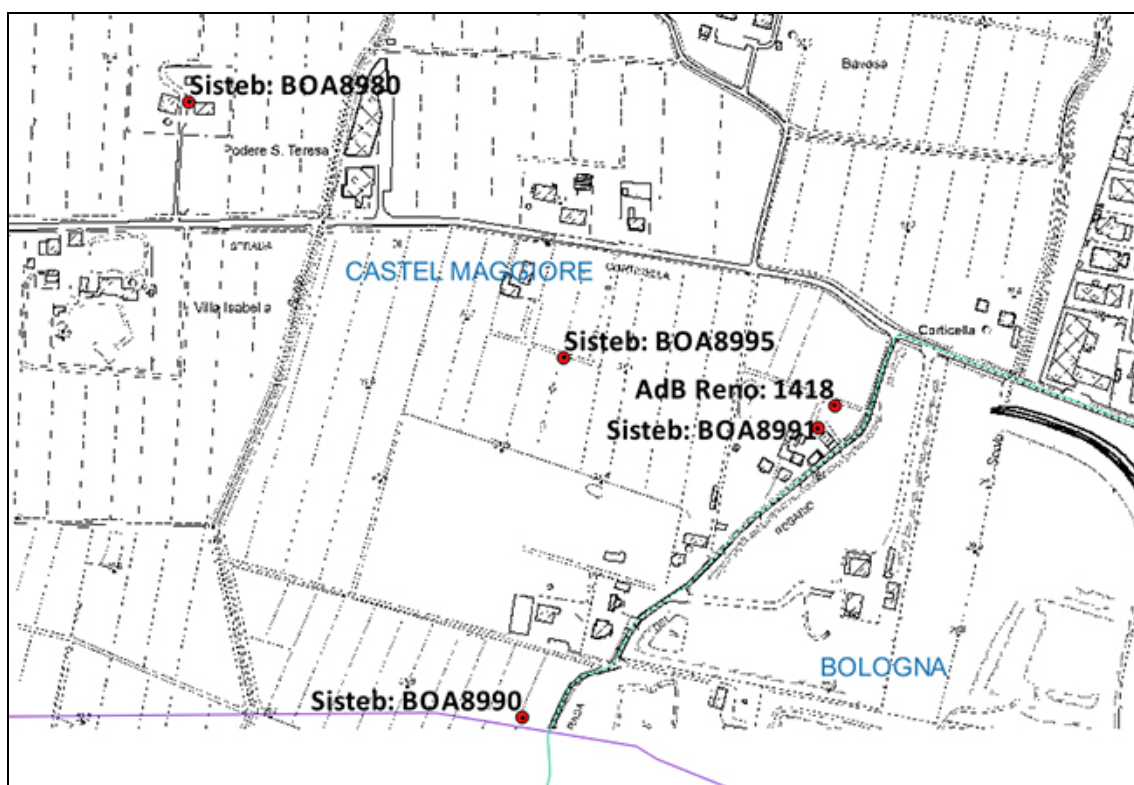
NOTE
Acesso negato dalla proprietà

SCHEDA RILIEVO PUNTI D'ACQUA

Committente	SPEA S.p.A.
Commessa	111442
Lotto	Intermedia di Pianura
Data	9/9/2016
Comune	Castel Maggiore
Località	Caprara
Sigla identificativa del punto d'acqua	BOA8998
Gestore	Privato

UBICAZIONE PUNTO D'ACQUA

Coordinate Gauss Boaga	X = 1685807 m E	Y = 4935627 m N
Quota (m s.l.m.)	31.9	
Distanza dall'opera	537 m	



DESCRIZIONE GENERALE DEL PUNTO D'ACQUA

Contesto strutturale	In roccia		In terreno	X
	Interfaccia T/R		In corrispondenza di fratture in roccia	
	Interfaccia tra litologie a differente permeabilità		In corrispondenze di zone di faglia	
Punto d'acqua captato	si	X	No	
Tipologia d'uso	idropotabile		Industriale	
	irriguo	X	Piscina	X

Bacino di utenza	Utenza privata			
Periodo di utilizzazione	permanente		Saltuario	
	stagionale			
Litologie interessate	Nd			
Formazioni	Nd			
TIPOLOGIA PUNTO D'ACQUA				
Pozzo	X			
Dimensioni pozzo	Nd			
Profondità pozzo	35 m			
Profondità tratto captato	Nd			
Livello statico	Nd			
Livello dinamico	Nd			
Tipo di falda	freatica	x	in pressione	
	mista			
Portata	4 l/s			
Temperatura	Nd			
Conducibilità elettrica	Nd			
PH	Nd			
TDM	Nd			
Stratigrafia	Nd			
Sorgente				
Periodo di osservazione				
Frequenza misurazioni				
Tipologia di sorgente	Di emergenza della falda		Di trabocco	
	Di contatto		Di sbarramento	
	Di fessura			
Tipologia opera di captazione				
Portata	(m ³ /sec)			
Temperatura	(°)			
Conducibilità elettrica				

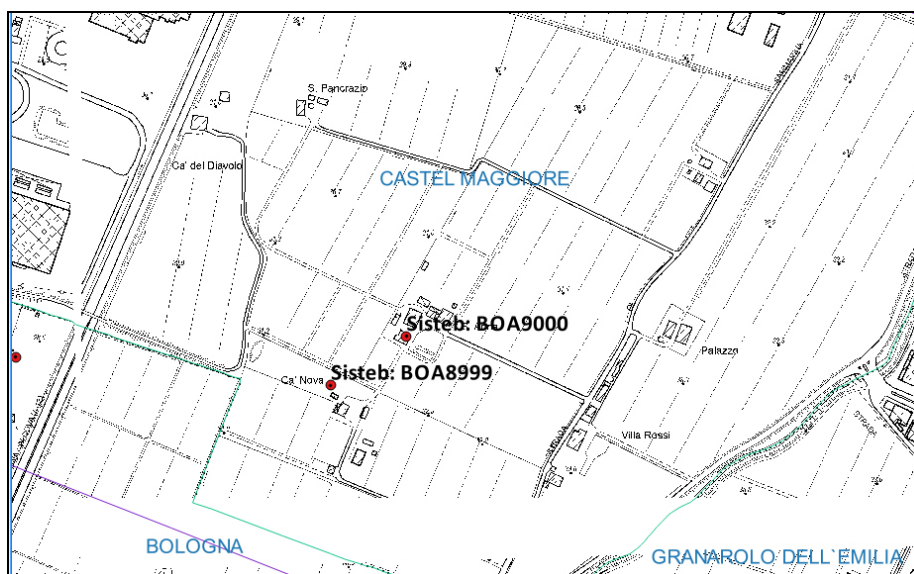
NOTE
Acesso negato dalla proprietà

SCHEDA RILIEVO PUNTI D'ACQUA

Committente	SPEA S.p.A.
Commissa	111442
Lotto	Intermedia di Pianura
Data	9/9/2016
Comune	Castel Maggiore
Località	Cadriano
Sigla identificativa del punto d'acqua	BOA9000
Gestore	Privato

UBICAZIONE PUNTO D'ACQUA

Coordinate Gauss Boaga	X = 1689040 m E	Y = 4935988 m N
Quota (m s.l.m.)	31.0	
Distanza dall'opera	110 m	



DESCRIZIONE GENERALE DEL PUNTO D'ACQUA				
Contesto strutturale	In roccia		In terreno	x
	Interfaccia T/R		In corrispondenza di fratture in roccia	
	Interfaccia tra litologie a differente permeabilità		In corrispondenze di zone di faglia	
Punto d'acqua captato	si	x	No	
Tipologia d'uso	idropotabile		Industriale	
	irriguo	x	Altro	
Bacino di utenza	Utenza privata			
Periodo di utilizzazione	permanente		Saltuario	x
	stagionale	x		
Litologie interessate	Nd			
Formazioni	Nd			
TIPOLOGIA PUNTO D'ACQUA				
Pozzo	X			
Dimensioni pozzo	Nd			
Profondità pozzo	110 m			
Profondità tratto captato	Nd			
Livello statico	15.5 m da p.c.			
Livello dinamico	Nd			
Tipo di falda	freatica	x	in pressione	
	mista			
Portata	Nd			
Temperatura	15.8 °C			
Conducibilità elettrica	556 µS			
PH	8.63			
TDM	280 ppm			
Stratigrafia	Nd			
Sorgente				
Periodo di osservazione				
Frequenza misurazioni				
Tipologia di sorgente	Di emergenza della falda		Di trabocco	
	Di contatto		Di sbarramento	
	Di fessura			
Tipologia opera di captazione				
Portata	(m ³ /sec)			
Temperatura	(°)			
Conducibilità elettrica				

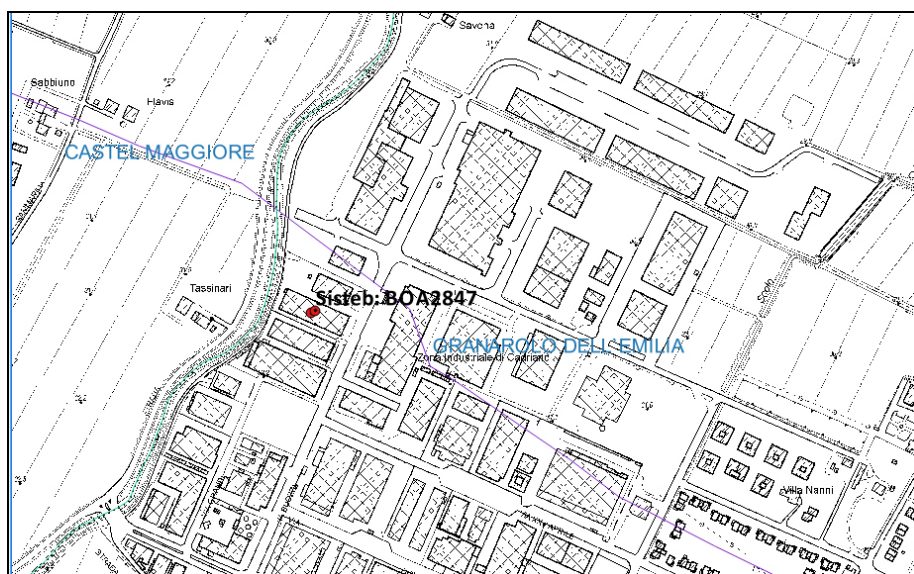
NOTE

SCHEDA RILIEVO PUNTI D'ACQUA

Committente	SPEA S.p.A.
Commessa	111442
Lotto	Intermedia di Pianura
Data	9/9/2016
Comune	Castel Maggiore
Località	Cadriano
Sigla identificativa del punto d'acqua	BOA2847
Gestore	Zinco Brill SRL

UBICAZIONE PUNTO D'ACQUA

Coordinate Gauss Boaga	X = 1689931 m E	Y = 4936151 m N
Quota (m s.l.m.)	32.0	
Distanza dall'opera	530 m	



DESCRIZIONE GENERALE DEL PUNTO D'ACQUA				
Contesto strutturale	In roccia		In terreno	x
	Interfaccia T/R		In corrispondenza di fratture in roccia	
	Interfaccia tra litologie a differente permeabilità		In corrispondenze di zone di faglia	
Punto d'acqua captato	si	x	No	
Tipologia d'uso	idropotabile		Industriale	x
	irriguo		Altro	
Bacino di utenza	Zinco Brill SRL			
Periodo di utilizzazione	permanente	x	Saltuario	
	stagionale			
Litologie interessate	Alternanze argille-sabbie			
Formazioni	Nd			
TIPOLOGIA PUNTO D'ACQUA				
Pozzo	X			
Dimensioni pozzo	180 mm			
Profondità pozzo	96 m			
Profondità tratto captato	55.5÷57.5 - 62÷65.5 - 81÷83 m da p.c.			
Livello statico	Nd			
Livello dinamico	Nd			
Tipo di falda	freatica	x	in pressione	
	mista	x		
Portata	3.5 l/s			
Temperatura	20.3 °C			
Conducibilità elettrica	640 µS			
PH	7.69			
TDM	315 ppm			
Stratigrafia	Allegata			
Sorgente				
Periodo di osservazione				
Frequenza misurazioni				
Tipologia di sorgente	Di emergenza della falda		Di trabocco	
	Di contatto		Di sbarramento	
	Di fessura			
Tipologia opera di captazione				
Portata	(m ³ /sec)			
Temperatura	(°)			
Conducibilità elettrica				

NOTE
Allegata stratigrafia

SCHEDA RILIEVO PUNTI D'ACQUA

Committente	SPEA S.p.A.
Commessa	111442
Lotto	Intermedia di Pianura
Data	9/9/2016
Comune	Castel Maggiore
Località	Cadriano
Sigla identificativa del punto d'acqua	BOA12709
Gestore	Venturi Arte SRL

UBICAZIONE PUNTO D'ACQUA

Coordinate Gauss Boaga	X = 1689956 m E	Y = 4935751 m N
Quota (m s.l.m.)	32.3	
Distanza dall'opera	150 m	



DESCRIZIONE GENERALE DEL PUNTO D'ACQUA				
Contesto strutturale	In roccia		In terreno	x
	Interfaccia T/R		In corrispondenza di fratture in roccia	
	Interfaccia tra litologie a differente permeabilità		In corrispondenze di zone di faglia	
Punto d'acqua captato	si	x	No	
Tipologia d'uso	idropotabile		Industriale	
	irriguo	x	Altro	
Bacino di utenza	Venturi Arte SRL			
Periodo di utilizzazione	permanente	x	Saltuario	
	stagionale			
Litologie interessate	Alternanze argille-limi sabbiosi			
Formazioni	Nd			
TIPOLOGIA PUNTO D'ACQUA				
Pozzo	X			
Dimensioni pozzo	100 mm			
Profondità pozzo	17 m			
Profondità tratto captato	10÷11 - 16÷17 m da p.c.			
Livello statico	2.45 da p.c.			
Livello dinamico	Nd			
Tipo di falda	freatica	x	in pressione	
	mista			
Portata	1.0 l/s			
Temperatura	23.1 °C			
Conducibilità elettrica	1218 µS			
PH	7.17			
TDM	609 ppm			
Stratigrafia	Allegata			
Sorgente				
Periodo di osservazione				
Frequenza misurazioni				
Tipologia di sorgente	Di emergenza della falda		Di trabocco	
	Di contatto		Di sbarramento	
	Di fessura			
Tipologia opera di captazione				
Portata	(m ³ /sec)			
Temperatura	(°)			
Conducibilità elettrica				

NOTE
Allegata stratigrafia

EDIL POZZI

di Modena G. & C. s.n.c.

PERFORAZIONE DI POZZI NORTON
CON POSA IN OPERA DI TUBI IN CEMENTO Ø cm. 100

VENTURI ARTE s.r.l.
Via Matteotti, 32
40057 Cadriano di Granarolo E. (BO)
Part. IVA 00564981207
Cod. Fisc. 02257920377

SCHEDA DATI TECNICI

☐ POZZO TRIVELLATO

Ø 80

GIÀ ESISTENTE

Ø 100

☒ POZZO A VANGA
O NORTON
IN TUBI CEMENTO

Ø 100

Pozzo Ø cm. _____ già esistente m. _____

Da m. 000 a m. 3 TER AGRARIO

Da m. 3 a m. 10 ARGILLA

Da m. 10 a m. 11 SABBIA

Da m. 11 a m. 16 ARGILLA

Da m. 16 a m. 17 SABBIA

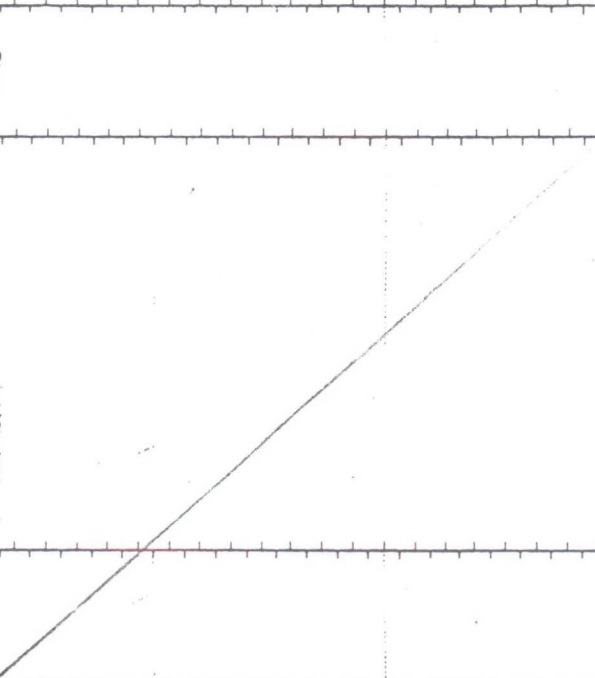
Profondità complessiva raggiunta m. 17



STRATIGRAFIA

Profondità (m)	Profilo litologico	Descrizione litologica	Acquiferi	Sezione	Tubazione del pozzo Descrizione
-------------------	-----------------------	------------------------	-----------	---------	------------------------------------

3		TERRENO AGRARIO	NO		
7		LIMO-ARGILLA	SI		
11		ARGILLA OCUPATA	NO		TUBI GENOVIO
13		LIMO	SI		DIAM. CM. 100
14		ARGILLA	NO		

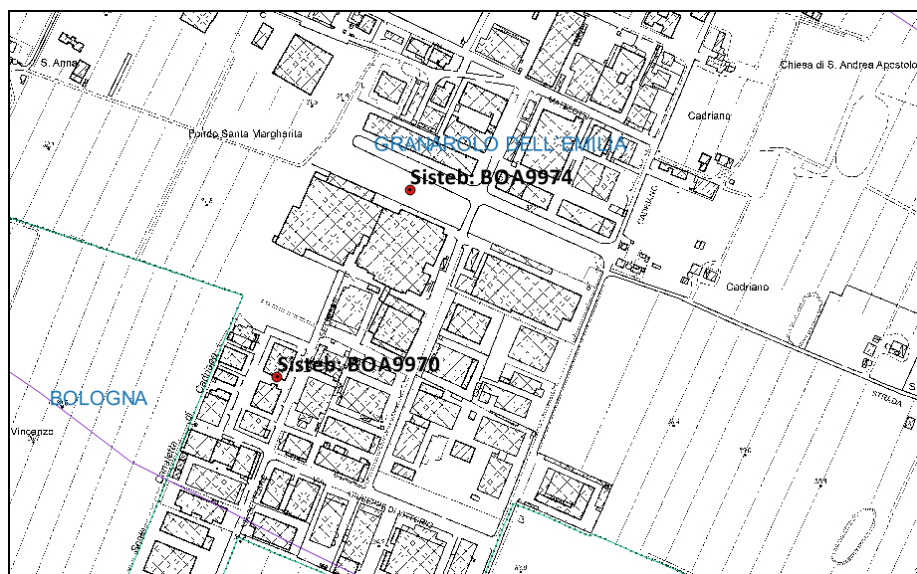


SCHEDA RILIEVO PUNTI D'ACQUA

Committente	SPEA S.p.A.
Commissa	111442
Lotto	Intermedia di Pianura
Data	9/9/2016
Comune	Granarolo dell'Emilia
Località	Cadriano
Sigla identificativa del punto d'acqua	BOA9974
Gestore	Az. Agr. Sez. VI colture arboree Università di Bologna

UBICAZIONE PUNTO D'ACQUA

Coordinate Gauss Boaga	X = 1690178 m E	Y = 4935410 m N
Quota (m s.l.m.)	32.2	
Distanza dall'opera	10 m	



DESCRIZIONE GENERALE DEL PUNTO D'ACQUA				
Contesto strutturale	In roccia		In terreno	x
	Interfaccia T/R		In corrispondenza di fratture in roccia	
	Interfaccia tra litologie a differente permeabilità		In corrispondenze di zone di faglia	
Punto d'acqua captato	si	x	No	
Tipologia d'uso	idropotabile		Industriale	
	irriguo	x	Altro	
Bacino di utenza	Az. Agr. Sez. VI colture arboree Università di Bologna			
Periodo di utilizzazione	permanente	x	Saltuario	
	stagionale			
Litologie interessate	Nd			
Formazioni	Nd			
TIPOLOGIA PUNTO D'ACQUA				
Pozzo	X			
Dimensioni pozzo	Nd			
Profondità pozzo	120 m			
Profondità tratto captato	Nd			
Livello statico	Nd			
Livello dinamico	Nd			
Tipo di falda	freatica		in pressione	
	mista			
Portata	10.0 l/s			
Temperatura	Nd			
Conducibilità elettrica	Nd			
PH	Nd			
TDM	Nd			
Stratigrafia	Nd			
Sorgente				
Periodo di osservazione				
Frequenza misurazioni				
Tipologia di sorgente	Di emergenza della falda		Di trabocco	
	Di contatto		Di sbarramento	
	Di fessura			
Tipologia opera di captazione				
Portata	(m ³ /sec)			
Temperatura	(°)			
Conducibilità elettrica				

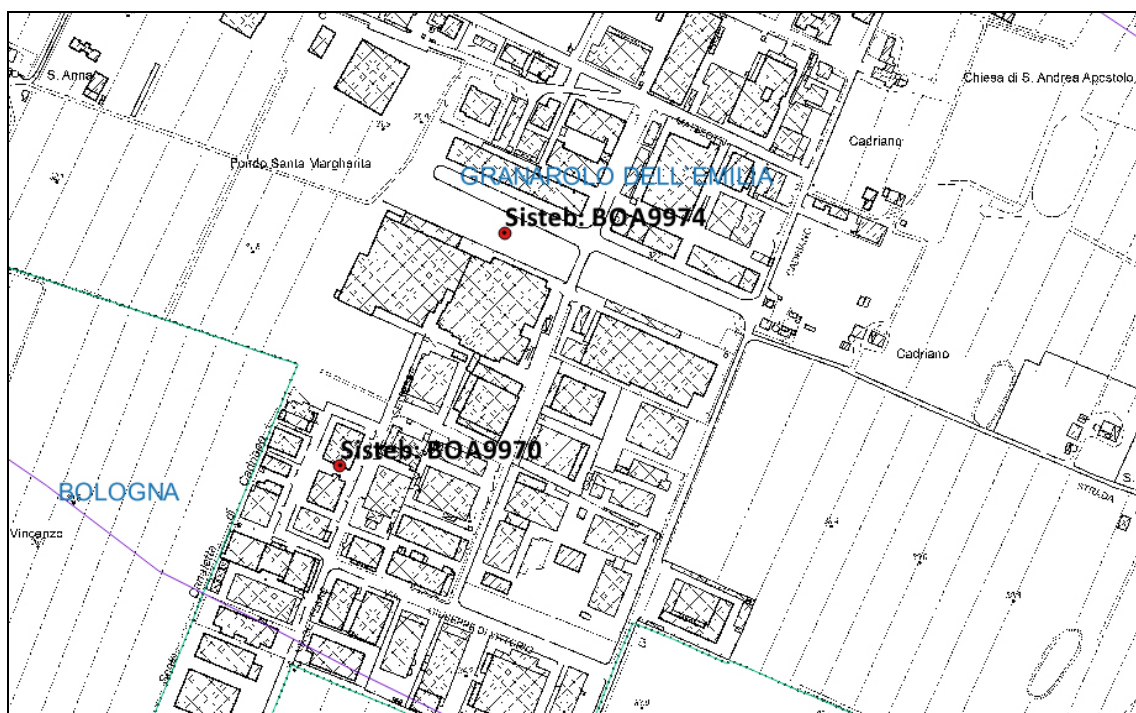
NOTE
Ubicazione non verificata
Accesso negato

SCHEDA RILIEVO PUNTI D'ACQUA

Committente	SPEA S.p.A.
Commessa	111442
Lotto	Intermedia di Pianura
Data	9/9/2016
Comune	Granarolo dell'Emilia
Località	Cadriano
Sigla identificativa del punto d'acqua	BOA9970
Gestore	Plastical SRL

UBICAZIONE PUNTO D'ACQUA

Coordinate Gauss Boaga	X = 1690000 m E	Y = 4935161 m N
Quota (m s.l.m.)	33.0	
Distanza dall'opera	288 m	



DESCRIZIONE GENERALE DEL PUNTO D'ACQUA				
Contesto strutturale	In roccia		In terreno	x
	Interfaccia T/R		In corrispondenza di fratture in roccia	
	Interfaccia tra litologie a differente permeabilità		In corrispondenze di zone di faglia	
Punto d'acqua captato	si	x	No	
Tipologia d'uso	idropotabile		Industriale	x
	irriguo		Altro	x
Bacino di utenza	Plastical SRL			
Periodo di utilizzazione	permanente	x	Saltuario	
	stagionale			
Litologie interessate	Nd			
Formazioni	Nd			
TIPOLOGIA PUNTO D'ACQUA				
Pozzo	X			
Dimensioni pozzo	Nd			
Profondità pozzo	107 m			
Profondità tratto captato	Nd			
Livello statico	Nd			
Livello dinamico	Nd			
Tipo di falda	freatica		in pressione	
	mista			
Portata	5.0 l/s			
Temperatura	Nd			
Conducibilità elettrica	Nd			
PH	Nd			
TDM	Nd			
Stratigrafia	Nd			
Sorgente				
Periodo di osservazione				
Frequenza misurazioni				
Tipologia di sorgente	Di emergenza della falda		Di trabocco	
	Di contatto		Di sbarramento	
	Di fessura			
Tipologia opera di captazione				
Portata	(m ³ /sec)			
Temperatura	(°)			
Conducibilità elettrica				

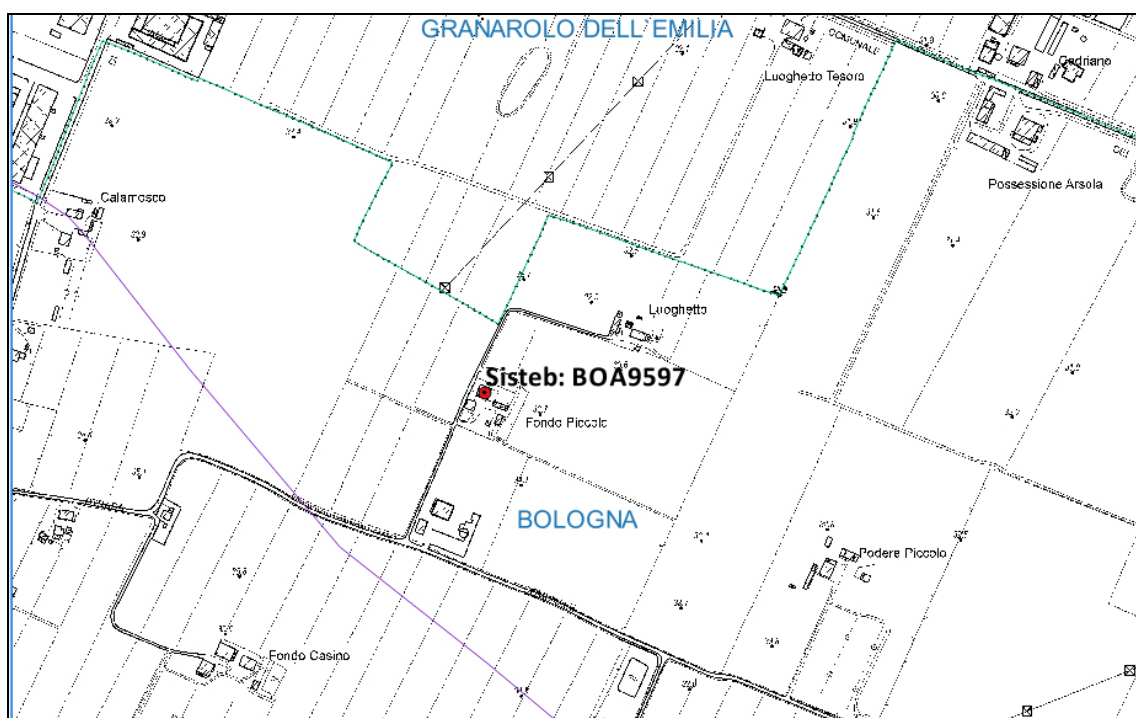
NOTE
Accesso negato

SCHEMA RILIEVO PUNTI D'ACQUA

Committente	SPEA S.p.A.
Commissa	111442
Lotto	Intermedia di Pianura
Data	9/9/2016
Comune	Bologna
Località	-
Sigla identificativa del punto d'acqua	BOA9597
Gestore	Privato

UBICAZIONE PUNTO D'ACQUA

Coordinate Gauss Boaga	X = 1690726 m E	Y = 4934613 m N
Quota (m s.l.m.)	33.7	
Distanza dall'opera	205 m	



DESCRIZIONE GENERALE DEL PUNTO D'ACQUA				
Contesto strutturale	In roccia		In terreno	x
	Interfaccia T/R		In corrispondenza di fratture in roccia	
	Interfaccia tra litologie a differente permeabilità		In corrispondenze di zone di faglia	
Punto d'acqua captato	si	x	No	
Tipologia d'uso	idropotabile		Industriale	
	irriguo	x	Altro	
Bacino di utenza	Plastical SRL			
Periodo di utilizzazione	permanente		Saltuario	x
	stagionale			
Litologie interessate	Nd			
Formazioni	Nd			
TIPOLOGIA PUNTO D'ACQUA				
Pozzo	X			
Dimensioni pozzo	Nd			
Profondità pozzo	6 m			
Profondità tratto captato	Nd			
Livello statico	Nd			
Livello dinamico	Nd			
Tipo di falda	freatica	x	in pressione	
	mista			
Portata	Nd			
Temperatura	Nd			
Conducibilità elettrica	Nd			
PH	Nd			
TDM	Nd			
Stratigrafia	Nd			
Sorgente				
Periodo di osservazione				
Frequenza misurazioni				
Tipologia di sorgente	Di emergenza della falda		Di trabocco	
	Di contatto		Di sbarramento	
	Di fessura			
Tipologia opera di captazione				
Portata	(m ³ /sec)			
Temperatura	(°)			
Conducibilità elettrica				

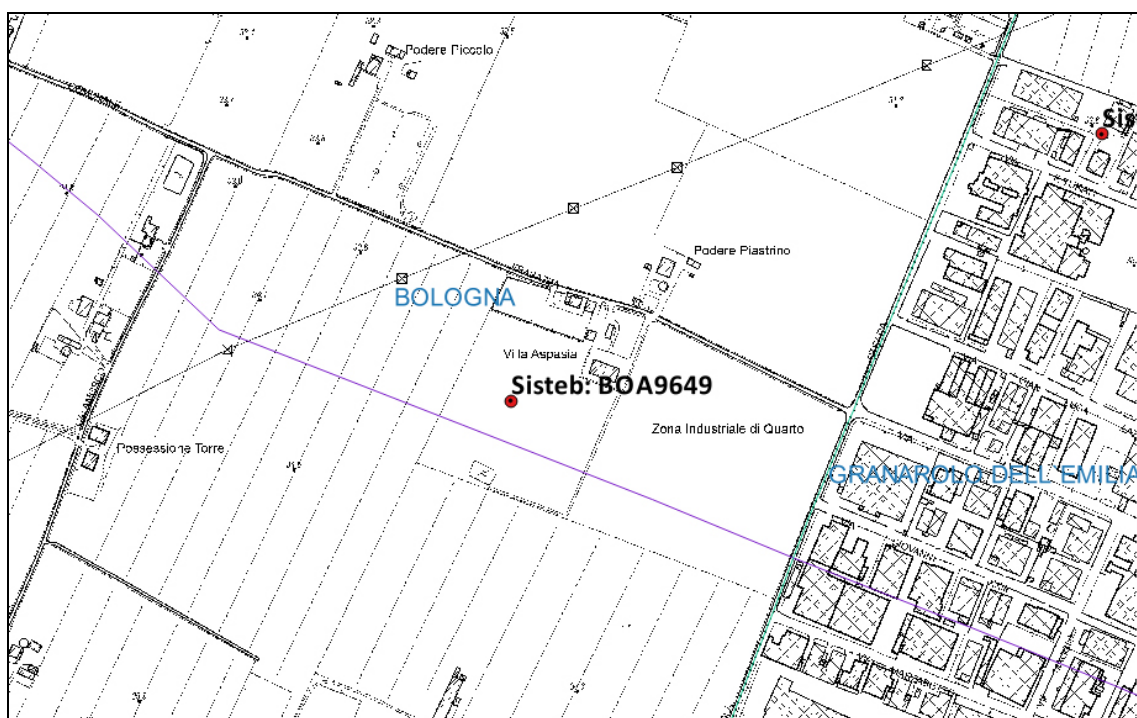
NOTE
Accesso negato

SCHEDA RILIEVO PUNTI D'ACQUA

Committente	SPEA S.p.A.
Commissa	111442
Lotto	Intermedia di Pianura
Data	9/9/2016
Comune	Bologna
Località	-
Sigla identificativa del punto d'acqua	BOA9649
Gestore	Privato

UBICAZIONE PUNTO D'ACQUA

Coordinate Gauss Boaga	X = 1691243 m E	Y = 4934064 m N
Quota (m s.l.m.)	33.6	
Distanza dall'opera	530 m	



DESCRIZIONE GENERALE DEL PUNTO D'ACQUA				
Contesto strutturale	In roccia		In terreno	x
	Interfaccia T/R		In corrispondenza di fratture in roccia	
	Interfaccia tra litologie a differente permeabilità		In corrispondenze di zone di faglia	
Punto d'acqua captato	si	x	No	
Tipologia d'uso	idropotabile		Industriale	
	irriguo	x	Altro	
Bacino di utenza	Plastical SRL			
Periodo di utilizzazione	permanente	x	Saltuario	
	stagionale			
Litologie interessate	Nd			
Formazioni	Nd			
TIPOLOGIA PUNTO D'ACQUA				
Pozzo	X			
Dimensioni pozzo	Nd			
Profondità pozzo	90 m			
Profondità tratto captato	Nd			
Livello statico	Nd			
Livello dinamico	Nd			
Tipo di falda	freatica		in pressione	
	mista			
Portata	Nd			
Temperatura	Nd			
Conducibilità elettrica	Nd			
PH	Nd			
TDM	Nd			
Stratigrafia	Nd			
Sorgente				
Periodo di osservazione				
Frequenza misurazioni				
Tipologia di sorgente	Di emergenza della falda		Di trabocco	
	Di contatto		Di sbarramento	
	Di fessura			
Tipologia opera di captazione				
Portata	(m ³ /sec)			
Temperatura	(°)			
Conducibilità elettrica				

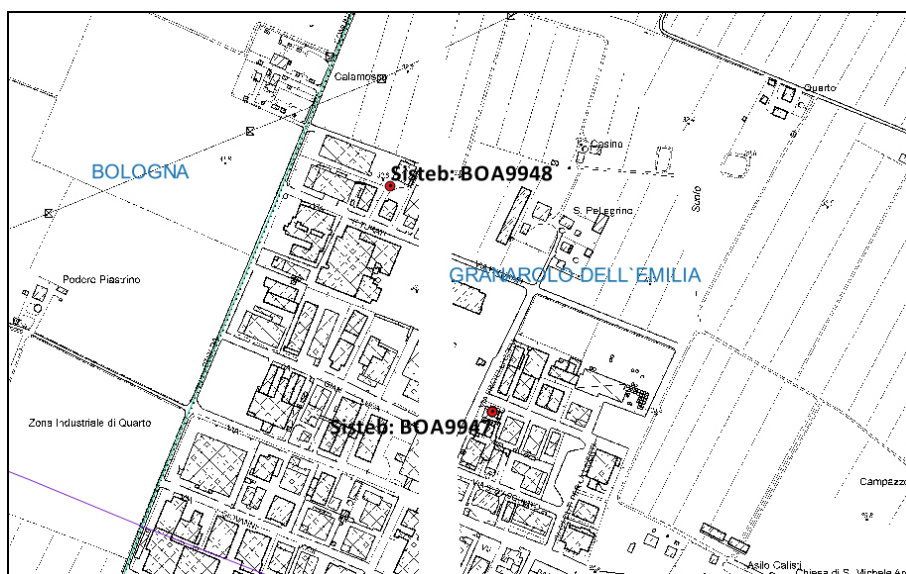
NOTE
Accesso negato

SCHEDA RILIEVO PUNTI D'ACQUA

Committente	SPEA S.p.A.
Commessa	111442
Lotto	Intermedia di Pianura
Data	9/9/2016
Comune	Granarolo dell'Emilia
Località	-
Sigla identificativa del punto d'acqua	BOA9948
Gestore	Az. Agricola Barilli Oreste e Dino

UBICAZIONE PUNTO D'ACQUA

Coordinate Gauss Boaga	X = 1691875 m E	Y = 4934352 m N
Quota (m s.l.m.)	33.6	
Distanza dall'opera	155 m	



DESCRIZIONE GENERALE DEL PUNTO D'ACQUA				
Contesto strutturale	In roccia		In terreno	x
	Interfaccia T/R		In corrispondenza di fratture in roccia	
	Interfaccia tra litologie a differente permeabilità		In corrispondenze di zone di faglia	
Punto d'acqua captato	si	x	No	
Tipologia d'uso	idropotabile		Industriale	
	irriguo	x	Altro	
Bacino di utenza				
Periodo di utilizzazione	permanente	x	Saltuario	
	stagionale			
Litologie interessate	Nd			
Formazioni	Nd			
TIPOLOGIA PUNTO D'ACQUA				
Pozzo	X			
Dimensioni pozzo	Nd			
Profondità pozzo	80 m			
Profondità tratto captato	Nd			
Livello statico	Nd			
Livello dinamico	Nd			
Tipo di falda	freatica		in pressione	
	mista			
Portata	1 l/s			
Temperatura	Nd			
Conducibilità elettrica	Nd			
PH	Nd			
TDM	Nd			
Stratigrafia	Nd			
Sorgente				
Periodo di osservazione				
Frequenza misurazioni				
Tipologia di sorgente	Di emergenza della falda		Di trabocco	
	Di contatto		Di sbarramento	
	Di fessura			
Tipologia opera di captazione				
Portata	(m ³ /sec)			
Temperatura	(°)			
Conducibilità elettrica				

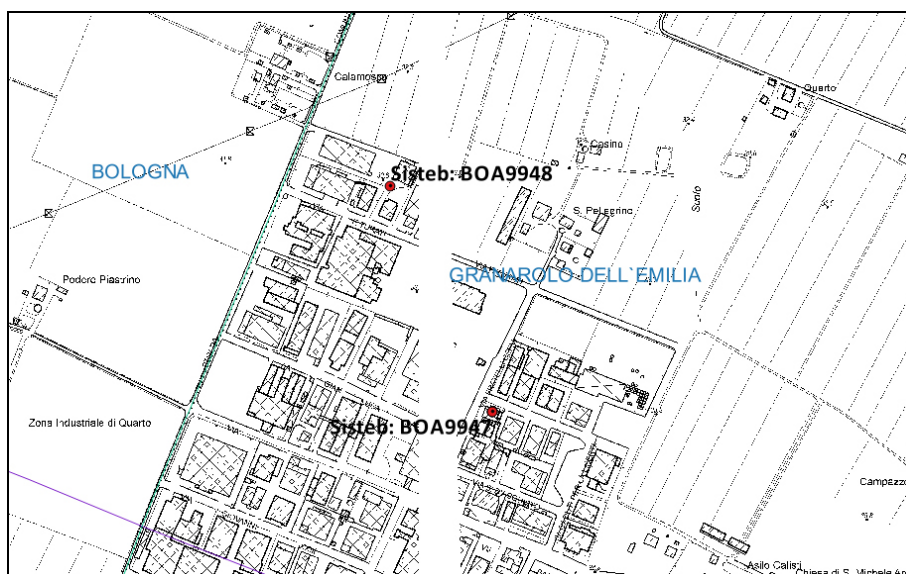
NOTE
Ubicazione in carta errata e proprietà irreperibile

SCHEDA RILIEVO PUNTI D'ACQUA

Committente	SPEA S.p.A.
Commessa	111442
Lotto	Intermedia di Pianura
Data	9/9/2016
Comune	Granarolo dell'Emilia
Località	-
Sigla identificativa del punto d'acqua	BOA9947
Gestore	Brenntag SPA

UBICAZIONE PUNTO D'ACQUA

Coordinate Gauss Boaga	X = 1692011 m E	Y = 4934050 m N
Quota (m s.l.m.)	33.3	
Distanza dall'opera	345 m	



DESCRIZIONE GENERALE DEL PUNTO D'ACQUA				
Contesto strutturale	In roccia		In terreno	x
	Interfaccia T/R		In corrispondenza di fratture in roccia	
	Interfaccia tra litologie a differente permeabilità		In corrispondenze di zone di faglia	
Punto d'acqua captato	si	x	No	
Tipologia d'uso	idropotabile		Industriale	x
	irriguo		Altro	
Bacino di utenza				
Periodo di utilizzazione	permanente		Saltuario	
	stagionale			
Litologie interessate	Nd			
Formazioni	Nd			
TIPOLOGIA PUNTO D'ACQUA				
Pozzo	X			
Dimensioni pozzo	Nd			
Profondità pozzo	64 m			
Profondità tratto captato	Nd			
Livello statico	Nd			
Livello dinamico	Nd			
Tipo di falda	freatica		in pressione	
	mista			
Portata	5 l/s			
Temperatura	Nd			
Conducibilità elettrica	Nd			
PH	Nd			
TDM	Nd			
Stratigrafia	Nd			
Sorgente				
Periodo di osservazione				
Frequenza misurazioni				
Tipologia di sorgente	Di emergenza della falda		Di trabocco	
	Di contatto		Di sbarramento	
	Di fessura			
Tipologia opera di captazione				
Portata	(m ³ /sec)			
Temperatura	(°)			
Conducibilità elettrica				

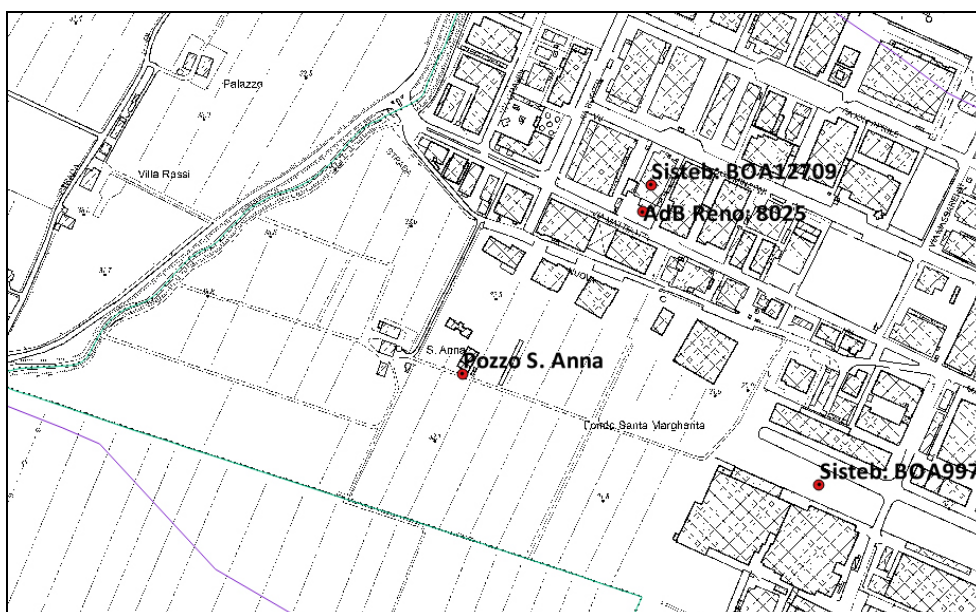
NOTE
Zona industriale dismessa

SCHEMA RILIEVO PUNTI D'ACQUA

Committente	SPEA S.p.A.
Commissa	111442
Lotto	Intermedia di Pianura
Data	10/10/2016
Comune	Granarolo dell'Emilia
Località	Cadriano
Sigla identificativa del punto d'acqua	-
Gestore	Az. Agricola S. Anna

UBICAZIONE PUNTO D'ACQUA

Coordinate Gauss Boaga	X = 1689731 m E	Y = 4935549 m N
Quota (m s.l.m.)	32.2	
Distanza dall'opera	95 m	



DESCRIZIONE GENERALE DEL PUNTO D'ACQUA				
Contesto strutturale	In roccia		In terreno	X
	Interfaccia T/R		In corrispondenza di fratture in roccia	
	Interfaccia tra litologie a differente permeabilità		In corrispondenze di zone di faglia	
Punto d'acqua captato	si	X	No	
Tipologia d'uso	idropotabile		Industriale	
	irriguo	X	Altro	
Bacino di utenza				
Periodo di utilizzazione	permanente	X	Saltuario	
	stagionale			
Litologie interessate	Nd			
Formazioni	Nd			
TIPOLOGIA PUNTO D'ACQUA				
Pozzo	X			
Dimensioni pozzo	180 mm			
Profondità pozzo	50 m			
Profondità tratto captato	Nd			
Livello statico	3.5 m da p.c.			
Livello dinamico	Nd			
Tipo di falda	freatica		in pressione	
	mista	X		
Portata	5 l/s			
Temperatura	21.7 °C			
Conducibilità elettrica	1118 µS			
PH	7.1			
TDM	619 ppm			
Stratigrafia	Nd			
Sorgente				
Periodo di osservazione				
Frequenza misurazioni				
Tipologia di sorgente	Di emergenza della falda		Di trabocco	
	Di contatto		Di sbarramento	
	Di fessura			
Tipologia opera di captazione				
Portata	(m ³ /sec)			
Temperatura	(°)			
Conducibilità elettrica				

NOTE
-

ALLEGATO 2:

TABULATI DELLE LETTURE PIEZOMETRICHE EFFETTUATE

INTERMEDIA DI PIANURA - PIEZOMETRI														
				TUBO APERTO		CASAGRANDE 1				CASAGRANDE 2				
COD. STRUM.	PROFONDITA' (m) da stratigrafia			DATA	SOGGIACENZA (m da p.c.)	FONDO TUBO (m da p.c.)	TUBO 1		TUBO 2		TUBO 1		TUBO 2	
	T.A. (tratto fessurato)	CELLA 1	CELLA 2				SOGGIACENZA (m da p.c.)	FONDO TUBO (m da p.c.)	SOGGIACENZA (m da p.c.)	FONDO TUBO (m da p.c.)	SOGGIACENZA (m da p.c.)	FONDO TUBO (m da p.c.)	SOGGIACENZA (m da p.c.)	FONDO TUBO (m da p.c.)
IP1	3-18	30,0		10/11/2016	7,43	18,00	6,22	30,00	6,22	30,00				
				04/04/2017	9,22	17,45	11,86	29,65	9,45	29,65				
				01/06/2017	9,42	17,45	9,33	29,65	9,33	29,65				
				30/06/2017	9,53	17,45	9,85	29,65	9,85	29,65				
				02/08/2017	9,75	17,45	10,16	29,65	10,16	29,65				
				11/04/2018	10,65	17,45	10,78	29,65	10,78	29,65				
				21/08/2020	11,35	17,20	12,06	29,50	12,09	29,50				
				24/02/2021	8,57	16,80	14,57	23,7-INTASATO	12,07	29,50				
				27/10/2021	12,01	16,03	12,78	29,50	12,80	29,50				
IP2	3-30			08/11/2016	12,15	30,00								
				04/04/2017	14,11	28,85								
				01/06/2017	14,30	28,85								
				30/06/2017	14,55	28,85								
				02/08/2017	14,85	28,85								
				11/04/2018	15,40	28,50								
				21/08/2020	16,62	28,10								
				24/02/2021	16,56	28,10								
				27/10/2021	17,26	28,10								
IP4	3-30	40,0		13/09/2016	7,30	30,00	-	-	-	-				
				04/04/2017	7,37	29,71	9,66	41,15	9,63	41,15				
				01/06/2017	8,53	29,71	9,82	41,15	9,82	41,15				
				30/06/2017	10,07	29,50	10,15	41,00	10,15	41,00				
				02/08/2017	6,90	-	10,54	-	10,54					
				21/08/2020	sepolto dall'alluvionamento del Reno									
				24/02/2021	sepolto dal cantiere "Consorzio Bonifica Renana"									
IP5	3-40			15/09/2016	11,10	40,00								
				04/04/2017	9,06	29,8-INTASATO								
				01/06/2017	8,10	29,8-INTASATO								
				30/06/2017	8,42	26,00								
				06/07/2017	8,10	25,70								
				02/08/2017	7,62	25,70								
				05/10/2017	9,05	25,40								
				19/04/2018	10,52	25,05								
				26/09/2018	7,72	24,50								
				21/08/2020	sepolto dall'alluvionamento del Reno									
24/02/2021	sepolto dal cantiere "Consorzio Bonifica Renana"													
IP7	5-35			31/08/2016	3,19	35,00								
				04/04/2017	2,58	32,00								
				30/06/2017	3,15	32,00								
				06/07/2017	3,01	31,50								
				02/08/2017	3,20	31,50								
				05/10/2017	3,15	31,50								
				19/04/2018	2,15	31,50								
				26/09/2018	3,33	31,50								
				11/06/2019	2,61	31,50								
				21/08/2020	3,65	31,00								
				03/09/2020	3,81	31,00								
				24/02/2021	3,24	31,00								
				27/10/2021	4,02	31,00								
S1PE(A13)	6-18	34,0		31/05/2018	5,15	21,50	6,15	34,00	6,15	34,00				
				26/07/2018	5,37	21,50	6,50	34,00	6,50	34,00				
				20/09/2018	5,65	21,50	7,04	34,00	7,04	34,00				
				21/08/2020	5,95	21,50	7,45	34,00	7,45	34,00				
				24/06/2021	5,86	21,50	7,30	34,00	7,29	34,00				
IP-S1	6-12			01/09/2021	2,73	13,69								
				27/10/2021	2,81	13,70								
IP-S2		17,0	29,0	01/09/2021			8,64	16,62	8,72	16,62	8,60	28,05	8,79	28,02
				27/10/2021			8,60	16,60	8,60	16,60	8,47	28,03	8,48	28,03
IP-S3	3-15			01/09/2021	3,29	14,10								
				27/10/2021	3,38	14,10								
IP-S4		14,0		01/09/2021			2,90	14,60	3,09	14,60				
				27/10/2021			3,10	14,60	3,09	14,60				
IP-S5		10,5	27,0	01/09/2021			3,11	10,80	3,21	10,80	10,03	27,30	10,03	27,30
				27/10/2021			3,29	10,80	3,30	10,80	10,25	27,30	10,32	27,30
IP-S6	9-15			01/09/2021	9,45	14,81								
				27/10/2021	9,58	14,80								
IP-S7	25-30			28/07/2021	12,32	30,80								
				01/09/2021	12,45	30,75								
				27/10/2021	12,81	30,75								
IP-S8		14,0		28/07/2021			3,81	13,87	3,85	13,87				
				01/09/2021			4,07	13,82	4,06	13,82				
				27/10/2021			3,93	13,82	3,94	13,82				
IP-S9		20,0	28,0	28/07/2021			12,01	19,60	11,96	19,60	11,93	27,73	11,93	27,73
				01/09/2021			12,05	19,59	12,09	19,59	12,05	27,71	12,21	27,71
				27/10/2021			12,36	19,60	12,36	19,60	12,39	27,71	12,39	27,71

ALLEGATO 3:
PROVE DI PERMEABILITA'
ESEGUITE NEI FORI DI SONDAGGIO

PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE*(per immissione di acqua in foro di sondaggio)*

Committente	SPEA ENGINEERING S.p.A.
Commessa	Potenziamento del sistema tangenziale di Bologna
Località	Intermedia di Pianura
Data	21/11/2016

Sondaggio n°	IP1
Prova di permeabilità n°	LF1
Profondità da p.c.	10,0-11,0

Geometria della cavità	4	Filtro cilindrico in terreno uniforme
-------------------------------	---	---------------------------------------

Diametro del tratto di prova	<i>D</i>	[m]	0,127
Lunghezza del tratto di prova	<i>L</i>	[m]	1,00

Coefficiente di forma	<i>F</i>	[m]	2,276
------------------------------	----------	-----	-------

Area della sezione di prova	<i>A</i>	[m ²]	0,013
------------------------------------	----------	-------------------	-------

Altezza della colonna del rivestimento rispetto a p.c. (livello di riferimento)	<i>h_r</i>	[m]	0,30
Dislivello tra livello piezometrico e livello di riferimento	<i>z_r</i>	[m]	8,06
Profondità del livello piezometrico da p.c.	<i>z_w</i>	[m]	-7,760

Profondità del livello dell'acqua nel foro rispetto al livello di riferimento, a inizio prova	<i>z</i>	[m]	0,000
Carico idraulico a inizio prova	<i>h_o</i>	[m]	8,060

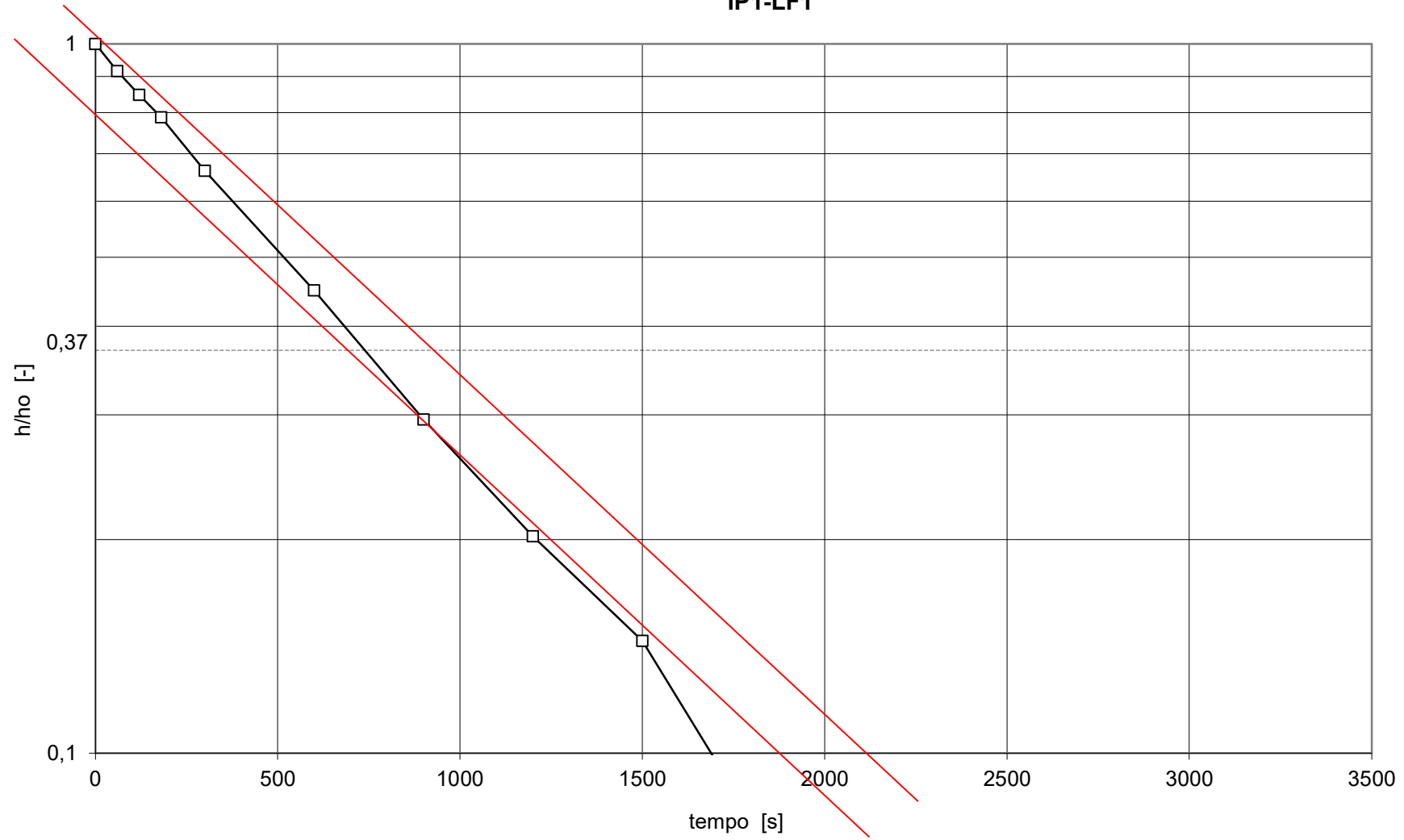
Tempo inizio prova (ora e minuti)	
--	--

Lecture		Elaborazioni		
Tempo	Profondità del livello dell'acqua nel foro	Tempo	Carico idraulico	<i>h/h_o</i>
[min.]	[m]	[s]	[m]	[-]
	0,000	0	8,060	1,000
	-0,680	60	7,380	0,916
	-1,230	120	6,830	0,847
	-1,710	180	6,350	0,788
	-2,720	300	5,340	0,663
	-4,440	600	3,620	0,449
	-5,680	900	2,380	0,295
	-6,430	1200	1,630	0,202
	-6,900	1500	1,160	0,144
	-7,410	1800	0,650	0,081
	n° negativo			

Tempo di riequilibrio (basic time-lag)	[s]	915
---	-----	-----

Coefficiente di permeabilità	[m/s]	6,08E-06
-------------------------------------	-------	----------

**Prova di permeabilità Lefranc
a carico variabile
IP1-LF1**



PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE
(per immissione di acqua in foro di sondaggio)

Committente	SPEA ENGINEERING S.p.A.
Commessa	Potenziamento del sistema tangenziale di Bologna
Località	Intermedia di Pianura
Data	21/11/2016

Sondaggio n°	IP1
Prova di permeabilità n°	LF2
Profondità da p.c.	20,5-21,5

Geometria della cavità	4	Filtro cilindrico in terreno uniforme
-------------------------------	---	---------------------------------------

Diametro del tratto di prova	D	[m]	0,127
Lunghezza del tratto di prova	L	[m]	1,00

Coefficiente di forma	F	[m]	2,276
------------------------------	---	-----	-------

Area della sezione di prova	A	[m ²]	0,013
------------------------------------	---	-------------------	-------

Altezza della colonna del rivestimento rispetto a p.c. (livello di riferimento)	h_r	[m]	0,25
Dislivello tra livello piezometrico e livello di riferimento	z_r	[m]	8,25
Profondità del livello piezometrico da p.c.	z_w	[m]	-8,000

Profondità del livello dell'acqua nel foro rispetto al livello di riferimento, a inizio prova	z	[m]	0,000
Carico idraulico a inizio prova	h_o	[m]	8,250

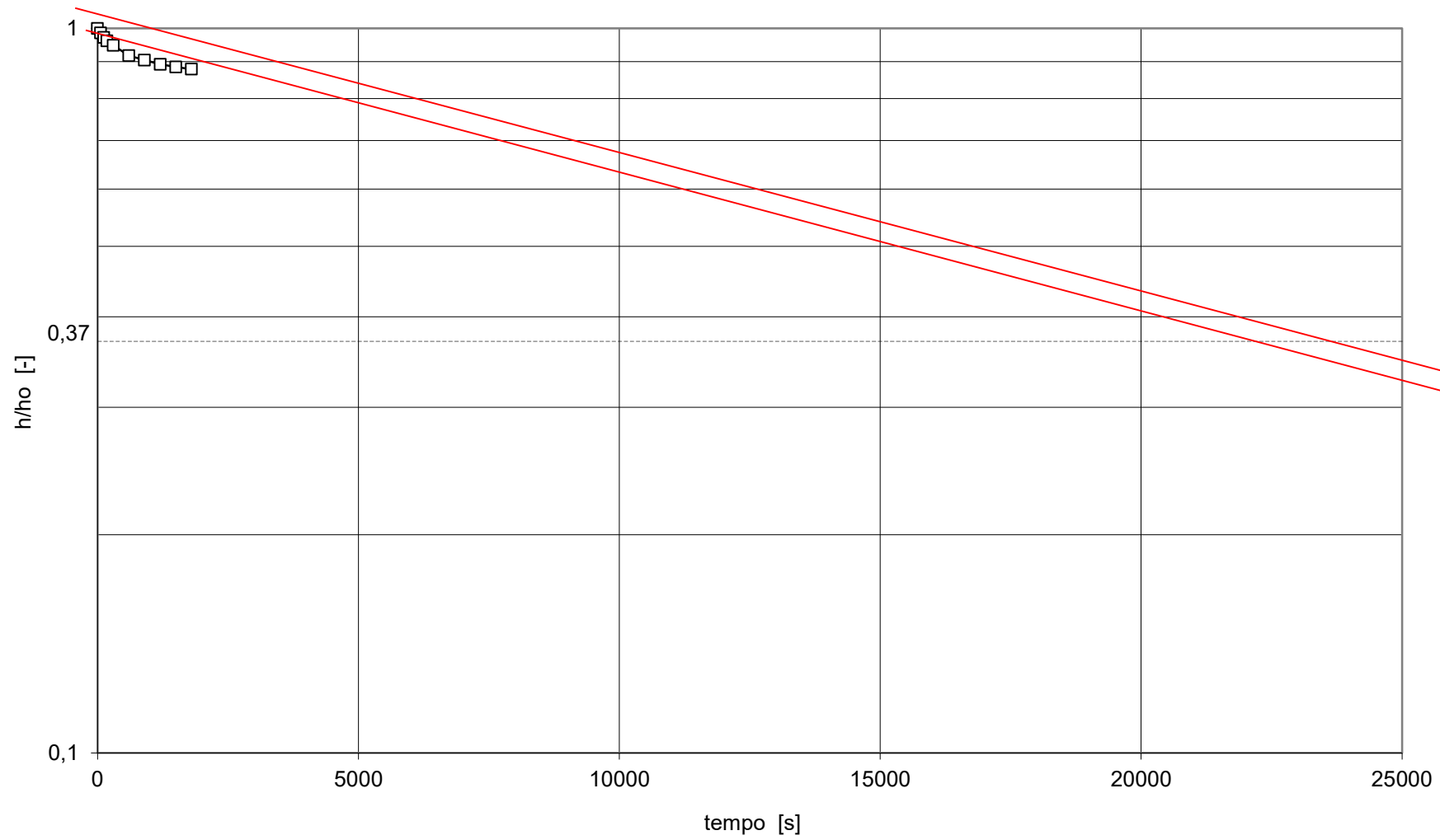
Tempo inizio prova (ora e minuti)	
--	--

Letture		Elaborazioni		
Tempo	Profondità del livello dell'acqua nel foro	Tempo	Carico idraulico	h/ho
[min.]	[m]	[s]	h [m]	[-]
	0,000	0	8,250	1,000
	-0,120	60	8,130	0,985
	-0,230	120	8,020	0,972
	-0,320	180	7,930	0,961
	-0,430	300	7,820	0,948
	-0,680	600	7,570	0,918
	-0,790	900	7,460	0,904
	-0,890	1200	7,360	0,892
	-0,950	1500	7,300	0,885
	-1,000	1800	7,250	0,879
	n° negativo			

Tempo di riequilibrio (basic time-lag)	[s]	23103
---	-----	-------

Coefficiente di permeabilità	[m/s]	2,41E-07
-------------------------------------	-------	----------

**Prova di permeabilità Lefranc
a carico variabile
IP1-LF2**



PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE
(per immissione di acqua in foro di sondaggio)

Committente	SPEA ENGINEERING S.p.A.
Commessa	Potenziamento del sistema tangenziale di Bologna
Località	Intermedia di Pianura
Data	21/11/2016

Sondaggio n°	IP2
Prova di permeabilità n°	LF1
Profondità da p.c.	9,0-10,0

Geometria della cavità	4	Filtro cilindrico in terreno uniforme
-------------------------------	---	---------------------------------------

Diametro del tratto di prova	D	[m]	0,127
Lunghezza del tratto di prova	L	[m]	1,00

Coefficiente di forma	F	[m]	2,276
------------------------------	---	-----	-------

Area della sezione di prova	A	[m ²]	0,013
------------------------------------	---	-------------------	-------

Altezza della colonna del rivestimento rispetto a p.c. (livello di riferimento)	h_r	[m]	0,30
Dislivello tra livello piezometrico e livello di riferimento	z_r	[m]	4,65
Profondità del livello piezometrico da p.c.	z_w	[m]	-4,350

Profondità del livello dell'acqua nel foro rispetto al livello di riferimento, a inizio prova	z	[m]	0,000
Carico idraulico a inizio prova	h_o	[m]	4,650

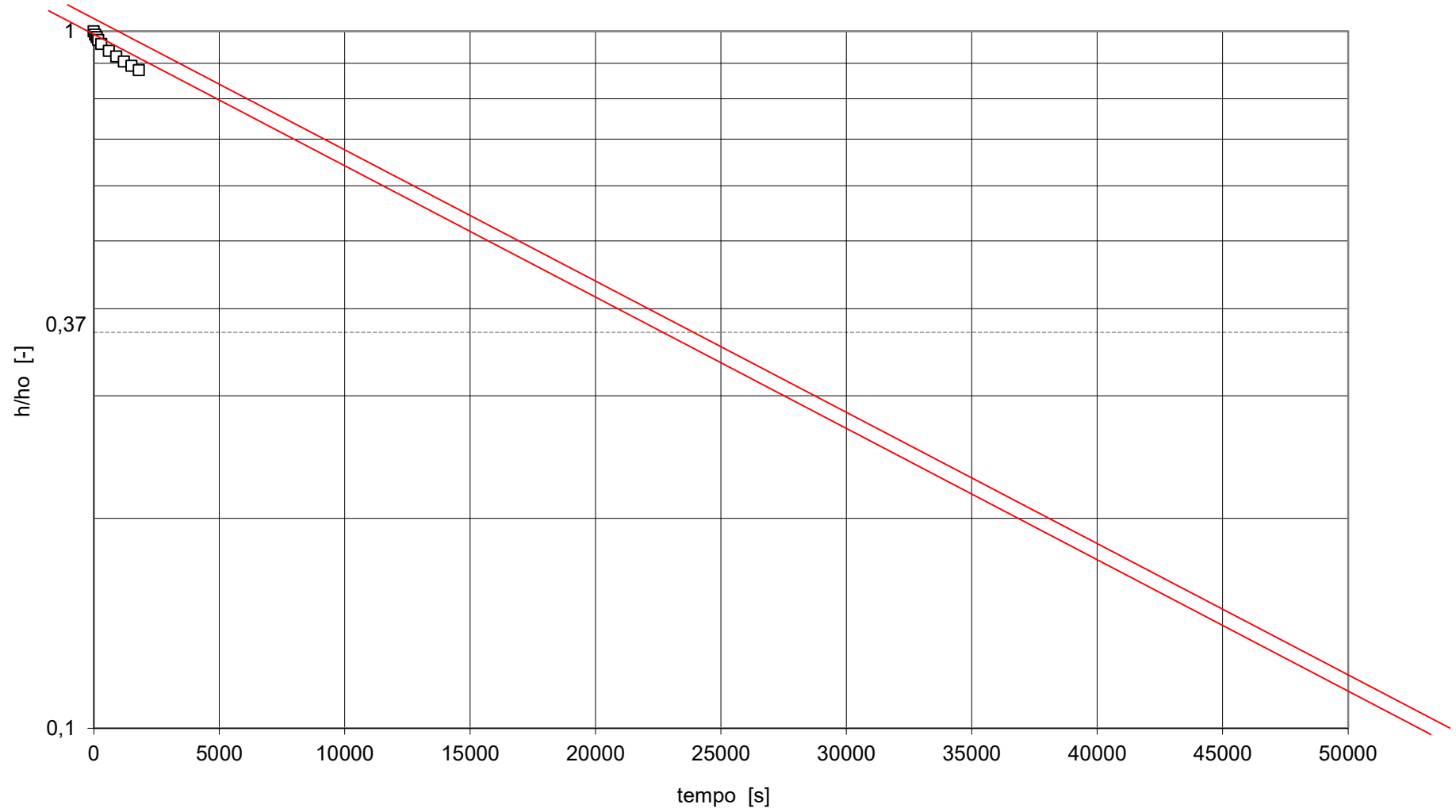
Tempo inizio prova (ora e minuti)	
--	--

Lecture		Elaborazioni		
Tempo	Profondità del livello dell'acqua nel foro	Tempo	Carico idraulico	h/h_o
[min.]	[m]	[s]	[m]	[-]
	0,000	0	4,650	1,000
	-0,050	60	4,600	0,989
	-0,090	120	4,560	0,981
	-0,130	180	4,520	0,972
	-0,190	300	4,460	0,959
	-0,290	600	4,360	0,938
	-0,370	900	4,280	0,920
	-0,440	1200	4,210	0,905
	-0,500	1500	4,150	0,892
	-0,560	1800	4,090	0,880
	n° negativo			

Tempo di riequilibrio (basic time-lag)	[s]	23448
---	-----	-------

Coefficiente di permeabilità	[m/s]	2,37E-07
-------------------------------------	-------	----------

**Prova di permeabilità Lefranc
a carico variabile**



PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE
(per immissione di acqua in foro di sondaggio)

Committente	SPEA ENGINEERING S.p.A.
Commessa	Potenziamento del sistema tangenziale di Bologna
Località	Intermedia di Pianura
Data	22/11/2016

Sondaggio n°	IP2
Prova di permeabilità n°	LF2
Profondità da p.c.	21,0-22,0

Geometria della cavità	4	Filtro cilindrico in terreno uniforme
-------------------------------	---	---------------------------------------

Diametro del tratto di prova	D	[m]	0,127
Lunghezza del tratto di prova	L	[m]	1,00

Coefficiente di forma	F	[m]	2,276
------------------------------	---	-----	-------

Area della sezione di prova	A	[m ²]	0,013
------------------------------------	---	-------------------	-------

Altezza della colonna del rivestimento rispetto a p.c. (livello di riferimento)	h_r	[m]	0,30
Dislivello tra livello piezometrico e livello di riferimento	z_r	[m]	8,52
Profondità del livello piezometrico da p.c.	z_w	[m]	-8,220

Profondità del livello dell'acqua nel foro rispetto al livello di riferimento, a inizio prova	z	[m]	0,000
Carico idraulico a inizio prova	h_o	[m]	8,520

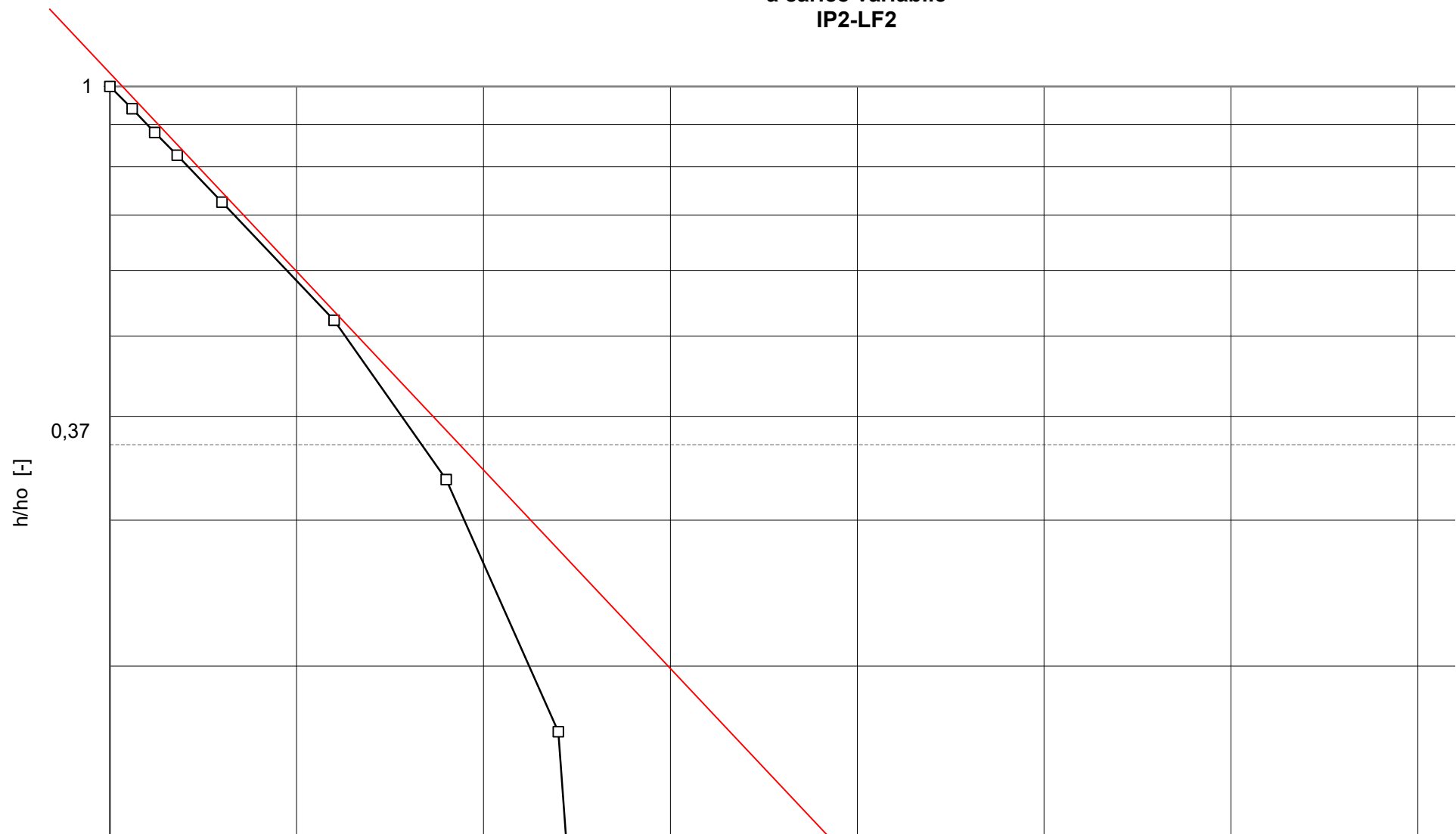
Tempo inizio prova (ora e minuti)	
--	--

Lecture		Elaborazioni		
Tempo	Profondità del livello dell'acqua nel foro	Tempo	Carico idraulico	h/h_o
[min.]	[m]	[s]	[m]	[-]
	0,000	0	8,520	1,000
	-0,510	60	8,010	0,940
	-1,020	120	7,500	0,880
	-1,480	180	7,040	0,826
	-2,340	300	6,180	0,725
	-4,070	600	4,450	0,522
	-5,660	900	2,860	0,336
	-7,100	1200	1,420	0,167
	-8,500	1500	0,020	0,002
	n° negativo			

Tempo di riequilibrio (basic time-lag)	[s]	930
---	-----	-----

Coefficiente di permeabilità	[m/s]	5,98E-06
-------------------------------------	-------	----------

**Prova di permeabilità Lefranc
a carico variabile
IP2-LF2**



PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE
(per immissione di acqua in foro di sondaggio)

Committente	SPEA ENGINEERING S.p.A.
Commessa	Potenziamento del sistema tangenziale di Bologna
Località	Intermedia di Pianura
Data	22/11/2016

Sondaggio n°	IP3
Prova di permeabilità n°	LF1
Profondità da p.c.	9,0-10,0

Geometria della cavità	4	Filtro cilindrico in terreno uniforme
-------------------------------	---	---------------------------------------

Diametro del tratto di prova	D	[m]	0,127
Lunghezza del tratto di prova	L	[m]	1,00

Coefficiente di forma	F	[m]	2,276
------------------------------	---	-----	-------

Area della sezione di prova	A	[m ²]	0,013
------------------------------------	---	-------------------	-------

Altezza della colonna del rivestimento rispetto a p.c. (livello di riferimento)	h_r	[m]	0,20
Dislivello tra livello piezometrico e livello di riferimento	z_r	[m]	8,00
Profondità del livello piezometrico da p.c.	z_w	[m]	-7,800

Profondità del livello dell'acqua nel foro rispetto al livello di riferimento, a inizio prova	z	[m]	0,000
Carico idraulico a inizio prova	h_o	[m]	8,000

Tempo inizio prova (ora e minuti)	
--	--

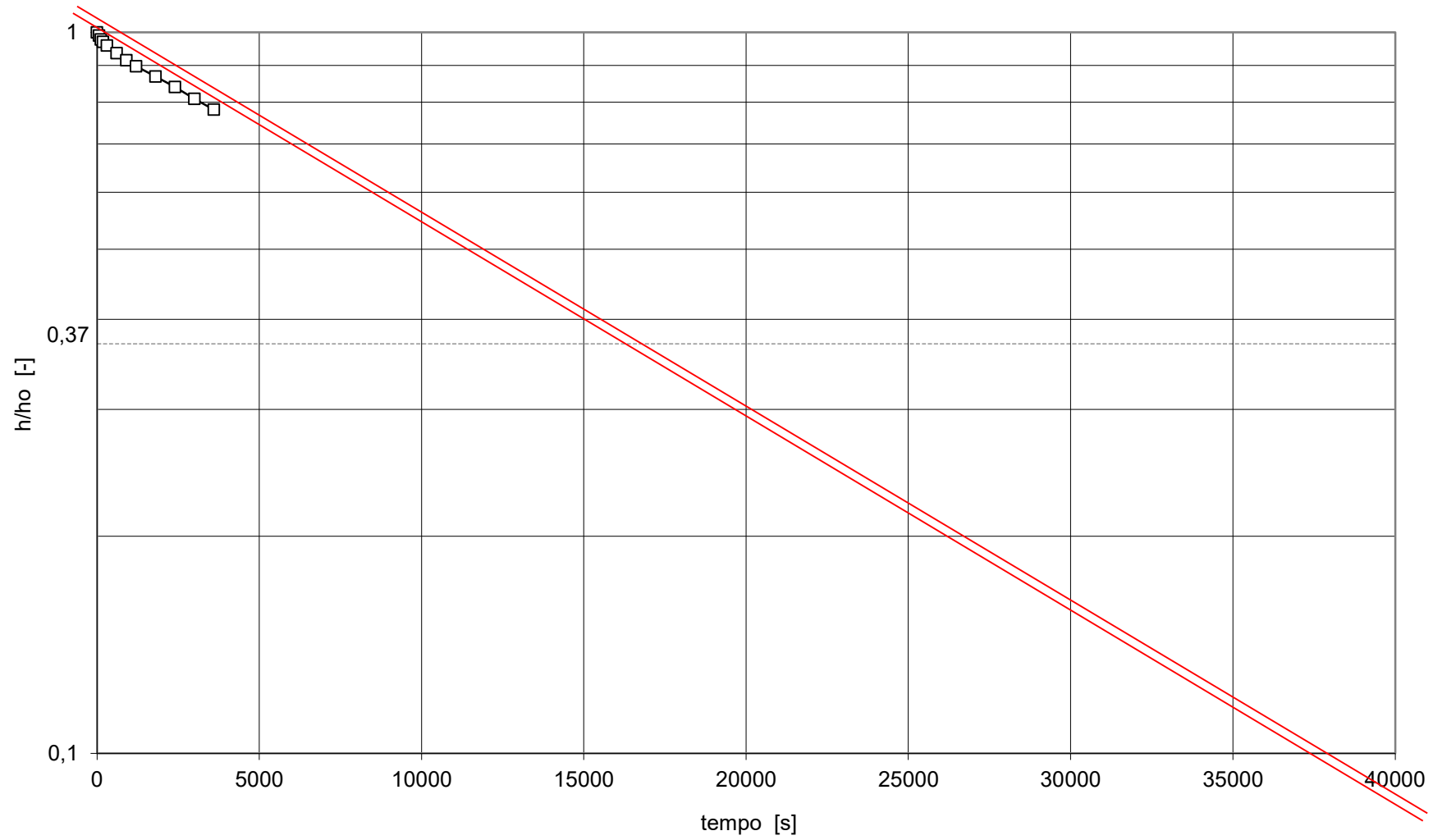
Letture		Elaborazioni		
Tempo	Profondità del livello dell'acqua nel foro	Tempo	Carico idraulico h	h/ho
[min.]	[m]	[s]	[m]	[-]
	0,000	0	8,000	1,000
	-0,080	60	7,920	0,990
	-0,180	120	7,820	0,978
	-0,240	180	7,760	0,970
	-0,330	300	7,670	0,959
	-0,510	600	7,490	0,936
	-0,680	900	7,320	0,915
	-0,820	1200	7,180	0,898
	-1,050	1800	6,950	0,869
	-1,280	2400	6,720	0,840
	-1,530	3000	6,470	0,809
	-1,750	3600	6,250	0,781
	n° negativo			

-4,90E-05 0,9569

Tempo di riequilibrio (basic time-lag)	[s]	16381
---	-----	-------

Coefficiente di permeabilità	[m/s]	3,40E-07
-------------------------------------	-------	----------

**Prova di permeabilità Lefranc
a carico variabile
IP3-LF1**



PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE
(per immissione di acqua in foro di sondaggio)

Committente	SPEA ENGINEERING S.p.A.
Commessa	Potenziamento del sistema tangenziale di Bologna
Località	Intermedia di Pianura
Data	22/11/2016

Sondaggio n°	IP3
Prova di permeabilità n°	LF2
Profondità da p.c.	19,0-20,0

Geometria della cavità	4	Filtro cilindrico in terreno uniforme
-------------------------------	---	---------------------------------------

Diametro del tratto di prova	<i>D</i>	[m]	0,127
Lunghezza del tratto di prova	<i>L</i>	[m]	1,00

Coefficiente di forma	<i>F</i>	[m]	2,276
------------------------------	----------	-----	-------

Area della sezione di prova	<i>A</i>	[m ²]	0,013
------------------------------------	----------	-------------------	-------

Altezza della colonna del rivestimento rispetto a p.c. (livello di riferimento)	<i>h_r</i>	[m]	0,20
Dislivello tra livello piezometrico e livello di riferimento	<i>z_r</i>	[m]	7,80
Profondità del livello piezometrico da p.c.	<i>z_w</i>	[m]	-7,600

Profondità del livello dell'acqua nel foro rispetto al livello di riferimento, a inizio prova	<i>z</i>	[m]	0,000
Carico idraulico a inizio prova	<i>h_o</i>	[m]	7,800

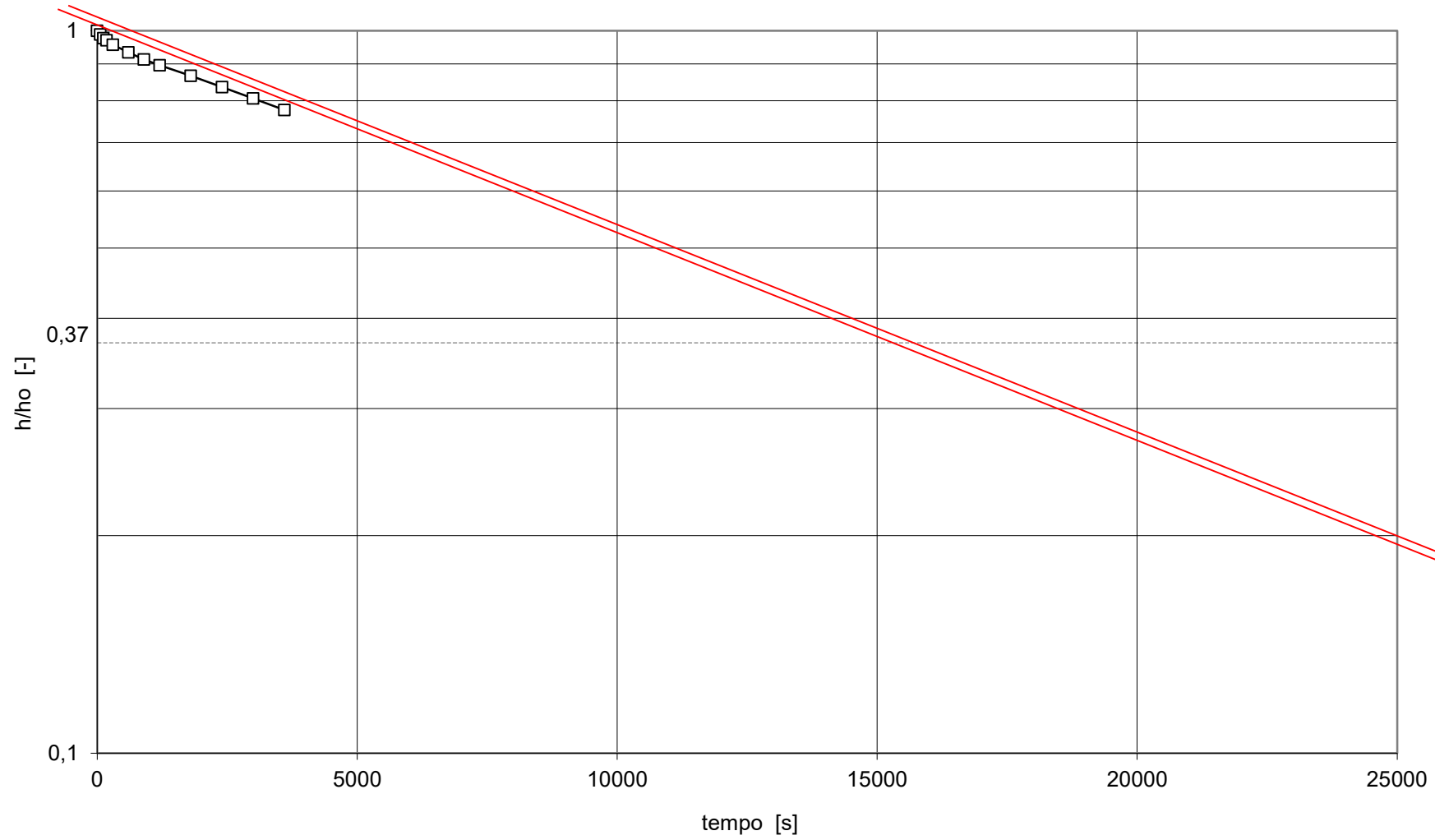
Tempo inizio prova (ora e minuti)	
--	--

Lecture		Elaborazioni		
Tempo	Profondità del livello dell'acqua nel foro	Tempo	Carico idraulico <i>h</i>	<i>h/h_o</i>
[min.]	[m]	[s]	[m]	[-]
	0,000	0	7,800	1,000
	-0,090	60	7,710	0,988
	-0,180	120	7,620	0,977
	-0,230	180	7,570	0,971
	-0,340	300	7,460	0,956
	-0,520	600	7,280	0,933
	-0,680	900	7,120	0,913
	-0,810	1200	6,990	0,896
	-1,040	1800	6,760	0,867
	-1,280	2400	6,520	0,836
	-1,510	3000	6,290	0,806
	-1,740	3600	6,060	0,777
	n° negativo			

Tempo di riequilibrio (basic time-lag)	[s]	15345
---	-----	-------

Coefficiente di permeabilità	[m/s]	3,63E-07
-------------------------------------	-------	----------

**Prova di permeabilità Lefranc
a carico variabile**



PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE
(per immissione di acqua in foro di sondaggio)

Committente	SPEA ENGINEERING S.p.A.
Commessa	Potenziamento del sistema tangenziale di Bologna
Località	Intermedia di Pianura
Data	21/11/2016

Sondaggio n°	IP4
Prova di permeabilità n°	LF1
Profondità da p.c.	12,0-13,0

Geometria della cavità	4	Filtro cilindrico in terreno uniforme
-------------------------------	---	---------------------------------------

Diametro del tratto di prova	<i>D</i>	[m]	0,127
Lunghezza del tratto di prova	<i>L</i>	[m]	1,00

Coefficiente di forma	<i>F</i>	[m]	2,276
------------------------------	----------	-----	-------

Area della sezione di prova	<i>A</i>	[m ²]	0,013
------------------------------------	----------	-------------------	-------

Altezza della colonna del rivestimento rispetto a p.c. (livello di riferimento)	<i>h_r</i>	[m]	0,20
Dislivello tra livello piezometrico e livello di riferimento	<i>z_r</i>	[m]	5,00
Profondità del livello piezometrico da p.c.	<i>z_w</i>	[m]	-4,800

Profondità del livello dell'acqua nel foro rispetto al livello di riferimento, a inizio prova	<i>z</i>	[m]	0,000
Carico idraulico a inizio prova	<i>h_o</i>	[m]	5,000

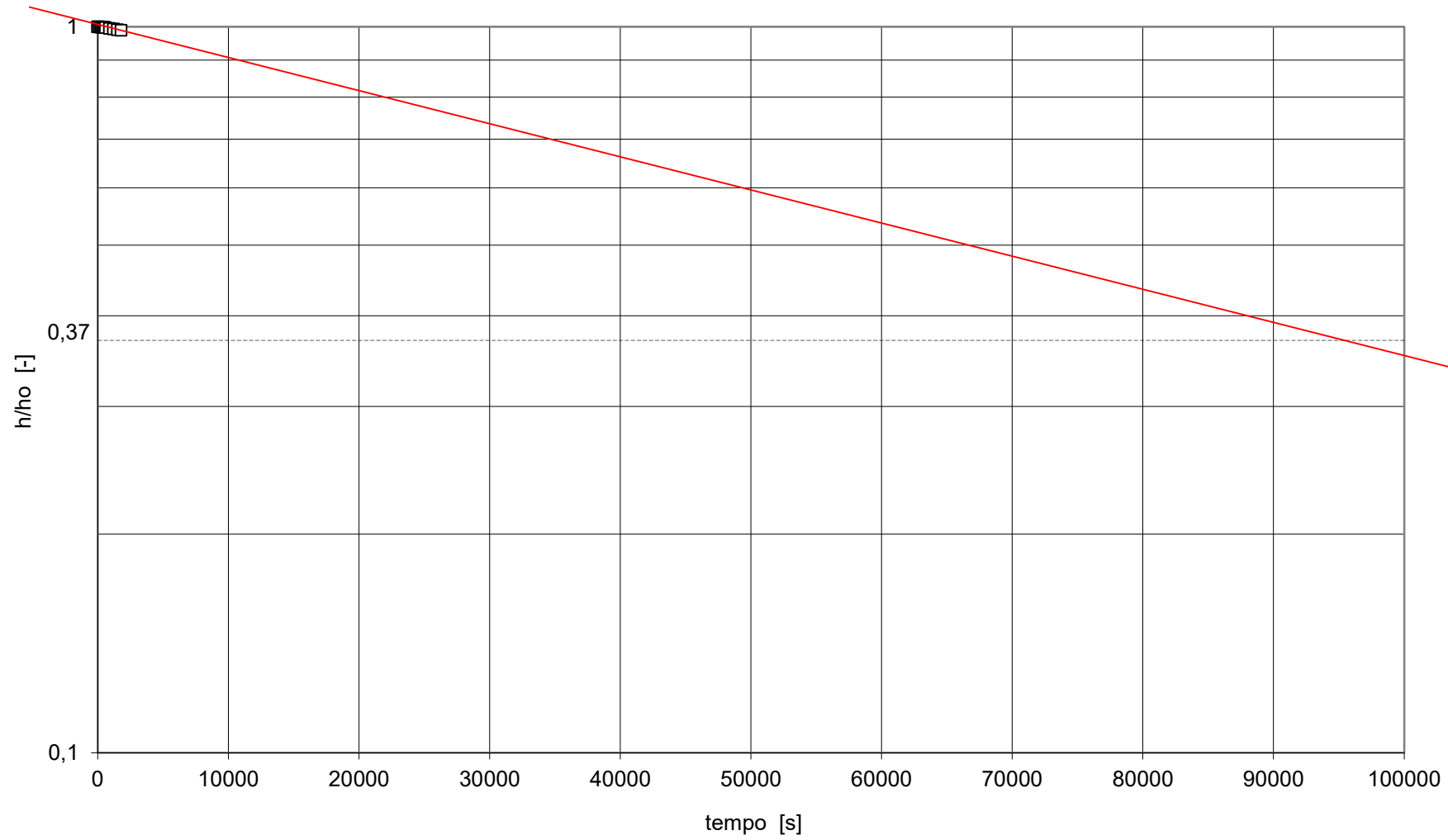
Tempo inizio prova (ora e minuti)	
--	--

Letture		Elaborazioni		
Tempo	Profondità del livello dell'acqua nel foro	Tempo	Carico idraulico	<i>h/h_o</i>
[min.]	[m]	[s]	[m]	[-]
	0,000	0	5,000	1,000
	-0,002	120	4,998	1,000
	-0,004	240	4,996	0,999
	-0,007	360	4,993	0,999
	-0,010	480	4,990	0,998
	-0,014	600	4,986	0,997
	-0,025	900	4,975	0,995
	-0,035	1200	4,965	0,993
	-0,045	1500	4,955	0,991
	-0,055	1800	4,945	0,989
	n° negativo			

Tempo di riequilibrio (basic time-lag)	[s]	96552
---	-----	-------

Coefficiente di permeabilità	[m/s]	5,76E-08
-------------------------------------	-------	----------

**Prova di permeabilità Lefranc
a carico variabile
IP4-LF1**



PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE**(per immissione di acqua in foro di sondaggio)**

Committente	SPEA ENGINEERING S.p.A.
Commessa	Potenziamento del sistema tangenziale di Bologna
Località	Intermedia di Pianura
Data	21/11/2016

Sondaggio n°	IP4
Prova di permeabilità n°	LF2
Profondità da p.c.	23,3-24,3

Geometria della cavità	4	Filtro cilindrico in terreno uniforme
-------------------------------	---	---------------------------------------

Diametro del tratto di prova	<i>D</i>	[m]	0,127
Lunghezza del tratto di prova	<i>L</i>	[m]	1,00

Coefficiente di forma	<i>F</i>	[m]	2,276
------------------------------	----------	-----	-------

Area della sezione di prova	<i>A</i>	[m ²]	0,013
------------------------------------	----------	-------------------	-------

Altezza della colonna del rivestimento rispetto a p.c. (livello di riferimento)	<i>h_r</i>	[m]	0,20
Dislivello tra livello piezometrico e livello di riferimento	<i>z_r</i>	[m]	7,40
Profondità del livello piezometrico da p.c.	<i>z_w</i>	[m]	-7,200

Profondità del livello dell'acqua nel foro rispetto al livello di riferimento, a inizio prova	<i>z</i>	[m]	0,000
Carico idraulico a inizio prova	<i>h_o</i>	[m]	7,400

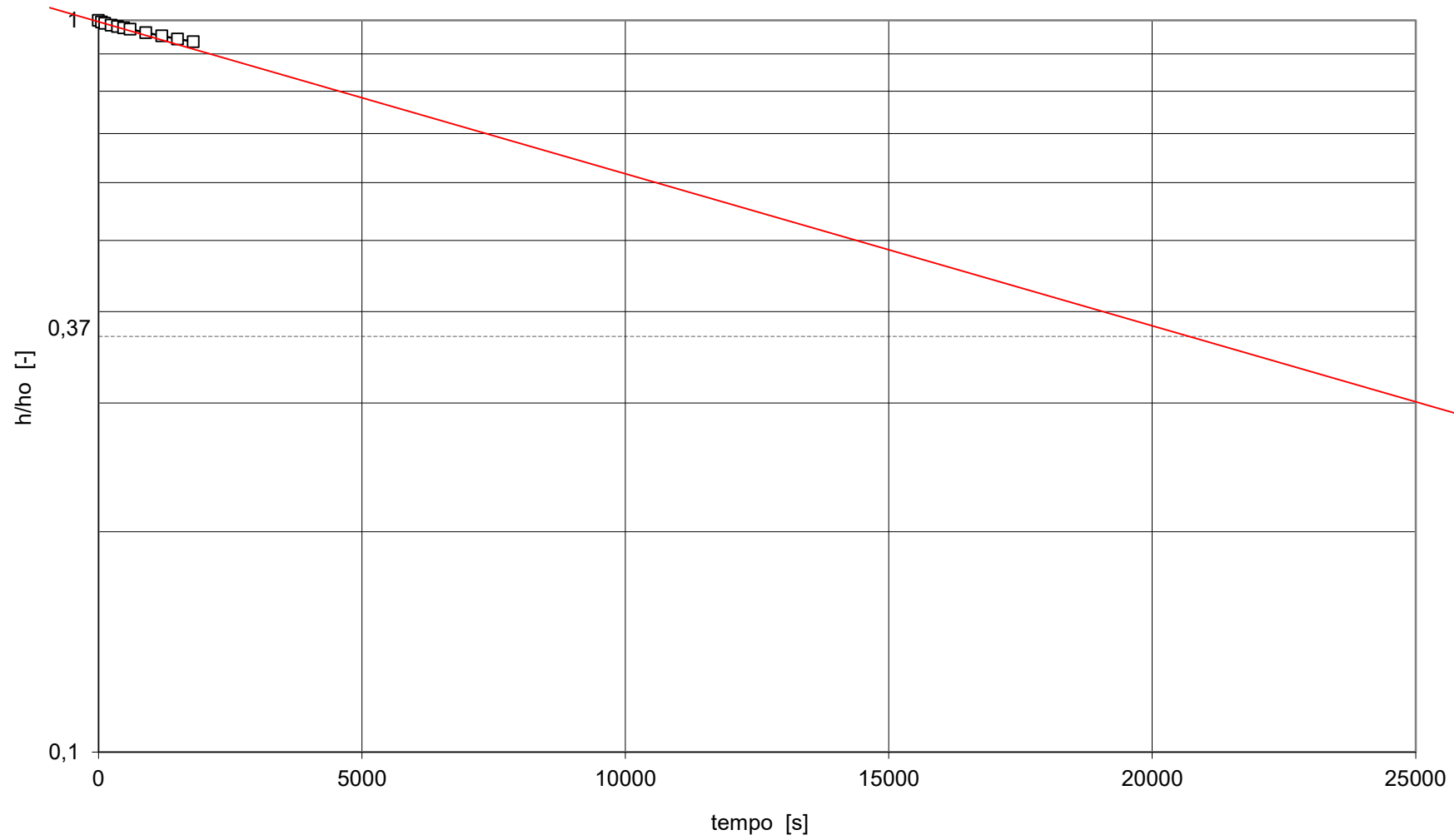
Tempo inizio prova (ora e minuti)	
--	--

Lecture		Elaborazioni		
Tempo	Profondità del livello dell'acqua nel foro	Tempo	Carico idraulico	<i>h/h_o</i>
[min.]	[m]	[s]	[m]	[-]
	0,000	0	7,400	1,000
	-0,040	60	7,360	0,995
	-0,070	120	7,330	0,991
	-0,110	240	7,290	0,985
	-0,140	360	7,260	0,981
	-0,170	480	7,230	0,977
	-0,200	600	7,200	0,973
	-0,280	900	7,120	0,962
	-0,350	1200	7,050	0,953
	-0,420	1500	6,980	0,943
	-0,480	1800	6,920	0,935
	n° negativo			

Tempo di riequilibrio (basic time-lag)	[s]	21379
---	-----	-------

Coefficiente di permeabilità	[m/s]	2,60E-07
-------------------------------------	-------	----------

**Prova di permeabilità Lefranc
a carico variabile
IP4-LF2**



PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE
(per immissione di acqua in foro di sondaggio)

Committente	SPEA ENGINEERING S.p.A.
Commessa	Potenziamento del sistema tangenziale di Bologna
Località	Intermedia di Pianura
Data	22/11/2016

Sondaggio n°	IP5
Prova di permeabilità n°	LF1
Profondità da p.c.	9,0-10,0

Geometria della cavità	4	Filtro cilindrico in terreno uniforme
-------------------------------	---	---------------------------------------

Diametro del tratto di prova	D	[m]	0,127
Lunghezza del tratto di prova	L	[m]	1,00

Coefficiente di forma	F	[m]	2,276
------------------------------	---	-----	-------

Area della sezione di prova	A	[m ²]	0,013
------------------------------------	---	-------------------	-------

Altezza della colonna del rivestimento rispetto a p.c. (livello di riferimento)	h_r	[m]	0,20
Dislivello tra livello piezometrico e livello di riferimento	z_r	[m]	3,90
Profondità del livello piezometrico da p.c.	z_w	[m]	-3,700

Profondità del livello dell'acqua nel foro rispetto al livello di riferimento, a inizio prova	z	[m]	0,000
Carico idraulico a inizio prova	h_o	[m]	3,900

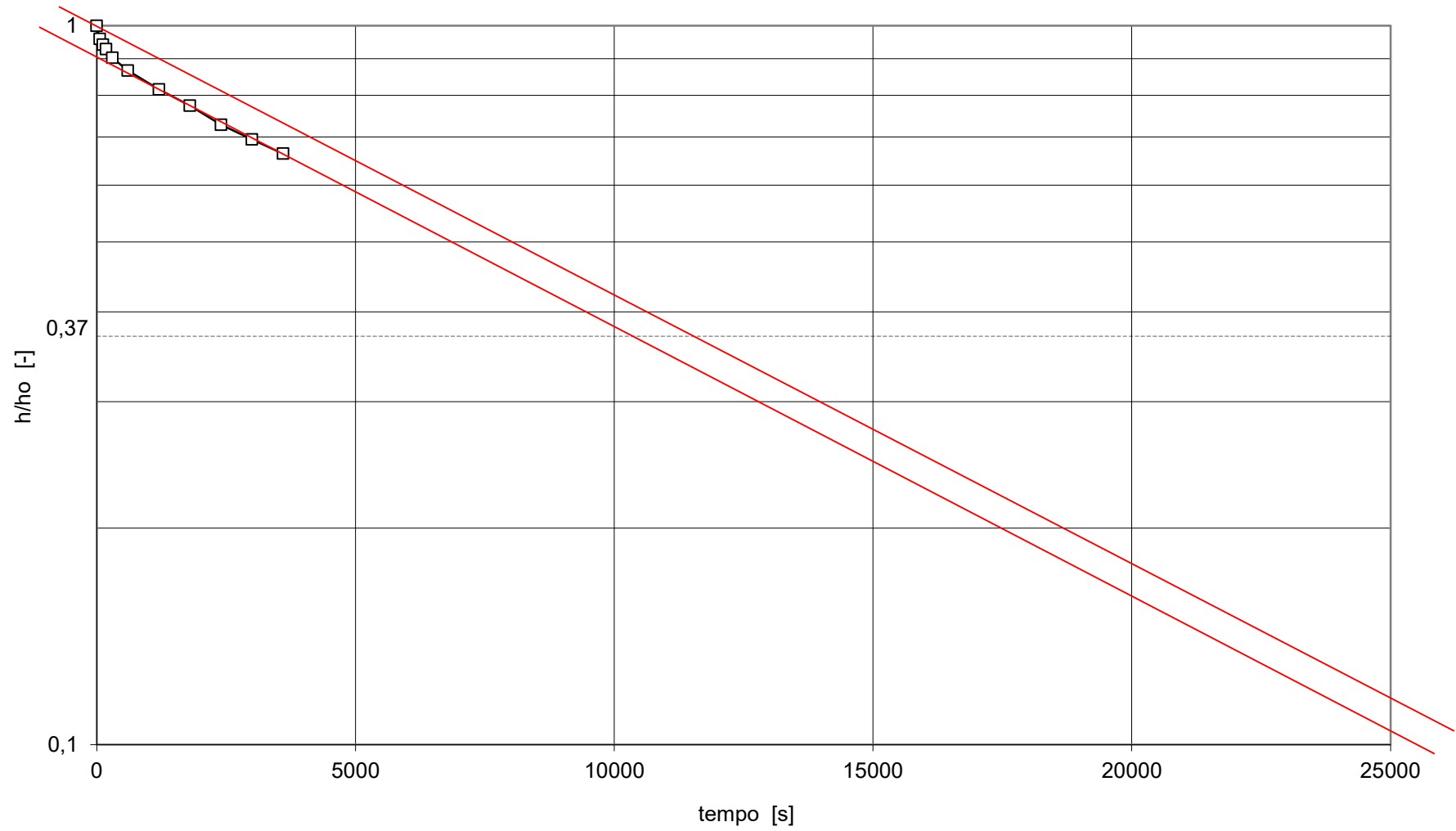
Tempo inizio prova (ora e minuti)	
--	--

Lecture		Elaborazioni		
Tempo	Profondità del livello dell'acqua nel foro	Tempo	Carico idraulico	h/h_o
[min.]	[m]	[s]	[m]	[-]
	0,000	0	3,900	1,000
	-0,160	60	3,740	0,959
	-0,230	120	3,670	0,941
	-0,280	180	3,620	0,928
	-0,380	300	3,520	0,903
	-0,520	600	3,380	0,867
	-0,720	1200	3,180	0,815
	-0,880	1800	3,020	0,774
	-1,060	2400	2,840	0,728
	-1,190	3000	2,710	0,695
	-1,310	3600	2,590	0,664
	n° negativo			

Tempo di riequilibrio (basic time-lag)	[s]	11896
---	-----	-------

Coefficiente di permeabilità	[m/s]	4,68E-07
-------------------------------------	-------	----------

**Prova di permeabilità Lefranc
a carico variabile
IP5-LF1**



PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE
(per immissione di acqua in foro di sondaggio)

Committente	SPEA ENGINEERING S.p.A.
Commessa	Potenziamento del sistema tangenziale di Bologna
Località	Intermedia di Pianura
Data	22/11/2016

Sondaggio n°	IP5
Prova di permeabilità n°	LF2
Profondità da p.c.	18,5-19,5

Geometria della cavità	4	Filtro cilindrico in terreno uniforme
-------------------------------	---	---------------------------------------

Diametro del tratto di prova	<i>D</i>	[m]	0,127
Lunghezza del tratto di prova	<i>L</i>	[m]	1,00

Coefficiente di forma	<i>F</i>	[m]	2,276
------------------------------	----------	-----	-------

Area della sezione di prova	<i>A</i>	[m ²]	0,013
------------------------------------	----------	-------------------	-------

Altezza della colonna del rivestimento rispetto a p.c. (livello di riferimento)	<i>h_r</i>	[m]	0,20
Dislivello tra livello piezometrico e livello di riferimento	<i>z_r</i>	[m]	3,70
Profondità del livello piezometrico da p.c.	<i>z_w</i>	[m]	-3,500

Profondità del livello dell'acqua nel foro rispetto al livello di riferimento, a inizio prova	<i>z</i>	[m]	0,000
Carico idraulico a inizio prova	<i>h_o</i>	[m]	3,700

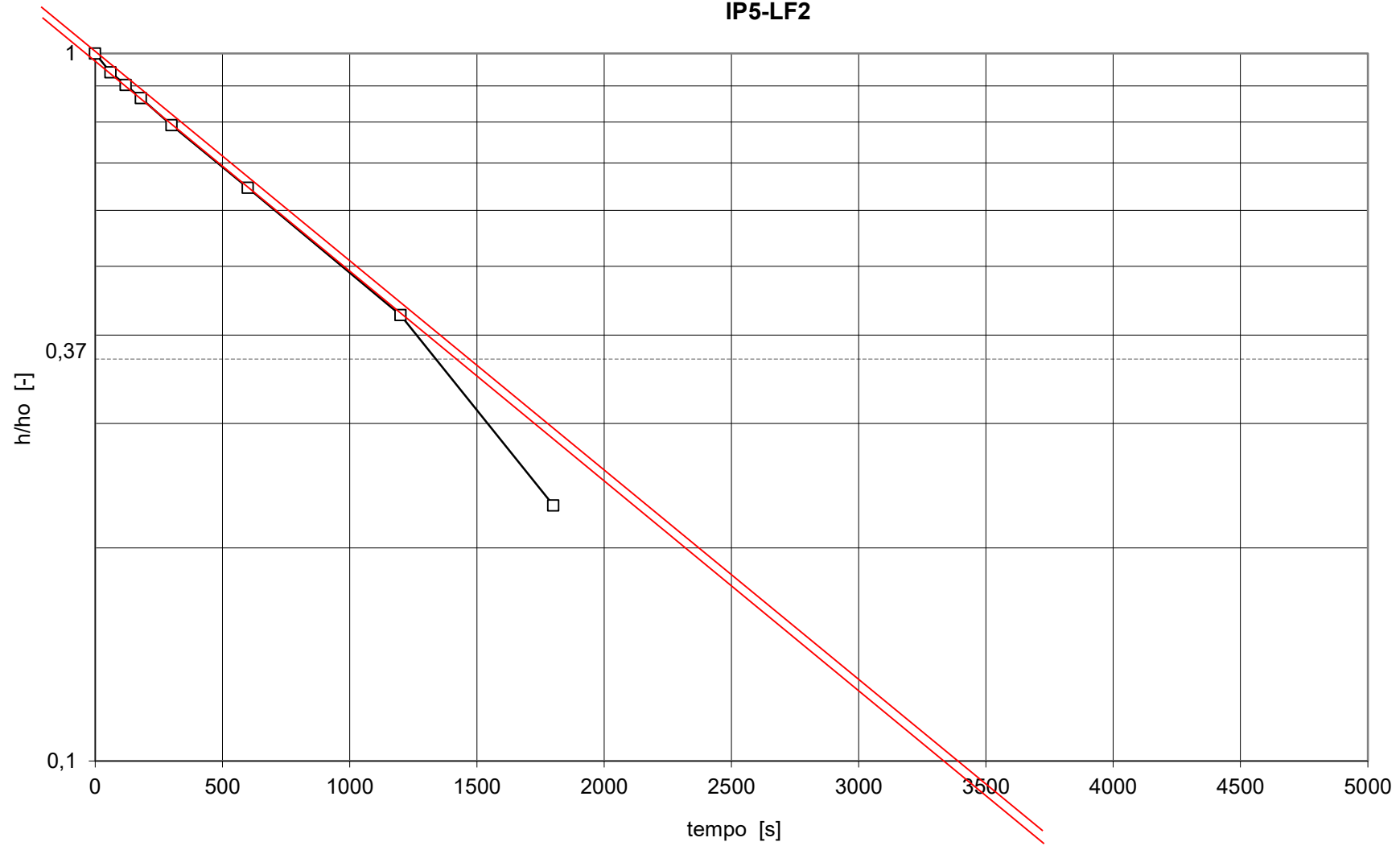
Tempo inizio prova (ora e minuti)	
--	--

Lecture		Elaborazioni		
Tempo	Profondità del livello dell'acqua nel foro	Tempo	Carico idraulico	<i>h/h_o</i>
[min.]	[m]	[s]	[m]	[-]
	0,000	0	3,700	1,000
	-0,220	60	3,480	0,941
	-0,360	120	3,340	0,903
	-0,500	180	3,200	0,865
	-0,770	300	2,930	0,792
	-1,310	600	2,390	0,646
	-2,120	1200	1,580	0,427
	-2,850	1800	0,850	0,230
	n° negativo			

Tempo di riequilibrio (basic time-lag)	[s]	1483
---	-----	------

Coefficiente di permeabilità	[m/s]	3,75E-06
-------------------------------------	-------	----------

**Prova di permeabilità Lefranc
a carico variabile
IP5-LF2**



PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE
(per immissione di acqua in foro di sondaggio)

Committente	SPEA ENGINEERING S.p.A.
Commessa	Potenziamento del sistema tangenziale di Bologna
Località	Intermedia di Pianura
Data	22/11/2016

Sondaggio n°	IP6
Prova di permeabilità n°	LF1
Profondità da p.c.	9,4-10,4

Geometria della cavità	4	Filtro cilindrico in terreno uniforme
-------------------------------	---	---------------------------------------

Diametro del tratto di prova	D	[m]	0,127
Lunghezza del tratto di prova	L	[m]	1,00

Coefficiente di forma	F	[m]	2,276
------------------------------	---	-----	-------

Area della sezione di prova	A	[m ²]	0,013
------------------------------------	---	-------------------	-------

Altezza della colonna del rivestimento rispetto a p.c. (livello di riferimento)	h_r	[m]	0,20
Dislivello tra livello piezometrico e livello di riferimento	z_r	[m]	2,80
Profondità del livello piezometrico da p.c.	z_w	[m]	-2,600

Profondità del livello dell'acqua nel foro rispetto al livello di riferimento, a inizio prova	z	[m]	0,000
Carico idraulico a inizio prova	h_o	[m]	2,800

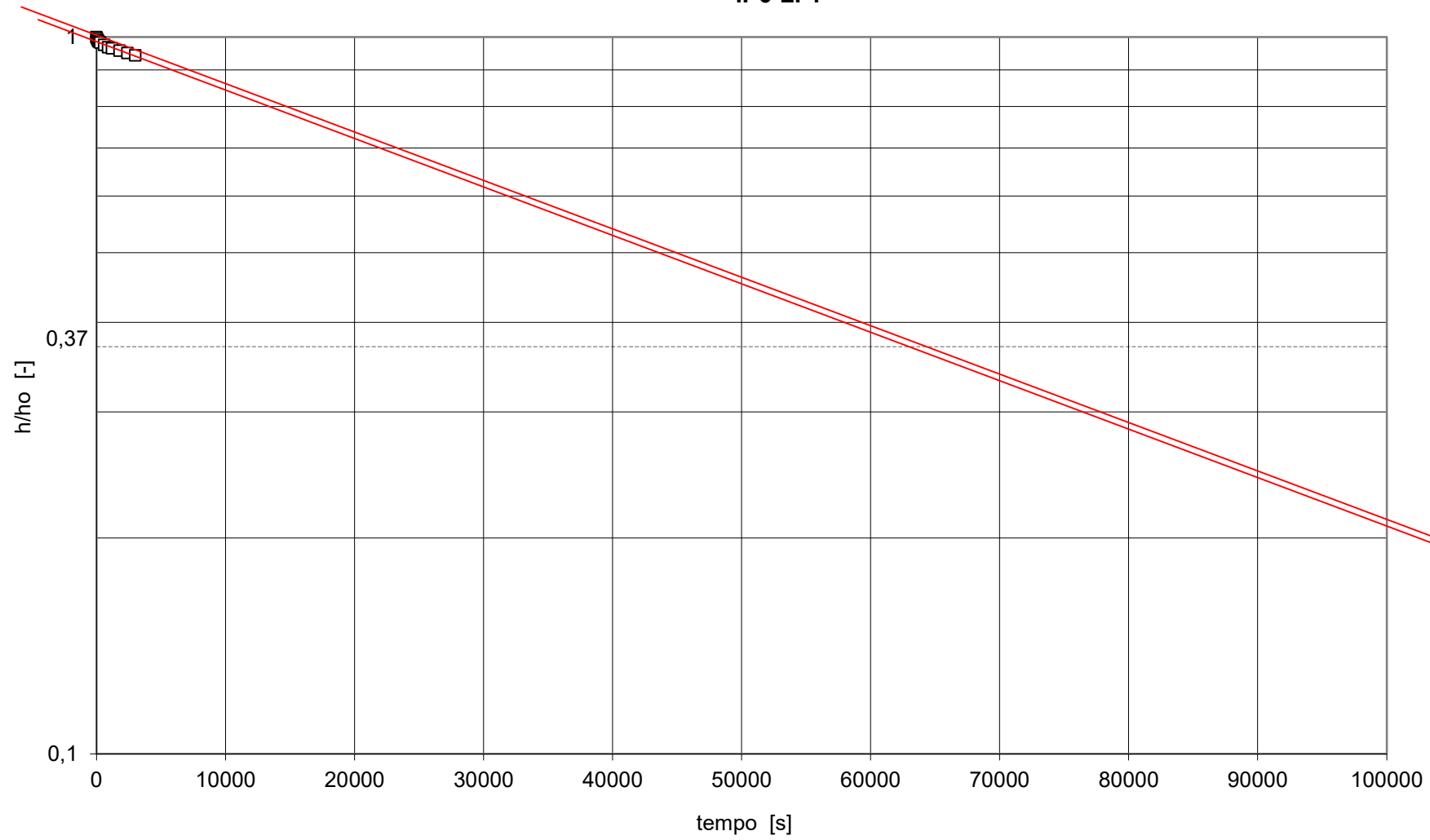
Tempo inizio prova (ora e minuti)	
--	--

Lecture		Elaborazioni		
Tempo	Profondità del livello dell'acqua nel foro	Tempo	Carico idraulico	h/h_o
[min.]	[m]	[s]	[m]	[-]
	0,000	0	2,800	1,000
	-0,015	60	2,785	0,995
	-0,030	120	2,770	0,989
	-0,040	180	2,760	0,986
	-0,050	300	2,750	0,982
	-0,070	600	2,730	0,975
	-0,090	900	2,710	0,968
	-0,100	1200	2,700	0,964
	-0,120	1800	2,680	0,957
	-0,140	2400	2,660	0,950
	-0,160	3000	2,640	0,943
	n° negativo			

Tempo di riequilibrio (basic time-lag)	[s]	65172
---	-----	-------

Coefficiente di permeabilità	[m/s]	8,54E-08
-------------------------------------	-------	----------

**Prova di permeabilità Lefranc
a carico variabile
IP6-LF1**



PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE
(per immissione di acqua in foro di sondaggio)

Committente	SPEA ENGINEERING S.p.A.
Commessa	Potenziamento del sistema tangenziale di Bologna
Località	Intermedia di Pianura
Data	22/11/2016

Sondaggio n°	IP6
Prova di permeabilità n°	LF2
Profondità da p.c.	23,0-24,0

Geometria della cavità	4	Filtro cilindrico in terreno uniforme
-------------------------------	---	---------------------------------------

Diametro del tratto di prova	D	[m]	0,127
Lunghezza del tratto di prova	L	[m]	1,00

Coefficiente di forma	F	[m]	2,276
------------------------------	---	-----	-------

Area della sezione di prova	A	[m ²]	0,013
------------------------------------	---	-------------------	-------

Altezza della colonna del rivestimento rispetto a p.c. (livello di riferimento)	h_r	[m]	0,20
Dislivello tra livello piezometrico e livello di riferimento	z_r	[m]	10,95
Profondità del livello piezometrico da p.c.	z_w	[m]	-10,750

Profondità del livello dell'acqua nel foro rispetto al livello di riferimento, a inizio prova	z	[m]	0,000
Carico idraulico a inizio prova	h_o	[m]	10,950

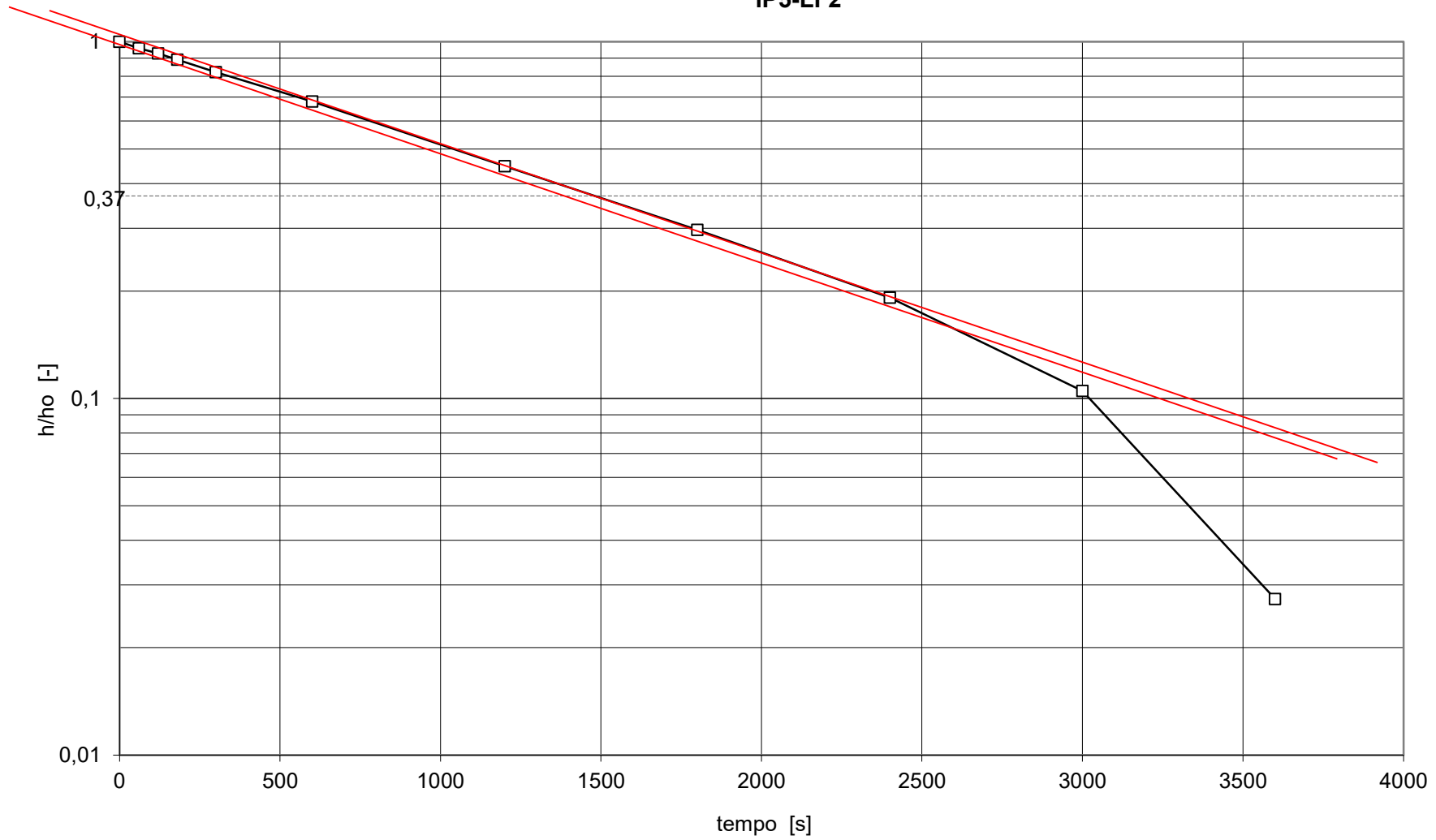
Tempo inizio prova (ora e minuti)	
--	--

Lecture		Elaborazioni		
Tempo	Profondità del livello dell'acqua nel foro	Tempo	Carico idraulico	h/h_o
[min.]	[m]	[s]	[m]	[-]
	0,000	0	10,950	1,000
	-0,450	60	10,500	0,959
	-0,800	120	10,150	0,927
	-1,200	180	9,750	0,890
	-1,950	300	9,000	0,822
	-3,500	600	7,450	0,680
	-6,050	1200	4,900	0,447
	-7,700	1800	3,250	0,297
	-8,850	2400	2,100	0,192
	-9,800	3000	1,150	0,105
	-10,650	3600	0,300	0,027
	n° negativo			

Tempo di riequilibrio (basic time-lag)	[s]	1486
---	-----	------

Coefficiente di permeabilità	[m/s]	3,75E-06
-------------------------------------	-------	----------

**Prova di permeabilità Lefranc
a carico variabile
IP5-LF2**



PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE
(per immissione di acqua in foro di sondaggio)

Committente	SPEA ENGINEERING S.p.A.
Commessa	Potenziamento del sistema tangenziale di Bologna
Località	Intermedia di Pianura
Data	22/11/2016

Sondaggio n°	IP7
Prova di permeabilità n°	LF1
Profondità da p.c.	10,5-11,5

Geometria della cavità	4	Filtro cilindrico in terreno uniforme
-------------------------------	---	---------------------------------------

Diametro del tratto di prova	<i>D</i>	[m]	0,127
Lunghezza del tratto di prova	<i>L</i>	[m]	1,00

Coefficiente di forma	<i>F</i>	[m]	2,276
------------------------------	----------	-----	-------

Area della sezione di prova	<i>A</i>	[m ²]	0,013
------------------------------------	----------	-------------------	-------

Altezza della colonna del rivestimento rispetto a p.c. (livello di riferimento)	<i>h_r</i>	[m]	0,30
Dislivello tra livello piezometrico e livello di riferimento	<i>z_r</i>	[m]	6,00
Profondità del livello piezometrico da p.c.	<i>z_w</i>	[m]	-5,700

Profondità del livello dell'acqua nel foro rispetto al livello di riferimento, a inizio prova	<i>z</i>	[m]	0,000
Carico idraulico a inizio prova	<i>h_o</i>	[m]	6,000

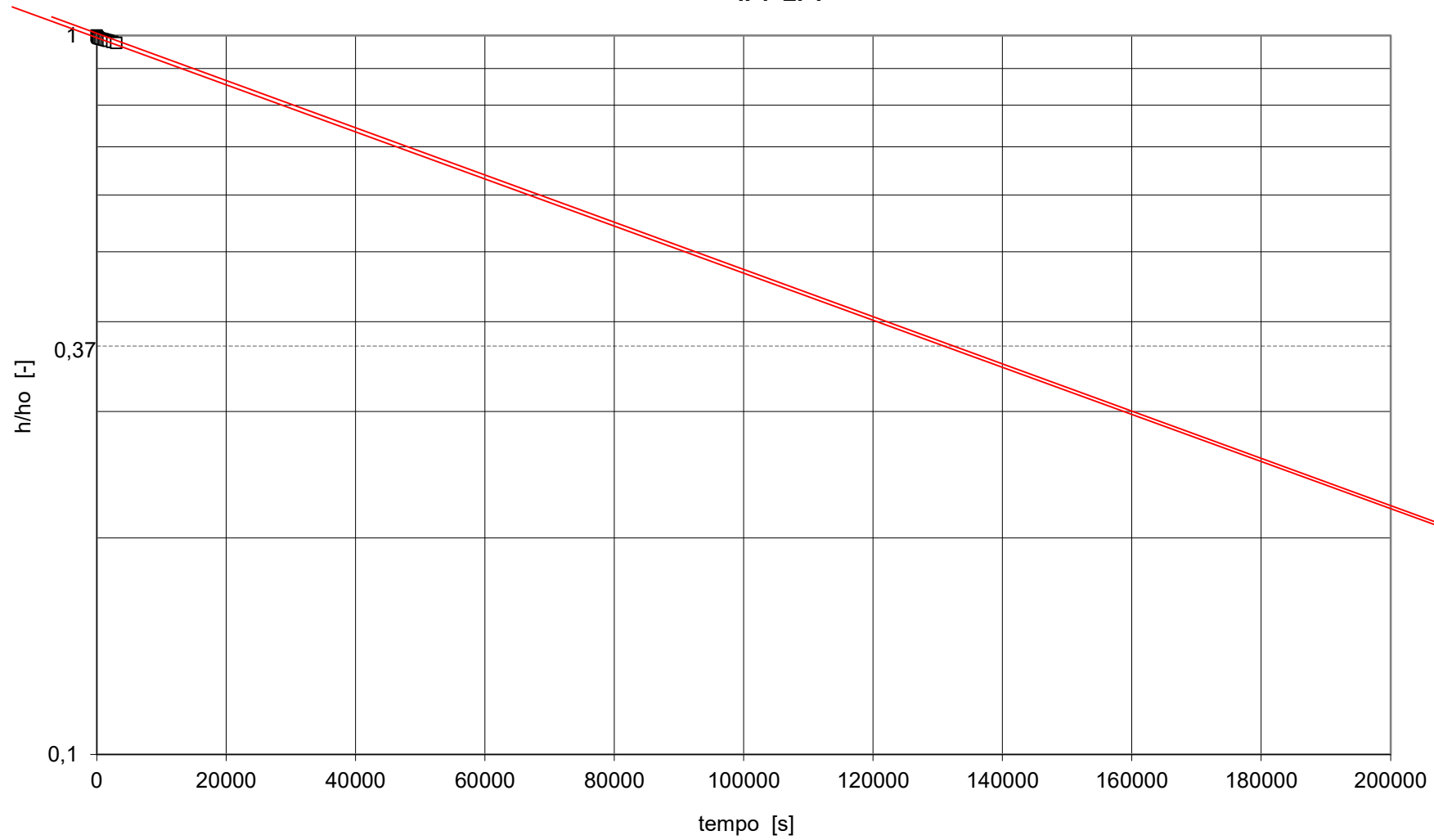
Tempo inizio prova (ora e minuti)	
--	--

Lecture		Elaborazioni		
Tempo	Profondità del livello dell'acqua nel foro	Tempo	Carico idraulico	<i>h/h_o</i>
[min.]	[m]	[s]	<i>h</i> [m]	[-]
	0,000	0	6,000	1,000
	-0,020	60	5,980	0,997
	-0,030	120	5,970	0,995
	-0,040	180	5,960	0,993
	-0,050	300	5,950	0,992
	-0,060	600	5,940	0,990
	-0,070	900	5,930	0,988
	-0,080	1200	5,920	0,987
	-0,090	1500	5,910	0,985
	-0,100	1800	5,900	0,983
	-0,120	2400	5,880	0,980
	-0,140	3000	5,860	0,977
	n° negativo			

Tempo di riequilibrio (basic time-lag)	[s]	135862
---	-----	--------

Coefficiente di permeabilità	[m/s]	4,10E-08
-------------------------------------	-------	----------

**Prova di permeabilità Lefranc
a carico variabile
IP7-LF1**



PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE*(per immissione di acqua in foro di sondaggio)*

Committente	SPEA ENGINEERING S.p.A.
Commessa	Potenziamento del sistema tangenziale di Bologna
Località	Intermedia di Pianura
Data	22/11/2016

Sondaggio n°	IP7
Prova di permeabilità n°	LF2
Profondità da p.c.	20,0-21,0

Geometria della cavità	4	Filtro cilindrico in terreno uniforme
-------------------------------	---	---------------------------------------

Diametro del tratto di prova	D	[m]	0,127
Lunghezza del tratto di prova	L	[m]	1,00

Coefficiente di forma	F	[m]	2,276
------------------------------	---	-----	-------

Area della sezione di prova	A	[m ²]	0,013
------------------------------------	---	-------------------	-------

Altezza della colonna del rivestimento rispetto a p.c. (livello di riferimento)	h_r	[m]	0,30
Dislivello tra livello piezometrico e livello di riferimento	z_r	[m]	11,90
Profondità del livello piezometrico da p.c.	z_w	[m]	-11,600

Profondità del livello dell'acqua nel foro rispetto al livello di riferimento, a inizio prova	z	[m]	0,000
Carico idraulico a inizio prova	h_o	[m]	11,900

Tempo inizio prova (ora e minuti)	
--	--

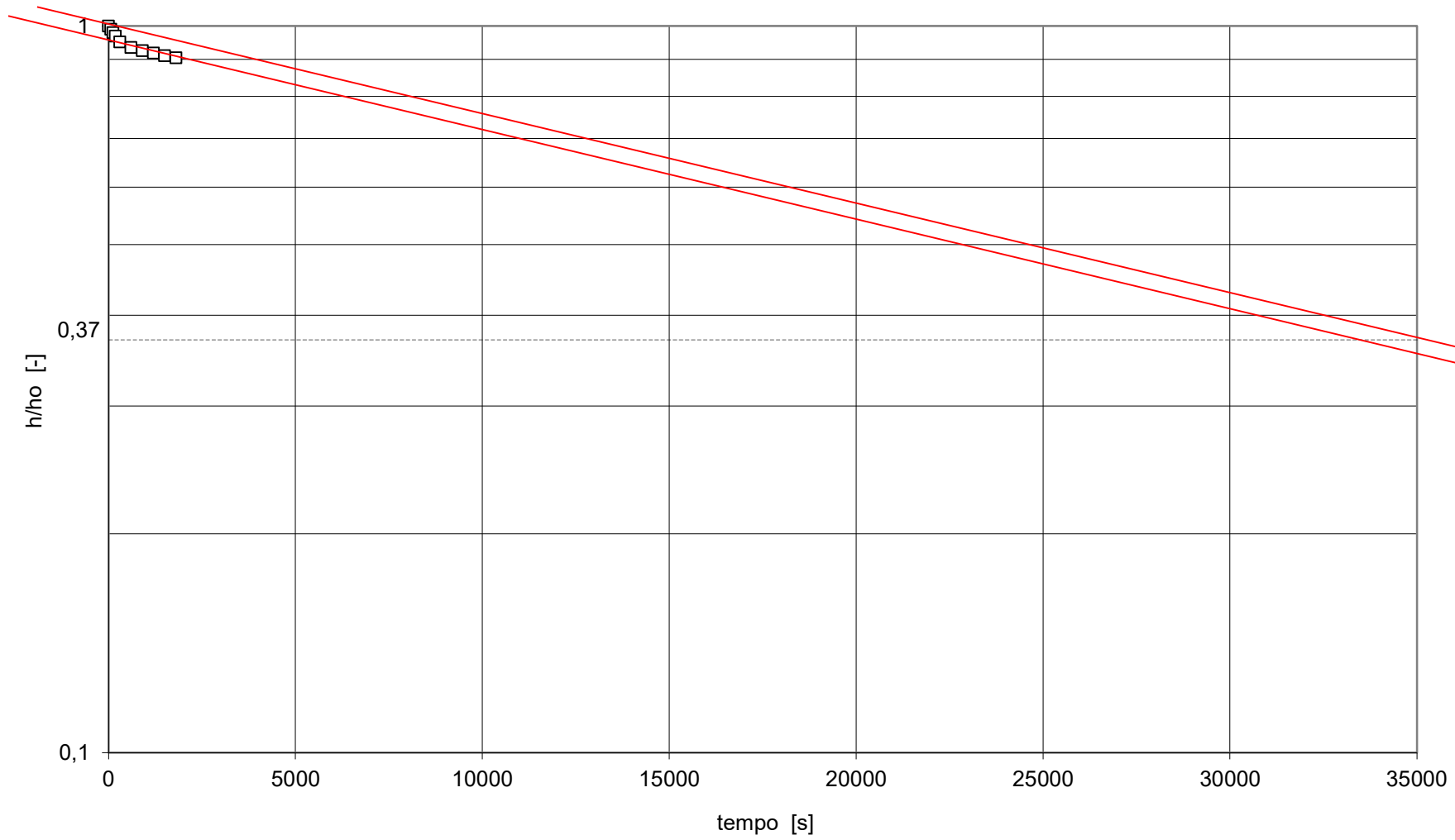
Lecture		Elaborazioni		
Tempo	Profondità del livello dell'acqua nel foro	Tempo	Carico idraulico	h/h_o
[min.]	[m]	[s]	[m]	[-]
	0,000	0	11,900	1,000
	-0,120	60	11,780	0,990
	-0,250	120	11,650	0,979
	-0,370	180	11,530	0,969
	-0,580	300	11,320	0,951
	-0,780	600	11,120	0,934
	-0,890	900	11,010	0,925
	-0,980	1200	10,920	0,918
	-1,070	1500	10,830	0,910
	-1,140	1800	10,760	0,904

n° negativo

Tempo di riequilibrio (basic time-lag)	[s]	35000
---	-----	-------

Coefficiente di permeabilità	[m/s]	1,59E-07
-------------------------------------	-------	----------

**Prova di permeabilità Lefranc
a carico variabile
IP7-LF2**



PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE
(per immissione di acqua in foro di sondaggio)

Committente	SPEA ENGINEERING S.p.A.
Commessa	Potenziamento del sistema tangenziale di Bologna
Località	Intermedia di Pianura
Data	21/11/2016

Sondaggio n°	IP9
Prova di permeabilità n°	LF1
Profondità da p.c.	10,0-11,0

Geometria della cavità	4	Filtro cilindrico in terreno uniforme
-------------------------------	---	---------------------------------------

Diametro del tratto di prova	D	[m]	0,127
Lunghezza del tratto di prova	L	[m]	1,00

Coefficiente di forma	F	[m]	2,276
------------------------------	---	-----	-------

Area della sezione di prova	A	[m ²]	0,013
------------------------------------	---	-------------------	-------

Altezza della colonna del rivestimento rispetto a p.c. (livello di riferimento)	h_r	[m]	0,20
Dislivello tra livello piezometrico e livello di riferimento	z_r	[m]	3,20
Profondità del livello piezometrico da p.c.	z_w	[m]	-3,000

Profondità del livello dell'acqua nel foro rispetto al livello di riferimento, a inizio prova	z	[m]	0,000
Carico idraulico a inizio prova	h_o	[m]	3,200

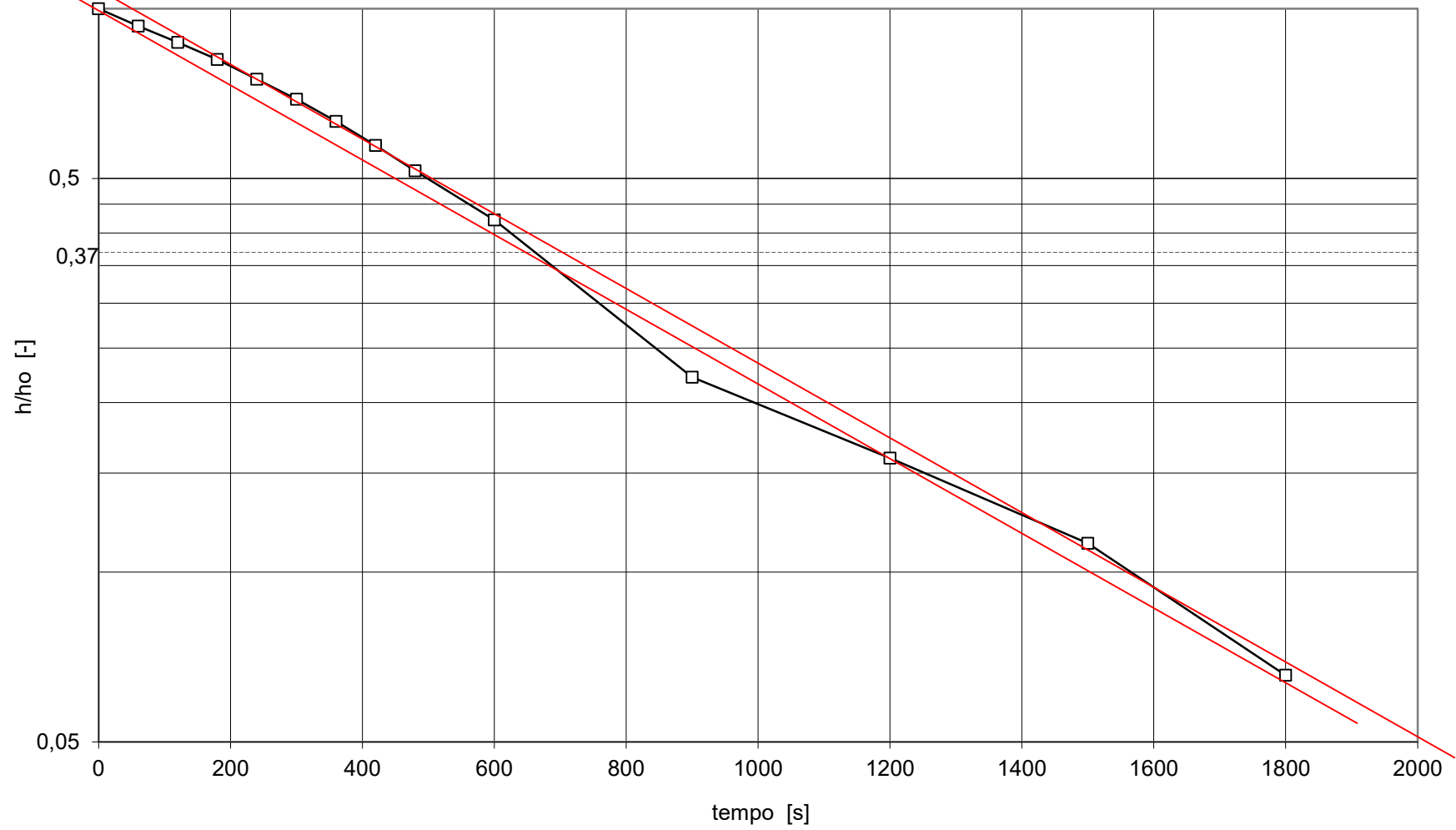
Tempo inizio prova (ora e minuti)	
--	--

Lecture		Elaborazioni		
Tempo	Profondità del livello dell'acqua nel foro	Tempo	Carico idraulico h	h/ho
[min.]	[m]	[s]	[m]	[-]
	0,000	0	3,200	1,000
	-0,220	60	2,980	0,931
	-0,410	120	2,790	0,872
	-0,600	180	2,600	0,813
	-0,800	240	2,400	0,750
	-0,990	300	2,210	0,691
	-1,180	360	2,020	0,631
	-1,370	420	1,830	0,572
	-1,550	480	1,650	0,516
	-1,850	600	1,350	0,422
	-2,490	900	0,710	0,222
	-2,690	1200	0,510	0,159
	-2,840	1500	0,360	0,113
	-2,990	1800	0,210	0,066
	n° negativo			

Tempo di riequilibrio (basic time-lag)	[s]	745
---	-----	-----

Coefficiente di permeabilità	[m/s]	7,47E-06
-------------------------------------	-------	----------

**Prova di permeabilità Lefranc
a carico variabile
IP9-LF1**



PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE
(per immissione di acqua in foro di sondaggio)

Committente	SPEA ENGINEERING S.p.A.
Commessa	Potenziamento del sistema tangenziale di Bologna
Località	Intermedia di Pianura
Data	21/11/2016

Sondaggio n°	IP9
Prova di permeabilità n°	LF2
Profondità da p.c.	18,0-19,0

Geometria della cavità	4	Filtro cilindrico in terreno uniforme
-------------------------------	---	---------------------------------------

Diametro del tratto di prova	D	[m]	0,127
Lunghezza del tratto di prova	L	[m]	1,00

Coefficiente di forma	F	[m]	2,276
------------------------------	---	-----	-------

Area della sezione di prova	A	[m ²]	0,013
------------------------------------	---	-------------------	-------

Altezza della colonna del rivestimento rispetto a p.c. (livello di riferimento)	h_r	[m]	0,20
Dislivello tra livello piezometrico e livello di riferimento	z_r	[m]	7,30
Profondità del livello piezometrico da p.c.	z_w	[m]	-7,100

Profondità del livello dell'acqua nel foro rispetto al livello di riferimento, a inizio prova	z	[m]	0,000
Carico idraulico a inizio prova	h_o	[m]	7,300

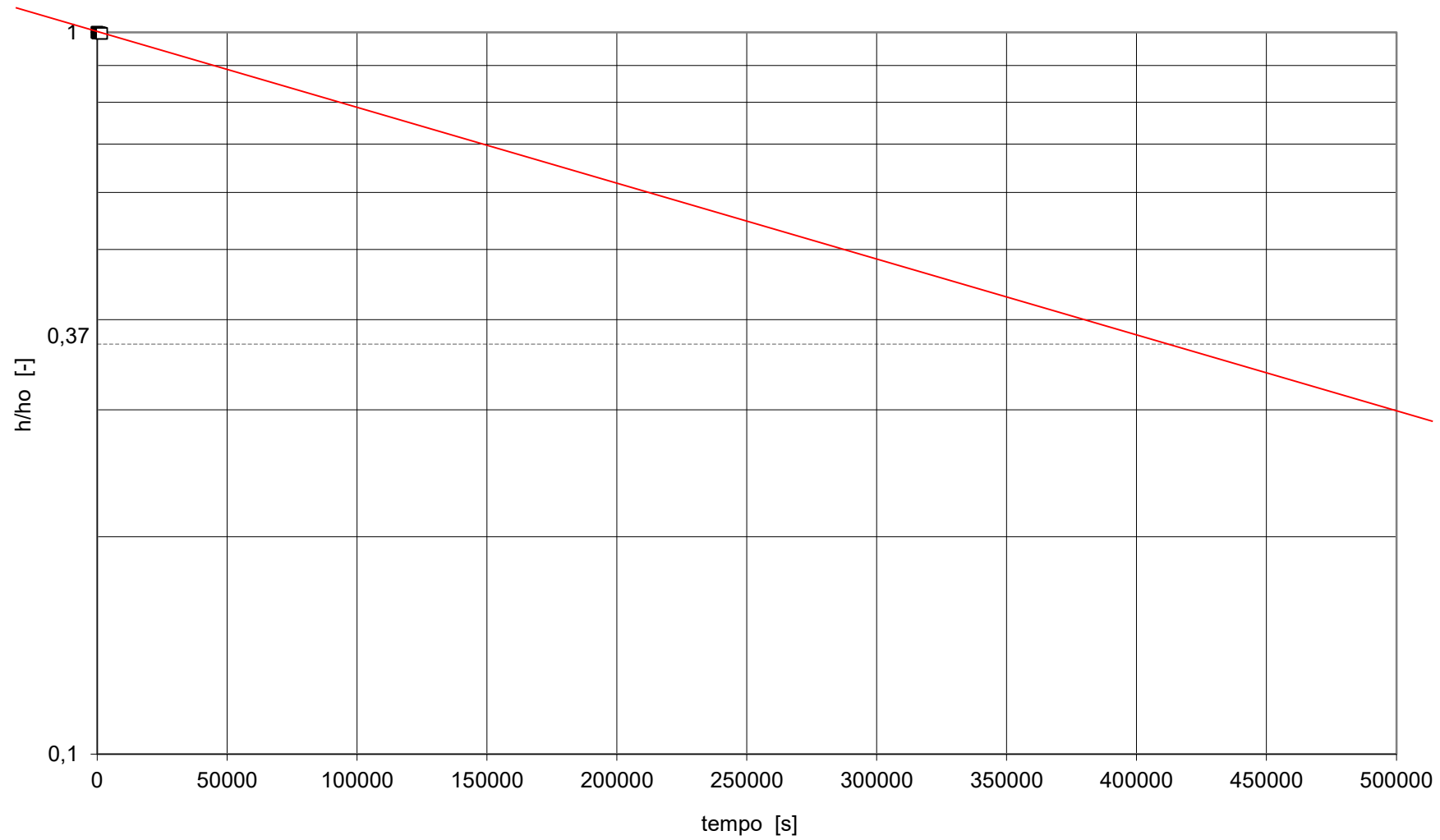
Tempo inizio prova (ora e minuti)	
--	--

Lecture		Elaborazioni		
Tempo	Profondità del livello dell'acqua nel foro	Tempo	Carico idraulico h	h/ho
[min.]	[m]	[s]	[m]	[-]
	0,000	0	7,300	1,000
	-0,002	60	7,298	1,000
	-0,003	120	7,297	1,000
	-0,004	180	7,296	0,999
	-0,005	240	7,295	0,999
	-0,005	300	7,295	0,999
	-0,006	360	7,294	0,999
	-0,006	420	7,294	0,999
	-0,007	480	7,293	0,999
	-0,009	600	7,291	0,999
	-0,012	900	7,288	0,998
	-0,016	1200	7,284	0,998
	-0,019	1500	7,281	0,997
	-0,022	1800	7,278	0,997
	n° negativo			

Tempo di riequilibrio (basic time-lag)	[s]	406764
---	-----	--------

Coefficiente di permeabilità	[m/s]	1,37E-08
-------------------------------------	-------	----------

**Prova di permeabilità Lefranc
a carico variabile
IP9-LF2**



PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE
(per immissione di acqua in foro di sondaggio)

Committente	SPEA ENGINEERING S.p.A.
Commessa	Potenziamento del sistema tangenziale di Bologna
Località	Intermedia di Pianura
Data	22/11/2016

Sondaggio n°	IP10
Prova di permeabilità n°	LF1
Profondità da p.c.	7,6-8,6

Geometria della cavità	4	Filtro cilindrico in terreno uniforme
-------------------------------	---	---------------------------------------

Diametro del tratto di prova	D	[m]	0,127
Lunghezza del tratto di prova	L	[m]	1,00

Coefficiente di forma	F	[m]	2,276
------------------------------	---	-----	-------

Area della sezione di prova	A	[m ²]	0,013
------------------------------------	---	-------------------	-------

Altezza della colonna del rivestimento rispetto a p.c. (livello di riferimento)	h_r	[m]	0,20
Dislivello tra livello piezometrico e livello di riferimento	z_r	[m]	2,60
Profondità del livello piezometrico da p.c.	z_w	[m]	-2,400

Profondità del livello dell'acqua nel foro rispetto al livello di riferimento, a inizio prova	z	[m]	0,000
Carico idraulico a inizio prova	h_o	[m]	2,600

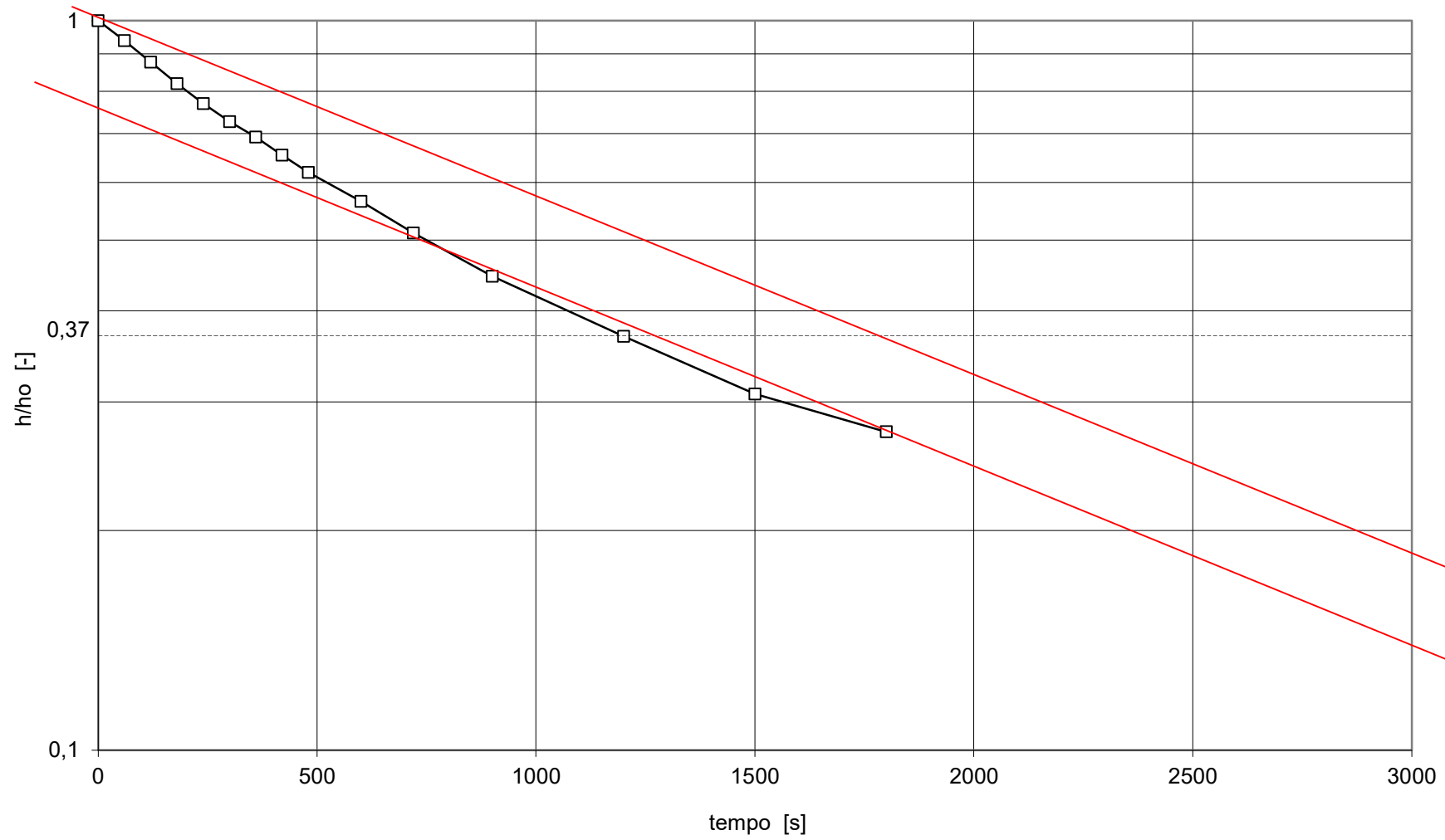
Tempo inizio prova (ora e minuti)	
--	--

Lecture		Elaborazioni		
Tempo	Profondità del livello dell'acqua nel foro	Tempo	Carico idraulico	h/h_o
[min.]	[m]	[s]	[m]	[-]
	0,000	0	2,600	1,000
	-0,160	60	2,440	0,938
	-0,320	120	2,280	0,877
	-0,470	180	2,130	0,819
	-0,600	240	2,000	0,769
	-0,710	300	1,890	0,727
	-0,800	360	1,800	0,692
	-0,900	420	1,700	0,654
	-0,990	480	1,610	0,619
	-1,130	600	1,470	0,565
	-1,270	720	1,330	0,512
	-1,440	900	1,160	0,446
	-1,640	1200	0,960	0,369
	-1,800	1500	0,800	0,308
	-1,890	1800	0,710	0,273
	n° negativo			

Tempo di riequilibrio (basic time-lag)	[s]	1792
---	-----	------

Coefficiente di permeabilità	[m/s]	3,11E-06
-------------------------------------	-------	----------

**Prova di permeabilità Lefranc
a carico variabile
IP10-LF1**



PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE
(per immissione di acqua in foro di sondaggio)

Committente	SPEA ENGINEERING S.p.A.
Commessa	Potenziamento del sistema tangenziale di Bologna
Località	Intermedia di Pianura
Data	22/11/2016

Sondaggio n°	IP10
Prova di permeabilità n°	LF2
Profondità da p.c.	15,3-16,3

Geometria della cavità	4	Filtro cilindrico in terreno uniforme
-------------------------------	---	---------------------------------------

Diametro del tratto di prova	D	[m]	0,127
Lunghezza del tratto di prova	L	[m]	1,00

Coefficiente di forma	F	[m]	2,276
------------------------------	---	-----	-------

Area della sezione di prova	A	[m ²]	0,013
------------------------------------	---	-------------------	-------

Altezza della colonna del rivestimento rispetto a p.c. (livello di riferimento)	h_r	[m]	0,20
Dislivello tra livello piezometrico e livello di riferimento	z_r	[m]	3,50
Profondità del livello piezometrico da p.c.	z_w	[m]	-3,300

Profondità del livello dell'acqua nel foro rispetto al livello di riferimento, a inizio prova	z	[m]	0,000
Carico idraulico a inizio prova	h_o	[m]	3,500

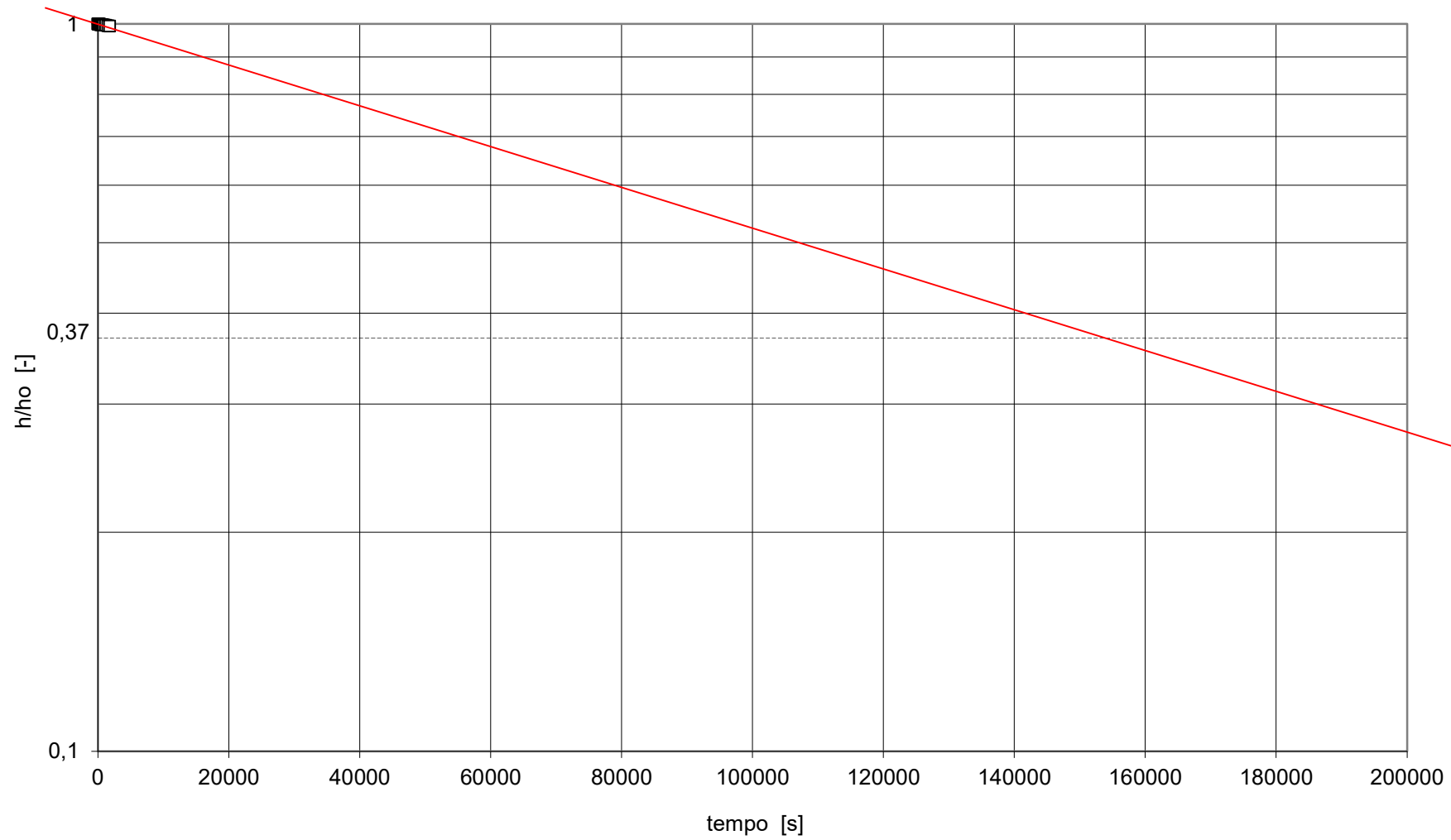
Tempo inizio prova (ora e minuti)	
--	--

Lecture		Elaborazioni		
Tempo	Profondità del livello dell'acqua nel foro	Tempo	Carico idraulico	h/h_o
[min.]	[m]	[s]	[m]	[-]
	0,000	0	3,500	1,000
	-0,001	60	3,499	1,000
	-0,003	120	3,497	0,999
	-0,004	180	3,496	0,999
	-0,005	240	3,495	0,999
	-0,006	300	3,494	0,998
	-0,007	360	3,493	0,998
	-0,008	420	3,492	0,998
	-0,009	480	3,491	0,997
	-0,010	600	3,490	0,997
	-0,011	720	3,489	0,997
	-0,012	900	3,488	0,997
	-0,016	1200	3,484	0,995
	-0,021	1500	3,479	0,994
	-0,025	1800	3,475	0,993
	n° negativo			

Tempo di riequilibrio (basic time-lag)	[s]	158620
---	-----	--------

Coefficiente di permeabilità	[m/s]	3,51E-08
-------------------------------------	-------	----------

**Prova di permeabilità Lefranc
a carico variabile
IP10-LF2**



PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE - UNI EN ISO 22282-2:2012
(per immissione di acqua in foro di sondaggio)

Committente	TECNE Gruppo Autostrade per l'Italia S.p.A.
Commessa	Intermedia di Pianura
Località	Castel Maggiore (BO)
Data	03/08/2021

Sondaggio n°	IP-S2
Prova di permeabilità n°	LF1
Profondità da p.c.	27,5

Geometria della cavità	4	Filtro cilindrico in terreno uniforme
-------------------------------	---	---------------------------------------

Diametro del tratto di prova	D [m]	0,127
Lunghezza del tratto di prova	L [m]	0,50
Rapporto di forma	L/D [-]	3,94

Coefficiente di forma	F [m]	1,511
------------------------------	-------	-------

Area della sezione di prova	A [m ²]	0,013
------------------------------------	---------------------	-------

Altezza della colonna del rivestimento rispetto a p.c. (livello di riferimento)	h_r [m]	0,50
Dislivello tra livello piezometrico e livello di riferimento	z_r [m]	9,25
Profondità del livello piezometrico da p.c.	z_w [m]	8,750

Profondità del livello dell'acqua nel foro rispetto al livello di riferimento, a inizio prova	z [m]	0,000
Carico idraulico a inizio prova	h_o [m]	9,250

Tempo inizio prova (ora e minuti)	
--	--

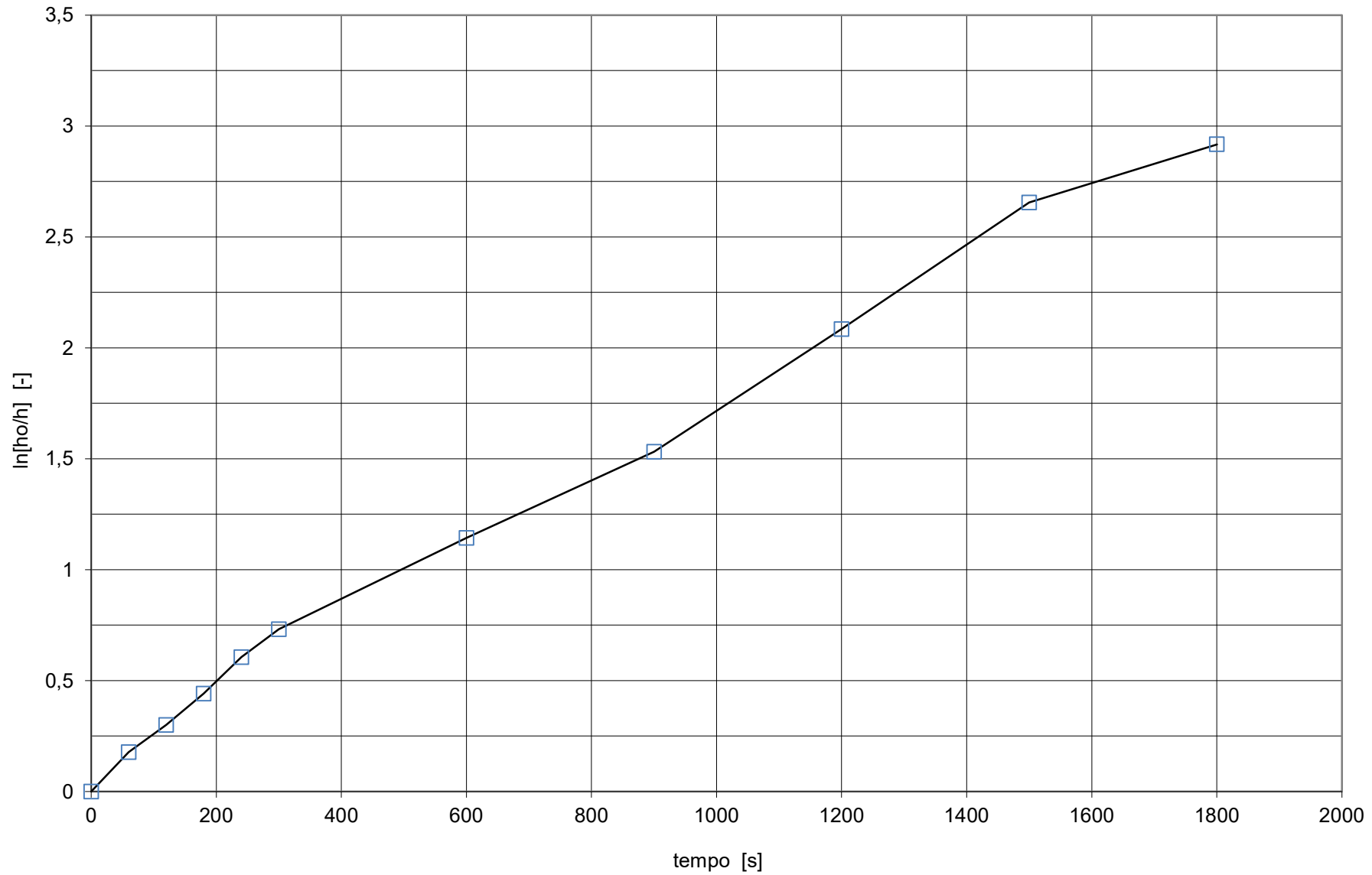
Metodo di interpretazione	B.4.1 - Velocity graph method
----------------------------------	-------------------------------

Letture		Elaborazioni			
Tempo [min.]	Profondità del livello dell'acqua nel foro [m]	Tempo [s]	Carico idraulico h [m]	ho/h [-]	ln[ho/h] [-]
	0,000	0	9,250	1,000	0,000
1	1,500	60	7,750	1,194	0,177
2	2,400	120	6,850	1,350	0,300
3	3,300	180	5,950	1,555	0,441
4	4,200	240	5,050	1,832	0,605
5	4,800	300	4,450	2,079	0,732
10	6,300	600	2,950	3,136	1,143
15	7,250	900	2,000	4,625	1,531
20	8,100	1200	1,150	8,043	2,085
25	8,600	1500	0,650	14,231	2,655
30	8,750	1800	0,500	18,500	2,918

Coefficiente angolare α	[-]	1,53E-03
--	-----	----------

Coefficiente di conducibilità idraulica k	[m/s]	1,28E-05
--	-------	----------

**Prova di permeabilità Lefranc
a carico variabile
IP-S2-LF1**



PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE - UNI EN ISO 22282-2:2012
(per immissione di acqua in foro di sondaggio)

Committente	TECNE Gruppo Autostrade per l'Italia S.p.A.
Commessa	Intermedia di Pianura
Località	Castel Maggiore (BO)
Data	05/08/2021

Sondaggio n°	IP-S4
Prova di permeabilità n°	LF1
Profondità da p.c.	13,5

Geometria della cavità	4	Filtro cilindrico in terreno uniforme
-------------------------------	---	---------------------------------------

Diametro del tratto di prova	D [m]	0,127
Lunghezza del tratto di prova	L [m]	0,50
Rapporto di forma	L/D [-]	3,94

Coefficiente di forma	F [m]	1,511
------------------------------	-------	-------

Area della sezione di prova	A [m ²]	0,013
------------------------------------	---------------------	-------

Altezza della colonna del rivestimento rispetto a p.c. (livello di riferimento)	h _r [m]	0,50
Dislivello tra livello piezometrico e livello di riferimento	z _r [m]	3,45
Profondità del livello piezometrico da p.c.	z _w [m]	2,950

Profondità del livello dell'acqua nel foro rispetto al livello di riferimento, a inizio prova	z [m]	0,000
Carico idraulico a inizio prova	h _o [m]	3,450

Tempo inizio prova (ora e minuti)	
--	--

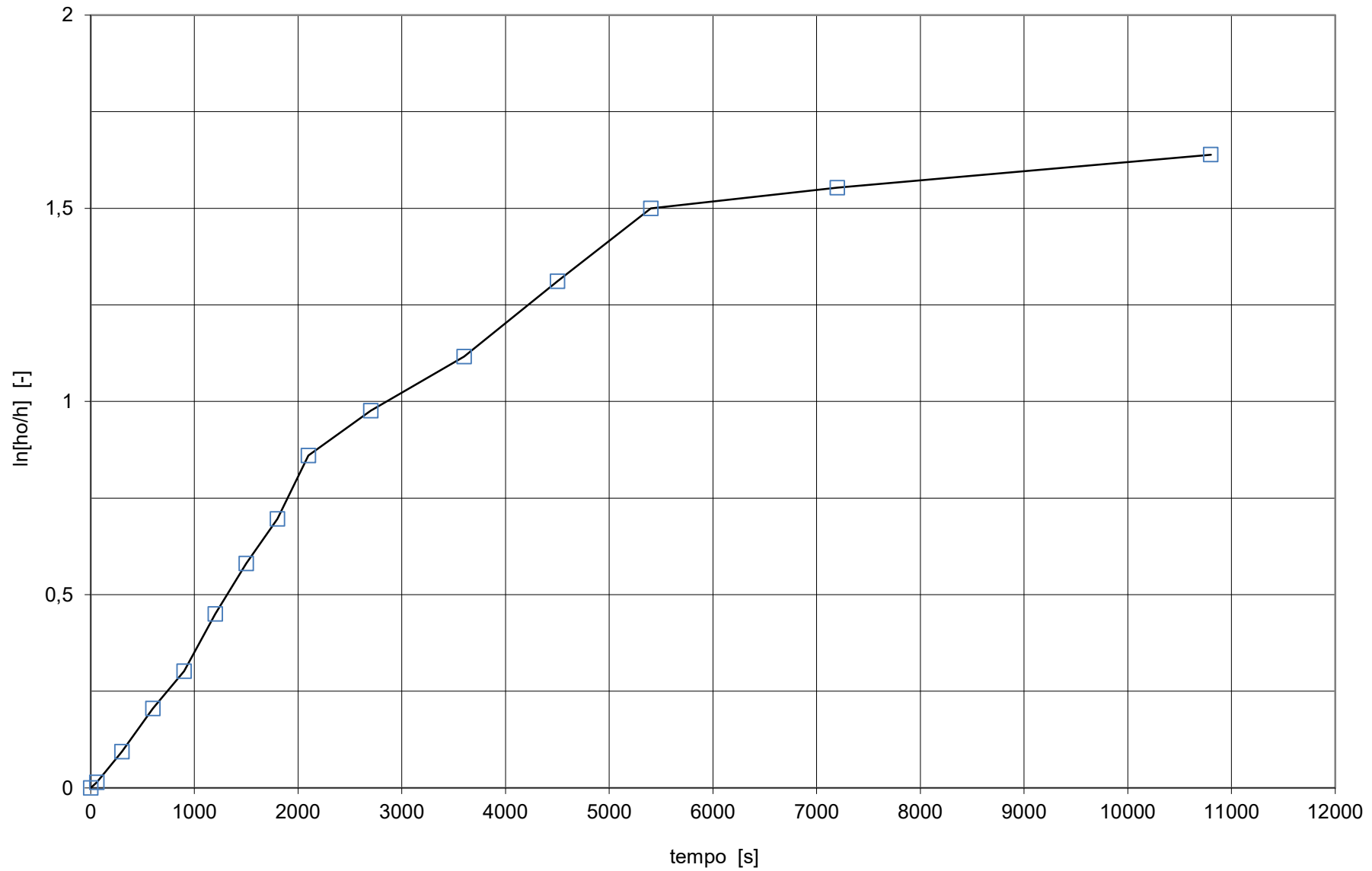
Metodo di interpretazione	B.4.1 - Velocity graph method
----------------------------------	-------------------------------

Letture		Elaborazioni			
Tempo [min.]	Profondità del livello dell'acqua nel foro [m]	Tempo [s]	Carico idraulico h [m]	h _o /h [-]	ln[h _o /h] [-]
	0,000	0	3,450	1,000	0,000
1	0,050	60	3,400	1,015	0,015
5	0,310	300	3,140	1,099	0,094
10	0,640	600	2,810	1,228	0,205
15	0,900	900	2,550	1,353	0,302
20	1,250	1200	2,200	1,568	0,450
25	1,520	1500	1,930	1,788	0,581
30	1,730	1800	1,720	2,006	0,696
35	1,990	2100	1,460	2,363	0,860
45	2,150	2700	1,300	2,654	0,976
60	2,320	3600	1,130	3,053	1,116
75	2,520	4500	0,930	3,710	1,311
90	2,680	5400	0,770	4,481	1,500
120	2,720	7200	0,730	4,726	1,553
180	2,780	10800	0,670	5,149	1,639

Coefficiente angolare α	[-]	1,57E-04
--------------------------------	-----	----------

Coefficiente di conducibilità idraulica k	[m/s]	1,32E-06
--	-------	----------

**Prova di permeabilità Lefranc
a carico variabile
IP-S4-LF1**



PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE - UNI EN ISO 22282-2:2012
(per immissione di acqua in foro di sondaggio)

Committente	TECNE Gruppo Autostrade per l'Italia S.p.A.
Commessa	Intermedia di Pianura
Località	Castel Maggiore (BO)
Data	27/07/2021

Sondaggio n°	IP-S7
Prova di permeabilità n°	LF1
Profondità da p.c.	28,5

Geometria della cavità	4	Filtro cilindrico in terreno uniforme
-------------------------------	---	---------------------------------------

Diametro del tratto di prova	D [m]	0,127
Lunghezza del tratto di prova	L [m]	0,50
Rapporto di forma	L/D [-]	3,94

Coefficiente di forma	F [m]	1,511
------------------------------	-------	-------

Area della sezione di prova	A [m ²]	0,013
------------------------------------	---------------------	-------

Altezza della colonna del rivestimento rispetto a p.c. (livello di riferimento)	h_r [m]	0,50
Dislivello tra livello piezometrico e livello di riferimento	z_r [m]	12,50
Profondità del livello piezometrico da p.c.	z_w [m]	12,000

Profondità del livello dell'acqua nel foro rispetto al livello di riferimento, a inizio prova	z [m]	0,000
Carico idraulico a inizio prova	h_o [m]	12,500

Tempo inizio prova (ora e minuti)	
--	--

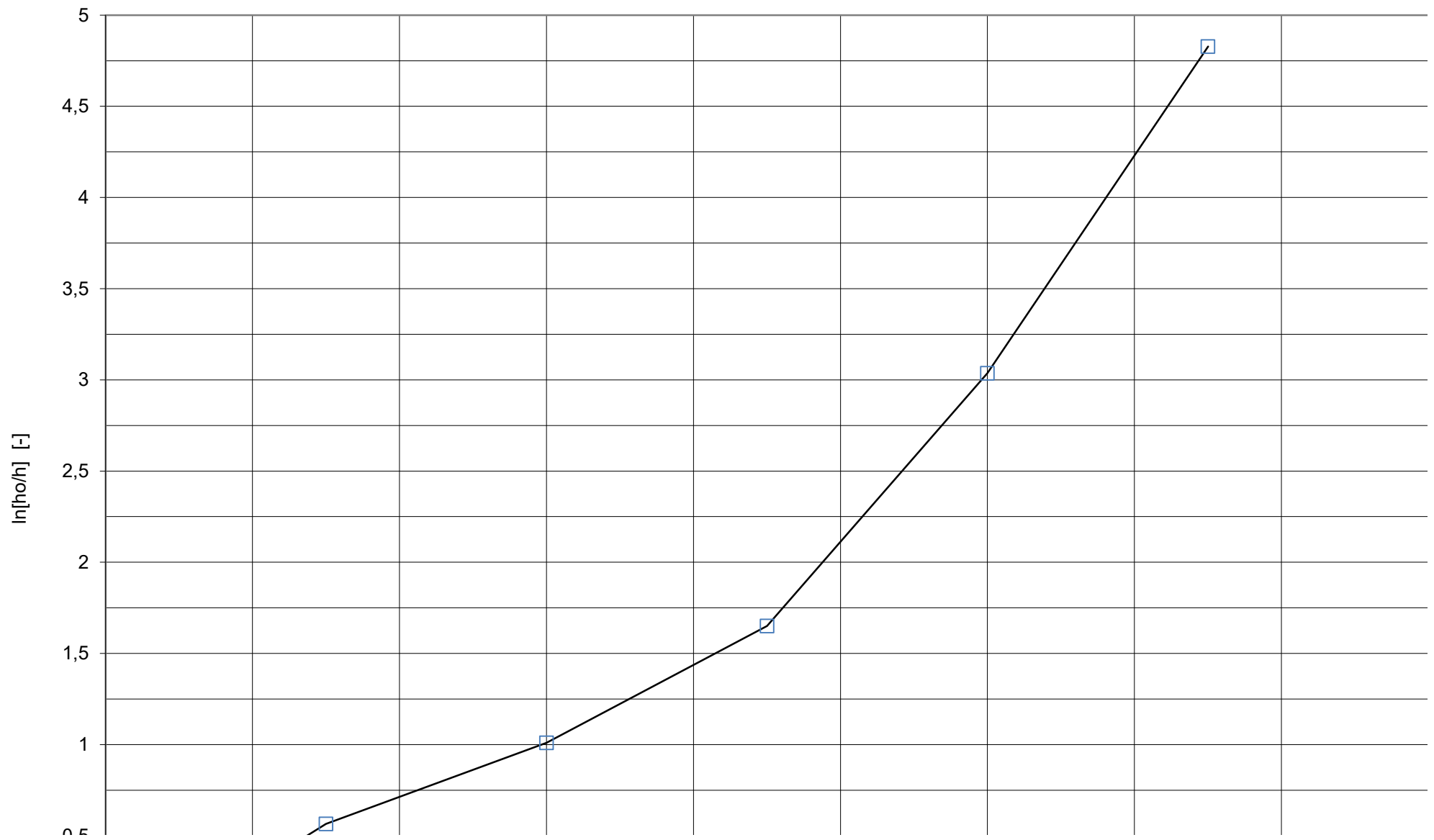
Metodo di interpretazione	B.4.1 - Velocity graph method
----------------------------------	-------------------------------

Letture		Elaborazioni			
Tempo	Profondità del livello dell'acqua nel foro	Tempo	Carico idraulico h	h_o/h	$\ln[h_o/h]$
[min.]	[m]	[s]	[m]	[-]	[-]
	0,000	0	12,500	1,000	0,000
1	2,000	60	10,500	1,190	0,174
2	2,400	120	10,100	1,238	0,213
3	3,200	180	9,300	1,344	0,296
4	4,250	240	8,250	1,515	0,416
5	5,400	300	7,100	1,761	0,566
10	7,950	600	4,550	2,747	1,011
15	10,100	900	2,400	5,208	1,650
20	11,900	1200	0,600	20,833	3,037
25	12,400	1500	0,100	125,000	4,828

Coefficiente angolare α	[-]	3,52E-03
--	-----	----------

Coefficiente di conducibilità idraulica k	[m/s]	2,95E-05
---	-------	----------

**Prova di permeabilità Lefranc
a carico variabile
IP-S7-LF1**



PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE - UNI EN ISO 22282-2:2012
(per immissione di acqua in foro di sondaggio)

Committente	TECNE Gruppo Autostrade per l'Italia S.p.A.
Commessa	Intermedia di Pianura
Località	Castel Maggiore (BO)
Data	27/07/2021

Sondaggio n°	IP-S9
Prova di permeabilità n°	LF1
Profondità da p.c.	27,0

Geometria della cavità	4	Filtro cilindrico in terreno uniforme
-------------------------------	---	---------------------------------------

Diametro del tratto di prova	D [m]	0,127
Lunghezza del tratto di prova	L [m]	0,80
Rapporto di forma	L/D [-]	6,30

Coefficiente di forma	F [m]	1,979
------------------------------	-------	-------

Area della sezione di prova	A [m ²]	0,013
------------------------------------	---------------------	-------

Altezza della colonna del rivestimento rispetto a p.c. (livello di riferimento)	h_r [m]	0,30
Dislivello tra livello piezometrico e livello di riferimento	z_r [m]	14,50
Profondità del livello piezometrico da p.c.	z_w [m]	14,200

Profondità del livello dell'acqua nel foro rispetto al livello di riferimento, a inizio prova	z [m]	0,000
Carico idraulico a inizio prova	h_o [m]	14,500

Tempo inizio prova (ora e minuti)	
--	--

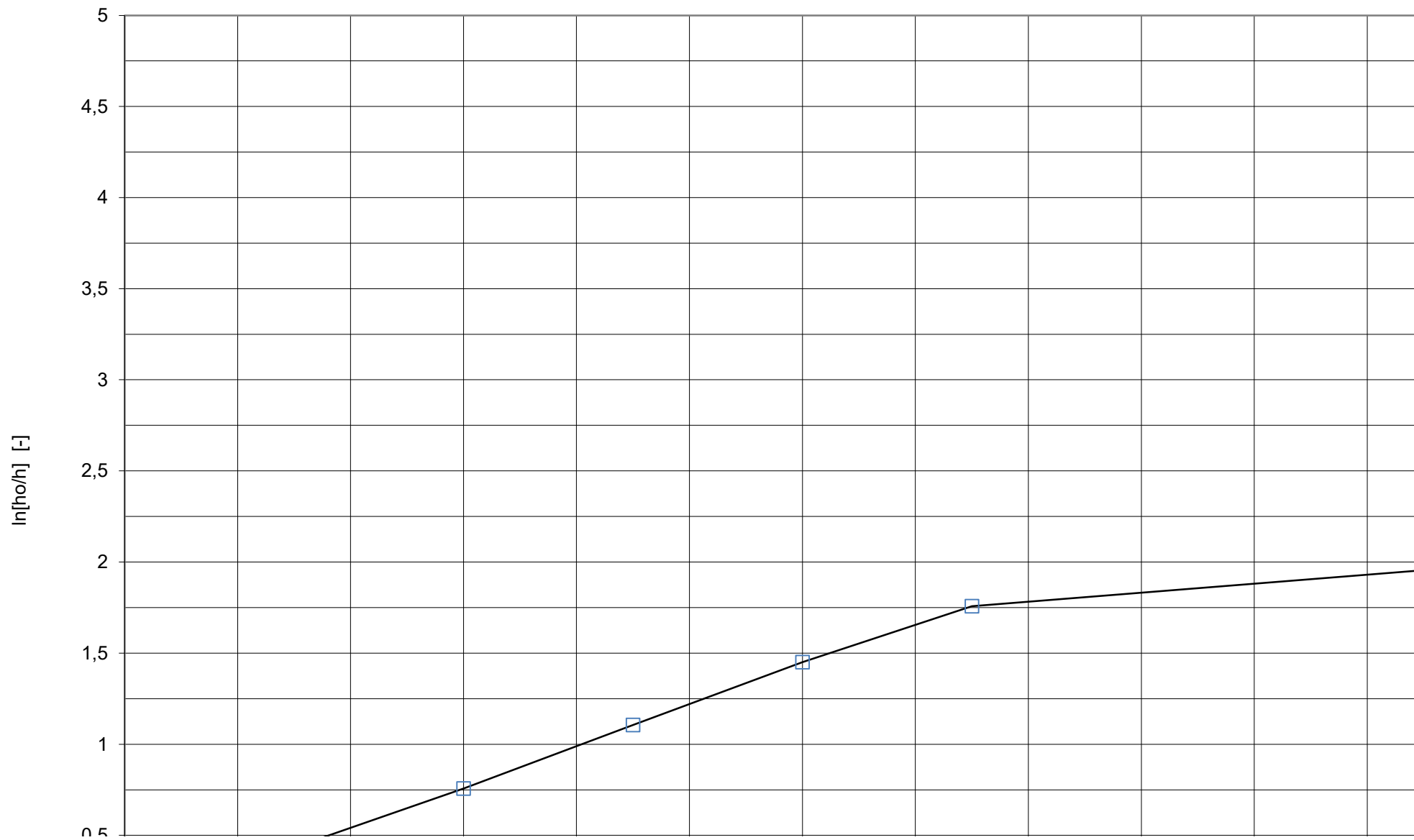
Metodo di interpretazione	B.4.1 - Velocity graph method
----------------------------------	-------------------------------

Letture		Elaborazioni			
Tempo	Profondità del livello dell'acqua nel foro	Tempo	Carico idraulico h	h_o/h	$\ln[h_o/h]$
[min.]	[m]	[s]	[m]	[-]	[-]
	0,000	0	14,500	1,000	0,000
1	2,300	60	12,200	1,189	0,173
2	2,600	120	11,900	1,218	0,198
3	3,500	180	11,000	1,318	0,276
4	4,350	240	10,150	1,429	0,357
5	5,100	300	9,400	1,543	0,433
10	7,700	600	6,800	2,132	0,757
15	9,700	900	4,800	3,021	1,106
20	11,100	1200	3,400	4,265	1,450
25	12,000	1500	2,500	5,800	1,758
40	12,500	2400	2,000	7,250	1,981

Coefficiente angolare α	[-]	1,13E-03
--	-----	----------

Coefficiente di conducibilità idraulica k	[m/s]	7,24E-06
---	-------	----------

**Prova di permeabilità Lefranc
a carico variabile
IP-S9-LF1**



ALLEGATO 4:

RETE DI MONITORAGGIO CHIMICO DI ARPAE:
PARAMETRI CHIMICI 2015

ID	DATA	Parametri di base						Inquinanti inorganici								Metalli													
		Temp. °C	PH -	Cond. El. µS/cm	CaCO3 mg/l	HCO3 mg/l	O2 mg/l	B µg/l	Cl mg/l	F µg/l	PO4 mg/l	SO4 mg/l	NO3 mg/l	NO2 µg/l	NH4 µg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	As µg/l	Ba µg/l	Cd µg/l	Cr µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l
BO20-00	07/04/2015	14,4	7,1	1004	552	517	0,6	185	60,1	<50	<0,01	141	69,3	<30	<20	190	36,8	30,1	2,8	<20	<5	<1	139	<0,5	<2	3	<2	<5	35
BO20-00	03/11/2015		6,9	1121	521	508	<0,5	183	59,7	116	<0,01	123	63,6	<30	30	181	36,5	29	3,2	<20	<5	<1	149	<0,04	<2	2	<1	7	54
BO26-00	19/05/2015	15,9	8	715	300	514	3,2		9,4	361	0,28	<1	<1	<30	3860	60	34,1	66,3	1,5										
BO26-00	29/10/2015	15	7,7	704	263	505	2,8	470	9,2	353	0,16	<1	<1	<30	4520	57	33	65,8	1,5	23	55	57	226	<0,04	<2	<1	<1	<5	<10
BO28-00	21/05/2015	15	7,4	594	268	430	0,7	189	6,8	174	0,06	<1	<1	<30	2380	91	18,8	29,9	1,5	247	385	<1	276	<0,5	<2	<2	<2	<5	26
BO32-00	19/05/2015	14	7,6	698	360	461	1		12	166	0,14	16,9	<1	<30	571	107	21,5	32,8	2,5										
BO32-00	29/10/2015	13,9	7,2	749	306	471	0,5	130	12,6	151	<0,01	15,5	<1	<30	414	105	21,9	34,5	2,7	<20	169	<1	176	<0,04	<2	<1	<1	<5	<10
BO33-00	19/05/2015	14,7	8,1	700	328	440	0,9		11,6	146	0,13	38,8	<1	<30	1110	99	21,1	43,1	2,4										
BO33-00	29/10/2015	14,4	7,8	715	304	428	0,7	148	13,5	176	0,02	52,6	<1	<30	1020	101	23	36,7	2,5	<20	166	<1	182	<0,04	<2	4	<1	<5	30

Fonte dati: ARPAE - Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente - Dati Ambientali Emilia-Romagna

Aggiornamento dati: **2015**

ALLEGATO 5:

CERTIFICATI DI ANALISI CHIMICA DEI SOLFATI E CLORURI
(PRELIEVI DI ACQUA)

Spett.le
Altair S.r.l.
Via A. Martini 11
20092 Cinisello Balsamo (MI)

Dati del campione

Codice 210908-001/1
Matrice Acqua sotterranea
Riferimento IP1

Data ricevimento 08/09/2021
Data inizio analisi 08/09/2021
Data fine analisi 09/09/2021

Dati del campionamento

Luogo Tecna S.p.A. 111443 progetto definitivo - Intermedia di Pianura
Campionato da Cliente
Metodo Campionamento eseguito dal cliente

Data 24/08/2021 Verbale n. -

PARAMETRO	U.M.	VALORE	I.M.	LIMITE ^o	LQ
Cloruri APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l	26			2
Solfati APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l	85			2

Note: I risultati espressi nel presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova. Le analisi, se non specificato altrimenti, sono da considerarsi effettuate in unica replica. || In caso di campionamento eseguito dal cliente, il laboratorio non assume responsabilità alcuna circa la rispondenza dei dati analitici tra il campione ricevuto e l'intero lotto o partita da cui lo stesso è stato prelevato e i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto. Inoltre, nei casi pertinenti, il risultato così come espresso in unità di misura è ottenuto mediante elaborazione dei dati che il Committente ha espressamente dichiarato di aver campionato. || LQ: Limite di quantificazione; "< LQ" indica che il parametro non è quantificabile al di sotto del limite di quantificazione indicato. || I.M.: incertezza di misura. L'incertezza di misura è espressa come incertezza di misura estesa $U = k \cdot u_c$ ed è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente a un livello di probabilità di circa il 95% o come intervallo di confidenza calcolato a un livello di probabilità di circa il 95%. || Le sommatorie sono calcolate mediante il criterio lower bound a eccezione di PCDD/PCDF e PCB-DL per i quali si applica il criterio upper bound. || I recuperi sono conformi a quanto prescritto dal metodo e non vengono utilizzati nel calcolo del risultato finale.

Il responsabile del laboratorio**Mauro Ferri****perito chimico industriale**Ordine dei Periti Industriali e dei Periti
Industriali Laureati di Milano e Lodi n. 6214

Spett.le
Altair S.r.l.
Via A. Martini 11
20092 Cinisello Balsamo (MI)

Dati del campione

Codice 210908-002/1
Matrice Acqua sotterranea
Riferimento IP2

Data ricevimento 08/09/2021
Data inizio analisi 08/09/2021
Data fine analisi 09/09/2021

Dati del campionamento

Luogo Tecna S.p.A. 111443 progetto definitivo - Intermedia di Pianura
Campionato da Cliente
Metodo Campionamento eseguito dal cliente

Data 24/08/2021 Verbale n. -

PARAMETRO	U.M.	VALORE	I.M.	LIMITE ^o	LQ
Cloruri APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l	16			2
Solfati APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l	224			2

Note: I risultati espressi nel presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova. Le analisi, se non specificato altrimenti, sono da considerarsi effettuate in unica replica. || In caso di campionamento eseguito dal cliente, il laboratorio non assume responsabilità alcuna circa la rispondenza dei dati analitici tra il campione ricevuto e l'intero lotto o partita da cui lo stesso è stato prelevato e i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto. Inoltre, nei casi pertinenti, il risultato così come espresso in unità di misura è ottenuto mediante elaborazione dei dati che il Committente ha espressamente dichiarato di aver campionato. || LQ: Limite di quantificazione; "< LQ" indica che il parametro non è quantificabile al di sotto del limite di quantificazione indicato. || I.M.: incertezza di misura. L'incertezza di misura è espressa come incertezza di misura estesa $U = k \times u_c$ ed è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente a un livello di probabilità di circa il 95% o come intervallo di confidenza calcolato a un livello di probabilità di circa il 95%. || Le sommatorie sono calcolate mediante il criterio lower bound a eccezione di PCDD/PCDF e PCB-DL per i quali si applica il criterio upper bound. || I recuperi sono conformi a quanto prescritto dal metodo e non vengono utilizzati nel calcolo del risultato finale.

Il responsabile del laboratorio**Mauro Ferri****perito chimico industriale**

Ordine dei Periti Industriali e dei Periti
Industriali Laureati di Milano e Lodi n. 6214

R&C Lab S.r.l.

Via Retrone 29/31
36077 Altavilla Vicentina VI - Italy
Tel.: +39 0444 349040 Fax: +39 0444 349041
E-mail: rc@rclabsrl.it Website: www.rclabsrl.it



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

VICENZETTO S.r.l.
Via Municipio, 18
35040 VILLA ESTENSE (PD)

Data 09.01.2017
Cod. cliente 11763

RAPPORTO DI PROVA 9874 - 25992

Ordine **9874**
N. campione **25992 Acqua**
Ricevimento campione **10.11.2016**
Data Campionamento **Non comunicato**
Campionato da: **Non comunicato**
Descrizione: **Sondaggio IP4 ca1**
Ritirato da: **Tecnico R&C Lab: Sig. Manuel Manzardo**
Data e ora del ritiro: **10.11.2016 15:00**
Luogo di campionamento **Committente: SPEA ENGINEERING SPA - Cantiere: Passante di Bologna, Sondaggio: IP4**

	U.M.	Risultato	Incertezza	Valore limite	LOQ	Metodo
Anioni						
Cloruri	mg/l	17,1	+/- 6,84		0,1	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
Solfati	mg/l	649 ^{v)}	+/- 64,9		1	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003

v) LOD/LOQ sono stati alzati poiché la concentrazione dell'analita ha richiesto una diluizione del campione.

Il calcolo dell'incertezza combinata ed estesa è in genere effettuato secondo quanto riportato nel documento „Guide To The Expression Of Uncertainty In Measurement“ (GUM, JCGM 100:2008), specificato dal Nordtest Report TR 537. Il fattore di copertura utilizzato è 2 per un livello di probabilità del 95% (intervallo di confidenza). L'incertezza di misura riportata è valida per diverse tipologie di campioni e range di concentrazione.



ARCI Elisabetta Tomè, Tel. 0444/1620869
Fax 0444 349041, E-Mail elisabetta.tome@agrolab.it
CRM Ambientale

Data inizio prove: 11.11.2016
Data fine prove: 21.11.2016

Il presente Rapporto di Prova si riferisce solo al campione sottoposto alle prove. La riproduzione parziale del Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Laboratorio.



R&C Lab S.r.l.

Via Retrone 29/31
36077 Altavilla Vicentina VI - Italy
Tel.: +39 0444 349040 Fax: +39 0444 349041
E-mail: rc@rclabsrl.it Website: www.rclabsrl.it



VICENZETTO S.r.l.
Via Municipio, 18
35040 VILLA ESTENSE (PD)

Data 09.01.2017
Cod. cliente 11763

RAPPORTO DI PROVA 9874 - 25989

Ordine **9874**
N. campione **25989 Acqua**
Ricevimento campione **10.11.2016**
Data Campionamento **Non comunicato**
Campionato da: **Non comunicato**
Descrizione: **Sondaggio IP7 ca1**
Ritirato da: **Tecnico R&C Lab: Sig. Manuel Manzardo**
Data e ora del ritiro: **10.11.2016 15:00**
Luogo di campionamento **Committente: SPEA ENGINEERING SPA - Cantiere: Passante di Bologna, Sondaggio: IP7**

	U.M.	Risultato	Incertezza	Valore limite	LOQ	Metodo
Anioni						
Cloruri	mg/l	220 v)	+/- 22,0		1	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
Solfati	mg/l	104 v)	+/- 10,4		1	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003

v) LOD/LOQ sono stati alzati poiché la concentrazione dell'analita ha richiesto una diluizione del campione.

Il calcolo dell'incertezza combinata ed estesa è in genere effettuato secondo quanto riportato nel documento „Guide To The Expression Of Uncertainty In Measurement" (GUM, JCGM 100:2008), specificato dal Nordtest Report TR 537. Il fattore di copertura utilizzato è 2 per un livello di probabilità del 95% (intervallo di confidenza). L'incertezza di misura riportata è valida per diverse tipologie di campioni e range di concentrazione.



ARCI Elisabetta Tomè, Tel. 0444/1620869
Fax 0444 349041, E-Mail elisabetta.tome@agrolab.it
CRM Ambientale

Data inizio prove: 11.11.2016
Data fine prove: 21.11.2016

Il presente Rapporto di Prova si riferisce solo al campione sottoposto alle prove. La riproduzione parziale del Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Laboratorio.

C.F. e P.IVA 03378780245
cap. soc. € 150.000,00 i.v.
reg. imp. di VI 03378780245
Direzione e Coordinamento
AGROLAB GmbH



Spett.le
Altair S.r.l.
Via A. Martini 11
20092 Cinisello Balsamo (MI)

Dati del campione

Codice 210908-004/1
Matrice Acqua sotterranea
Riferimento IP7

Data ricevimento 08/09/2021
Data inizio analisi 08/09/2021
Data fine analisi 09/09/2021

Dati del campionamento

Luogo Tecna S.p.A. 111443 progetto definitivo - Intermedia di Pianura
Campionato da Cliente
Metodo Campionamento eseguito dal cliente

Data 26/08/2021 Verbale n. -

PARAMETRO	U.M.	VALORE	I.M.	LIMITE ^o	LQ
Cloruri APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l	686			2
Solfati APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l	133			2

Note: I risultati espressi nel presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova. Le analisi, se non specificato altrimenti, sono da considerarsi effettuate in unica replica. || In caso di campionamento eseguito dal cliente, il laboratorio non assume responsabilità alcuna circa la rispondenza dei dati analitici tra il campione ricevuto e l'intero lotto o partita da cui lo stesso è stato prelevato e i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto. Inoltre, nei casi pertinenti, il risultato così come espresso in unità di misura è ottenuto mediante elaborazione dei dati che il Committente ha espressamente dichiarato di aver campionato. || LQ: Limite di quantificazione; "< LQ" indica che il parametro non è quantificabile al di sotto del limite di quantificazione indicato. || I.M.: incertezza di misura. L'incertezza di misura è espressa come incertezza di misura estesa $U = k \times u_c$ ed è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente a un livello di probabilità di circa il 95% o come intervallo di confidenza calcolato a un livello di probabilità di circa il 95%. || Le sommatorie sono calcolate mediante il criterio lower bound a eccezione di PCDD/PCDF e PCB-DL per i quali si applica il criterio upper bound. || I recuperi sono conformi a quanto prescritto dal metodo e non vengono utilizzati nel calcolo del risultato finale.

Il responsabile del laboratorio**Mauro Ferri****perito chimico industriale**Ordine dei Periti Industriali e dei Periti
Industriali Laureati di Milano e Lodi n. 6214

Spett.le
Altair S.r.l.
Via A. Martini 11
20092 Cinisello Balsamo (MI)

Dati del campione

Codice 210917-030/1
Matrice Acqua sotterranea
Riferimento IP-S1

Data ricevimento 17/09/2021
Data inizio analisi 17/09/2021
Data fine analisi 20/09/2021

Dati del campionamento

Luogo Tecna S.p.A. 111443 progetto definitivo - Intermedia di Pianura
Campionato da Cliente
Metodo Campionamento eseguito dal cliente

Data 05/08/2021 Verbale n. -

PARAMETRO	U.M.	VALORE	I.M.	LIMITE ^o	LQ
Cloruri APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l	180			2
Solfati APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l	152			2

Note: I risultati espressi nel presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova. Le analisi, se non specificato altrimenti, sono da considerarsi effettuate in unica replica. || In caso di campionamento eseguito dal cliente, il laboratorio non assume responsabilità alcuna circa la rispondenza dei dati analitici tra il campione ricevuto e l'intero lotto o partita da cui lo stesso è stato prelevato e i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto. Inoltre, nei casi pertinenti, il risultato così come espresso in unità di misura è ottenuto mediante elaborazione dei dati che il Committente ha espressamente dichiarato di aver campionato. || LQ: Limite di quantificazione; "< LQ" indica che il parametro non è quantificabile al di sotto del limite di quantificazione indicato. || I.M.: incertezza di misura. L'incertezza di misura è espressa come incertezza di misura estesa $U = k \times u_c$ ed è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente a un livello di probabilità di circa il 95% o come intervallo di confidenza calcolato a un livello di probabilità di circa il 95%. || Le sommatorie sono calcolate mediante il criterio lower bound a eccezione di PCDD/PCDF e PCB-DL per i quali si applica il criterio upper bound. || I recuperi sono conformi a quanto prescritto dal metodo e non vengono utilizzati nel calcolo del risultato finale.

Il responsabile del laboratorio**Mauro Ferri****perito chimico industriale**Ordine dei Periti Industriali e dei Periti
Industriali Laureati di Milano e Lodi n. 6214

Spett.le
Altair S.r.l.
Via A. Martini 11
20092 Cinisello Balsamo (MI)

Dati del campione

Codice 210917-031/1
Matrice Acqua sotterranea
Riferimento IP-S3

Data ricevimento 17/09/2021
Data inizio analisi 17/09/2021
Data fine analisi 20/09/2021

Dati del campionamento

Luogo Tecna S.p.A. 111443 progetto definitivo - Intermedia di Pianura
Campionato da Cliente
Metodo Campionamento eseguito dal cliente

Data 10/08/2021 Verbale n. -

PARAMETRO	U.M.	VALORE	I.M.	LIMITE ^o	LQ
Cloruri APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l	101			2
Solfati APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l	140			2

Note: I risultati espressi nel presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova. Le analisi, se non specificato altrimenti, sono da considerarsi effettuate in unica replica. || In caso di campionamento eseguito dal cliente, il laboratorio non assume responsabilità alcuna circa la rispondenza dei dati analitici tra il campione ricevuto e l'intero lotto o partita da cui lo stesso è stato prelevato e i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto. Inoltre, nei casi pertinenti, il risultato così come espresso in unità di misura è ottenuto mediante elaborazione dei dati che il Committente ha espressamente dichiarato di aver campionato. || LQ: Limite di quantificazione; "< LQ" indica che il parametro non è quantificabile al di sotto del limite di quantificazione indicato. || I.M.: incertezza di misura. L'incertezza di misura è espressa come incertezza di misura estesa $U = k \times u_c$ ed è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente a un livello di probabilità di circa il 95% o come intervallo di confidenza calcolato a un livello di probabilità di circa il 95%. || Le sommatorie sono calcolate mediante il criterio lower bound a eccezione di PCDD/PCDF e PCB-DL per i quali si applica il criterio upper bound. || I recuperi sono conformi a quanto prescritto dal metodo e non vengono utilizzati nel calcolo del risultato finale.

Il responsabile del laboratorio**Mauro Ferri****perito chimico industriale**Ordine dei Periti Industriali e dei Periti
Industriali Laureati di Milano e Lodi n. 6214

Spett.le
Altair S.r.l.
Via A. Martini 11
20092 Cinisello Balsamo (MI)

Dati del campione

Codice 210908-003/1
Matrice Acqua sotterranea
Riferimento IP-S6

Data ricevimento 08/09/2021
Data inizio analisi 08/09/2021
Data fine analisi 09/09/2021

Dati del campionamento

Luogo Tecna S.p.A. 111443 progetto definitivo - Intermedia di Pianura
Campionato da Cliente
Metodo Campionamento eseguito dal cliente

Data 24/08/2021 Verbale n. -

PARAMETRO	U.M.	VALORE	I.M.	LIMITE ^o	LQ
Cloruri APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l	43			2
Solfati APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l	98			2

Note: I risultati espressi nel presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova. Le analisi, se non specificato altrimenti, sono da considerarsi effettuate in unica replica. || In caso di campionamento eseguito dal cliente, il laboratorio non assume responsabilità alcuna circa la rispondenza dei dati analitici tra il campione ricevuto e l'intero lotto o partita da cui lo stesso è stato prelevato e i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto. Inoltre, nei casi pertinenti, il risultato così come espresso in unità di misura è ottenuto mediante elaborazione dei dati che il Committente ha espressamente dichiarato di aver campionato. || LQ: Limite di quantificazione; "< LQ" indica che il parametro non è quantificabile al di sotto del limite di quantificazione indicato. || I.M.: incertezza di misura. L'incertezza di misura è espressa come incertezza di misura estesa $U = k \times u_c$ ed è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente a un livello di probabilità di circa il 95% o come intervallo di confidenza calcolato a un livello di probabilità di circa il 95%. || Le sommatorie sono calcolate mediante il criterio lower bound a eccezione di PCDD/PCDF e PCB-DL per i quali si applica il criterio upper bound. || I recuperi sono conformi a quanto prescritto dal metodo e non vengono utilizzati nel calcolo del risultato finale.

Il responsabile del laboratorio**Mauro Ferri****perito chimico industriale**Ordine dei Periti Industriali e dei Periti
Industriali Laureati di Milano e Lodi n. 6214

Spett.le
Altair S.r.l.
Via A. Martini 11
20092 Cinisello Balsamo (MI)

Dati del campione

Codice	210917-032/1	Data ricevimento	17/09/2021
Matrice	Acqua di pozzo per uso industriale	Data inizio analisi	17/09/2021
Riferimento	IP-S7	Data fine analisi	20/09/2021

Dati del campionamento

Luogo	Tecna S.p.A. 111443 progetto definitivo - Intermedia di Pianura		
Campionato da	Cliente	Data	10/08/2021
Metodo	Campionamento eseguito dal cliente	Verbale n.	-

PARAMETRO	U.M.	VALORE	I.M.	LIMITE ^o	LQ
Cloruri APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l	21			2
Solfati APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l	38			2

Note: I risultati espressi nel presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova. Le analisi, se non specificato altrimenti, sono da considerarsi effettuate in unica replica. || In caso di campionamento eseguito dal cliente, il laboratorio non assume responsabilità alcuna circa la rispondenza dei dati analitici tra il campione ricevuto e l'intero lotto o partita da cui lo stesso è stato prelevato e i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto. Inoltre, nei casi pertinenti, il risultato così come espresso in unità di misura è ottenuto mediante elaborazione dei dati che il Committente ha espressamente dichiarato di aver campionato. || LQ: Limite di quantificazione; "< LQ" indica che il parametro non è quantificabile al di sotto del limite di quantificazione indicato. || I.M.: incertezza di misura. L'incertezza di misura è espressa come incertezza di misura estesa $U = k \cdot u_c$ ed è stata calcolata con un fattore di copertura $k=2$ corrispondente a un livello di probabilità di circa il 95% o come intervallo di confidenza calcolato a un livello di probabilità di circa il 95%. || Le sommatorie sono calcolate mediante il criterio lower bound a eccezione di PCDD/PCDF e PCB-DL per i quali si applica il criterio upper bound. || I recuperi sono conformi a quanto prescritto dal metodo e non vengono utilizzati nel calcolo del risultato finale.

Il responsabile del laboratorio**Mauro Ferri****perito chimico industriale**Ordine dei Periti Industriali e dei Periti
Industriali Laureati di Milano e Lodi n. 6214