

Committente



a2a
LIFE COMPANY

Client / Fornitore / Supplier



3ba srl

Servizi di Progettazione
di Ingegneria Integrata a socio unico

A2A Ambiente S.p.A.

Ingegneria Ambiente

Via Olgettina 25 - 20132 Milano

T [+39] 02 2729 81

ingegneria.ambiente@a2a.euwww.a2aambiente.eu

Titolo progetto <i>Project title</i>	Impianto per la produzione di energia elettrica e termica mediante combustione di rifiuti speciali non pericolosi sito in Comune di Cavaglià (BI)
Titolo documento <i>Document title</i>	Piano delle aree per insediamenti produttivi - Relazione geologica
Progettista <i>Design engineer</i>	G. Anselmi
Verifica <i>Checked by</i>	P. Bottani
Approvazione <i>Approved by</i>	M. Mazzarella
Proponente – Legale rappresentante	F. Roncari
Numero documento <i>Document number</i>	CAVP09O10000CER1200106
Numero documento fornitore <i>Supplier code</i>	-

Tabella delle revisioni / Table of revisions

Revisione <i>Revision</i>	Data <i>Date</i>	Descrizione <i>Description</i>	Pagina <i>Page</i>	Redazione <i>Created by</i>
00	Febbraio 2023	Prima emissione	92	G. Anselmi

Versione per Fornitore / Supplier version

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
4	INQUADRAMENTO COROGRAFICO.....	6
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	7
5.1	GEOLOGIA LOCALE	9
5.2	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO LOCALE	12
6	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	13
6.1	CARTA DELLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI.....	20
6.2	PROVE DI EMUNGIMENTO A PORTATA COSTANTE E CALCOLO DEI PARAMETRI IDRODINAMICI.....	23
6.3	AREE RICARICA DEGLI ACQUIFERI PROFONDI	30
6.4	PTA REGIONE PIEMONTE	33
6.4.1	INDICATORI DI STATO DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI	41
6.4.2	ZONE VULNERABILI DA PRODOTTI FITOSANITARI.....	43
6.4.3	TREND PIEZOMERICO DELLA FALDA SUPERFICIALE DELLA PIANURA PIEMONTESE 44	
6.4.4	BASE DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE	46
6.4.5	CLASSI DI SOGGIACENZA DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE	47
6.4.6	CARICHI DA FONTE DIFFUSA	49
7	ZONE VULNERABILI DA NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA.....	50
8	CAMPAGNA DI INDAGINE GEOGNOSTICA	51
9	STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO	53
10	SISMICITA'	54
10.1	ZONA SISMICA	54
10.2	CPTI15-DBMI15 V 2.0	64
10.3	INDAGINI SISMICHE.....	68
10.3.1	PROVE SISMICHE MASW	68
10.3.1.1	RISULTATI DELL'INDAGINE SISMICA.....	70
10.4	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO.....	80
10.5	CATEGORIA TOPOGRAFICA.....	82
11	PARAMETRI GEOTECNICI MEDI.....	83
13	LIQUEFAZIONE	84

14	CONCLUSIONI.....	86
	ALLEGATO - CAMPAGNA DI INDAGINE 2022	89
	CERTIFICATI DI LABORATORIO	92

1 PREMESSA

La presente relazione geologica è stata redatta per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica e termica mediante combustione di rifiuti speciali non pericolosi sito nel Comune di Cavaglià (BI) e in particolare l'oggetto di questa relazione è la caratterizzazione geologico, geomorfologico e idrogeologico del terreno oggetto di progetto.



Figura 1: area di studio evidenziata in rosso.

Tale relazione ottempera a quanto richiesto dal D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”.

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- **D.G.R. 3 febbraio 2012, n. 7-3340:** Modifiche e integrazioni alle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico approvate con D.G.R. n. 4-3084 del 12/12/2011.
- **D.G.R. 12 dicembre 2011, n. 4-3084: D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010.** Approvazione delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico attuative della nuova classificazione sismica del territorio piemontese.
- **D.G.R. 18 febbraio 2011, n. 8-1517:** Modifica del termine di entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio piemontese come approvata con D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010 e ulteriori disposizioni.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione del territorio nazionale.
- **O.P.C.M. 3519 del 28/04/2006** (G.U. 11.5.2006 n.108) -Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.
- **O.P.C.M. 3274 del 20/03/2003** (Supplemento ordinario alla G.U. 8.5.2003 n.105). Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- **OPCM n. 3274 del 20 marzo 2003** "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".
- **Delibera della Giunta Regionale del Piemonte n. 4-3084 del 12.12.2011** ed in seguito modificate con la D.G.R. n. 65-7656 del 21 maggio 2014 e con la D.G.R. n.6-887 del 30 dicembre 2019.
- **D.M.17/01/2018 Contenente le Nuove Norme Tecniche per le costruzioni (NTC 2018)**
- **Regolamento regionale 28 dicembre 2007 n. 12/R e s.m.i.**
- **Direttiva "Quadro" Acque n. 2000/60/CE (DQA)**
- **"Direttiva figlia", Groundwater Directive (GWD) n.2006/118/CE**

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- “Polo Tecnologico per lo smaltimento dei Rifiuti da realizzare nel Comune di Cavaglià-Località Gerbido – Relazione geologica e Geotecnica” Dott. Geol. Elio Vanoni – Dott. Geol. Guido Bruno – Febbraio 1999
- “Discarica Rifiuti Località Gerbido – Comune di Cavaglià – Studio per l’ubicazione dei pozzi di spurgo e la realizzazione della rete di monitoraggio” Dott. Geol. Domenico De Luca - Marzo 1999 – Maggio 2000;
- “Ecodeco S.p.A. – Comune di Cavaglià – Nuovo impianto trattamento rifiuti – Indagine Geognostica – Prove di laboratorio” RCT (Radaelli Castellotti) - Marzo 2001
- “Ecodeco- Cavaglià (Biella) – Nuovo impianto di smaltimento rifiuti – Relazione Geotecnica” Ingegneri Consulenti associati – Ing. Pietro Romani – Giugno 2001- “Cavaglià S.p.A. - Fase di completamento e ripristino ambientale discarica 2B –
- Relazione Idrogeologica” Dott. Geol. Fulvio Epifani – Aprile 2002;
- “D.M. 25.10.1999 n° 471 - Cavaglià S.p.A. - Fase di completamento e ripristino ambientale- Discarica 2B – Relazione Idrogeologica” Dott. Geol. Fulvio Epifani – Maggio 2002;
- Progetto di ampliamento discariche ASRAB SpA e A2A Ambiente SpA in loc. Gerbido - Cavaglià (BI) - Relazione geologica idrogeologica e geotecnica – Dott. Geol. Paolo Bottani – Febbraio 2016
- Valutazioni idrogeologiche riguardo l’ampliamento delle discariche A.S.R.A.B. e A2A Ambiente in Comune di Cavaglià (BI) – TETHYS – Prof. Francani – Gennaio 2018
- Report tecnico – Indagine sismica – Loc. Via della Mandria, Cavaglià (BI) – S.G.M Geologia e Ambiente s.r.l. – Novembre 2020
- BDTRE Regione Piemonte.
- Carta della vulnerabilità dell’acquifero - Metodo G.O.D., (Foster et al., 2002)
- “Le acque sotterranee della pianura vercellese” – Provincia di Vercelli e A.T.O. 2 (Settembre 2010)
- PTA Regione Piemonte
- Schema idrogeologico, qualità e vulnerabilità degli acquiferi della pianura vercellese” di M. Civita, G. Fisso, M. E. Governa, P. Rossanigo -1990)

4 INQUADRAMENTO COROGRAFICO

Il sito oggetto d'interesse si trova in un settore a sud nel Comune di Cavaglià (BI) in via Bertone in località Gerbido, a sud dell'abitato, in prossimità dei confini amministrativi dei Comuni di Santhià (VC) ed Alice Castello (VC). L'area dista circa 800 m dalla SS 143 che collega Biella a Santhià. Di seguito viene riportata l'inquadramento dell'area su base BDTRE Regione Piemonte.

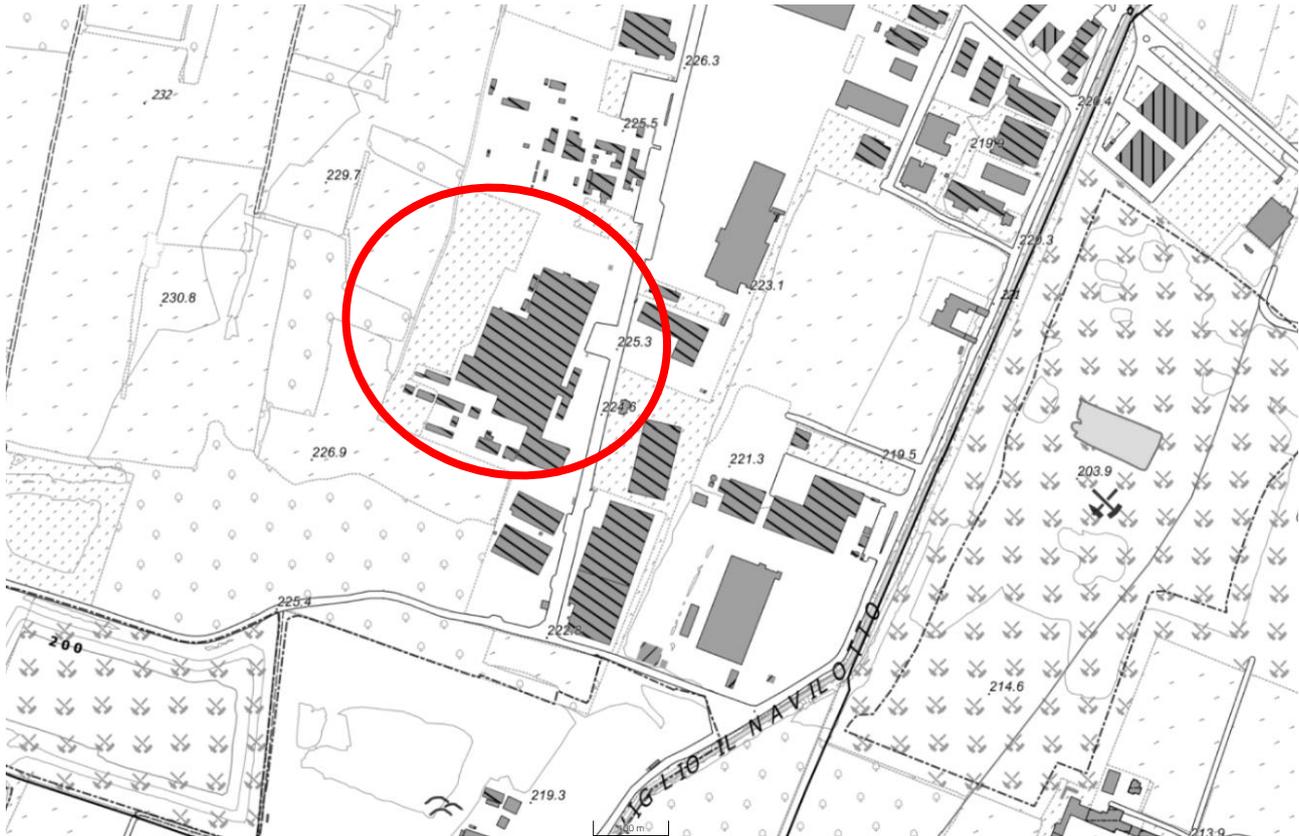


Figura 2: Area d'intervento su CTR della Regione Piemonte in scala 1:10.000 (BDTRE Regione Piemonte). In rosso l'area d'interesse

L'area d'interesse si trova a una quota compresa tra 225 e 228 m s.l.m.

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'analisi della struttura geologica e geomorfologica del territorio è stata condotta utilizzando le informazioni contenute nella cartografia tecnica regionale a scala 1:10.000, nella cartografia a scala 1: 25.000, e nella cartografia tematica dell'I.G.M. (Carta Geologica Biella, Foglio n° 43) ove sono stati analizzati inoltre la cartografia tematica provinciale, gli studi allegati ai PRG integrati da sopralluoghi e rilevamenti in situ.

A grande scala, la morfologia del territorio è il risultato del modellamento, avvenuto nel corso di più fasi di espansione e ritiro dei ghiacciai quaternari e dei fenomeni connessi, tra gli sbocchi in pianura della Dora Baltea e del Torrente Elvo.

L'area oggetto di studio ricade interamente a S della Linea dei Canavese, nel settore di pianura a ridosso di rilievi deposizionali di origine glaciale rappresentati dalla Serra d'Ivrea e dal gruppo di colline moreniche che circondano il Lago di Viverone.

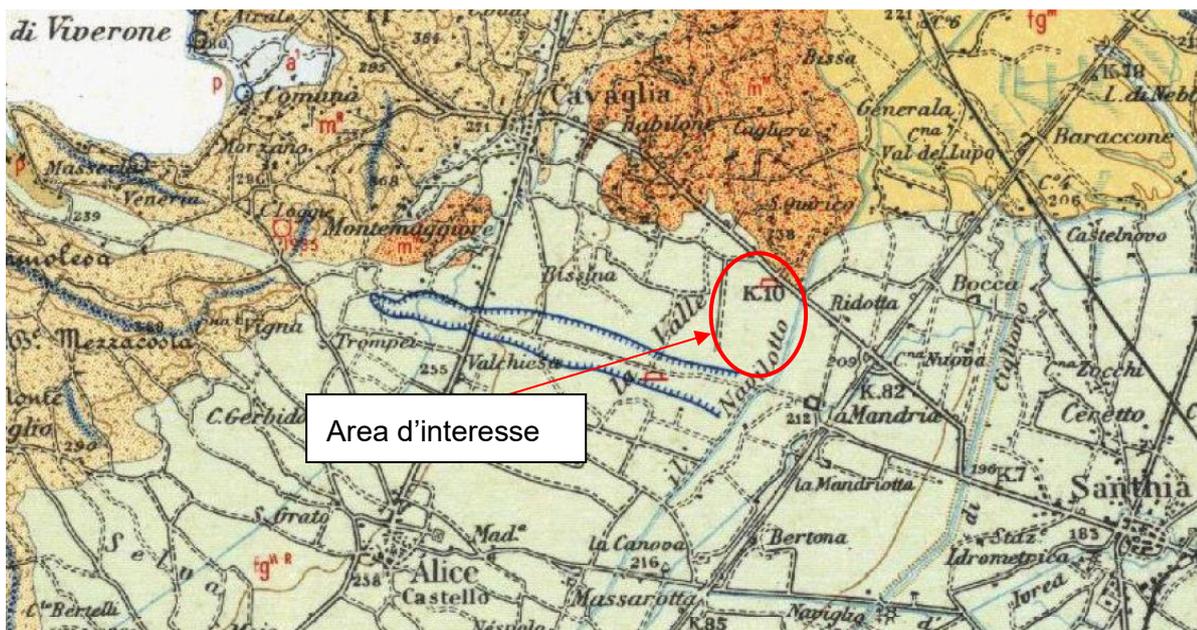


Figura 3: Carta geologica scala 1:100.000-Foglio Biella n.43

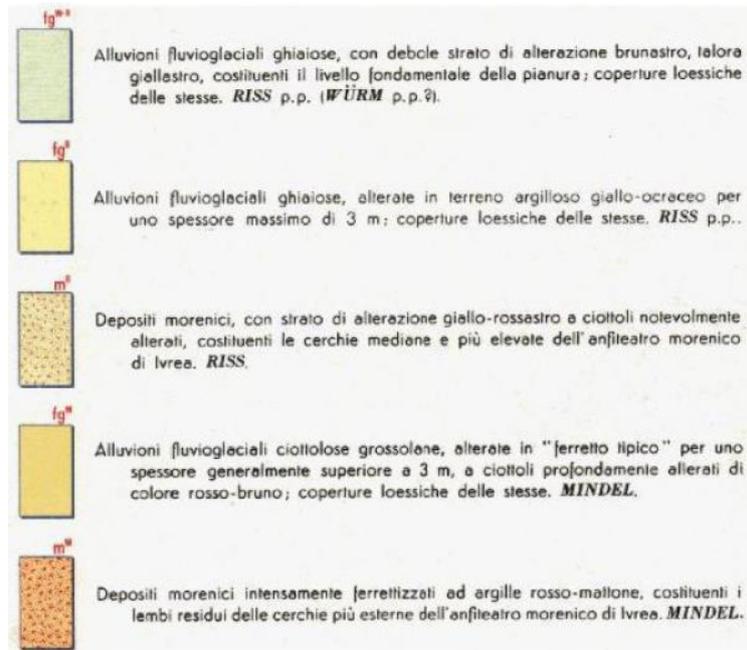


Figura 4: Legenda Carta geologica scala 1:100.000-Foglio Biella n.43

Le formazioni presenti nell'area sono di seguito descritte in modo sintetico

I - Depositi morenici mindeliani

Sono formati da materiali angolosi di dimensioni variabili inglobati in una matrice fine abbondante. Localmente è presente un paleosuolo "ferrettizzato" costituito da argille rosso-brune con ciottoli di rocce silicatiche. Compaiono solo circa 1 Km a NE della località in esame.

II - Depositi fluvioglaciali mindeliani

La litologia predominante è costituita da livelli ghiaioso-sabbiosi, intervallati da livelli sabbioso-argillosi. Localmente è possibile osservare la presenza di un paleosuolo di spessore variabile tra 2 e 3 m., costituito da argille brunastre con rari ciottoli. Sono presenti solo molto più a NE.

III - Depositi morenici rissiani

Il litotipo predominante è rappresentato da ciottoli inglobati in una matrice sabbioso-ghiaiosa in cui sono dispersi blocchi lapidei di dimensioni superiori. Si può osservare, localmente, la presenza di un paleosuolo argilloso il cui spessore può raggiungere i 3 m. Anch'essi non interessano direttamente l'area.

IV - Depositi fluvioglaciali würmiano-rissiani

La litologia preminente è costituita da alternanze di livelli ghiaiosi con livelli sabbioso-argillosi. I livelli sabbioso-ghiaiosi sono stati e sono spesso tuttora oggetto di attività estrattiva. In particolare, la conformazione del bacino locale esame (Loc. La Valle) ha determinato una concentrazione dei litotipi granulari e sabbiosi puliti e sani, oggetto di coltivazione estesa ed intensa.

5.1 GEOLOGIA LOCALE

I dati desumibili dalle stratigrafie indicano la presenza di terreni a tessitura grossolana, costituiti prevalentemente da ghiaie sabbiose, talora differenziati in lenti a debole coesione di modesta estensione laterale, legati allo smantellamento della cerchia morenica eporediese. Lo spessore di tali depositi è compreso tra i 55 e i 60 m.

Al di sotto di tali profondità, da dati bibliografici, si rinvencono i primi livelli argillosi, con andamento talora lenticolare, dello spessore di alcuni metri, indicanti un radicale cambiamento nell'ambiente di deposizione caratterizzato ora da un'alternanza di strati sabbioso-ghiaiosi con strati argillosi, generalmente di spessore metrico. Una successione di questo tipo sembra attribuibile al complesso del Villafranchiano, caratterizzato appunto da un'alternanza di depositi limoso - argillosi, impermeabili, con livelli di natura ghiaioso-sabbiosa, permeabili, ospitanti falde in pressione.

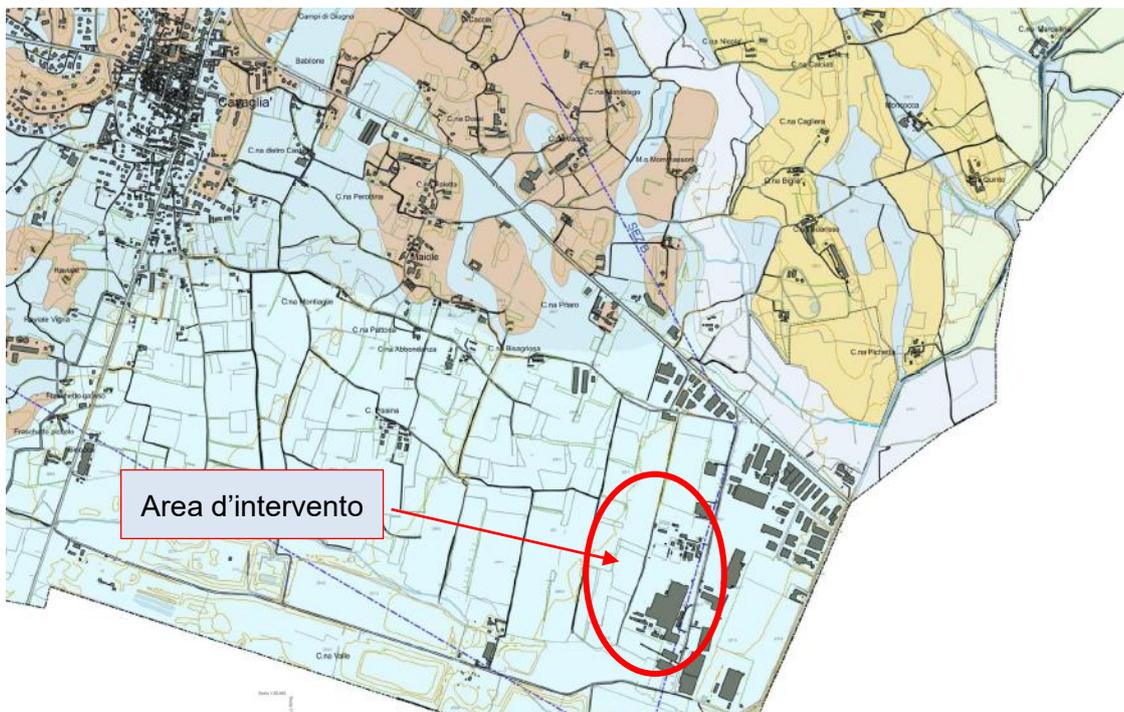
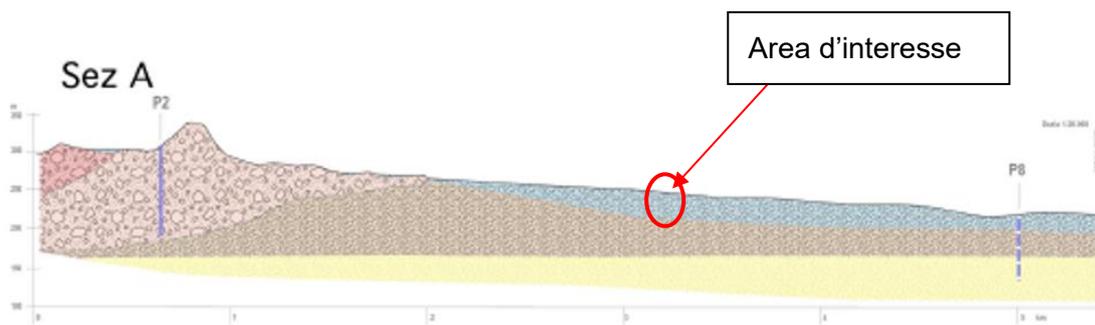


Figura 5: Geologia di dettaglio area d'intervento



Figura 6: Legenda carta geologica



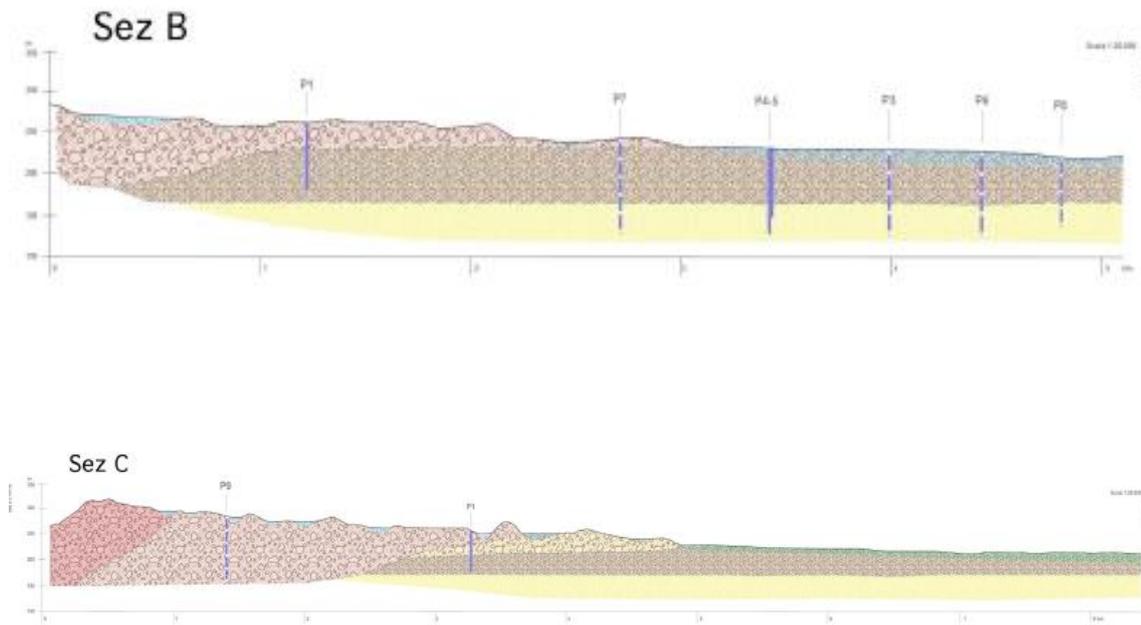


Figura 7: Sezioni geologiche NE-SW



Figura 8: Legenda delle sezioni geologiche

5.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO LOCALE

L'area in oggetto è collocata in pianura, al limite meridionale dell'apparato morenico di Ivrea e appartiene alla zona di transizione fluvio-glaciale rissiano-würmiana, originatasi da una serie di scaricatori le cui attività si sono succedute nei vari stadi della glaciazione rissiana protrandosi per un lasso di tempo relativamente lungo. Il paleosuolo di questi depositi fluvio-glaciali è caratterizzato dalla presenza superficiale di un debole strato d'alterazione bruno-giallastro che in superficie, per la profondità di alcuni decimetri, è stato profondamente modificato nella composizione e nelle caratteristiche fisico-chimiche dalle colture agrarie.

La pianura è delimitata verso Nord dai bassi rilievi mindeliani, costituenti le cerchie moreniche più esterne dell'anfiteatro eporediese, formati da depositi eterogenei caratterizzati da una coltre superficiale di argille rosse, "ferretto", e da sottostanti ciottoli di gneiss e di rocce granitiche molto alterate. Più ad Ovest sono presenti i terreni morenici rissiani, più recenti rispetto ai primi e quindi meno alterati; formano il corpo interno dell'apparato morenico (Serra d'Ivrea) con paleosuolo decisamente meno potente di quello mindeliano e generalmente asportato dall'erosione.

Nell'area non sono presenti corsi d'acqua naturali, di grosse dimensioni, ma il sito è piuttosto caratterizzato, a causa dell'intenso uso agricolo del suolo, da una fitta rete di canali irrigui dei quali il più importante è il Navilotto. Il Navilotto deriva dal Naviglio d'Ivrea che a sua volta prende origine dallo sbarramento d'Ivrea del Fiume Dora Baltea.

6 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Nell'area oggetto di studio, dal punto di vista idrogeologico compaiono depositi alluvionali che affiorano in pianura in modo pressoché continuo, ed assumono una forma lenticolare, più spessa nella parte centromeridionale della pianura dove la potenza raggiunge i 65-70 metri che va, in genere, rastremandosi gradualmente verso N, (si riduce a 15-20 metri lungo il margine settentrionale della pianura), e verso S in maniera più rapida avvicinandosi alle colline del Monferrato (nella zona Trino-Crescentino è potente 15-20 metri). L'area in esame, compresa in questo complesso, fa eccezione, nel senso di un maggiore spessore, per le ragioni morfologiche dettagliate in precedenza, pur essendo situata in prossimità della parte settentrionale della pianura.

Le ghiaie sabbiose del complesso quaternario costituiscono un acquifero libero localizzato, nella pianura, la falda ivi ospitata, pur avendo in quasi tutta l'area connotazioni freatiche, risulta localmente confinata a causa di livelli costituiti da materiale fine a conducibilità idraulica relativa inferiore. Anche in questo caso l'area in studio si differenzia per la scarsità di livelli fini interposti e per la maggior profondità della falda superficiale, da porre in relazione con le note caratteristiche morfologiche e formazionali.

Nell'area gli acquiferi più sfruttati da pozzi pubblici e privati interessano, nella maggior parte dei casi, i depositi fluviali e fluvio-glaciali di età quaternaria o i depositi villafranchiani sottostanti. I pozzi pubblici attingono di norma all'acquifero profondo: Comune di Santhià (pozzi profondi tra i 100 ed i 129 m circa), acquedotto comunale di Cavaglià (135 m), pozzi di Alice Castello (67-90 m), mentre nei depositi fluvioglaciali sono attestati generalmente i pochi pozzi privati ancora rimanenti ed a uso irriguo.

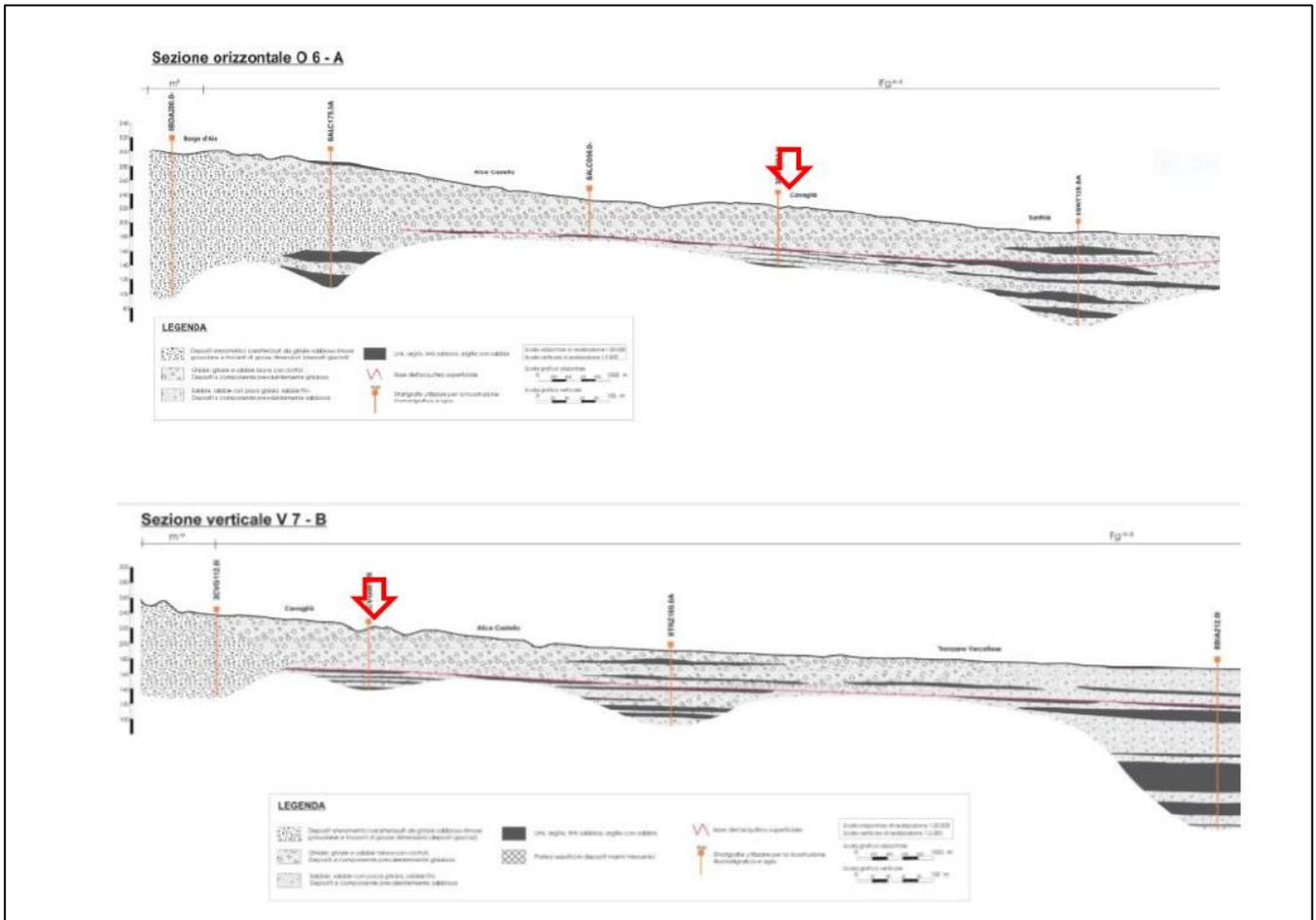


Figura 9: Sezioni geologiche (Provincia di Vercelli, ATO n.2, 2009)

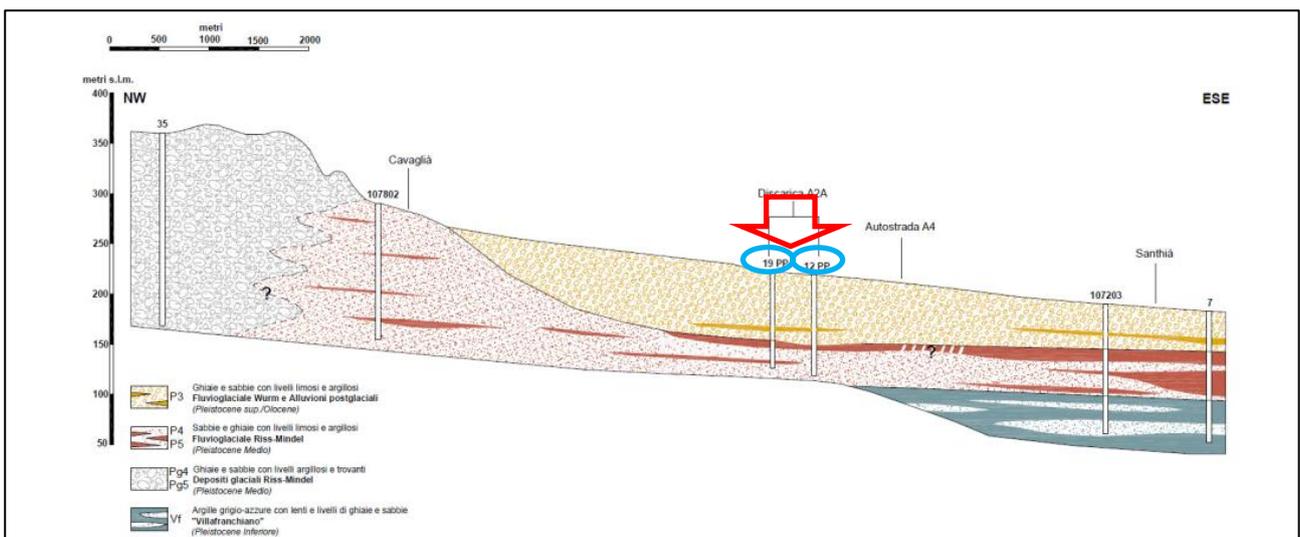


Figura 10: Sezione idrogeologica dell'area di interesse ricostruita utilizzando le stratigrafie dei sondaggi perforati nell'area delle discariche ("Discarica A2A") e di pozzi esterni. Con la freccia rossa viene indicata l'area d'interesse e nei riquadri azzurri i pozzi di riferimento (19PP e 12 PP)

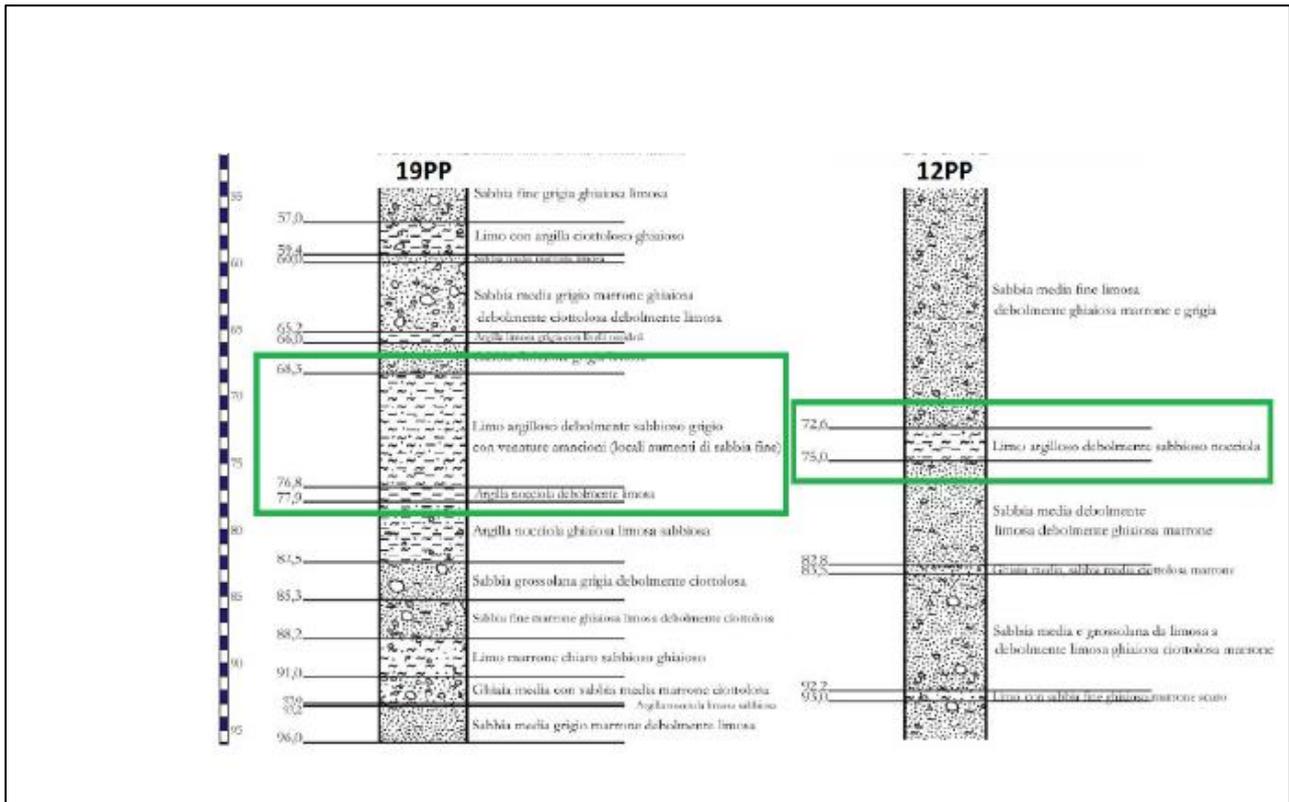


Figura 11: Pozzi di riferimento 19PP e 12PP realizzati in vicinanza all'area.

I riquadri verdi identificano i livelli limosi argillosi che separano l'acquifero superficiale dall'acquifero profondo e quindi i depositi fluviali e fluvio-glaciali di età quaternaria dai depositi villafranchiani sottostanti.

Nella figura seguente viene inquadrata l'area d'interesse all'interno della tavola della piezometria generale con ubicazione dei pozzi presente sulla documentazione del 2002 del Dottor Epifani per il progetto di ampliamento della Discarica ASRAB S.p.A.e Discarica A2A Ambiente S.p.A. poco distanti.

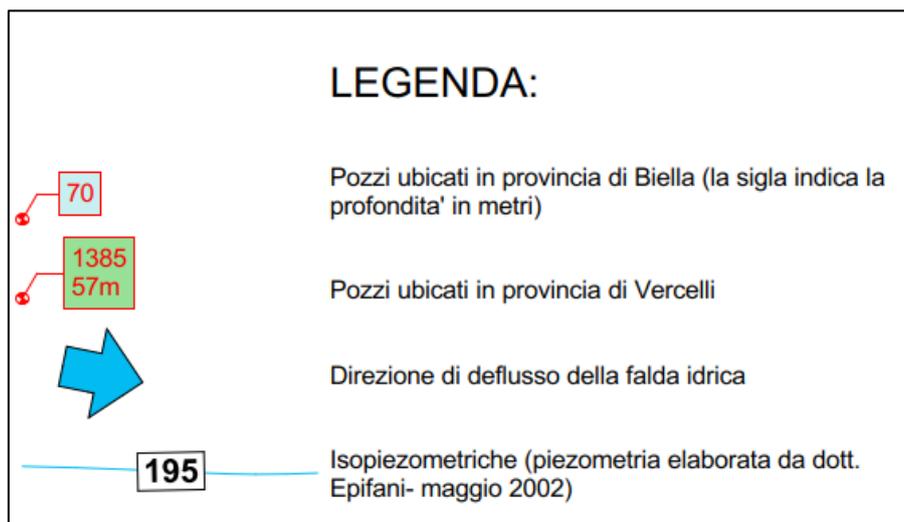
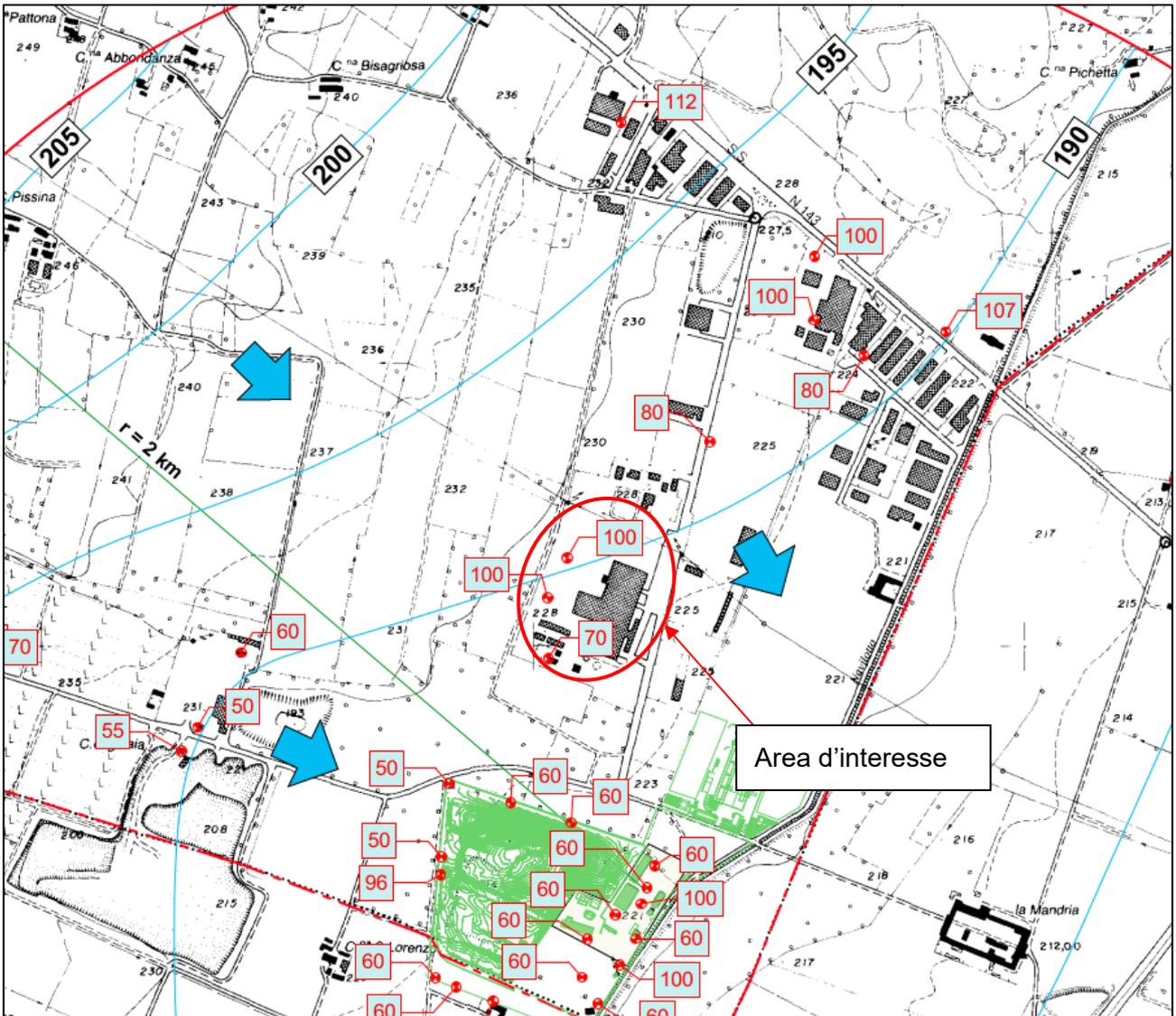


Figura 12: Carta idrogeologica con isopieze con relativa legenda.

Dalla carta idrogeologica riportata in Figura 12 si nota la presenza di 3 pozzi dismessi all'interno dell'area d'interesse.

Nella documentazione del 2002 il Dottor Epifani ha ricostruito la configurazione della piezometria statica alla minima e alla massima escursione. Si riportano di seguito i due stralci di elaborati all'interno dei quali viene inquadrata l'area oggetto di studio.

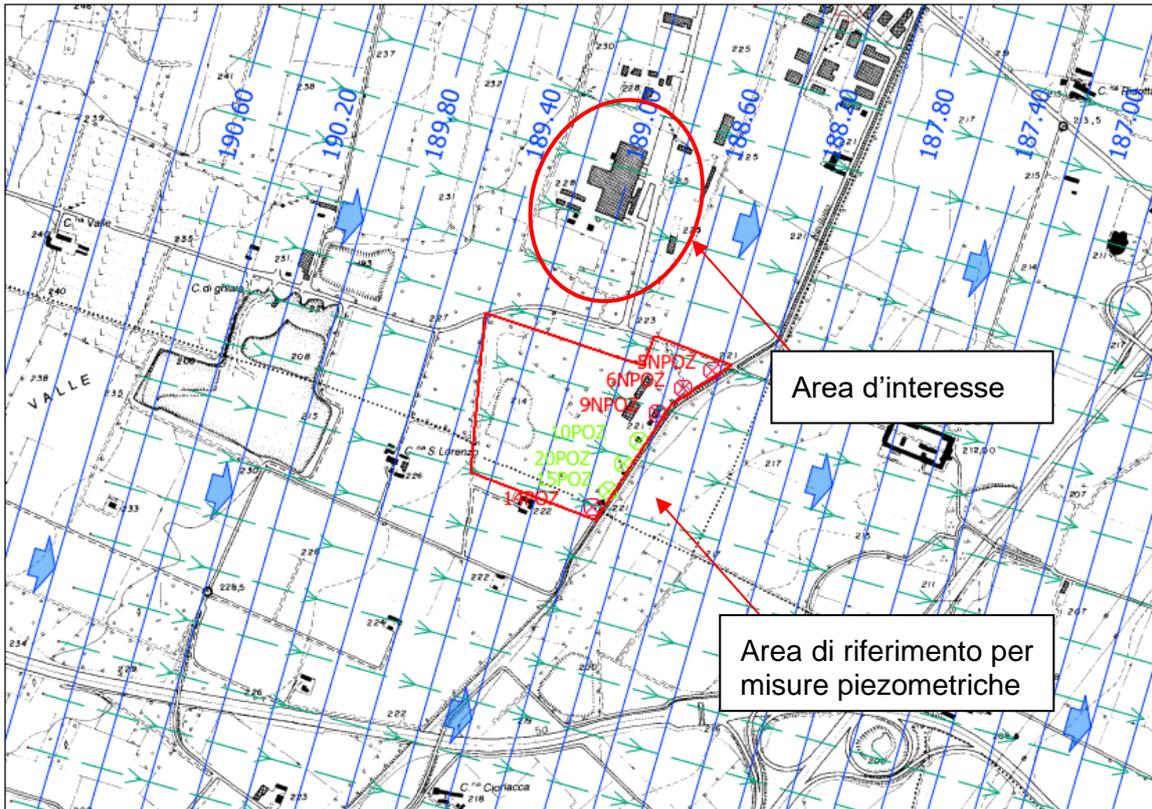


Figura 13: Piezometria statica alla minima escursione

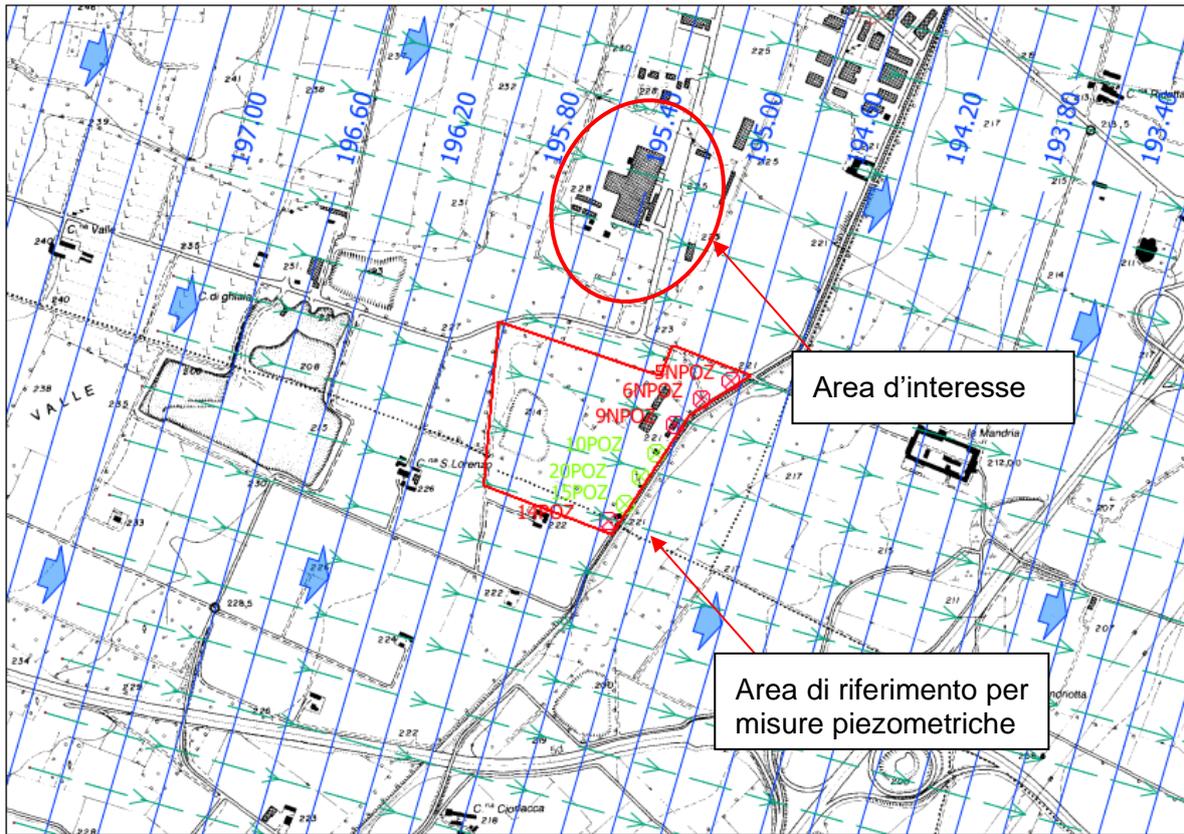


Figura 14: Piezometria statica alla massima escursione

Presi di riferimento i due elaborati si nota che l'escursione massima della falda dell'acquifero superficiale è di circa 6 metri (da isopiezia 195,40 m s.l.m. a 189 m s.l.m.). Prendendo di riferimento la quota topografica 225 m s.l.m. e la minima e massima escursione della falda si può assegnare una soggiacenza variabile tra 30 e 36 m da p.c.

Nella figura seguente viene riportata la carta delle aree inondabili dal GeoPortale della Regione Piemonte dal quale si nota che l'area d'interesse non è interessata da questo tipo di problematica.



Figura 15: Carta di riferimento aree inondabili-Dato Geoportale Regione Piemonte. L'area non ricade all'interno di zone potenzialmente inondabili

6.1 CARTA DELLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI

In questo capitolo viene individuata la vulnerabilità dell'acquifero presente nell'area d'interesse utilizzando il metodo G.O.D., (Foster et al., 2002).

Il metodo G.O.D. (acronimo di Groundwater confinement, Overlaying strata, Depth to groundwater table), inizialmente proposto da Foster nel 1987, viene utilizzato nel presente studio secondo una versione più recente, messa a punto da Foster et al. nel 2002.

Tale metodo valuta la vulnerabilità intrinseca dell'acquifero come il prodotto dei seguenti fattori:

G = grado di confinamento dell'acquifero.

O = caratteristiche litologiche e grado di coesione delle rocce della zona non satura (per gli acquiferi non confinati) e dei livelli confinanti al tetto (per gli acquiferi confinati).

D = soggiacenza della falda a superficie libera nel caso di acquifero non confinato o tetto dell'acquifero per gli acquiferi confinati.

Per quanto concerne il grado di confinamento (**G**), è possibile scegliere tra sei classi alle quali vengono attribuiti punteggi variabili tra 0 e 1.

Alle caratteristiche litologiche e allo stato di coesione delle rocce della zona non satura, per gli acquiferi non confinati, o degli strati confinanti, per gli acquiferi in pressione, (**O**) compete un punteggio variabile tra 0,4 e 1.

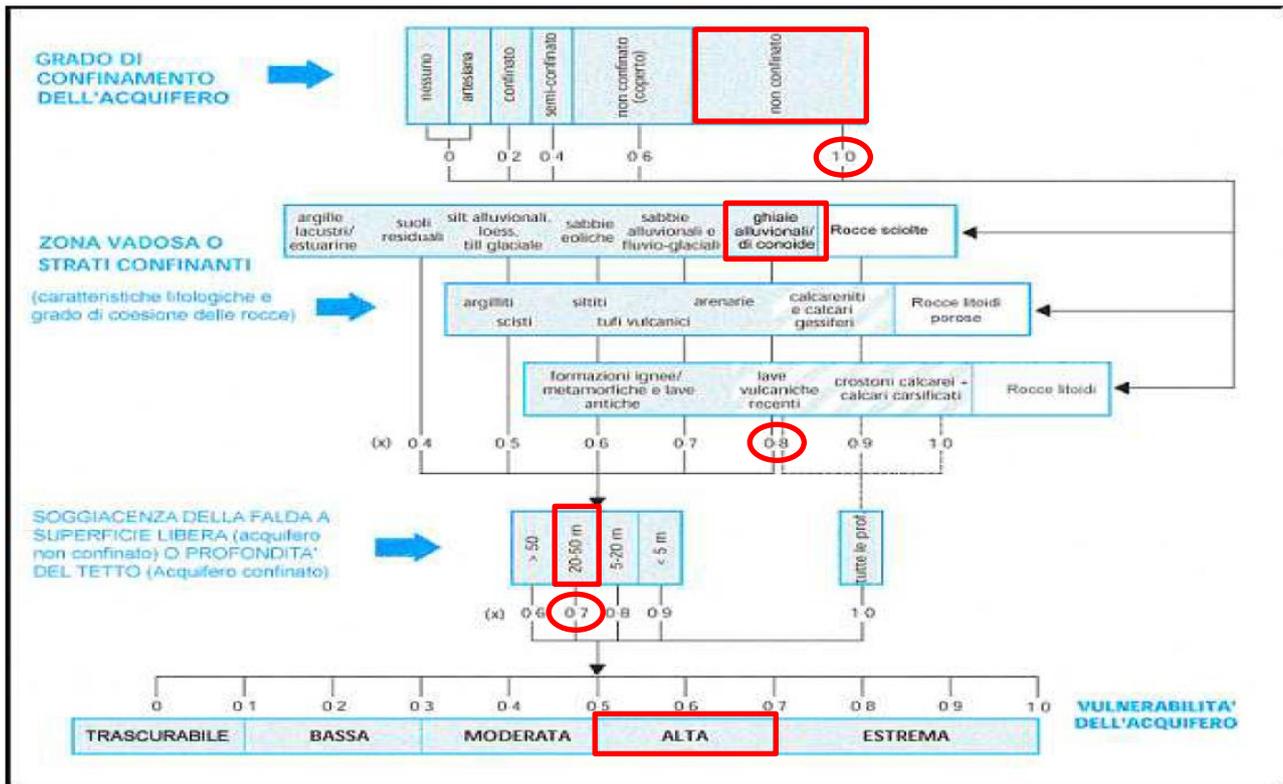
Al termine, alla soggiacenza della falda a superficie libera nel caso di acquifero non confinato, e alla profondità del tetto dell'acquifero, per gli acquiferi confinati (**D**), può essere assegnato, infine, un punteggio compreso tra 0,6 e 1.

La vulnerabilità intrinseca è valutata come il prodotto dei tre indici numerici corrispondenti ai parametri suddetti:

$$\text{Indice G.O.D.} = \mathbf{G} \times \mathbf{O} \times \mathbf{D}$$

Tale valore può essere compreso tra 0 e 1 e corrisponde a sei gradi di vulnerabilità individuati dagli autori.

Nella figura seguente viene mostrato il metodo empirico per l'ottenimento del valore di vulnerabilità intrinseca dell'acquifero.



Indice G.O.D. = $1.0 \times 0.8 \times 0.7 = 0.56$ Vulnerabilità dell'acquifero **ALTA**

Dalla carta della vulnerabilità degli acquiferi si deduce che l'area d'interesse è caratterizzata da una vulnerabilità dell'acquifero alta a causa di:

- presenza di un acquifero di tipo non confinato
- granulometria grossolana del terreno
- soggiacenza della falda tra 20 e 50 metri.

Di seguito viene ubicata l'area d'interesse all'interno della cartografia della Regione Piemonte elaborata basandosi sul metodo G.O.D. di Foster et al., 2002.

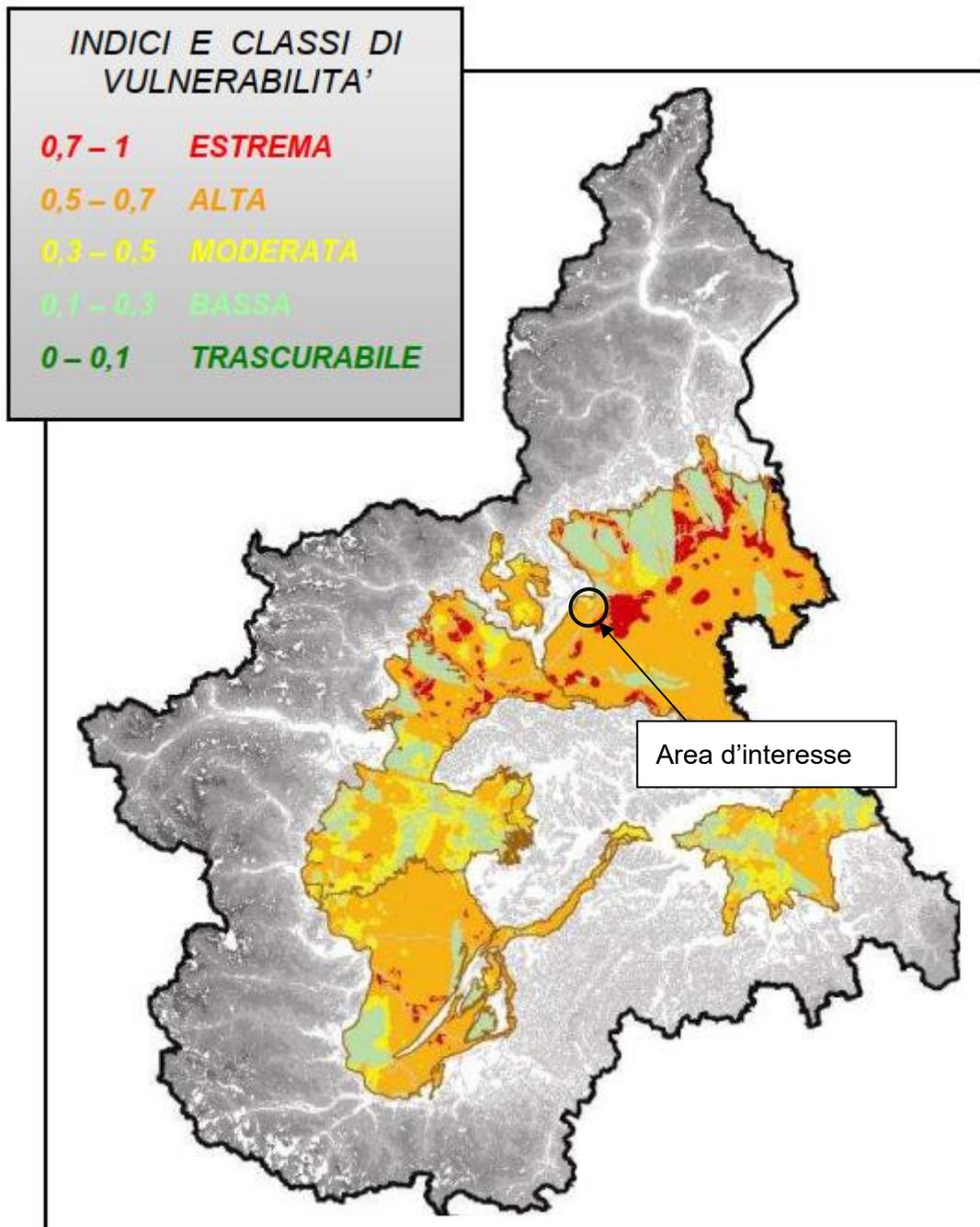


Figura 16: Carta della vulnerabilità dell'acquifero - Metodo G.O.D., (Foster et al., 2002)

Dallo “Schema idrogeologico, qualità e vulnerabilità degli acquiferi della pianura vercellese” di M. Civita, G. Fisso, M. E. Governa, P. Rossanigo -1990)” si deduce che l'acquifero superficiale oggetto di studio è caratterizzato da ghiaie eterometriche miste a sabbia con presenza di alcune lenti di materiale più fine (silt e silt argillosi) solitamente poco estese, di spessore limitato e rare.

Si tratta di depositi fluviali e fluvioglaciali.

Dal punto di vista idrogeologico si tratta di un acquifero produttivo libero localizzato, solo localmente sono stati rilevati fenomeni di risalita dell'acqua nei piezometri.

6.2 PROVE DI EMUNGIMENTO A PORTATA COSTANTE E CALCOLO DEI PARAMETRI IDRODINAMICI

Al fine di valutare la permeabilità dei terreni, sono stati utilizzati i dati desunti dalle prove di emungimento eseguite in data 07/10/91 sul pozzo 4 (abbassamento e risalita) e in data 23/02/99 sui pozzi 4 e 3 (abbassamento); in quest'ultima data il pozzo 3 è stato usato solo come piezometro. Tutte le prove di emungimento a portata costante e a portata variabile del 1999 sono state eseguite a cura del Dott. Geologo Vanoni.

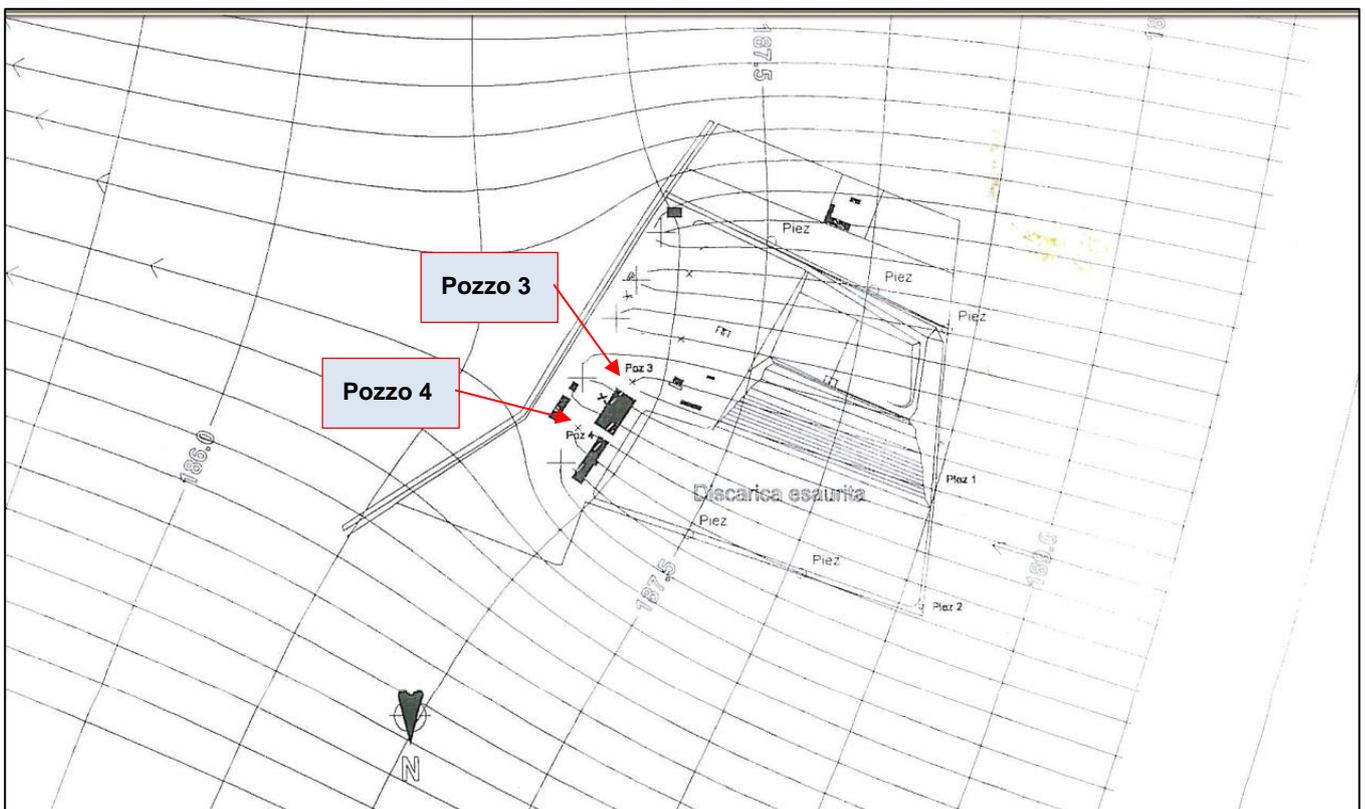


Figura 17: Ubicazione dei pozzi 3 e 4

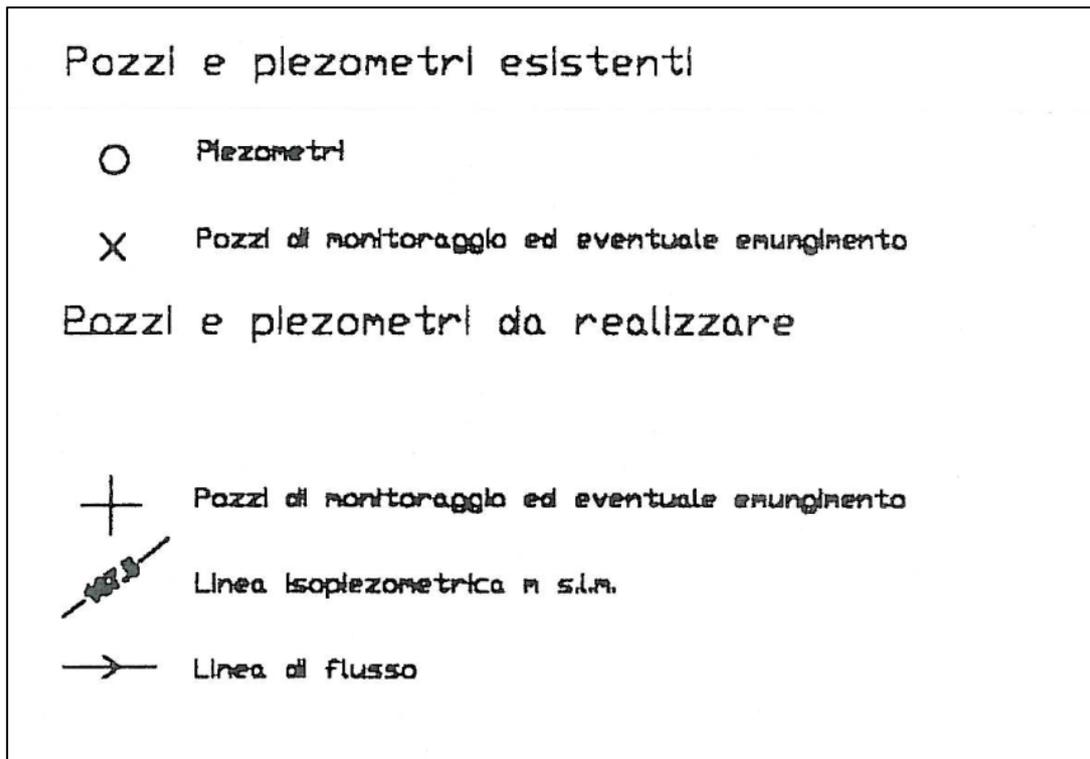


Figura 18: Stralcio della legenda Ubicazione dei pozzi 3 e 4

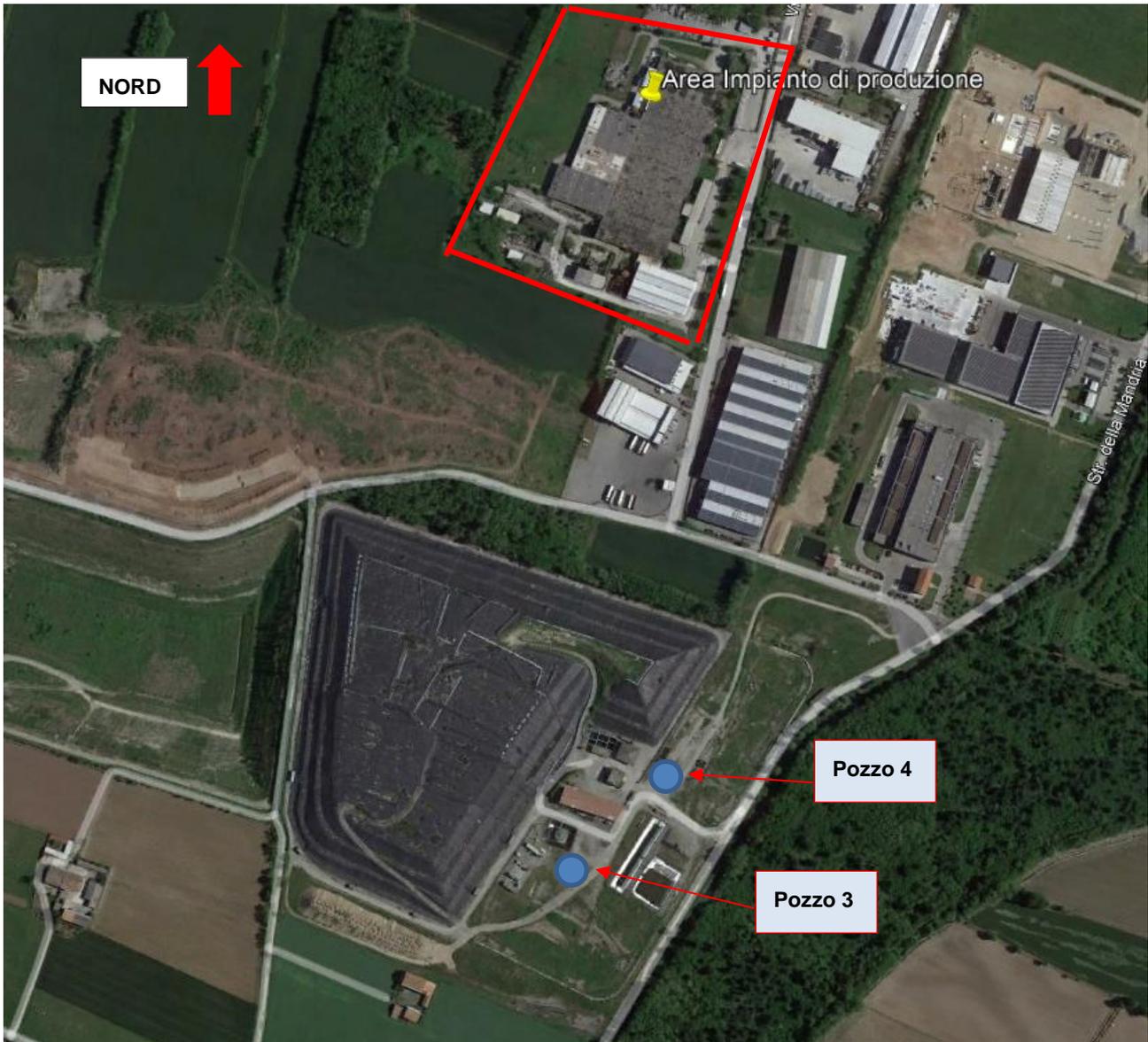


Figura 19: Ubicazione Pozzo 3 e Pozzo 4 da Google earth

Il metodo utilizzato per l'interpretazione delle prove è stato quello di Cooper-Jacob.

Si riportano di seguito i grafici delle prove eseguite

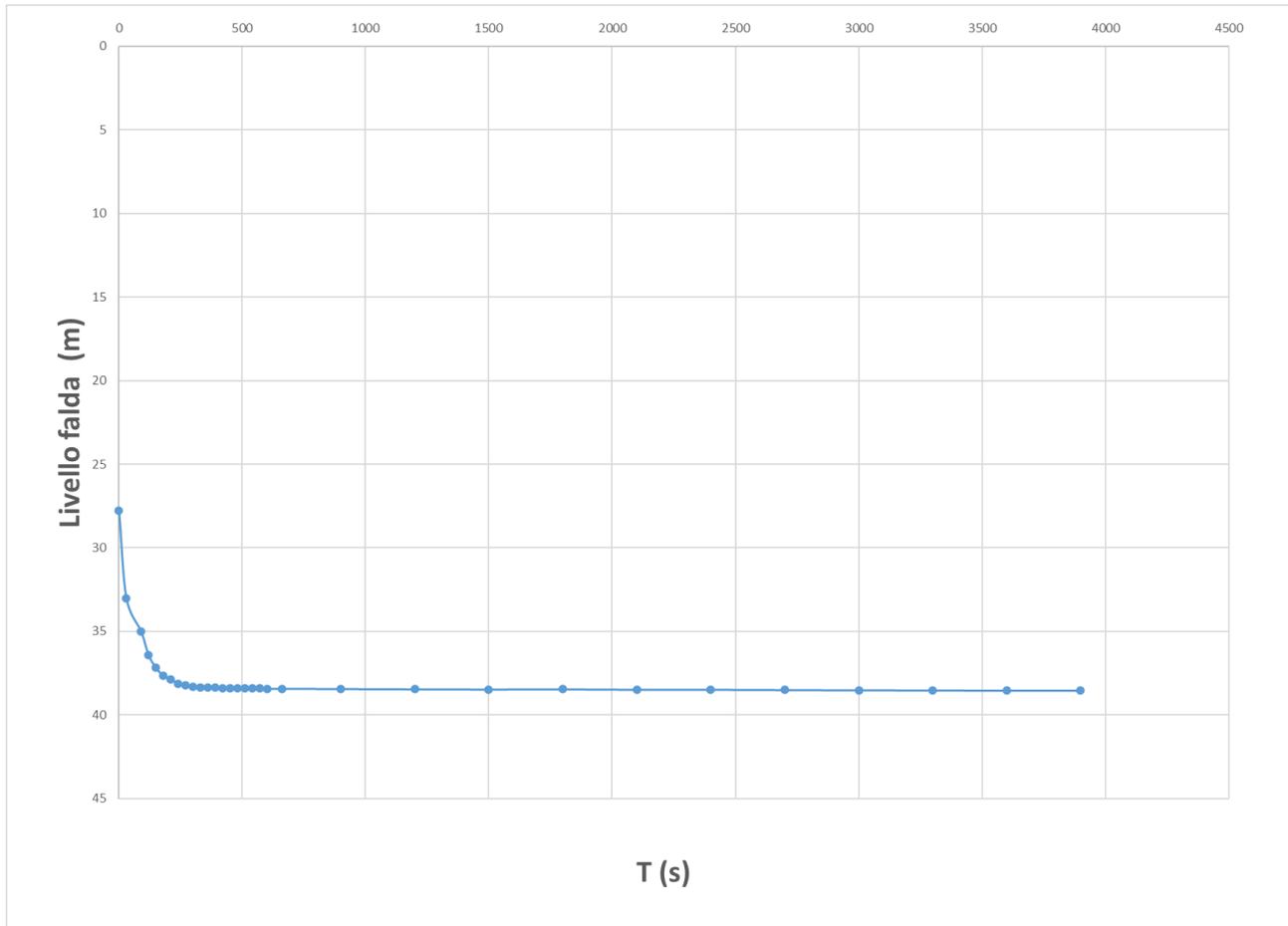


Figura 20: - 07/10/91 - Pozzo 4 - Prova 1 (Emungimento)

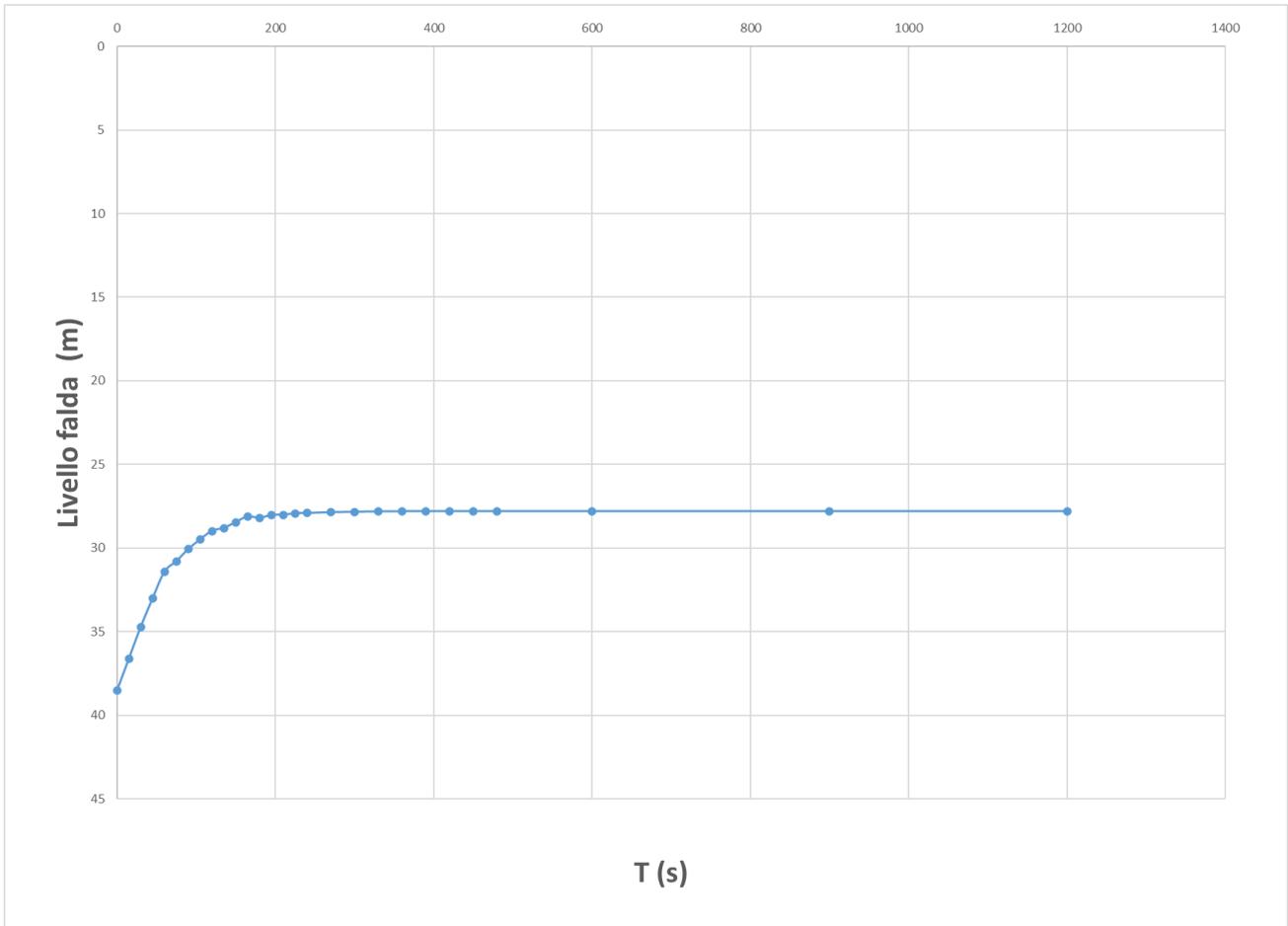


Figura 21: - 07/10/91 - Pozzo 4 - Prova 2 (Risalita)

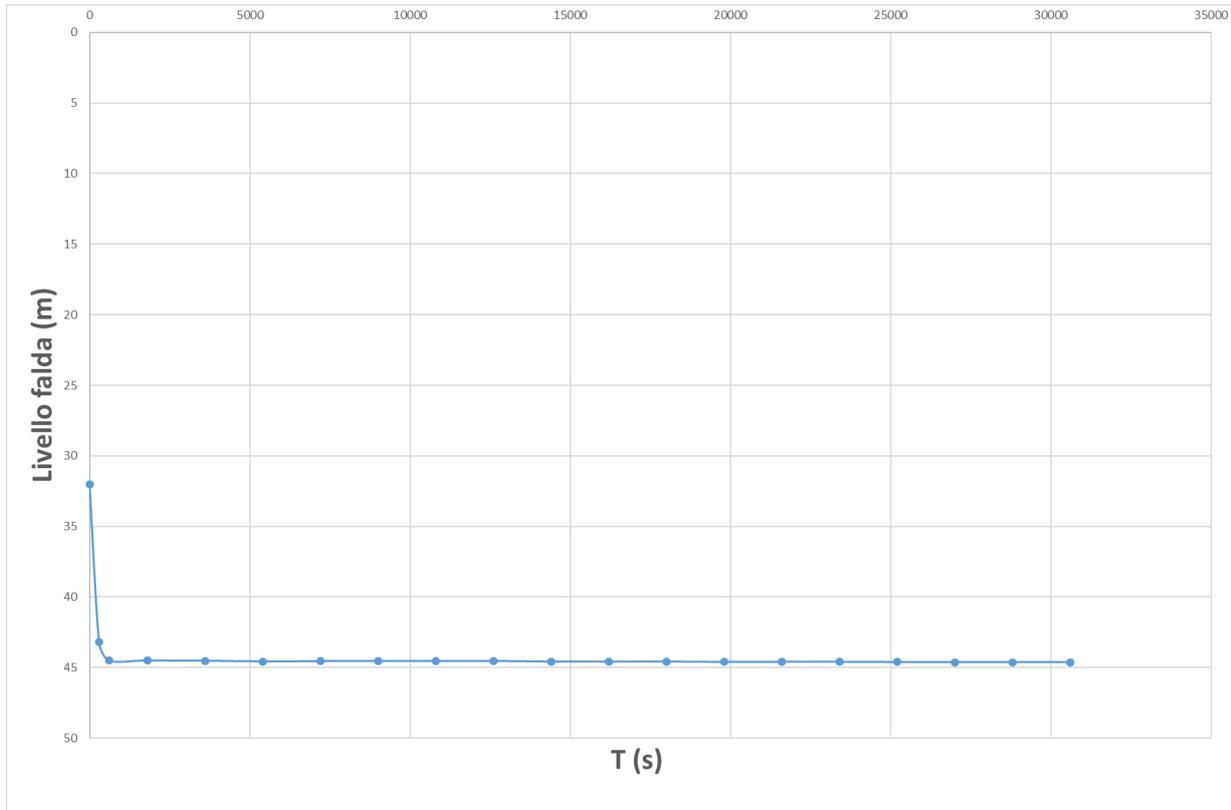


Figura 22: 23/02/99 - Pozzo 4 - Prova 3 (Emungimento)

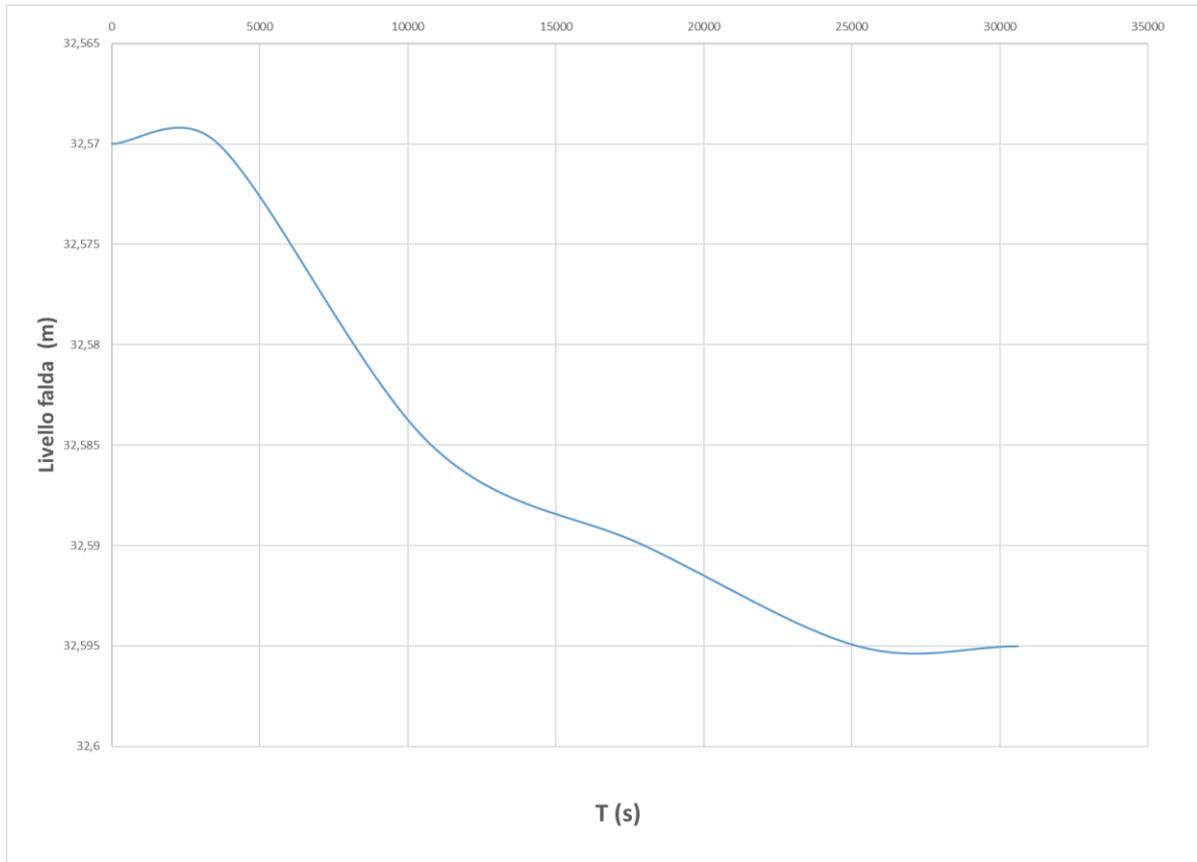


Figura 23: 23/02/99 - Pozzo 3 - Prova 4 (Emungimento da Pozzo 4)

Di seguito viene visualizzata la tabella riassuntiva dei valori dei parametri idrodinamici individuati.

PROVA	POZZO	TIPO DI PROVA	K (m/s)
1	4	EMUNGIMENTO	0,00013
2	4	RISALITA	0,00011
3	4	EMUNGIMENTO	0,00014
4	3	EMUNGIMENTO DA POZZO 4	0,00014

Tali valori attestano un'elevata permeabilità dell'acquifero nell'ordine di $1 \cdot 10^{-4}$ m/s.

6.3 AREE RICARICA DEGLI ACQUIFERI PROFONDI

Nel seguente capitolo viene inquadrata l'area d'interesse all'interno della cartografia del GeoPortale della Regione Piemonte con evidenziato il layer relativo alle aree di ricarica degli acquiferi profondi.

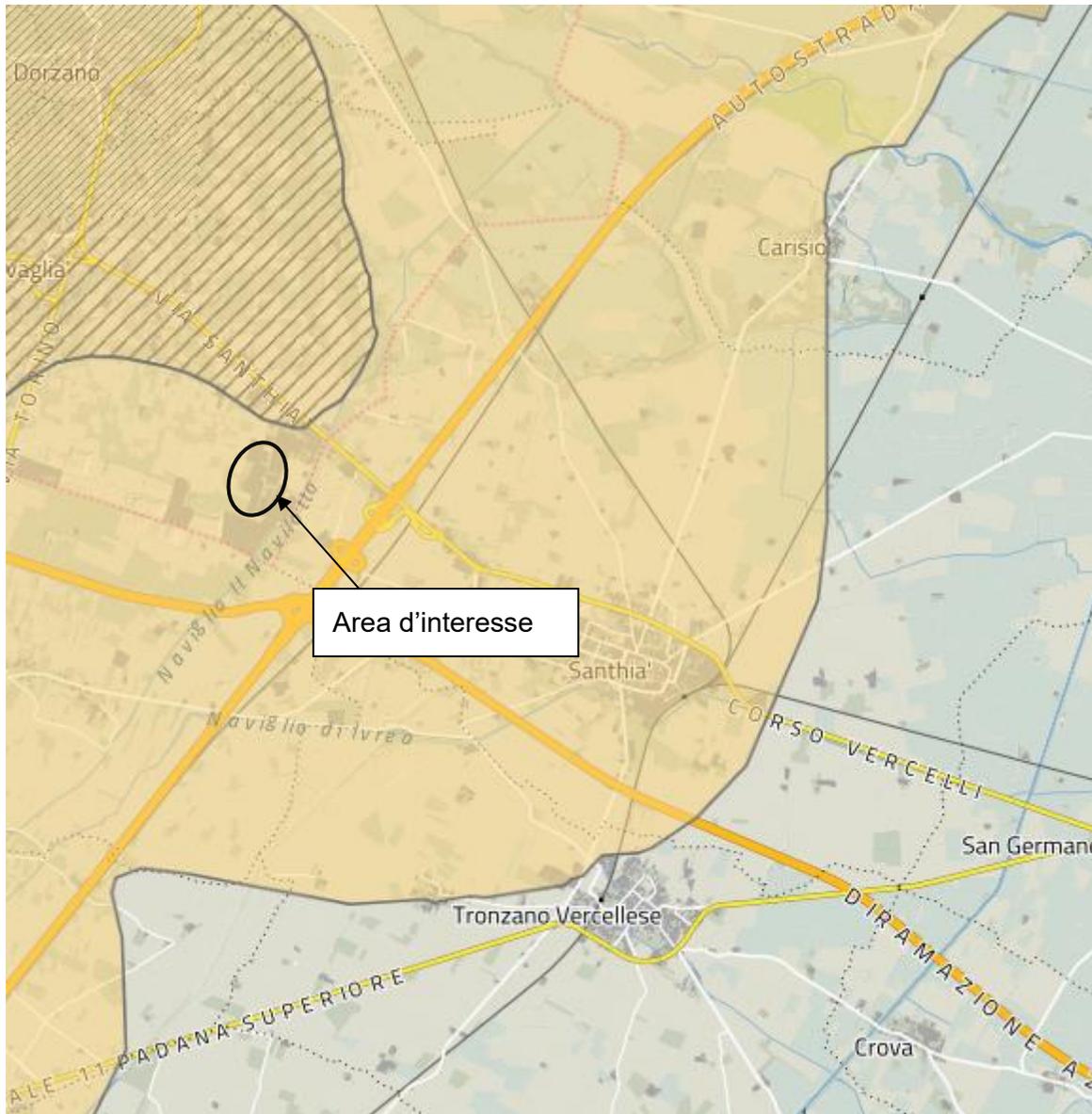


Figura 24: Aree di ricarica degli acquiferi profondi evidenziate in giallo-ocra– Fonte Geoportale Regione Piemonte

L'area d'interesse ricade all'interno di queste aree di ricarica.

Una recente analisi (gennaio 2018) alla quale si rimanda per maggiori dettagli, condotta dal prof. Francani nell'ambito di uno studio riguardante "Valutazioni idrogeologiche riguardo l'ampliamento delle discariche A.S.R.A.B. e A2A Ambiente in Comune di Cavaglià (BI)" situate in adiacenza all'area di intervento (con analoghe caratteristiche dal punto di vista idrogeologico), ha evidenziato che sulla base dei dati idrogeologici raccolti e le conseguenti elaborazioni si possa ritenere che l'area delle

discariche e degli ampliamenti e analogamente l'area del sito del nuovo impianto, non debbano rientrare, di fatto, nelle aree di ricarica delle falde profonde, sulla base dei criteri di esclusione previsti nell'Allegato 1 alla D.D. del 21 luglio 2016, n. 268.

In particolare, se si applica la stessa metodologia utilizzata dalla Regione Piemonte (Allegato 1 alla D.D. del 21 luglio 2016, n. 268), la fascia delle aree di ricarica degli acquiferi profondi può essere ridotta utilizzando i criteri escludenti, tra i quali ve ne sono due che interessano l'area in esame:

- la presenza di livelli fini continui e potenti che separino l'acquifero profondo dai livelli sovrastanti;
- il criterio della differenza di carico nullo o negativo, che porta alla presenza di componenti di flusso prevalentemente orizzontali o verticali ascendenti

A tal proposito, tutti i sondaggi eseguiti nell'area delle discariche adiacenti al sito di indagine, confermano la presenza di un livello fine a separare l'acquifero profondo da quello superficiale. I due acquiferi risultano essere separati da un livello di materiali limosi ed argillosi avente uno spessore minimo, nel sito in oggetto, di 2 metri e mezzo (Figura 10) e che risulta avere una buona continuità anche all'esterno, come testimoniato dallo studio di Provincia di Vercelli ed ATO n. 2 del 2009 (Figura 9)

Il criterio della differenza di carico nullo o negativo è stato verificato tramite i livelli di falda misurati nei piezometri delle discariche che interessano sia l'acquifero superficiale che quello più profondo. La differenza tra livelli superficiali e profondi risulta essere, in tutto il periodo esaminato, inferiore a 50 centimetri.

Questo risultato è conforme alla carta riportata nello studio di Provincia di Vercelli ed ATO n. 2 (Figura 24a) e significa che non esistono delle differenze di livello piezometrico tali da portare a potenziali flussi significativi di ricarica dell'acquifero profondo.

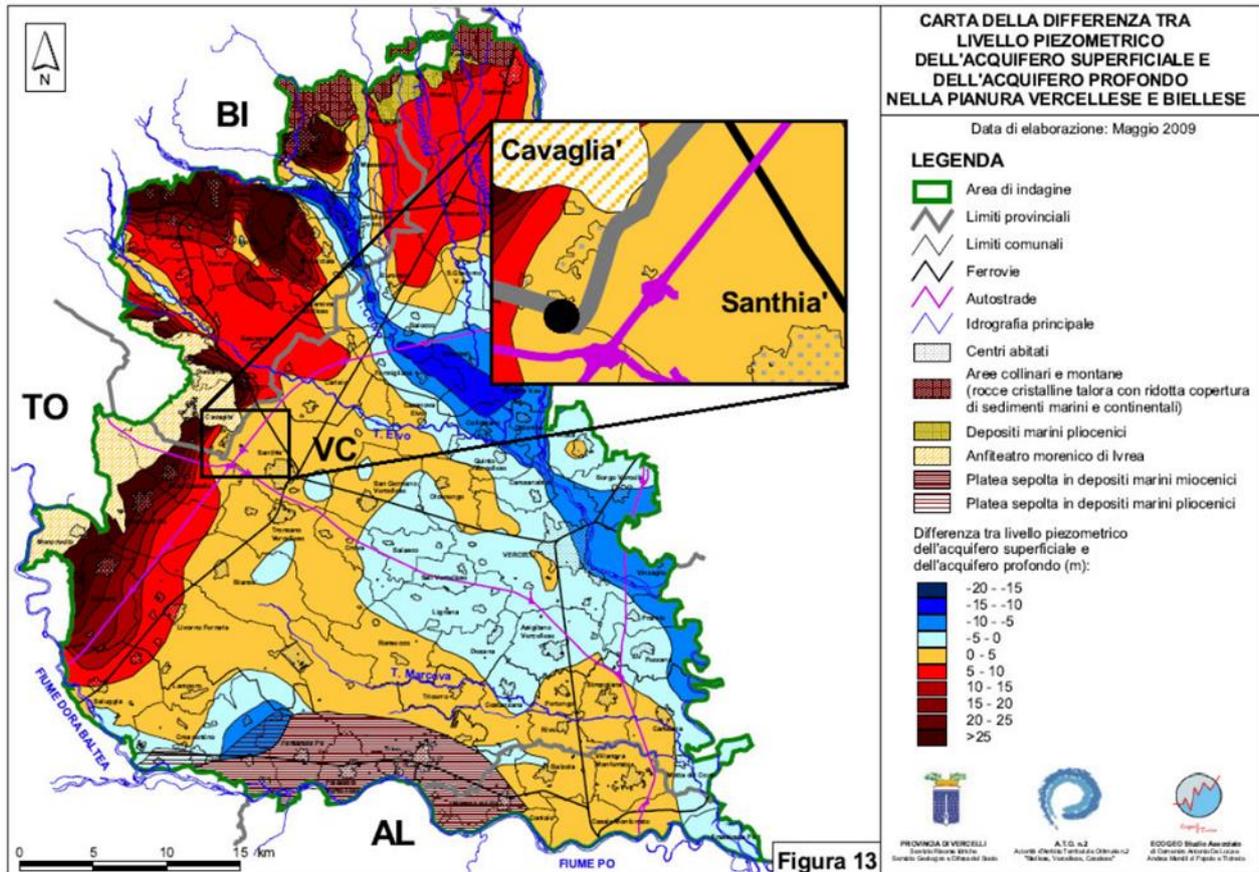


Figura 24a: Carta della differenza tra livello piezometrico dell'acquifero superficiale e di quello profondo (fonte: Provincia di Vercelli, ATO n. 2, 2009). È sovrapposto un ingrandimento della stessa carta, da cui si può vedere come il sito in oggetto (cerchio nero nell'ingrandimento) ricada nell'area in cui la differenza di livello tra superficiale e profondo è inferiore a 5 metri.

Inoltre, le oscillazioni piezometriche rilevate presentano un solo picco annuo e non rispondono alle caratteristiche del regime pluviometrico della regione, che prevede due picchi (uno primaverile e uno autunnale). Tale comportamento è verosimilmente dovuto al fatto che l'alimentazione, tanto alla prima quanto alla seconda falda, proviene dal bacino della Dora Baltea tramite i depositi del Pleistocene medio in cui gli acquiferi non sono differenziati.

6.4 PTA REGIONE PIEMONTE

All'interno di questo capitolo viene inquadrata l'area d'interesse all'interno del PTA della Regione Piemonte.

Per poter definire le porzioni di acquifero soggette a vulnerazione da nitrati si sono definiti, a partire dal modello idrogeologico concettuale dell'area di pianura, settori omogenei dal punto di vista idrogeologico, vale a dire: Pianura cuneese e torinese meridionale, Altopiano di Poirino, Pianura torinese settentrionale, Pianure inframoreniche di Rivoli, di Ivrea e dell'alto novarese, Pianura biellese-vercellese-novarese, Settore cuneese della Valle Tanaro, Settore del Fondovalle Tanaro tra Cherasco e la stretta Quattordio-Masio, Pianura alessandrina-tortonese; tali settori idrogeologici sono stati ulteriormente suddivisi in Aree Idrogeologicamente Separate (AIS), che hanno come limite di monte il margine della pianura e come limiti laterali e di valle i corsi d'acqua che maggiormente hanno influenza sull'andamento della piezometria.

Quindi ogni AIS è una porzione del sistema di acquifero superficiale idraulicamente separata da limiti idrogeologici rispetto alle altre.

Nella redazione del PTA 2007 le AIS sono state aggregate in Macroaree Idrogeologiche di Riferimento Superficiali (MS) e si sono definite, grazie all'affinamento del modello idrogeologico, le corrispondenti Macroaree Idrogeologiche di Riferimento per il sistema profondo (MP).

In Piemonte le AIS, le MS e le MP sono state adeguate allo schema nazionale, integrate con specifici progetti tecnico scientifici e valutate tenendo conto dei dati derivanti dalla Rete di monitoraggio regionale delle acque sotterranee e dall'analisi delle pressioni, arrivando alla definizione dei seguenti corpi idrici sotterranei di riferimento (Groundwater Body - GWB):

- 13 GWB-S per il sistema acquifero superficiale di pianura
- 6 GWB-P per il sistema acquifero profondo di pianura
- 4 GWB-F per i sistemi acquiferi dei principali fondivalle alpini e appenninici
- 11 GWB per i sistemi acquiferi collinari e montani.

Nella figura seguente viene inquadrata l'area d'interesse all'interno della Tavola 2 del PTA della Regione Piemonte "GWB – Corpi idrici sotterranei soggetti ad obiettivi di qualità ambientale e aree idrogeologicamente separate".

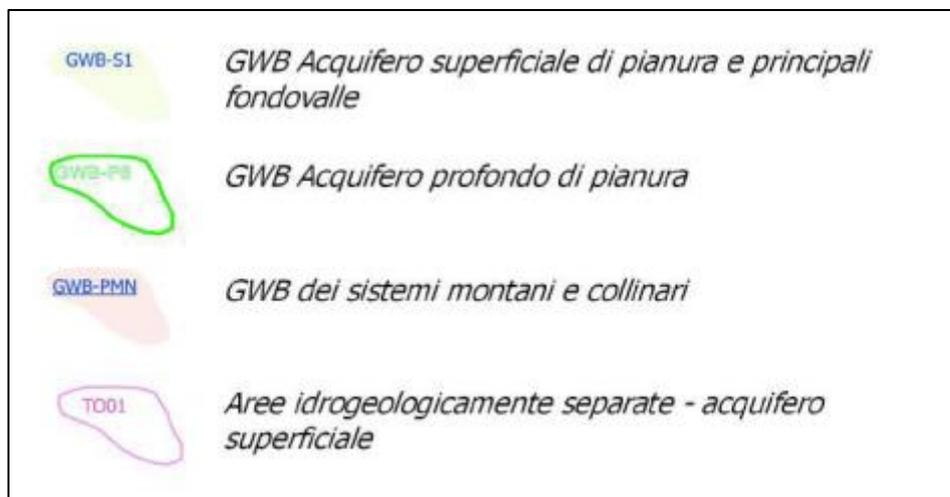
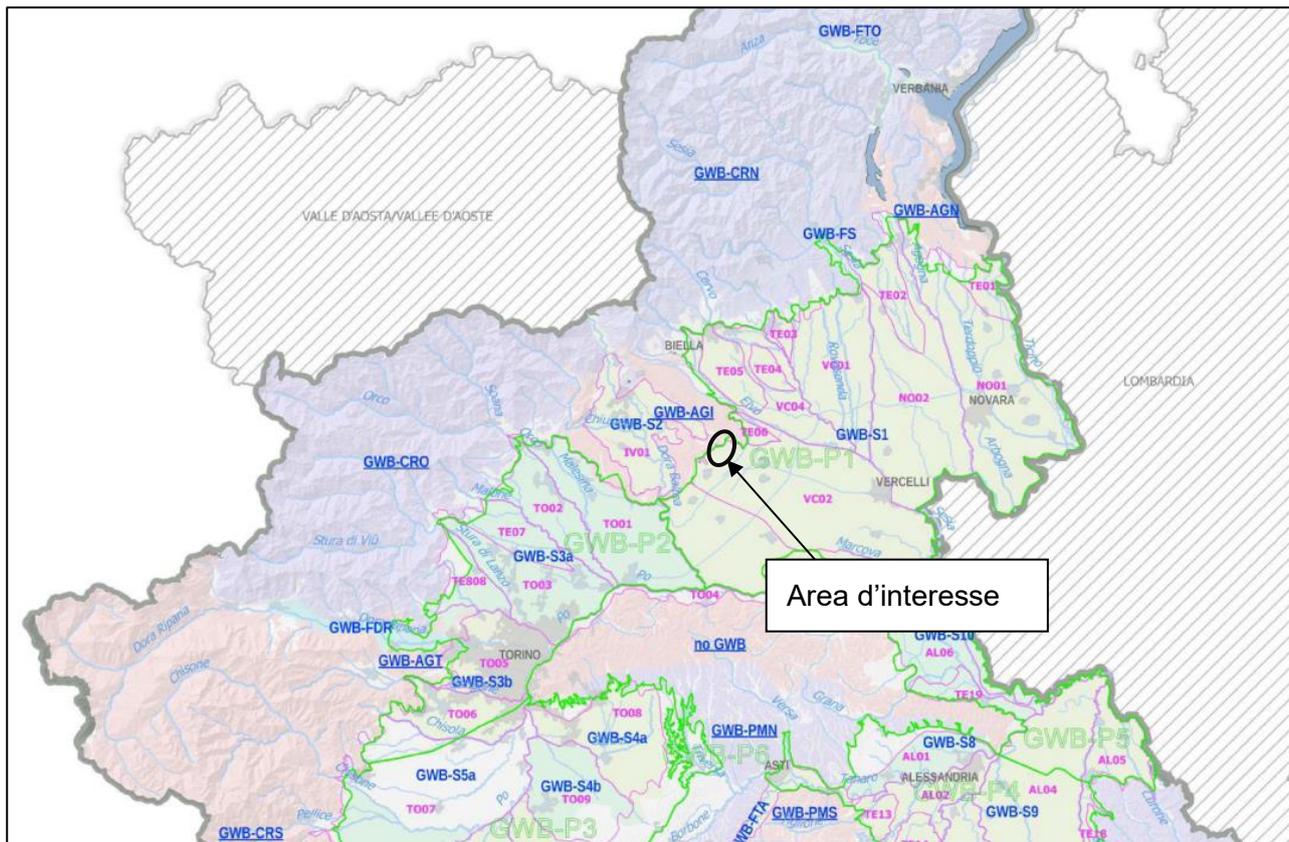


Figura 25: Stralcio della Tavola 2 del PTA dell Regione Piemonte “GWB – Corpi idrici sotterranei soggetti ad obiettivi di qualità ambientale e aree idrogeologicamente separate”

Presa di riferimento la carta sopra riportata vengono individuati gli acquiferi che caratterizzano l'area oggetto di studio nello schema mostrato di seguito:

COMPLESSO IDROGEOLOGICO	SUB-COMPLESSO	TIPOLOGIA DI ACQUIFERO (ASSETTO IDRAULICO)	ACQUIFERO (UNITÀ DI BILANCIO)	CORPO IDRICO CODICE	CORPO IDRICO DENOMINAZIONE
Depositi delle depressioni quaternarie - DQ	Differenziato di pianura. Costituito da depositi alluvionali olocenici, depositi fluviali e fluvioglaciali del Wurm, del Riss e talora del Mindel (acquifero superficiale AS) e da depositi fluvioglaciali del Mindel e depositi Villafranchiani (acquiferi profondi AP) - DQ2	Acquifero multifalda confinata con orizzonti impermeabili di estesa continuità spaziale, in superficie può essere presente un acquifero freatico connesso con la rete idrografica	AS1 Pianura novarese, biellese e vercellese	GWB-S1	Pianura novarese, biellese e vercellese
			AS2 Piana inframorenica di Ivrea	GWB-S2	Piana inframorenica di Ivrea (Pianura eporediese)
			AS3 Pianura torinese e canavese	GWB-S3a	Pianura torinese Nord
				GWB-S3b	Pianura torinese Sud
			AS4 Altopiano di Poirino e Colline astigiane	GWB-S4a	Altopiano di Poirino Nord-Ovest
GWB-S4b	Pianura torinese tra Ricchiardo, Po e Banna - Rioverde (Altopiano Poirino Sud-Est)				
AS5 Pianura pinerolese	GWB-S5a	Pianura pinerolese tra Chisola e sistema Chisone-Pellice (Area pinerolese Nord)			
	GWB-S5b	Pianura pinerolese tra sistema Chisone-Pellice e Po (Area pinerolese Sud)			

Figura 26: In rosso acquifero e corpo idrico superficiale di appartenenza (AS1, GWB-S1)

COMPLESSO IDROGEOLOGICO	SUB-COMPLESSO	TIPOLOGIA DI ACQUIFERO (ASSETTO IDRAULICO)	ACQUIFERO (UNITÀ DI BILANCIO)	CORPO IDRICO CODICE	CORPO IDRICO DENOMINAZIONE
Depositi delle depressioni quaternarie - DQ	Differenziato di pianura. Costituito da depositi alluvionali olocenici, depositi fluviali e fluvioglaciali del Wurm, del Riss e talora del Mindel (acquifero superficiale AS) e da depositi fluvioglaciali del Mindel e depositi Villafranchiani (acquiferi profondi AP) - DQ2	Acquifero multifalda confinata con orizzonti impermeabili di estesa continuità spaziale, in superficie può essere presente un acquifero freatico connesso con la rete idrografica	AS6 Pianura cuneese in sinistra Stura di Demonte	GWB-S6	Pianura cuneese in sinistra Stura di Demonte
			AS7 Pianura cuneese in destra Stura di Demonte	GWB-S7	Pianura cuneese in destra Stura di Demonte
			AS8 Pianura alessandrina in sinistra Tanaro	GWB-S8	Pianura alessandrina in sinistra Tanaro
			AS9 Pianura alessandrina in destra Tanaro	GWB-S9	Pianura alessandrina in destra Tanaro
			AS10 Pianura Casalese	GWB-S10	Pianura casalese (Area Valenza Po)
			AP1 Pianura novarese, biellese e vercellese	GWB-P1	Pianura novarese, biellese e vercellese
			AP2 Pianura torinese settentrionale	GWB-P2	Pianura torinese settentrionale
			AP3 Pianura cuneese, torinese meridionale ed Astigiano occidentale	GWB-P3	Pianura cuneese, torinese Sud ed Astigiano Ovest
			AP4 Pianura alessandrina e Astigiano orientale	GWB-P4	Pianura alessandrina ed Astigiano Est
			AP5 Pianura casalese tortonese	GWB-P5	Pianura casalese tortonese
AP6 Cantarana Valmaggiora	GWB-P6	Settore Cantarana Valmaggiora			

Figura 27: In rosso acquifero e corpo idrico profondo di appartenenza (AP1, GWB-P1)

Gli obiettivi definiti dalla DQA “Direttiva Quadro Acque” n. 2000/60/CE, integrata successivamente dalla “direttiva figlia”, Groundwater Directive (GWD) n.2006/118/CE sono la definizione dei criteri per

prevenire e controllare l'inquinamento delle acque sotterranee attraverso il loro monitoraggio. L'obiettivo per tutti i corpi idrici sotterranei (GWB) è il conseguimento e il mantenimento del "buono" stato ambientale delle acque che deve essere ottenuto entro il 2015 ed è costituito dallo **Stato Chimico (SC)** e dello **Stato Quantitativo (SQ)**. Ai sensi della GWD sono previste due classi di SC e SQ: lo stato "buono" e lo stato "scarso".

Lo **stato chimico** complessivo viene determinato attraverso punti di monitoraggio: lo stato BUONO quando "lo standard di qualità delle acque sotterranee o il valore soglia è superato in uno o più siti di monitoraggio, che comunque rappresentino non oltre il 20 per cento dell'area totale o del volume del corpo idrico, per una o più sostanze". Conseguentemente, l'attribuzione dello stato SCARSO ad un determinato GWB si ottiene quando l'area/volume complessiva derivata dai punti in stato SCARSO sia superiore al 20% dell'area/volume totale del GWB. Viceversa, l'attribuzione dello stato BUONO ad un determinato GWB si ottiene quando l'area/volume complessiva derivata dai punti in stato BUONO sia superiore al 80% dell'area/volume totale del GWB.

Il buono **stato quantitativo** di un corpo idrico sotterraneo è pertanto raggiunto quando sono soddisfatti entrambi i seguenti criteri:

- Le risorse idriche sotterranee disponibili sono superiori ai prelievi, in una analisi quantitativa di bilancio di lungo termine (pluriennale);
- Le variazioni antropiche dei livelli di falda nel corpo idrico sotterraneo non provocano danni alle acque superficiali e agli ecosistemi connessi, anche quando il bilancio idrico non rilevi condizioni di criticità

VALORI DI FONDO NATURALI (VF)

Nell'ambito della definizione dello stato chimico nelle acque sotterranee riveste un ruolo importante, per la corretta interpretazione delle anomalie e per l'attribuzione dell'eventuale origine antropica, la determinazione dei valori di fondo naturale di alcune sostanze.

Il VF è la soglia di concentrazione di una sostanza in assenza di alterazioni antropogeniche. La normativa prevede che i Valori Soglia (VS) vengano adeguati ai VF quando sia dimostrata scientificamente la presenza di sostanze di origine naturale in concentrazioni superiori ai VS stessi. La definizione del VF può interessare l'intero GWB o porzioni dello stesso.

La Regione in collaborazione con ARPA Piemonte ha completato un progetto sperimentale dal titolo "Definizione dei valori di fondo naturale per i metalli nelle acque sotterranee come previsto dalla Direttiva 2006/118/CE e dal decreto Legislativo 16 marzo 2009 n. 30" che ha contemplato una serie di attività, sviluppate nel corso dei 3 anni di durata del progetto (2010-2012).

Nel contesto piemontese la determinazione dei VF riguarda esclusivamente i metalli: la presenza di metalli pesanti nelle acque sotterranee può essere ricondotta sia a cause di origine antropica che a un'origine naturale legata alla composizione delle formazioni geologiche che costituiscono l'acquifero, al tempo di permanenza/interazione acqua/roccia ed alle condizioni chimico-fisiche del sistema.

Dai dati di partenza sono state considerate le occorrenze dei seguenti metalli in relazione ai Valori Soglia: Arsenico, Cadmio, Cromo Totale, Cromo VI, Mercurio, Nichel e Piombo.

Sono stati esclusi Cadmio, Piombo, Mercurio e Arsenico, in quanto le occorrenze rilevate per il periodo considerato erano inferiori al 1% sul totale delle medie dei campioni; sono stati quindi selezionati il Nichel e il Cromo VI.

Per una corretta valutazione del fenomeno, è stato inoltre valutato il Cromo Totale, anche se per le concentrazioni evidenziate non risulta problematico dal punto di vista ambientale.

Per quanto riguarda il corpo idrico superficiale GWB-S1 d'interesse è stata riscontrata un'anomalia di fondo relativa al Nichel che viene di seguito mostrata in carta.

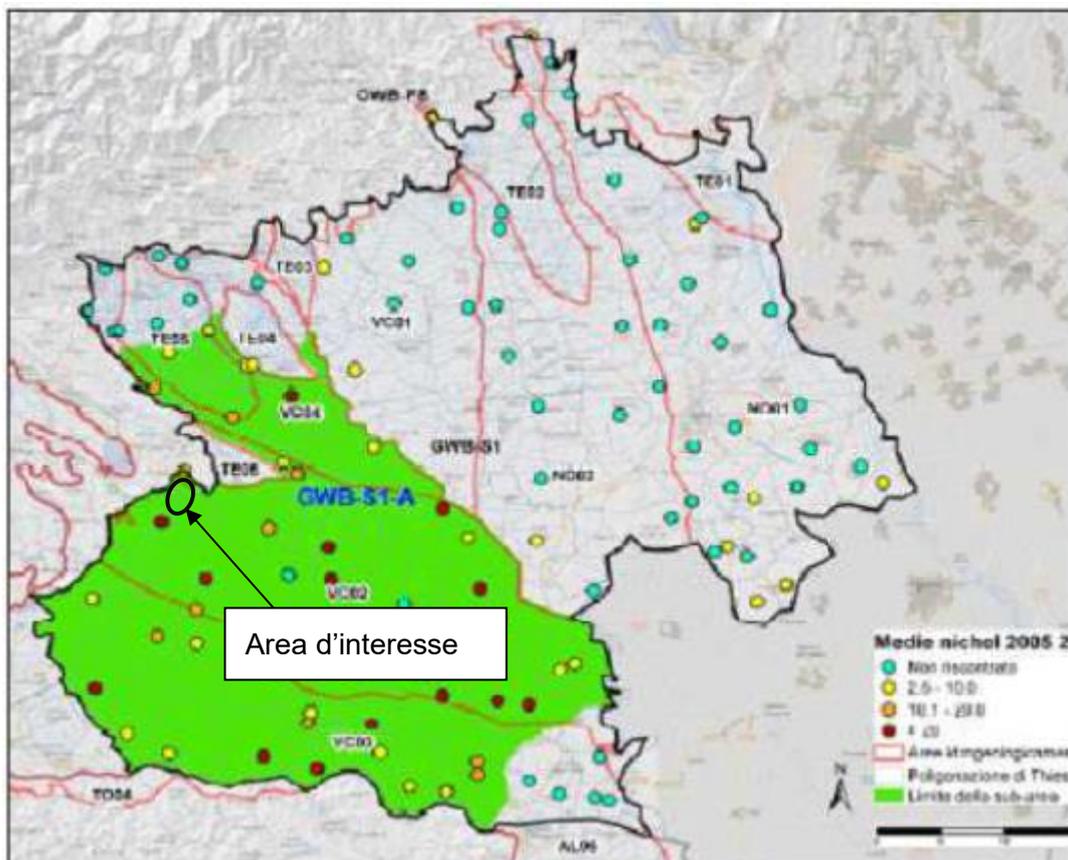


Figura 28: Anomalia di fondo per il Nichel nel corpo idrico superficiale GWB-S

STATO CHIMICO DEL SISTEMA ACQUIFERO SUPERFICIALE

Nella tabella seguente viene riportata la classificazione per il sessennio 2009-2014 suddivisa per i 2 trienni di monitoraggio (2009-2011 e 2012-2014) corredata dei relativi Livelli di Confidenza (LC) (affidabilità del giudizio).

GWB	2009-2011	LC	2012-2014	LC	Sintesi Sessennio
GWB-FDR	Scarso (2011)	Basso	Scarso	Basso	Scarso
GWB-FS	Buono (2011)	Basso	Scarso	Medio	Scarso
GWB-FTA	Scarso	Alto	Scarso	Alto	Scarso
GWB-FTO	Buono (2011)	Basso	Scarso	Medio	Scarso
GWB-S1	Scarso	Alto	Scarso	Alto	Scarso
GWB-S2	Buono	Basso	Buono	Basso	Buono
GWB-S3a	Scarso	Alto	Scarso	Alto	Scarso
GWB-S3b	Scarso	Alto	Scarso	Alto	Scarso
GWB-S4a	Scarso	Alto	Scarso	Alto	Scarso
GWB-S4b	Scarso	Medio	Scarso	Medio	Scarso
GWB-S5a	Scarso	Medio	Buono	Medio	Buono
GWB-S5b	Buono	Basso	Scarso	Basso	Buono/Scarso
GWB-S6	Scarso	Alto	Scarso	Alto	Scarso
GWB-S7	Scarso	Medio	Scarso	Medio	Scarso
GWB-S8	Scarso	Alto	Scarso	Alto	Scarso
GWB-S9	Scarso	Alto	Scarso	Alto	Scarso
GWB-S10	Scarso	Alto	Scarso	Alto	Scarso

Tabella 1 – classificazione per il sessennio 2009-2014 stato chimico del sistema acquifero

Il corpo idrico d'interesse GWB-S1, nel sessennio preso di riferimento (2009-2014) era caratterizzato da uno stato chimico delle acque SCARSO dovuto alla presenza di metalli di origine naturale e di Nichel di fondo

Di seguito viene mostrato l'aggiornamento dello stato chimico per il triennio 2014-2016

GWB	Stato 2014	Stato 2015	Stato 2016	classificazione 2014-2016	LC
GWB-S1	Scarso	Scarso	Scarso	SCARSO	Alto
GWB-S2	Buono	Buono	Buono	BUONO	Medio
GWB-S3a	Scarso	Scarso	Scarso	SCARSO	Alto
GWB-S3b	Scarso	Scarso	Scarso	SCARSO	Alto
GWB-S4a	Scarso	Scarso	Scarso	SCARSO	Alto
GWB-S4b	Scarso	Scarso	Scarso	SCARSO	Medio
GWB-S5a	Buono	Buono	Buono	BUONO	Medio
GWB-S5b	Scarso	Scarso	Scarso	SCARSO	Medio
GWB-S6	Scarso	Scarso	Scarso	SCARSO	Alto
GWB-S7	Scarso	Scarso	Scarso	SCARSO	Alto
GWB-S8	Scarso	Scarso	Scarso	SCARSO	Alto

Tabella 2 – classificazione con aggiornamento triennio 2014-2016 stato chimico del sistema acquifero

Con l'aggiornamento del triennio 2014-2016 viene confermato lo stato chimico SCARSO dell'acquifero superficiale GWB-S1.

STATO CHIMICO DEL SISTEMA ACQUIFERO PROFONDO

Nella tabella seguente viene riportata la classificazione per il sessennio 2009-2014 suddivisa per i 2 trienni di monitoraggio (2009-2011 e 2012-2014) corredata dei relativi Livelli di Confidenza (LC) (affidabilità del giudizio).

GWB	2009-2011	LC	2012-2014	LC	Sintesi Sessennio
GWB-P1	Buono	Alto	Buono	Alto	Buono
GWB-P2	Scarso	Alto	Scarso	Alto	Scarso
GWB-P3	Scarso	Basso	Buono	Alto	Buono
GWB-P4	Scarso	Medio	Scarso	Basso	Scarso
GWB-P5	Buono	Medio	Buono	Alto	Buono
GWB-P6	Buono	Medio	Buono	Medio	Buono

Tabella 3 – classificazione per il sessennio 2009-2014 stato chimico del sistema acquifero

Il corpo idrico d'interesse GWB-P1, nel sessennio preso di riferimento (2009-2014) era caratterizzato da uno stato chimico delle acque BUONO.

Di seguito viene mostrato l'aggiornamento dello stato chimico per il triennio 2014-2016

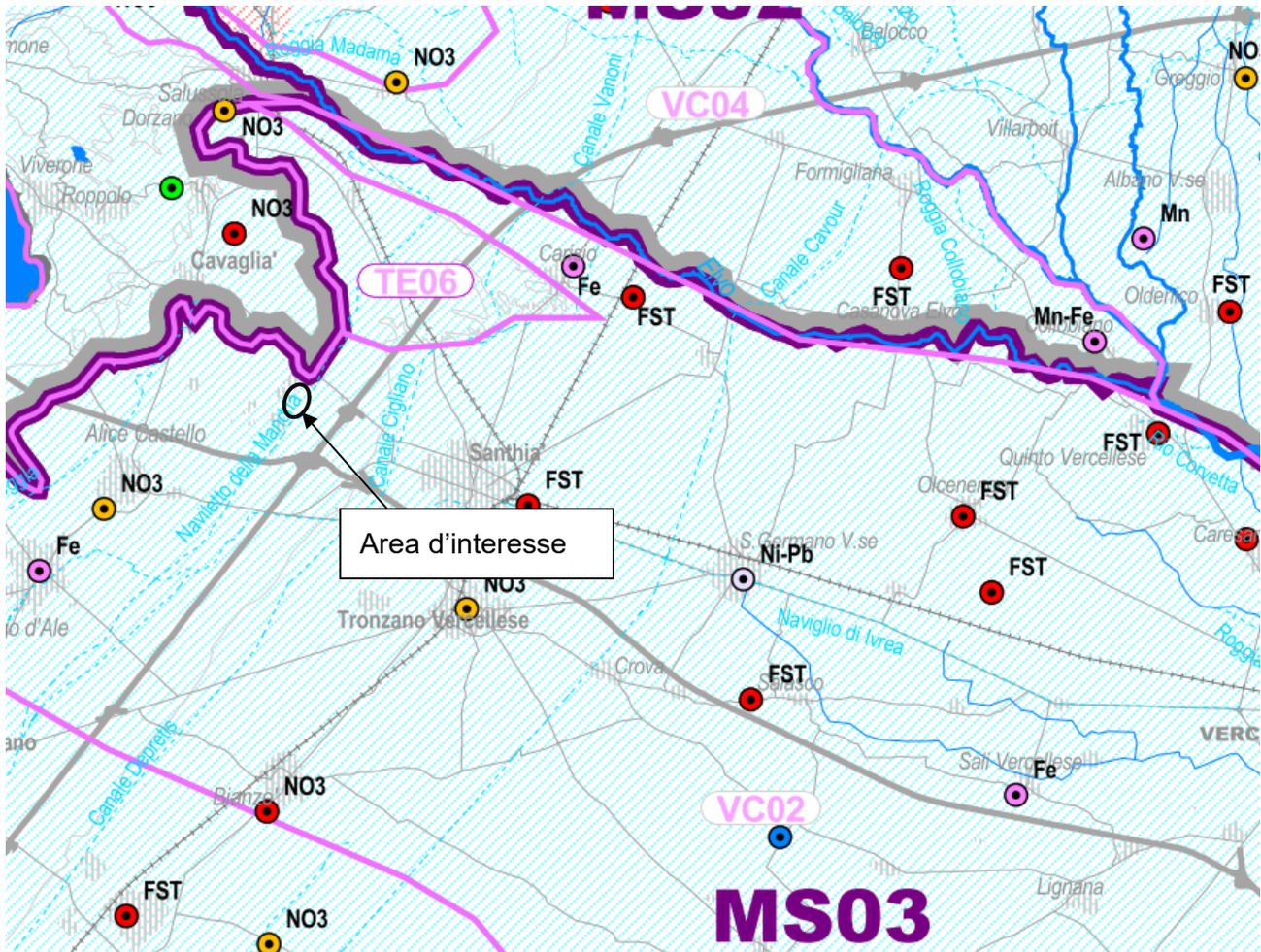
GWB	Stato 2014	Stato 2015	Stato 2016	classificazione 2014-2016	LC
GWB-P1	Buono	Buono	Buono	BUONO	Basso
GWB-P2	Scarso	Scarso	Scarso	SCARSO	Alto
GWB-P3	Buono	Buono	Scarso	BUONO	Medio
GWB-P4	Buono	Buono	Scarso	BUONO	Basso
GWB-P5	Buono	Buono	Buono	BUONO	Medio
GWB-P6	Buono	Buono	Buono	BUONO	Medio

Tabella 4 – classificazione con aggiornamento triennio 2014-2016 stato chimico del sistema acquifero

Con l'aggiornamento del triennio 2014-2016 viene confermato lo stato chimico BUONO dell'acquifero profondo GWB-P1.

6.4.1 INDICATORI DI STATO DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI

Nella figura seguente viene mostrata la cartografia che mostra lo stato quantitativo e chimico dei corpi idrici sotterranei della pianura vercellese.



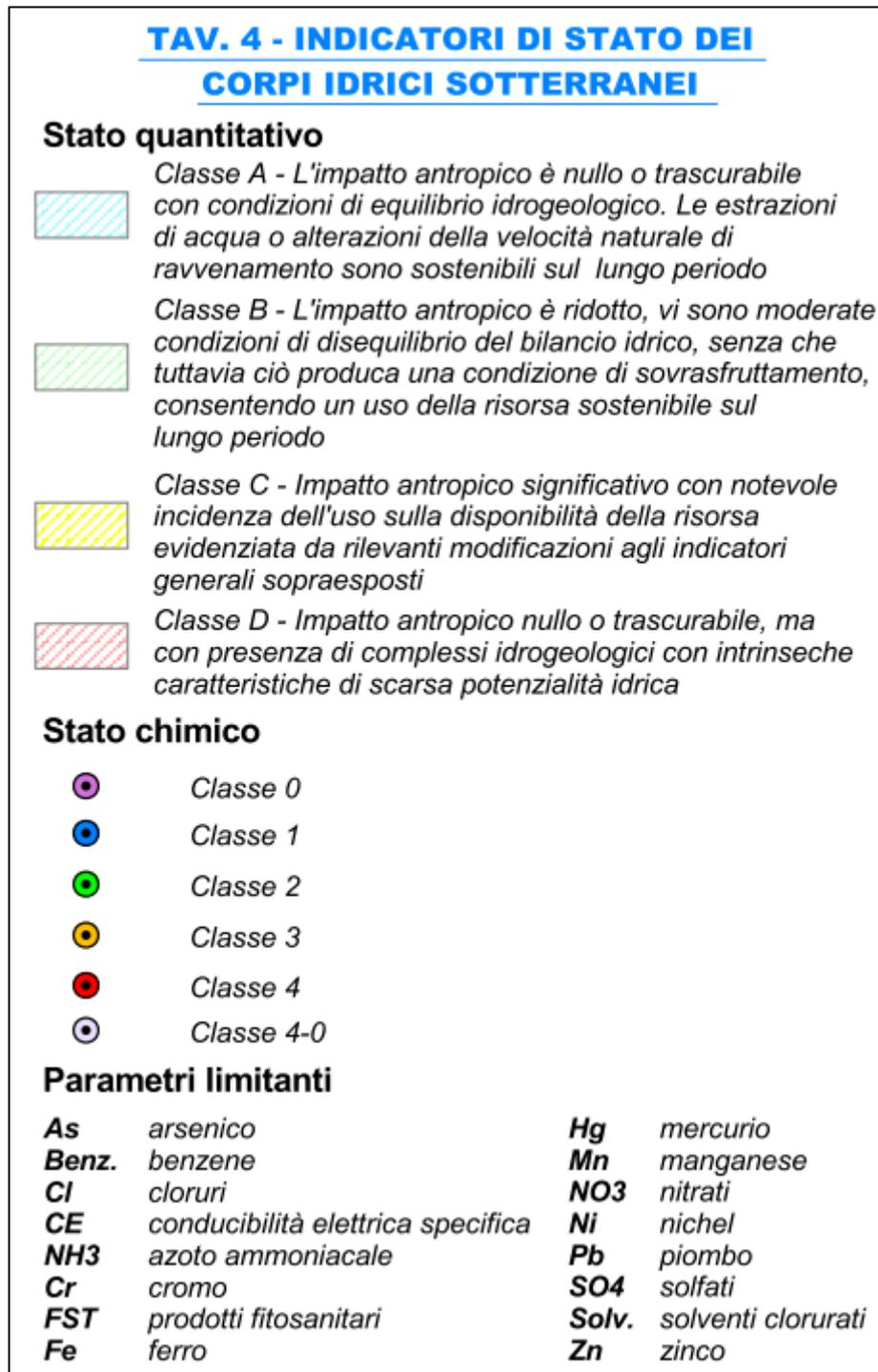


Figura 29: Stralcio di Tav 4 MS03 – Pianura vercellese PTA Regione Piemonte

L'area d'interesse rientra nello stato quantitativo A dove l'impatto antropico è nullo o trascurabile con condizioni di equilibrio idrogeologico. Le estrazioni di acqua o alterazioni della velocità naturale di ravvenamento sono sostenibili sul lungo periodo.

6.4.2 ZONE VULNERABILI DA PRODOTTI FITOSANITARI

Di seguito viene inquadrata l'area d'interesse all'interno della Tav. 5 del PTA della Regione Piemonte "Zone vulnerabili da prodotti fitosanitari". L'area viene classificata come avente indice di vulnerazione medio-alto – IV2.

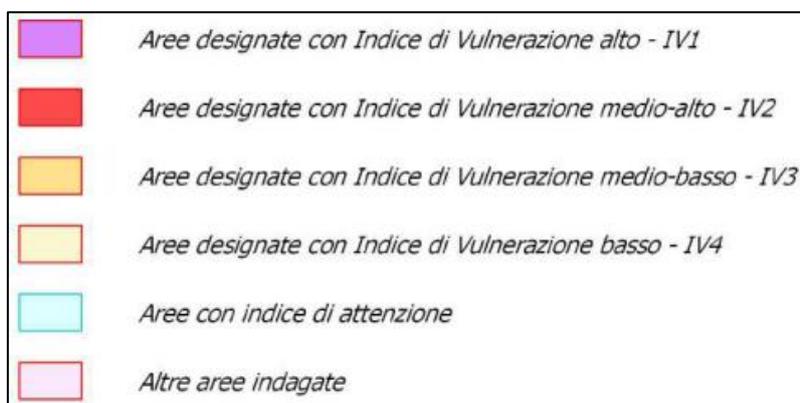
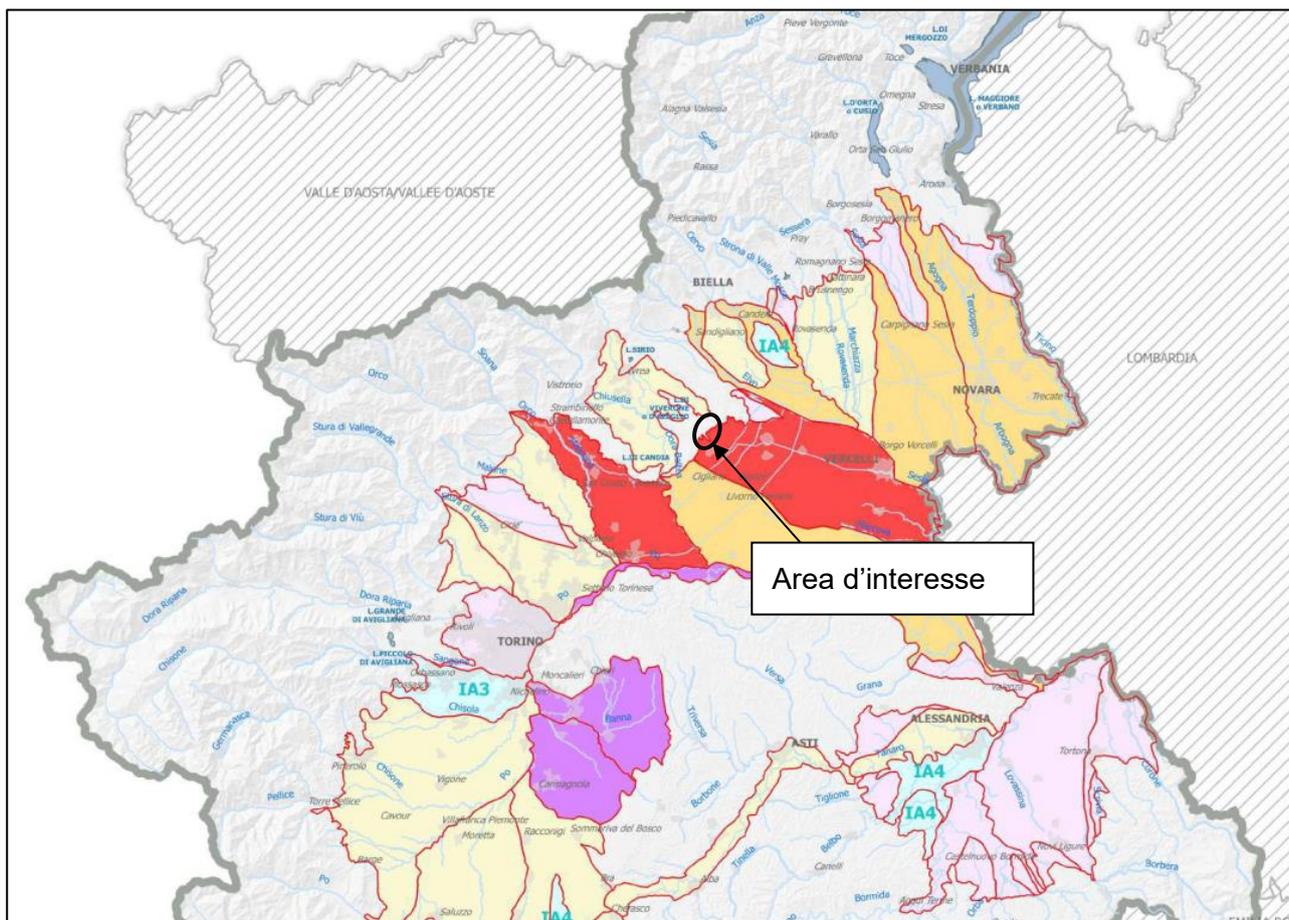


Figura 30: Stralcio della Tav. 5 del PTA della Regione Piemonte "Zone vulnerabili da prodotti fitosanitari"

6.4.3 TREND PIEZOMERICO DELLA FALDA SUPERFICIALE DELLA PIANURA PIEMONTESE

All'interno di questo capitolo viene inquadrata l'area d'interesse all'interno della cartografia che mostra l'andamento dei trend piezometrici medi nel periodo 2001-2017 per il corpo idrico GWB-S1.

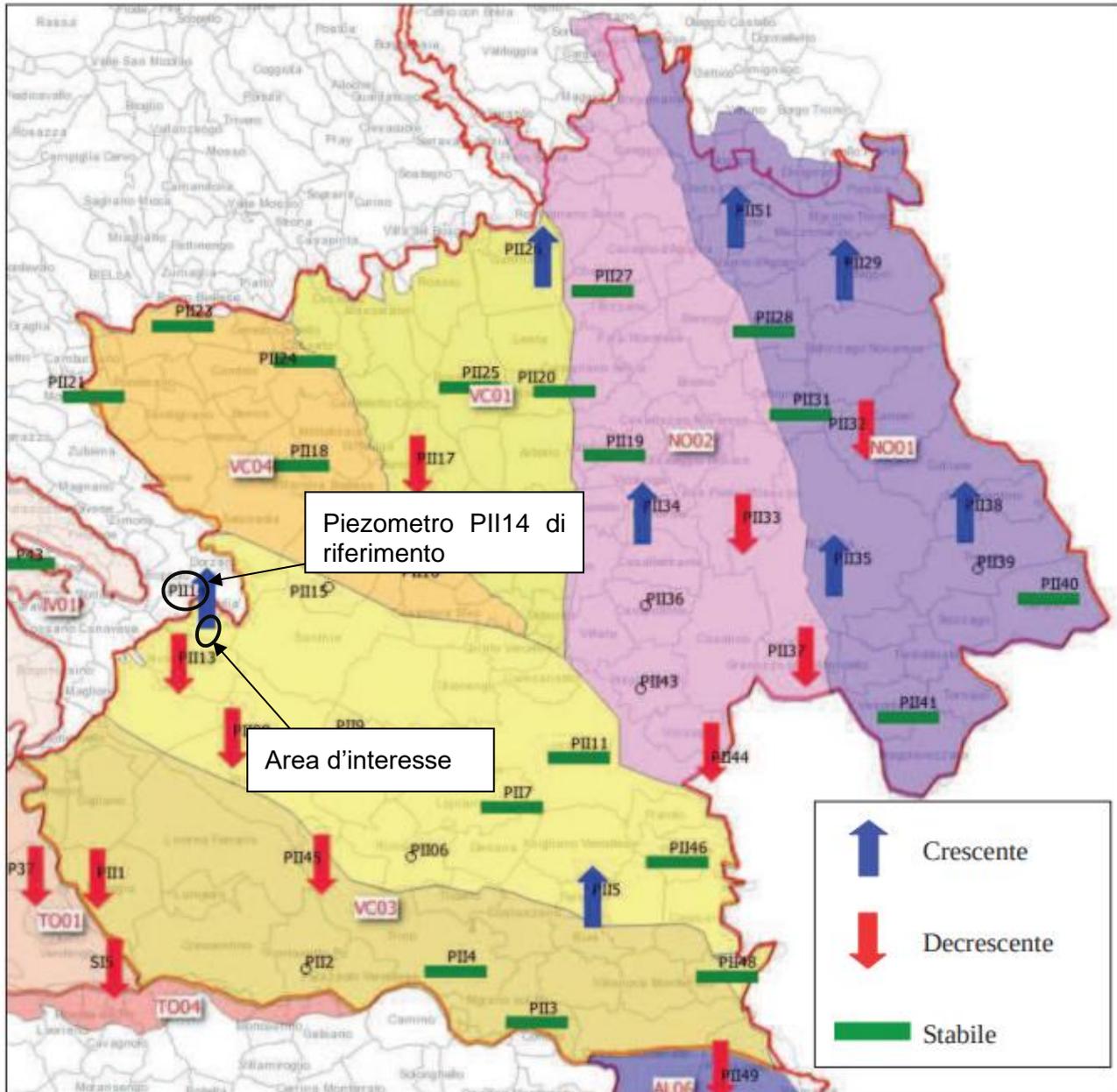


Figura 31: andamento dei trend piezometrici medi nel periodo 2001-2017

Per identificare l'andamento piezometrico dell'area viene preso di riferimento il piezometro PII14 limitrofo all'area. Di seguito se ne riporta il trend piezometrico.

GWB-S1 VC02 PII14 Cavaglià (BI) medie mensili

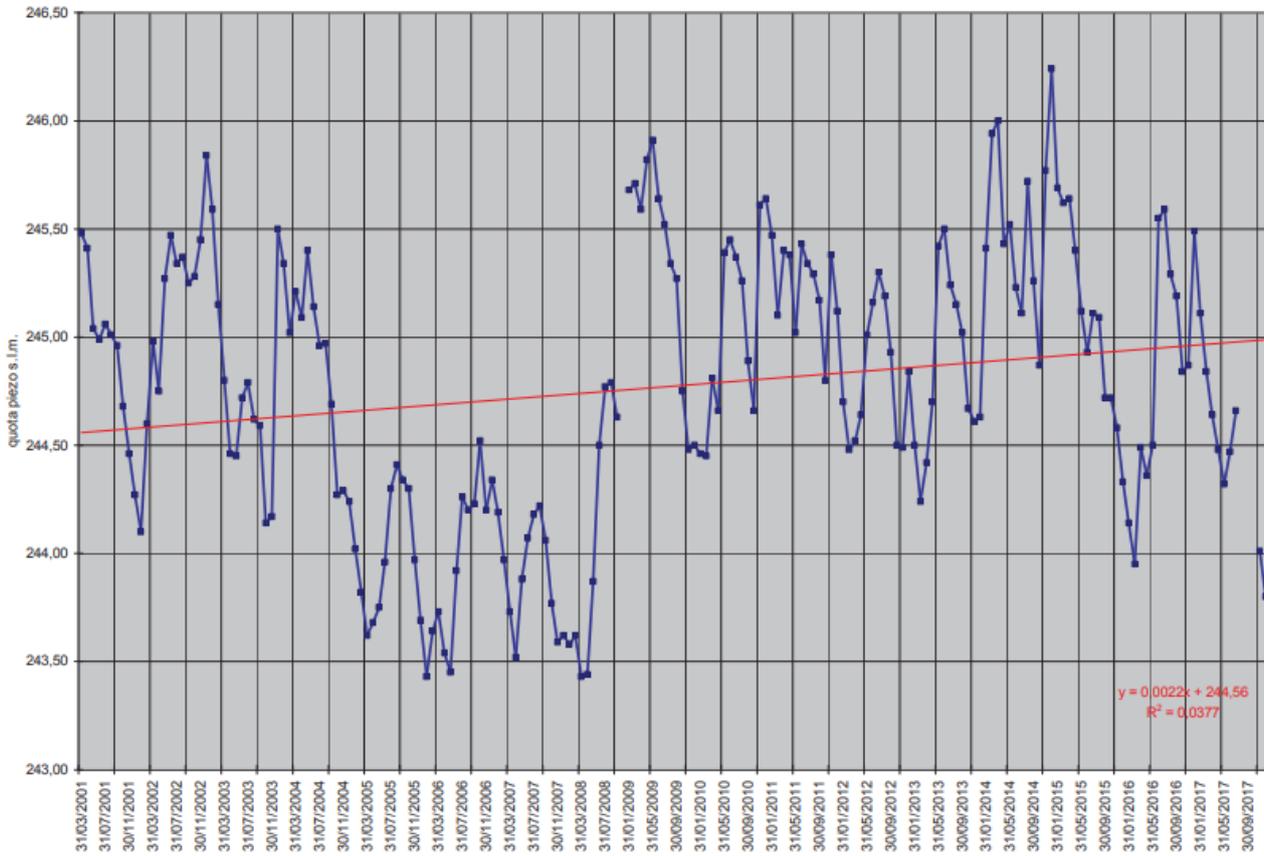
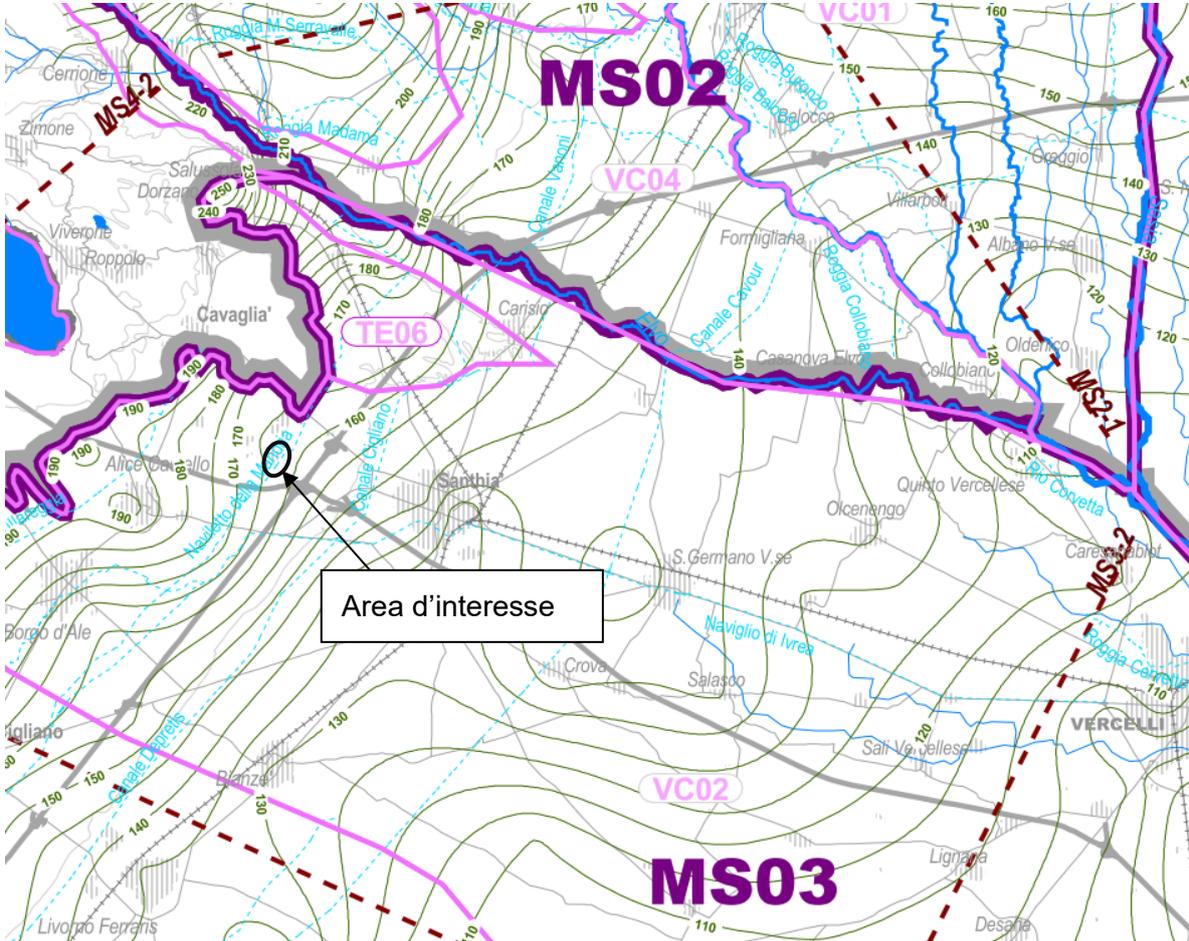


Figura 32: Trend piezometrico piezometro PII14

Il trend piezometrico nell'area di Cavaglià nel periodo 2001-2017 è stato in lieve aumento (+50 cm).

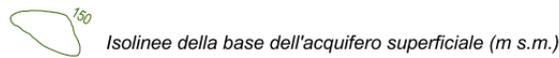
6.4.4 BASE DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE

Il PTA della Regione Piemonte fornisce informazioni riguardo la base dell'acquifero superficiale che nel caso oggetto di studio viene individuata a circa 165 m s.l.m.



TAV. 2 - ELEMENTI DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PARTE 1)

Base dell'acquifero superficiale



Assetto stratigrafico

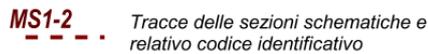
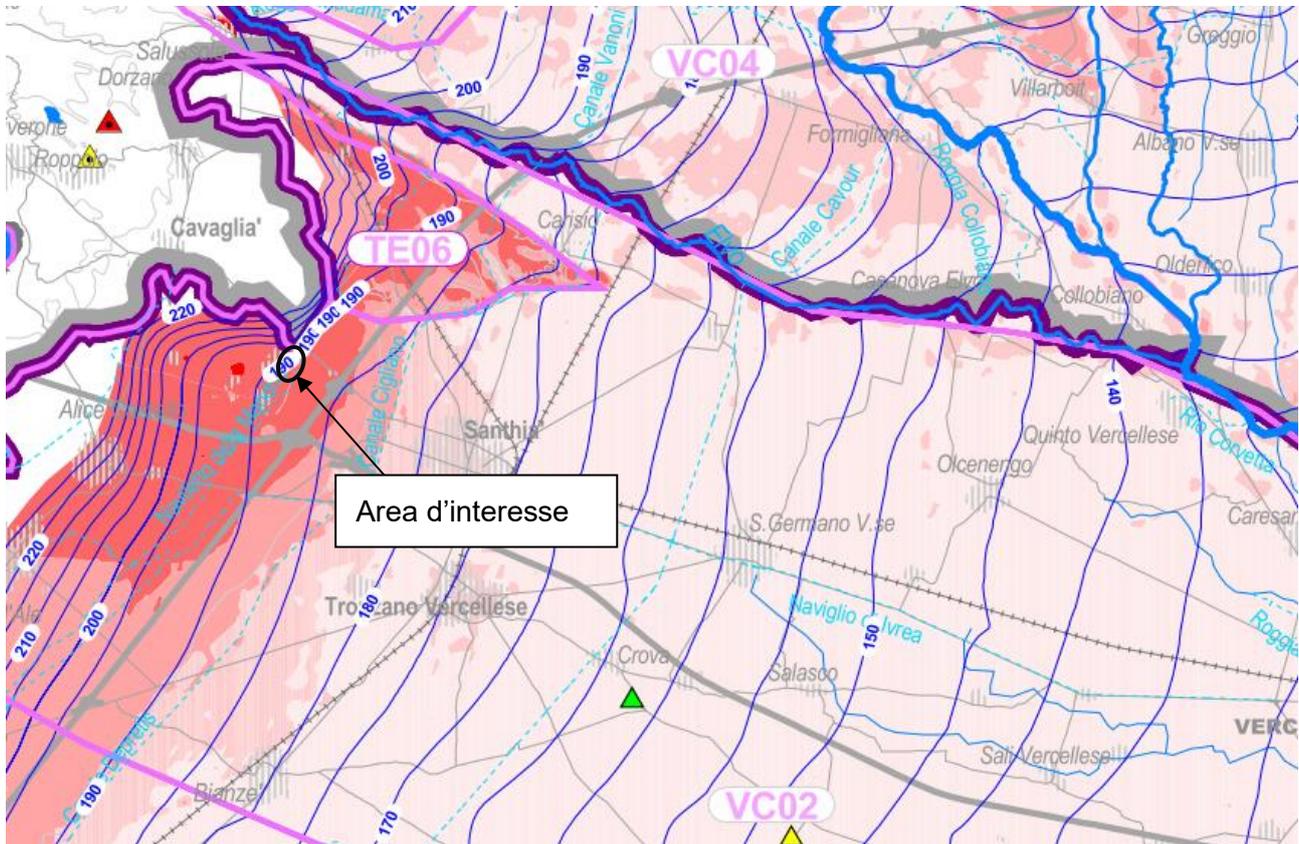


Figura 30: Stralcio di Tav.2 MS03 – Pianura vercellese PTA Regione Piemonte

6.4.5 CLASSI DI SOGGIACENZA DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE

A ulteriore conferma della soggiacenza elevata dell'area oggetto di studio viene mostrata di seguito la Tav 3 MS03 – Pianura vercellese PTA Regione Piemonte



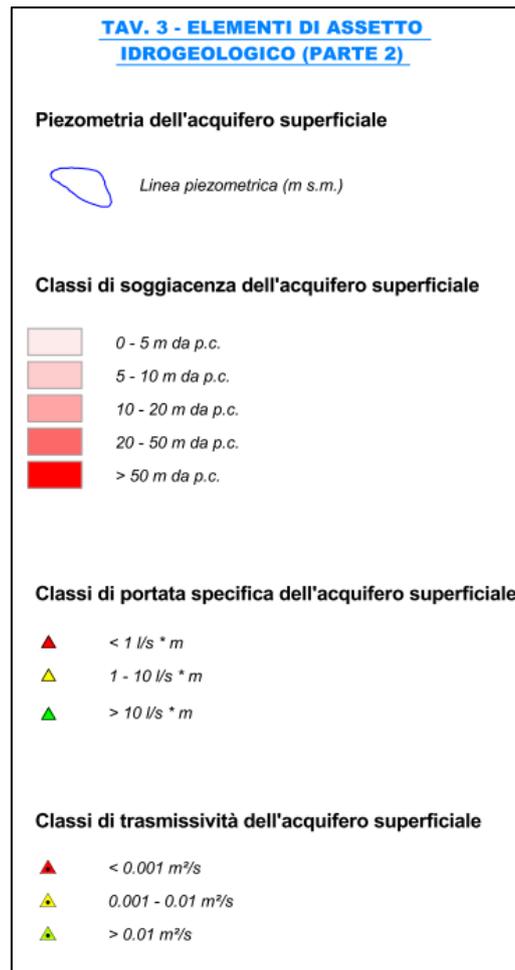
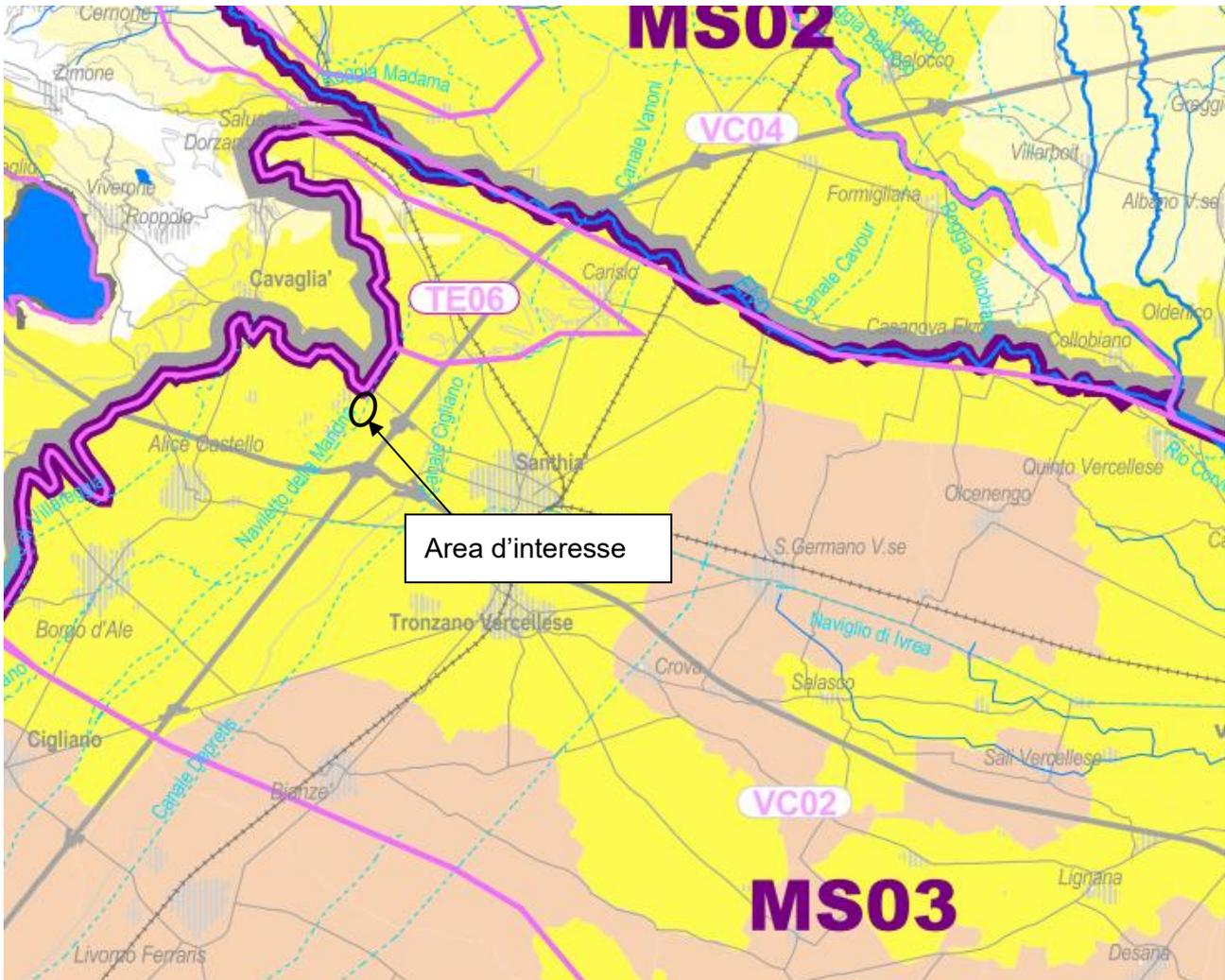


Figura 33: Stralcio di Tav 3 MS03 – Pianura vercellese PTA Regione Piemonte

6.4.6 CARICHI DA FONTE DIFFUSA

In questa sezione viene inquadrata l'area di studio all'interno della tavola del PTA che mostra un carico effettivo di azoto da fonte diffusa basso (da 2,5 a 5 t/anno/km²).



TAV. 6 - CARICHI DA FONTE DIFFUSA

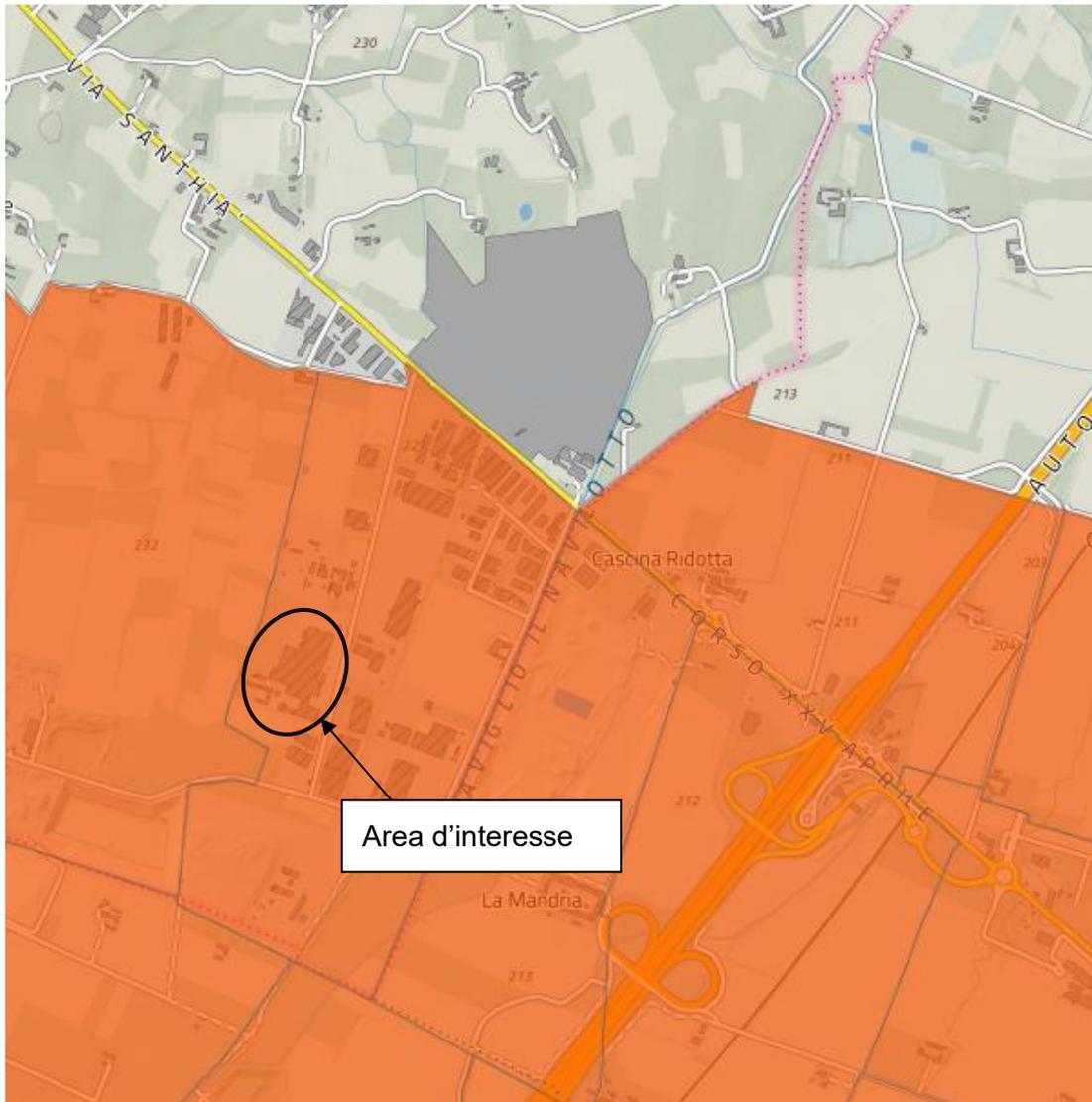
Carico effettivo di azoto da fonte diffusa

	<i>Elevato</i>	> 10 t/anno / km ²
	<i>Medio</i>	5-10 t/anno / km ²
	<i>Basso</i>	2.5-5 t/anno / km ²
	<i>Molto basso</i>	< 2.5 t/anno / km ²

Figura 34: Stralcio di Tav 6 MS03 – Pianura vercellese PTA Regione Piemonte

7 ZONE VULNERABILI DA NITRATI DI ORIGINE AGRICOLA

Nella figura seguente viene inquadrata l'area d'interesse all'interno della cartografia del GeoPortale della Regione Piemonte nella quale si evidenzia che l'area ricade tra le zone vulnerabili all'inquinamento da nitrati di origine agricola secondo il Regolamento regionale 28 dicembre 2007 n. 12/R e s.m.i.



Fogli di Mappa ZVN (designazione vigente)

- DGR 20-946 del 2020 (programma d'azione vigente dal 2021)
- DGR 21-551 del 2019 (programma d'azione vigente dal 2021)
- Reg. 12R/2007
- Reg 9R/2002

Figura 35: zone vulnerabili all'inquinamento da nitrati di origine agricola secondo il Regolamento regionale 28 dicembre 2007 n. 12/R e s.m.i.

8 CAMPAGNA DI INDAGINE GEOGNOSTICA

Nel 2022 è stata effettuata una campagna di indagine al fine della caratterizzazione geologica e geotecnica, composta dalle seguenti indagini:

- n.1 sondaggio a carotaggio continuo con esecuzione di prove SPT in foro spinto fino a -40 m da p.c. attuale (ZC1)
- n.2 sondaggi a carotaggio continuo con esecuzione di prove SPT in foro spinti fino a -20 m da p.c. attuale (ZC2 e ZC3)
- Analisi granulometriche in laboratorio (setacciatura-sedimentazione)



Figura 36: Ubicazione delle prove in situ nell'area di studio

Per la definizione dal punto di vista sismico dell'area oggetto di studio, vista l'omogeneità dei depositi presenti sono state prese di riferimento n.2 indagini sismiche MASW eseguite nel 2021 sempre da A2A Ambiente S.p.a. in un'area che dista circa 450 metri dall'area oggetto del presente studio.

Queste indagini erano state condotte in occasione della precedente istanza autorizzativa per la costruzione dello stesso impianto, localizzato però nei terreni adiacenti quelli degli esistenti impianti di A2A.

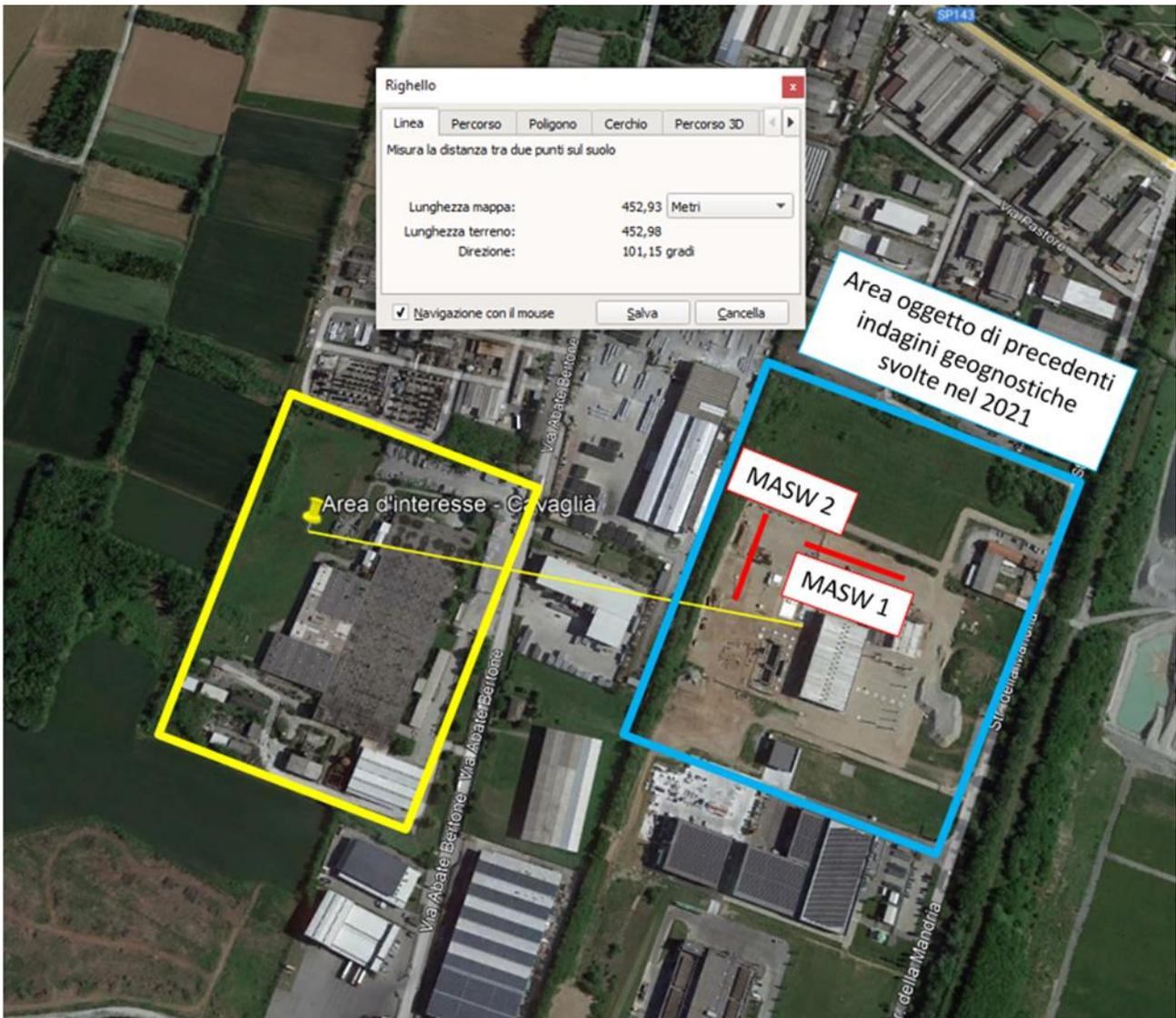


Figura 37: Stralcio Google Earth con distanza MASW di riferimento

9 STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO

Si riporta nella tabella seguente la stratigrafia del terreno.

Suolo	Profondità [m]
Ghiaia sabbie con ciottoli centimetrici in matrice sabbiosa grigia	0m-40m

Tabella 5 – Stratigrafia di riferimento

La soggiacenza della falda è variabile tra 30 e 36 m da p.c.

10 SISMICITA'

10.1 ZONA SISMICA

La classificazione sismica del territorio nazionale ha introdotto normative tecniche specifiche per le costruzioni di edifici, ponti ed altre opere in aree geografiche caratterizzate dal medesimo rischio sismico.

In basso è riportata la zona sismica per il territorio di Cavaglià, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale del Piemonte n. 4-3084 del 12.12.2011 ed in seguito modificate con la D.G.R. n. 65-7656 del 21 maggio 2014 e con la D.G.R. n.6-887 del 30 dicembre 2019.

Zona sismica 4	Zona con pericolosità sismica molto bassa. E' la zona meno pericolosa dove le possibilità di danni sismici sono basse.
---------------------------------	---

Il comune di Cavaglià è classificato in **sottozona sismica 4**

I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima (ag) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.

Zona sismica	Descrizione	accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ag]	accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ag]	numero comuni con territori ricadenti nella zona (*)
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	$a_g > 0,25 \text{ g}$	0,35 g	703
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	$0,15 < a_g \leq 0,25 \text{ g}$	0,25 g	2.224
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	$0,05 < a_g \leq 0,15 \text{ g}$	0,15 g	3.002
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	$a_g \leq 0,05 \text{ g}$	0,05 g	1.982

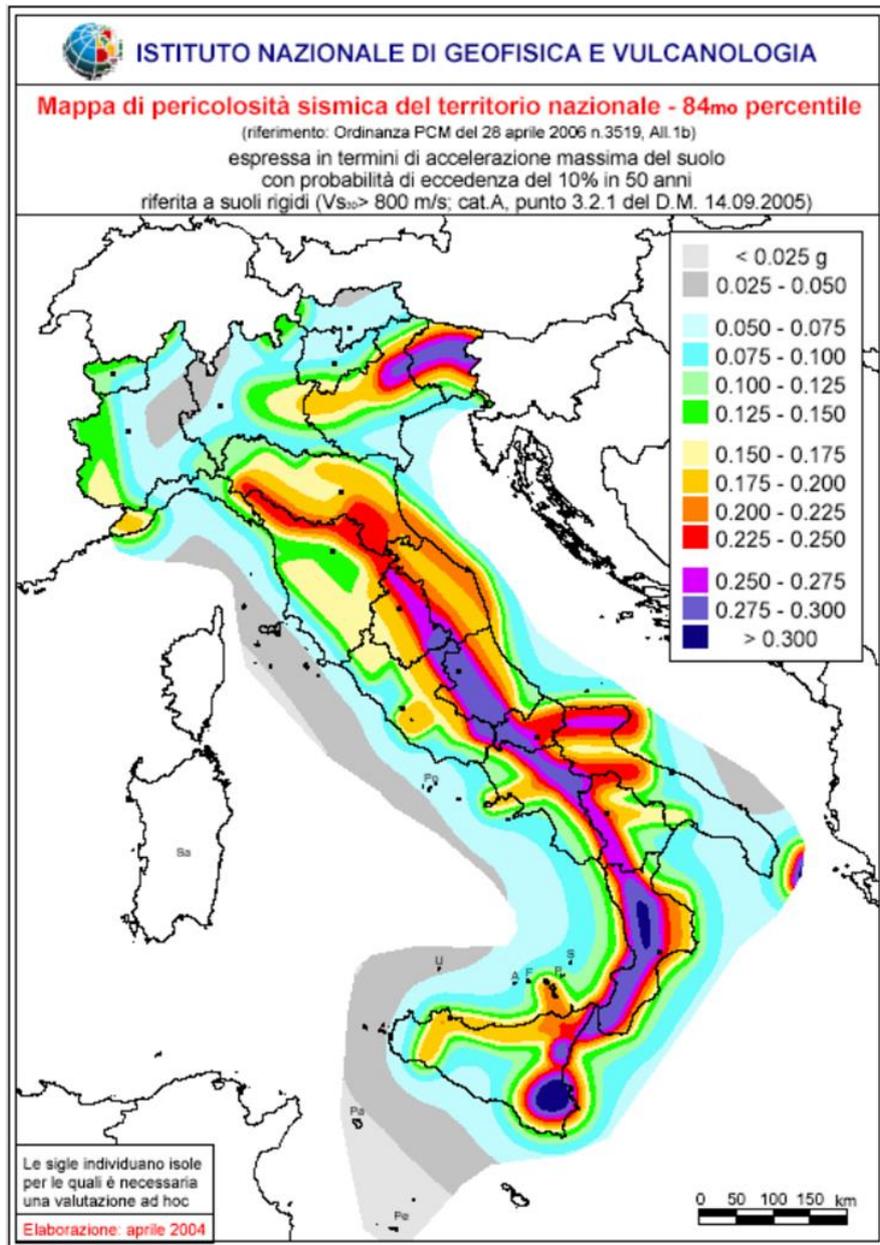


Figura 38: All. 1b dell'Ordinanza PCM 3598 del 28/04/2006 - Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale in cui l'accelerazione massima del suolo viene espressa con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

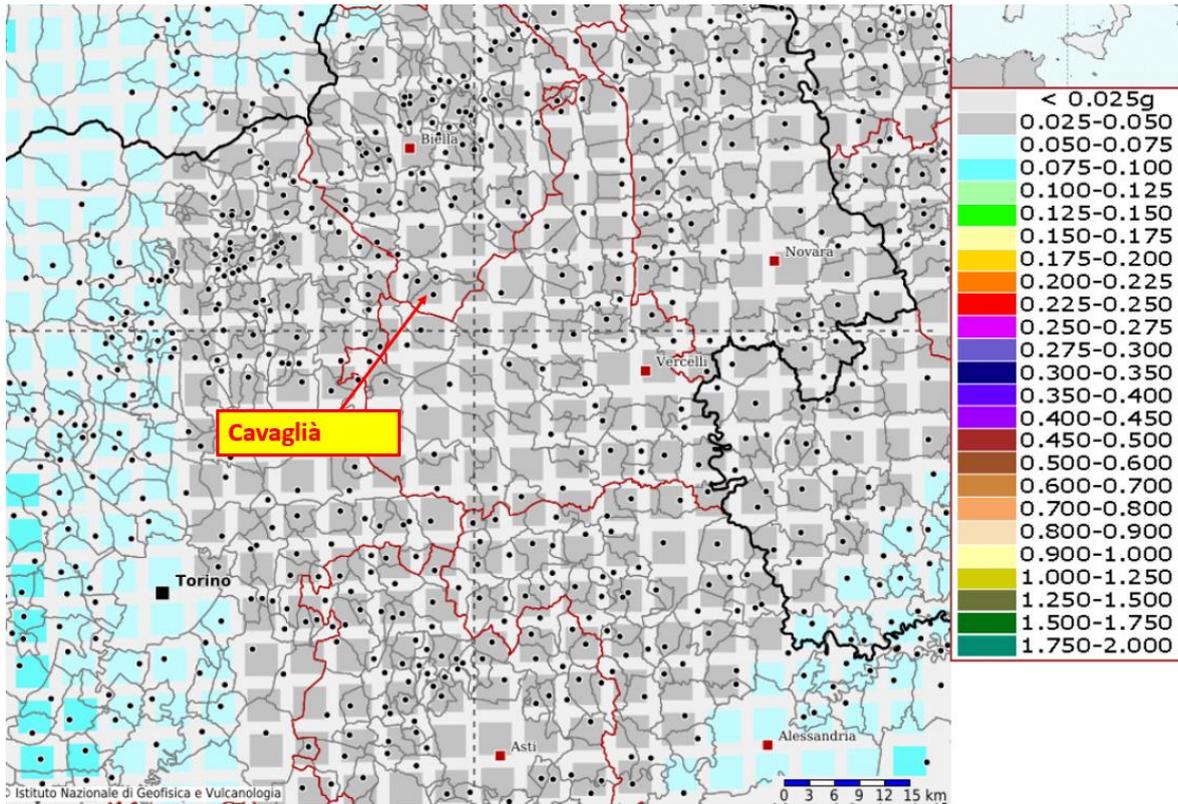


Figura 39: INGV - Mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale – Comune di Cavaglià

In base all'Ordinanza PCM del 28 aprile 2006, sono state definite sulla base di più approfonditi studi, le zone di pericolosità sismica per il territorio nazionale ed è stata definita la mappa di pericolosità sismica MPSO4, espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s e $T_R = 475$ anni).

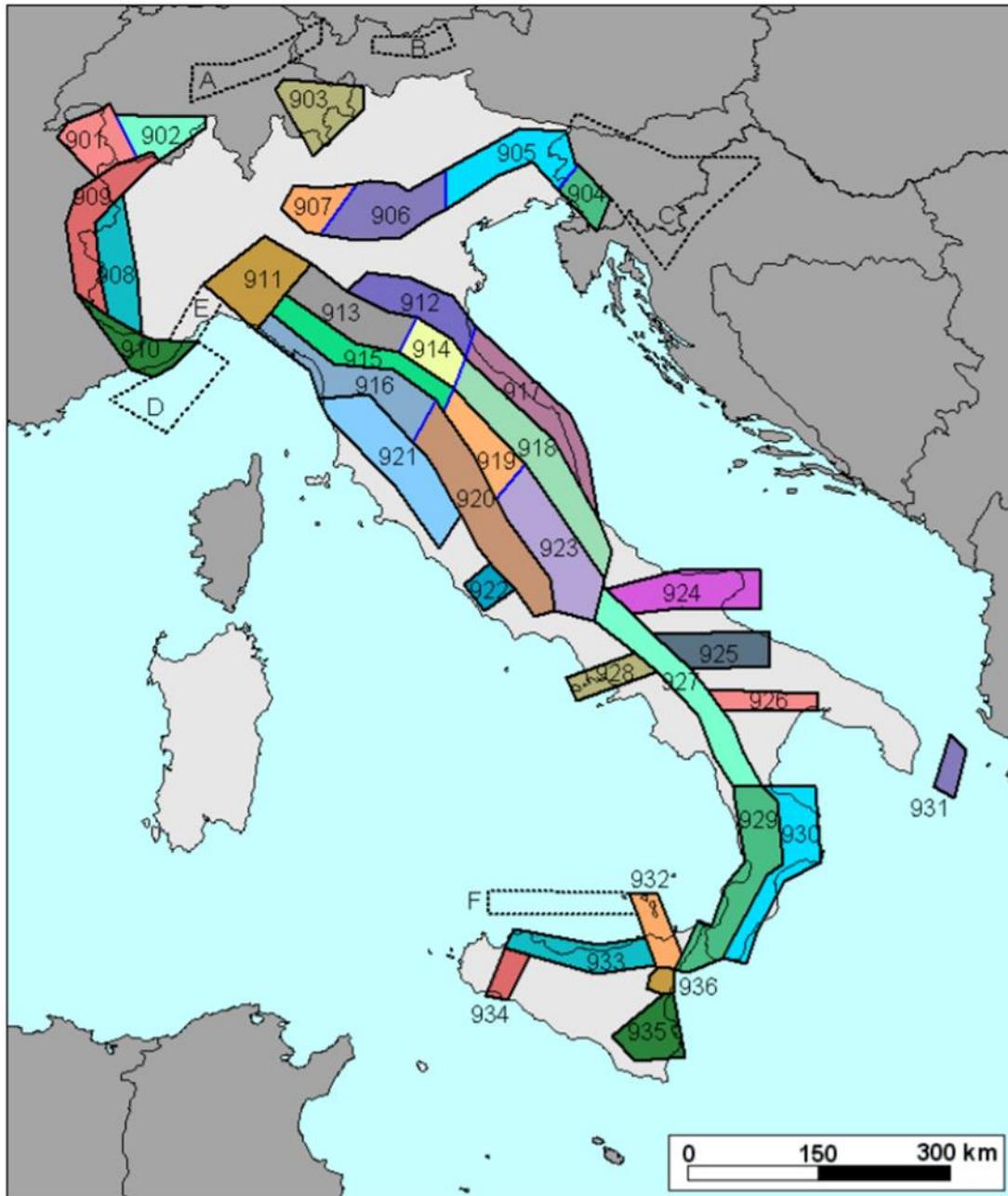


Figura 40: sismogenetica ZS9

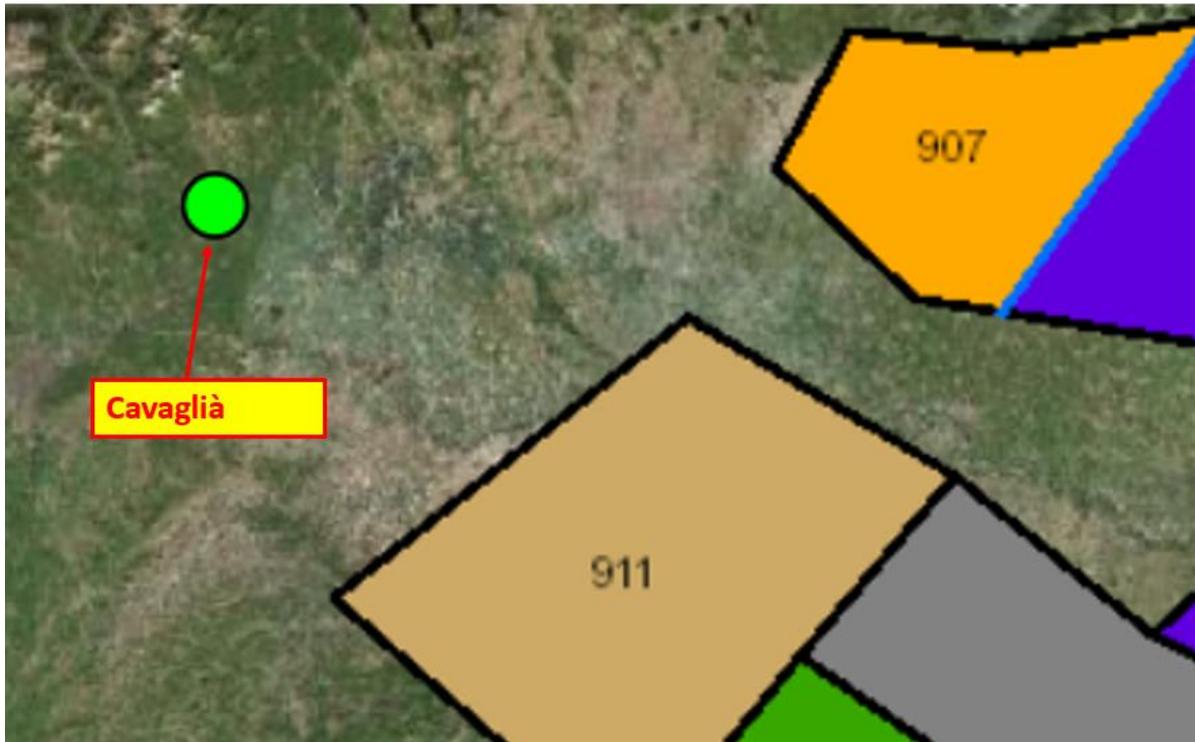


Figura 41: zonazione sismogenetica ZS9, dove l'area d'interesse è evidenziata da un cerchio verde.

Come è possibile vedere alla figura precedente, l'area oggetto d'interesse non ricade all'interno di alcuna zona della zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti et al. 2008), utilizzata per la compilazione della mappa di pericolosità sismica MPS04.

Le figure seguenti mostrano la disaggregazione per l'area oggetto di studio della stima di PGA (Peak Ground Acceleration) con il 10% di probabilità di eccedenza in 50 anni, corrispondente ad un periodo di ritorno di 475 anni. Il grafico è una elaborazione che mostra il contributo delle sorgenti sismogenetiche alla pericolosità sismica di un certo sito: le sorgenti vengono discretizzate per intervalli di spazio e magnitudo.

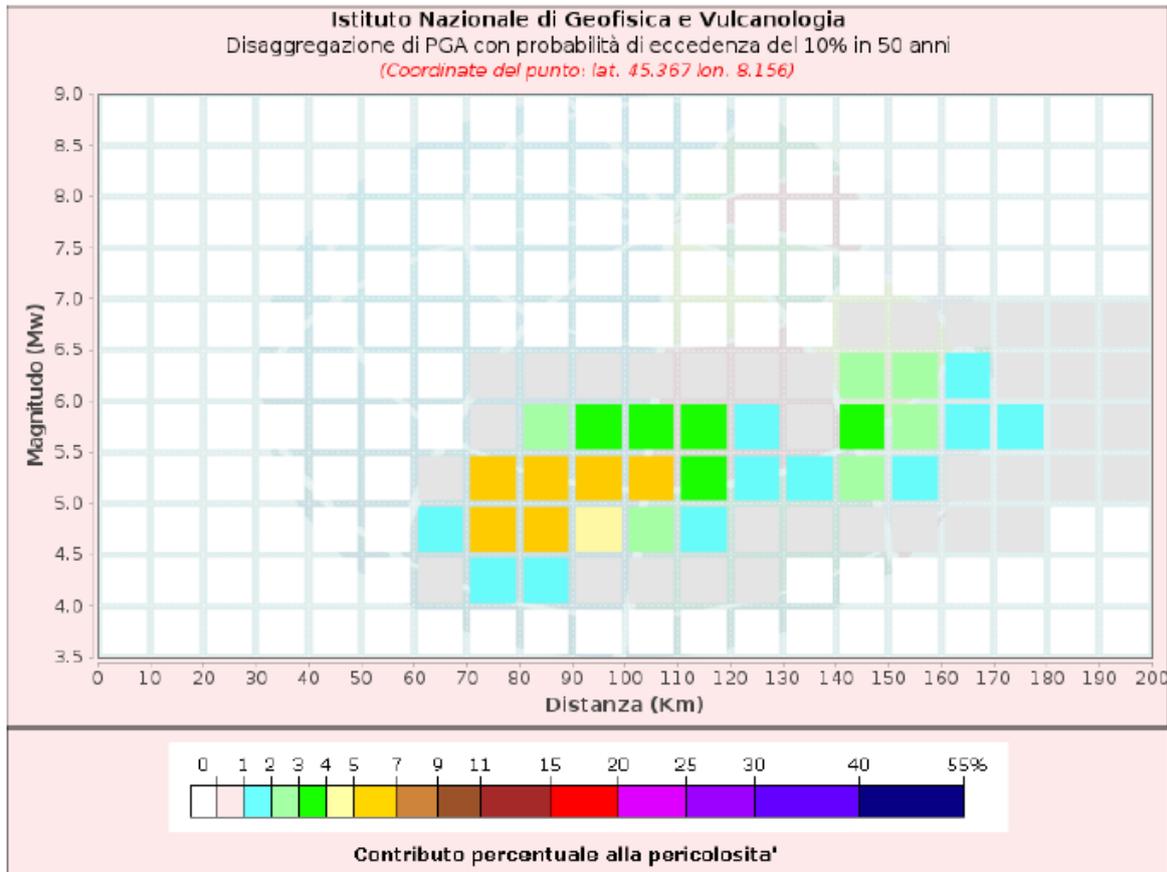
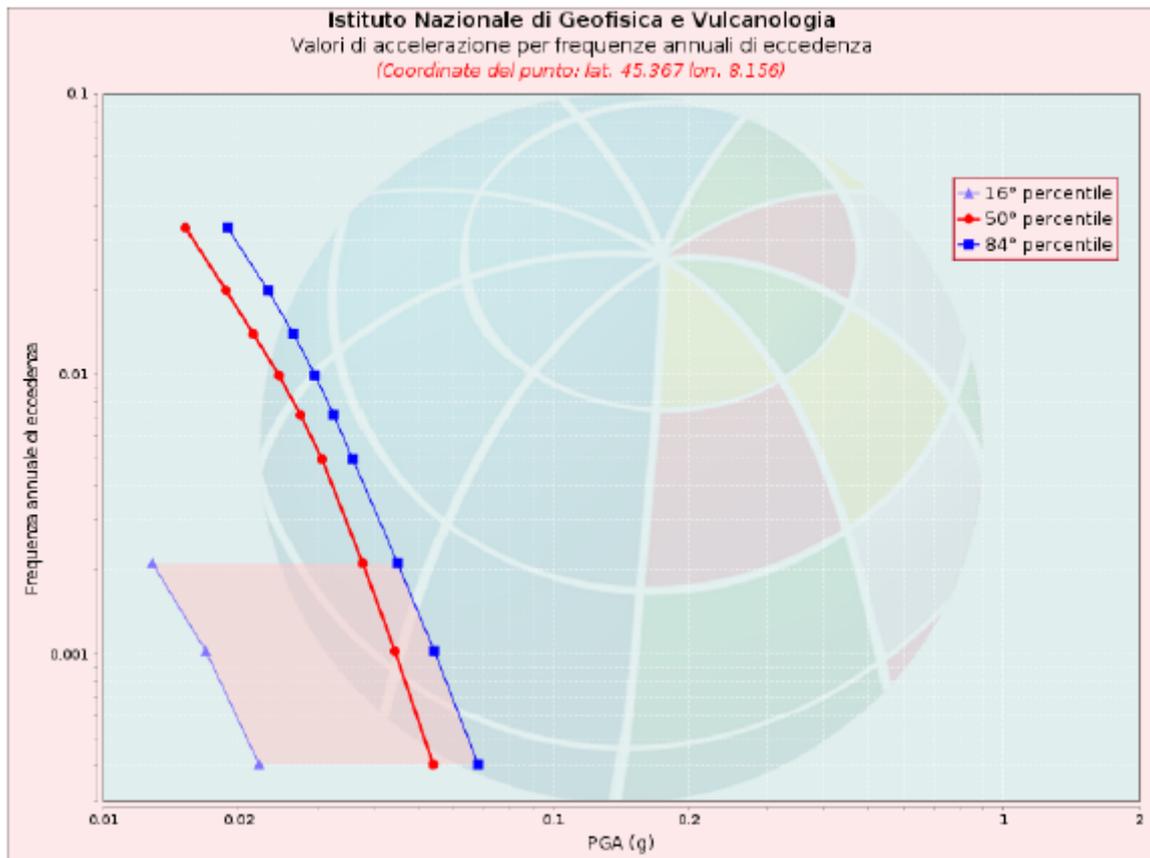


Figura 40: Disaggregazione del valore $a(g)$ con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (INGV).

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni											
Distanza in Km	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.4570	1.0900	0.7440	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	1.9600	5.9000	5.1700	0.6640	0.1120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	1.3700	6.0600	6.9000	2.7700	0.4890	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.5040	4.5600	6.5100	3.9800	0.7180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0702	2.6700	5.0600	3.7600	0.6830	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0247	1.4700	3.7000	3.0700	0.5380	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0038	0.5950	1.8400	1.2200	0.1610	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.2590	1.0600	0.6720	0.0799	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.3830	2.2200	3.4000	2.9100	0.0420	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.1390	1.4300	2.4900	2.1800	0.0436	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0287	0.7690	1.5600	1.3500	0.0505	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0018	0.4070	1.0200	0.8430	0.0538	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.1510	0.5070	0.3580	0.0543	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0698	0.3410	0.2660	0.0531	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

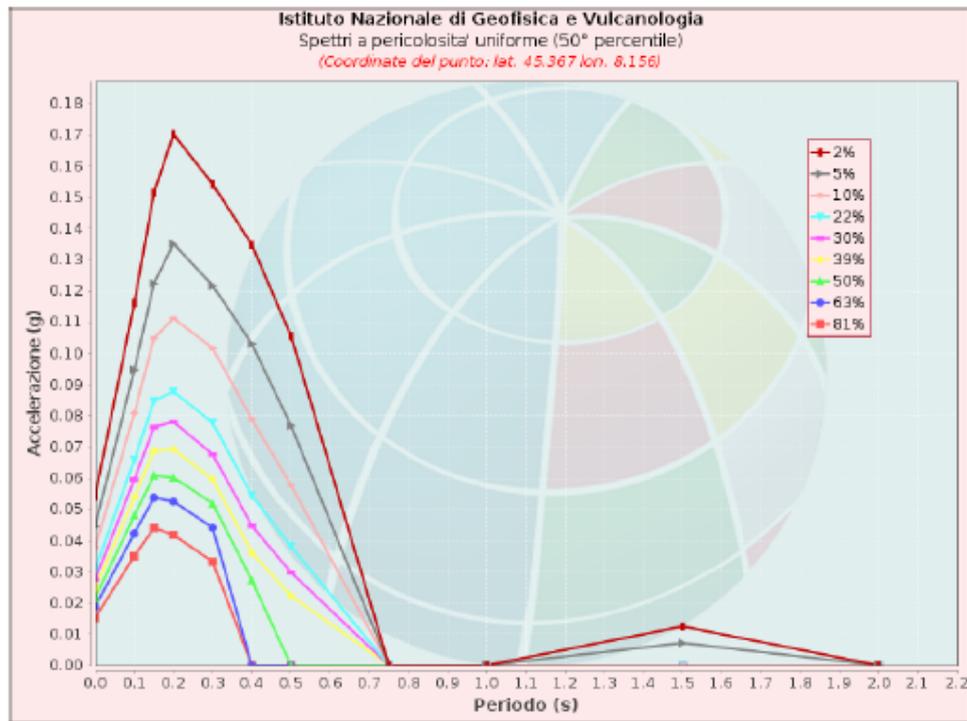
Valori Medi: magnitudo = 5.34 ; distanza = 109.0 ; epsilon = 2.02

Figura 42: Disaggregazione del valore a(g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (INGV).



Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza			
Frequenza annuale di ecc.	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.022	0.054	0.068
0.0010	0.017	0.045	0.055
0.0021	0.013	0.038	0.045
0.0050	0.000	0.031	0.036
0.0071	0.000	0.027	0.033
0.0099	0.000	0.025	0.030
0.0139	0.000	0.022	0.027
0.0199	0.000	0.019	0.023
0.0332	0.000	0.015	0.019

Figura 43: Curve di pericolosità



Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)											
PoE in 50 anni	Accelerazione (g)										
	Periodo (s)										
	0.0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
2%	0.054	0.116	0.152	0.170	0.154	0.135	0.106	0.000	0.000	0.013	0.000
5%	0.045	0.095	0.122	0.135	0.122	0.103	0.077	0.000	0.000	0.007	0.000
10%	0.038	0.081	0.105	0.111	0.102	0.079	0.058	0.000	0.000	0.000	0.000
22%	0.031	0.066	0.085	0.088	0.078	0.054	0.038	0.000	0.000	0.000	0.000
30%	0.027	0.060	0.076	0.078	0.068	0.045	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000
39%	0.025	0.054	0.069	0.069	0.060	0.036	0.022	0.000	0.000	0.000	0.000
50%	0.022	0.048	0.061	0.060	0.052	0.027	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
63%	0.019	0.042	0.054	0.053	0.044	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
81%	0.015	0.035	0.044	0.042	0.033	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figura 44: Spettri a pericolosità uniforme

10.2 CPTI15-DBMI15 V 2.0

Il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15) fornisce dati parametrici omogenei, sia macrosismici, sia strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima ≥ 5 o magnitudo ≥ 4.0 d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2017. I dati macrosismici a supporto di CPTI15 costituiscono il Database Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15 release 2.0; Locati et al., 2019). CPTI15 è consultabile e all'indirizzo <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15> e attraverso il “web service” dell'Archivio Storico Macrosismico Italiano (ASMI) all'indirizzo <https://emidius.mi.ingv.it/ASMI/services/>. I parametri derivano dall'analisi, dal trattamento e dall'armonizzazione, secondo le più avanzate procedure, di dati provenienti da 189 studi storico-macrosismici pubblicati fino a tutto il 2019 e da 48 cataloghi strumentali, sia italiani, sia internazionali (Rovida A., Locati M., Camassi R., Lollì, B., Gasperini P., 2019. *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 2.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)*).

Il Database Macrosismico Italiano (DBMI15) fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima ≥ 5 e d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2017.

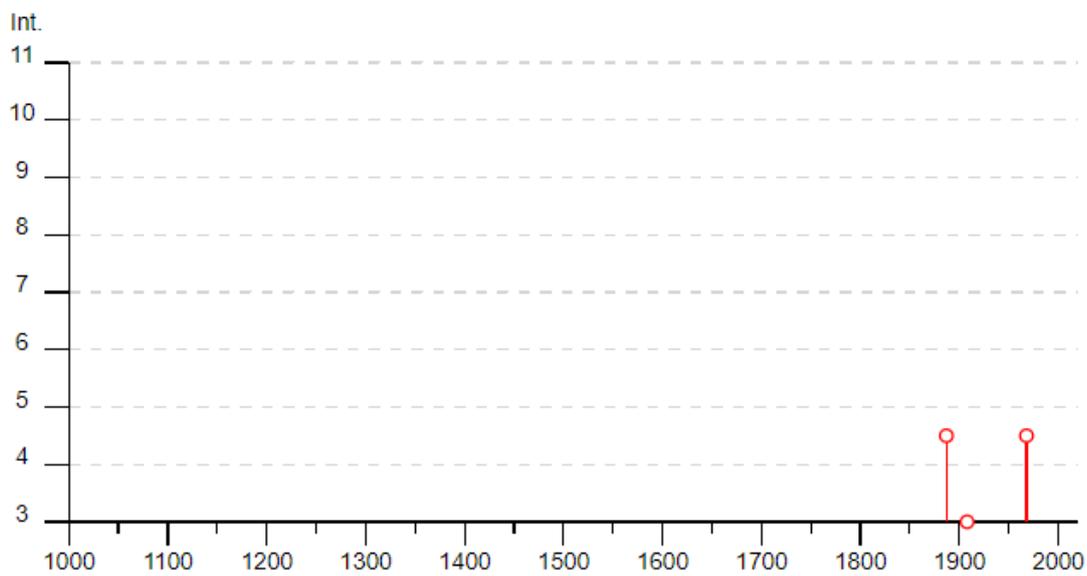
Il DBMI v2.0 fornisce un set di dati di intensità macrosismica relativo ai terremoti italiani aggiornato alla finestra temporale 1000-2017. I dati provengono da studi di autori ed enti diversi, sia italiani che di paesi confinanti (Francia, Svizzera, Austria, Slovenia e Croazia).

I dati di intensità macrosismica (MDP, Macroseismic Data Point) sono raccolti e organizzati da DBMI per fornire una base di dati per la determinazione dei parametri epicentrali dei terremoti (localizzazione e stima della magnitudo) per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI).

Dato il loro stretto legame, DBMI e CPTI sono stati pubblicati insieme e usano una stessa numerazione (DBMI04-CPTI04, DBMI11-CPTI11), ma in due diversi siti web. Di seguito viene riportata la mappa del catalogo CPTI15 desunta dal sito https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_eq/.

Cavaglià

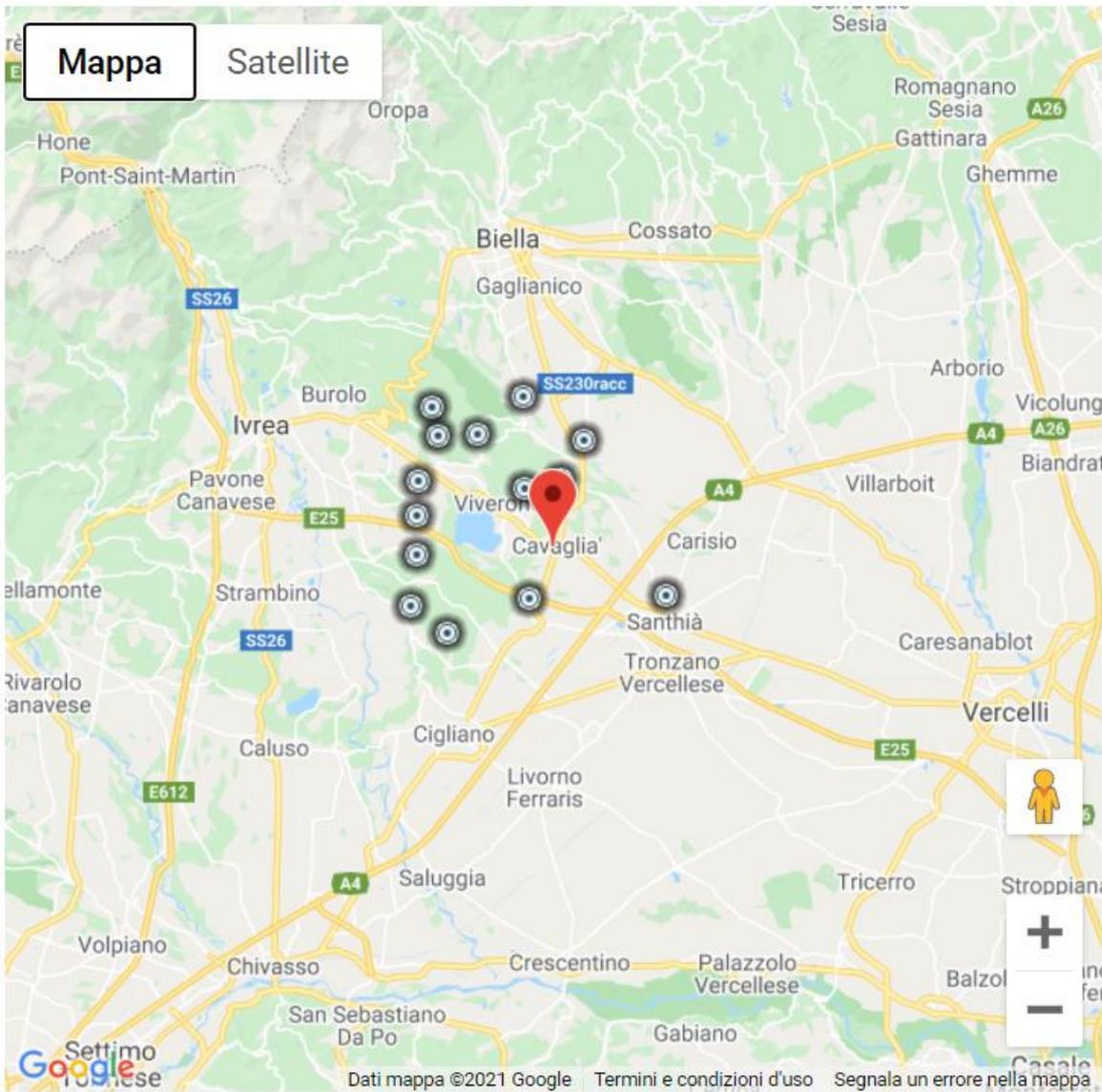
PlaceID IT_02947
 Coordinate (lat, lon) 45.404, 8.092
 Comune (ISTAT 2015) Cavaglià
 Provincia Biella
 Regione Piemonte
 Numero di eventi riportati 5



Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
4-5	1887	02	23	05	21	50	Liguria occidentale	1511	9	6.27
3	1908	05	24	08	37		Piemonte centro-settentrionale	36	4	4.10
2-3	1960	03	23	23	10		Vallese	178	7	5.00
4-5	1968	06	18	05	27		Valle d'Aosta	60	6	4.86
NF	2005	09	08	11	27	0	Massif du Mont-Blanc	281		4.44

Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
Dorzano	1	2
Roppolo	1	3
Alice Castello	2	5
Salussola	1	5
Zimone	1	7
Cerrione	2	7
Santhià	2	8
Settimo Rottaro	1	8
Cossano Canavese	2	8
Azeglio	6	8
Piverone	2	8
Maglione	3	9
Borgomasino	2	9
Magnano	3	9



[Visualizza Cavaglia in [Google Maps](#), [Bing Maps](#)]

Figura 45: Dati desunti dalla consultazione del CPT115 e DBMI15 per l'area di Cavaglia

10.3 INDAGINI SISMICHE

Come descritto precedentemente, per la definizione dal punto di vista sismico dell'area oggetto di studio, vista l'omogeneità dei depositi presenti sono state prese di riferimento n.2 indagini sismiche MASW eseguite nel 2021, in occasione della precedente istanza autorizzativa, ricadenti in un'area che dista circa 450 metri dall'area oggetto del presente studio.

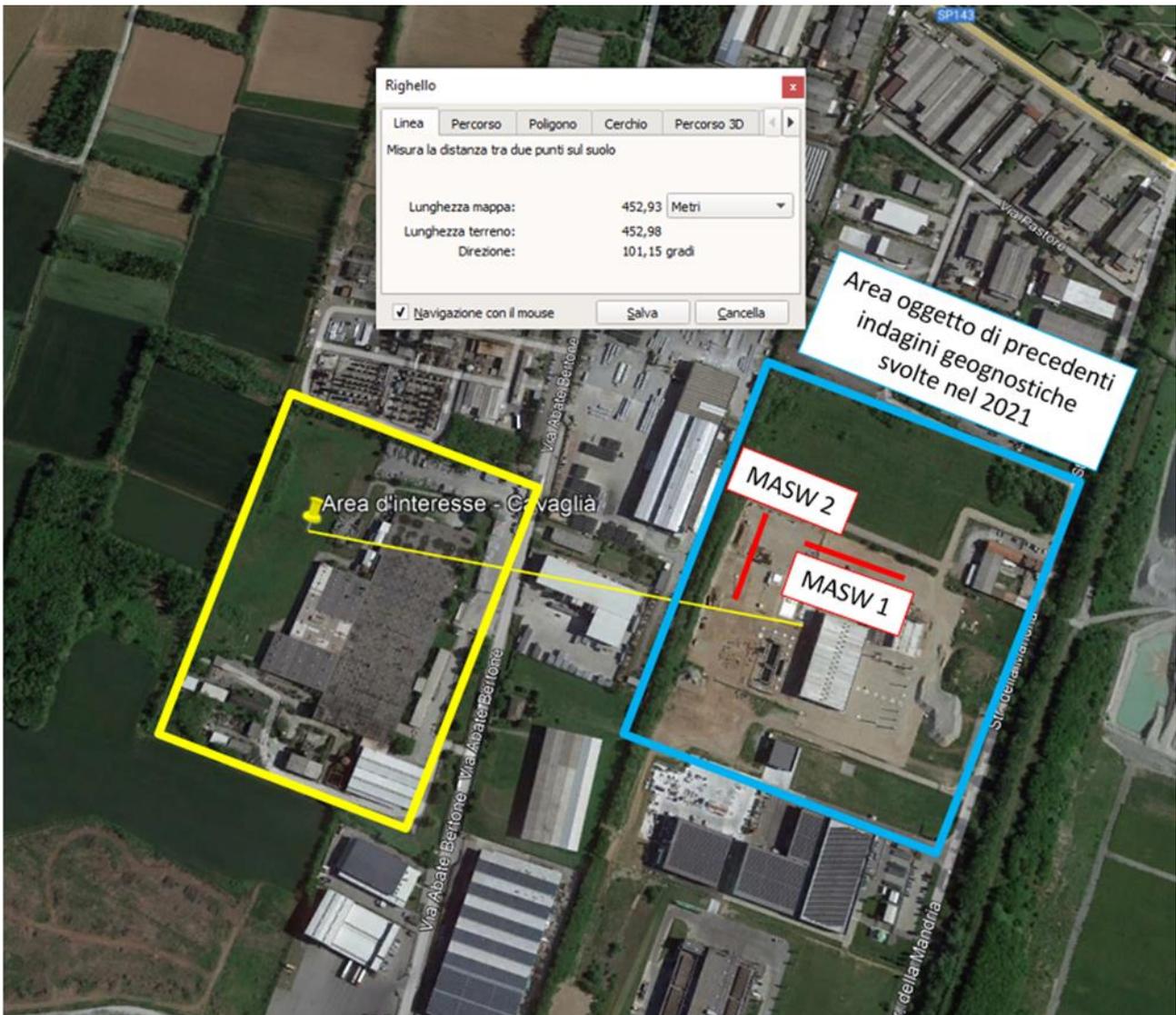


Figura 46: Stralcio Google Earth con distanza MASW di riferimento

10.3.1 PROVE SISMICHE MASW

Lo studio è consistito nell'esecuzione di n°2 stendimenti sismici con metodologia MASW, per la determinazione del profilo verticale delle onde di taglio e del valore $V_{s,eq}$, necessario per la classificazione dei terreni di fondazione degli interventi in progetto nelle categorie di suolo descritte al paragrafo 3.2.2 delle N.T.C. 2018 "D.M. 17 del 17/01/2018".

L'acquisizione dei dati sismici è così avvenuta:

➤ **metodo attivo:** è stata effettuata 2 stese sismiche con passo intergeofonico di 3 metri e 16 geofoni utilizzando la tecnica dell'interlaccio, ottenendo un profilo sismico equivalente ad una stesa di 32 geofoni e passo 1,5 metri ubicata come dalla planimetria riportata di seguito.

Si sono acquisiti vari shot ad entrambi gli estremi del profilo in modo da avere un maggior set di dati e poter scegliere quelli più adatti alla successiva elaborazione. La frequenza propria dei sensori è la classica e raccomandata per tale tipologia di indagini (4,5 Hz).

➤ **metodo passivo:** sulle stesse stese utilizzate per il metodo attivo si sono realizzate 2 acquisizioni di sismica passiva, di 1 minuto ciascuna, concatenate, in fase di pre-processing, in un unico file di 2 minuti, in modo da colmare il “vuoto” alle basse frequenze della sismica attiva.

L'indagine sismica, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di -30,00 metri da p.c., ha permesso la determinazione della velocità delle V_{seq} , ricavata dalla formula riportata nel D.M. 17 del 17 Gennaio 2018 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove h_i e $V_{S,i}$ rappresentano rispettivamente lo spessore e la velocità di propagazione delle onde di taglio attraverso lo strato i -esimo entro 30 metri di profondità. H rappresenta la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzato da V_s non inferiore a 800 m/s.

10.3.1.1 RISULTATI DELL'INDAGINE SISMICA

Risultati MASW 1:

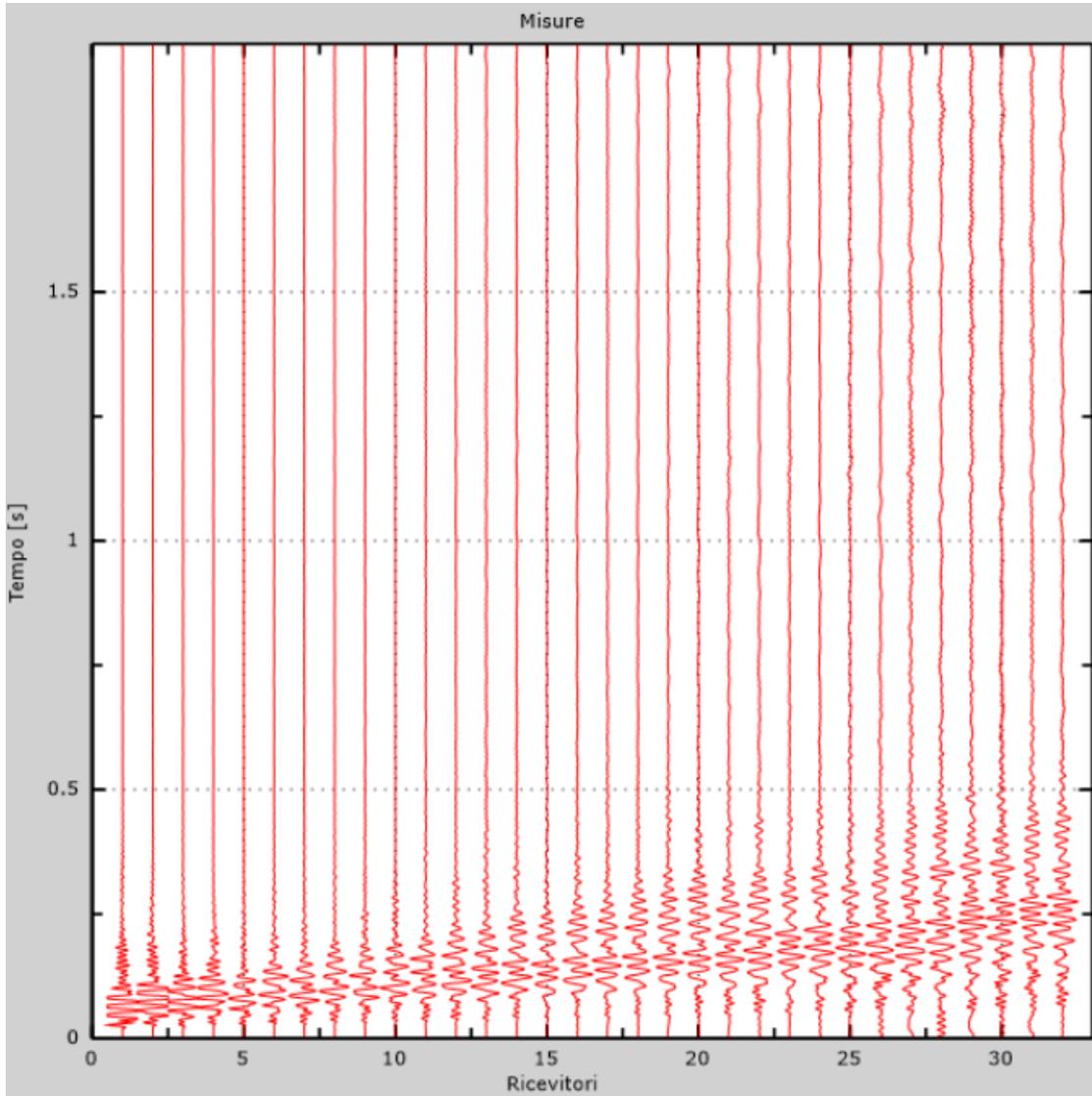


Figura 47: Tracce sperimentali indagine attiva

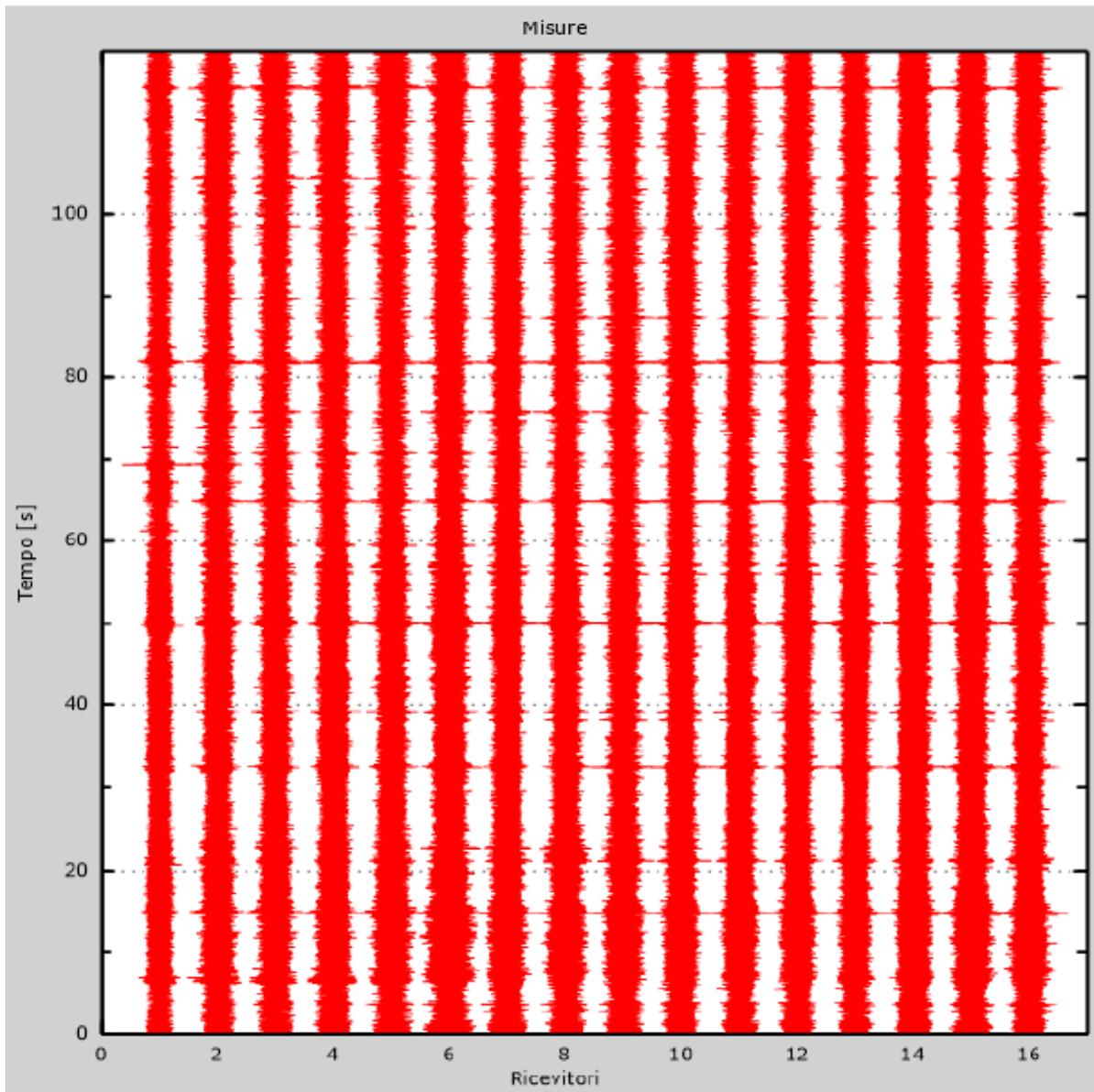


Figura 48: Tracce sperimentali indagine passiva

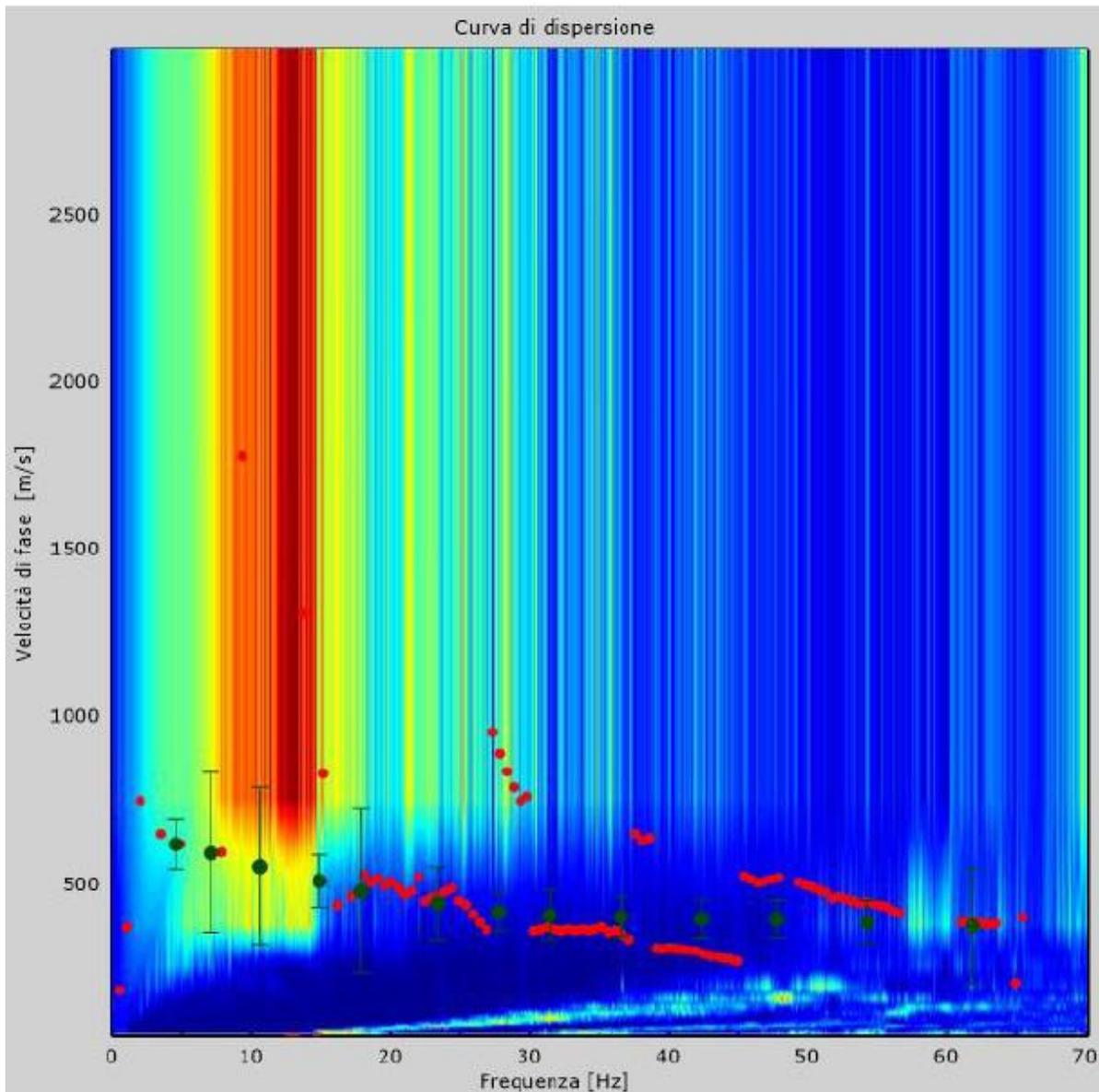


Figura 49: Curva di dispersione sperimentale

Dall'esecuzione dell'indagine sismica è emersa la seguente successione della velocità delle onde sismiche.

Strato	h [m]	z [m]	Vs fin. [m/s]
Strato 1	2,0	-2,0	425
Strato 2	3,0	-5,0	404
Strato 3	3,0	-8,0	459
Strato 4	4,0	-12,0	536
Strato 5	4,0	-16,0	591
Strato 6	10,0	-26,0	623
Strato 7	6,0	-32,0	665
Strato 8	/	-∞	702

Di seguito si riportano le immagini relative alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh e del modello che ne deriva previa inversione dei dati.

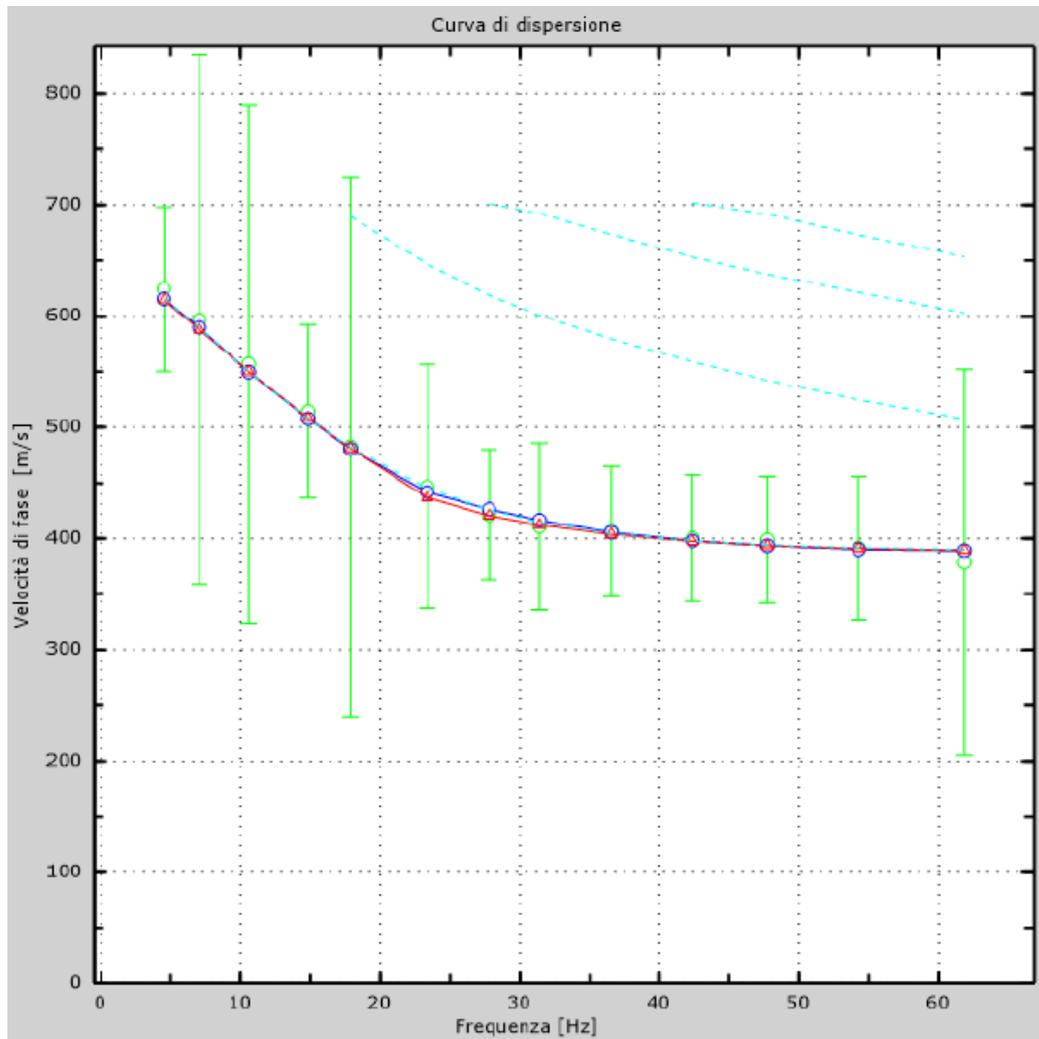


Figura 50: Velocità numeriche (Punti sperimentali - verde, modi di Rayleigh - ciano, curva apparente - blu, curva numerica – rosso)

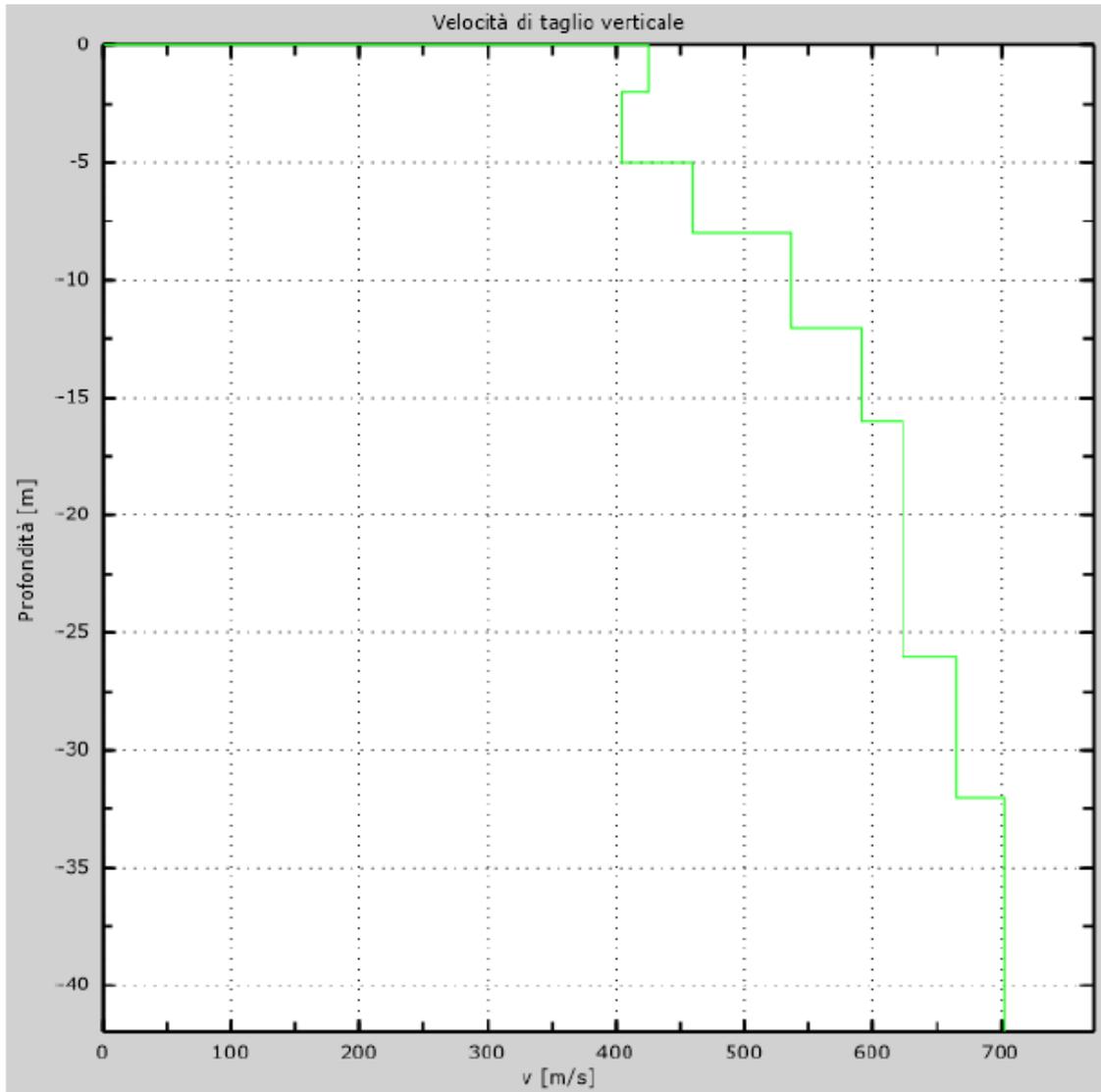


Figura 50: Profilo verticale di velocità delle Vs

$$V_{seq} = 545 \text{ m/s}$$

I terreni di fondazione interessati dalla progettazione sismica, come prescritto al paragrafo 3.2.2 dal D.M. 17 Gennaio 2018, appartengono a:

Suolo di fondazione di tipo B

ovvero, come definito in Tabella 3.2.II (Categorie di sottosuolo): Tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Risultati MASW 2:

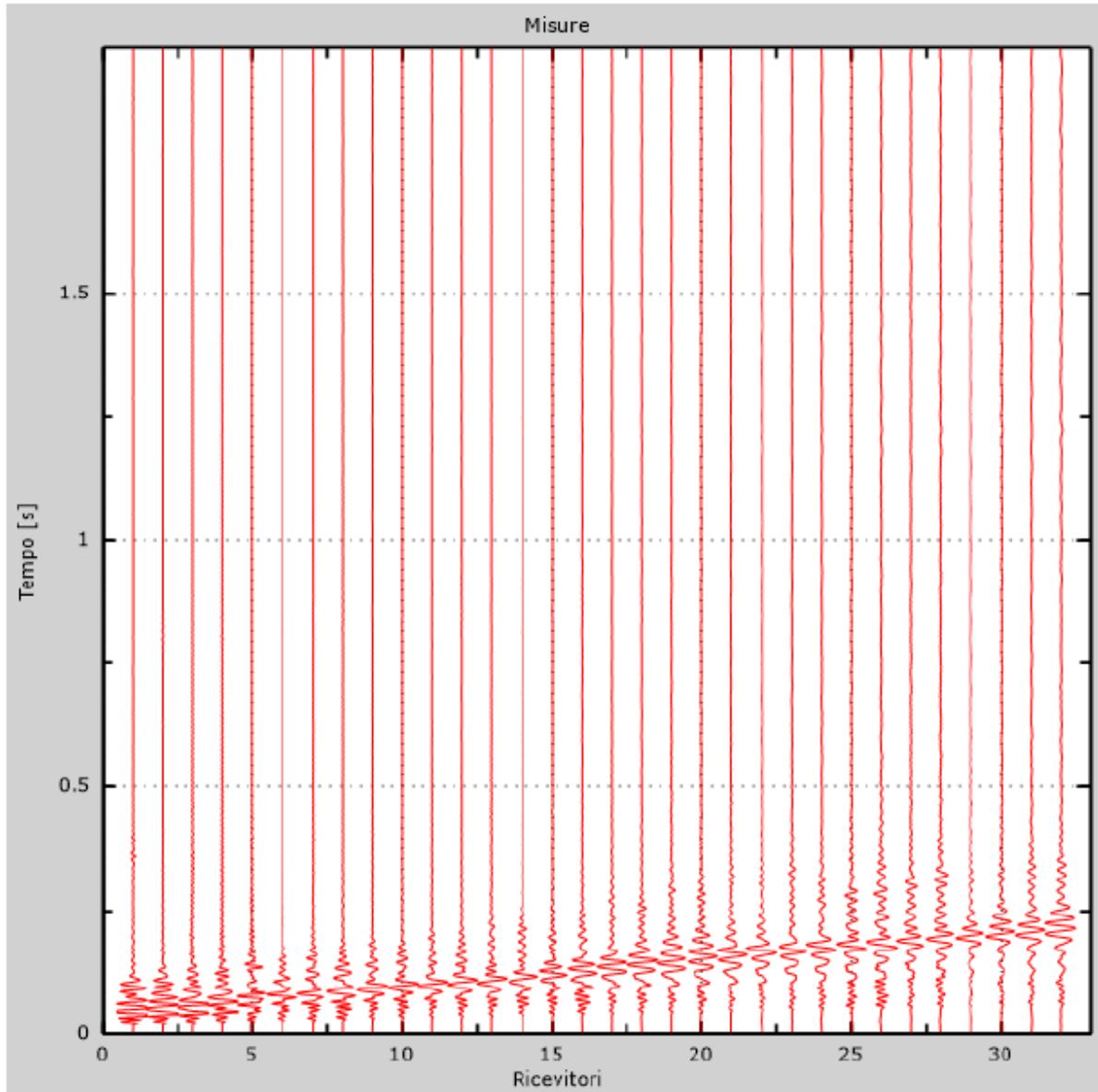


Figura 51: Tracce sperimentali indagine attiva

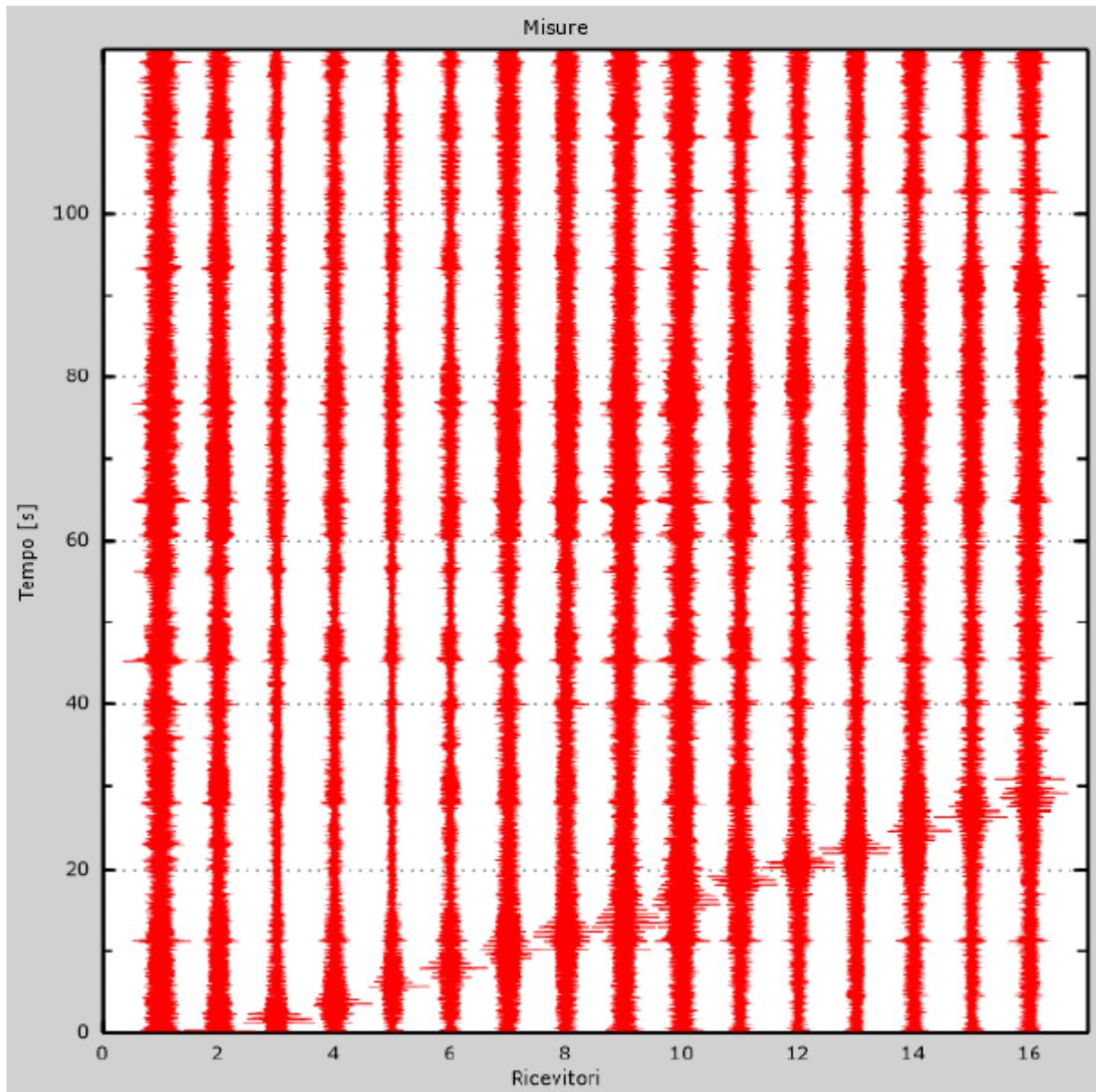


Figura 52: Tracce sperimentali indagine passiva

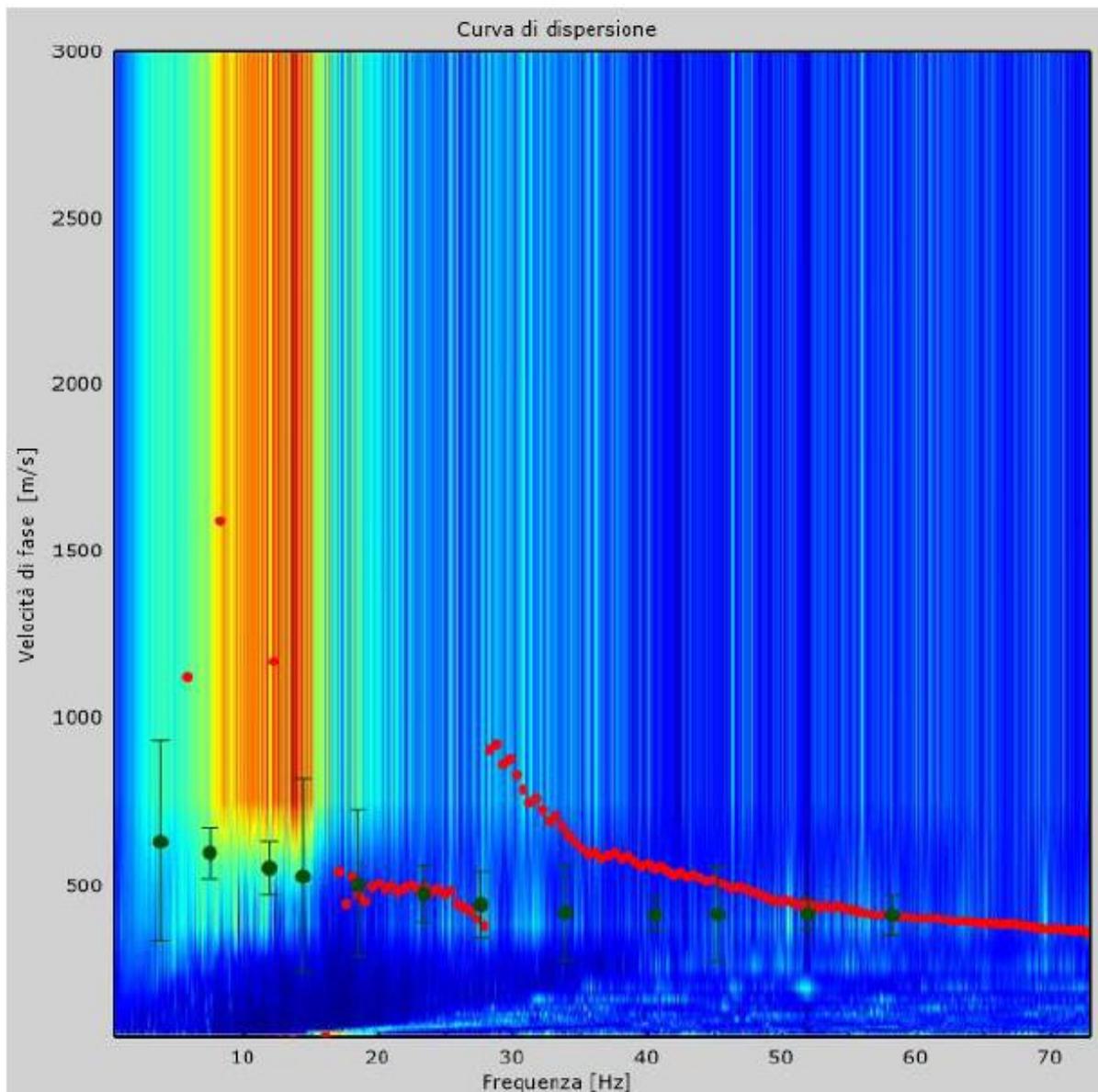


Figura 53: Curva di dispersione sperimentale

Dall'esecuzione dell'indagine sismica è emersa la seguente successione della velocità delle onde sismiche.

Strato	h [m]	z [m]	Vs fin. [m/s]
Strato 1	2,0	-2,0	470
Strato 2	3,0	-5,0	400
Strato 3	3,0	-8,0	487
Strato 4	4,0	-12,0	561
Strato 5	4,0	-16,0	588
Strato 6	10,0	-26,0	627
Strato 7	6,0	-32,0	679
Strato 8	/	-∞	706

Di seguito si riportano le immagini relative alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh e del modello che ne deriva previa inversione dei dati.

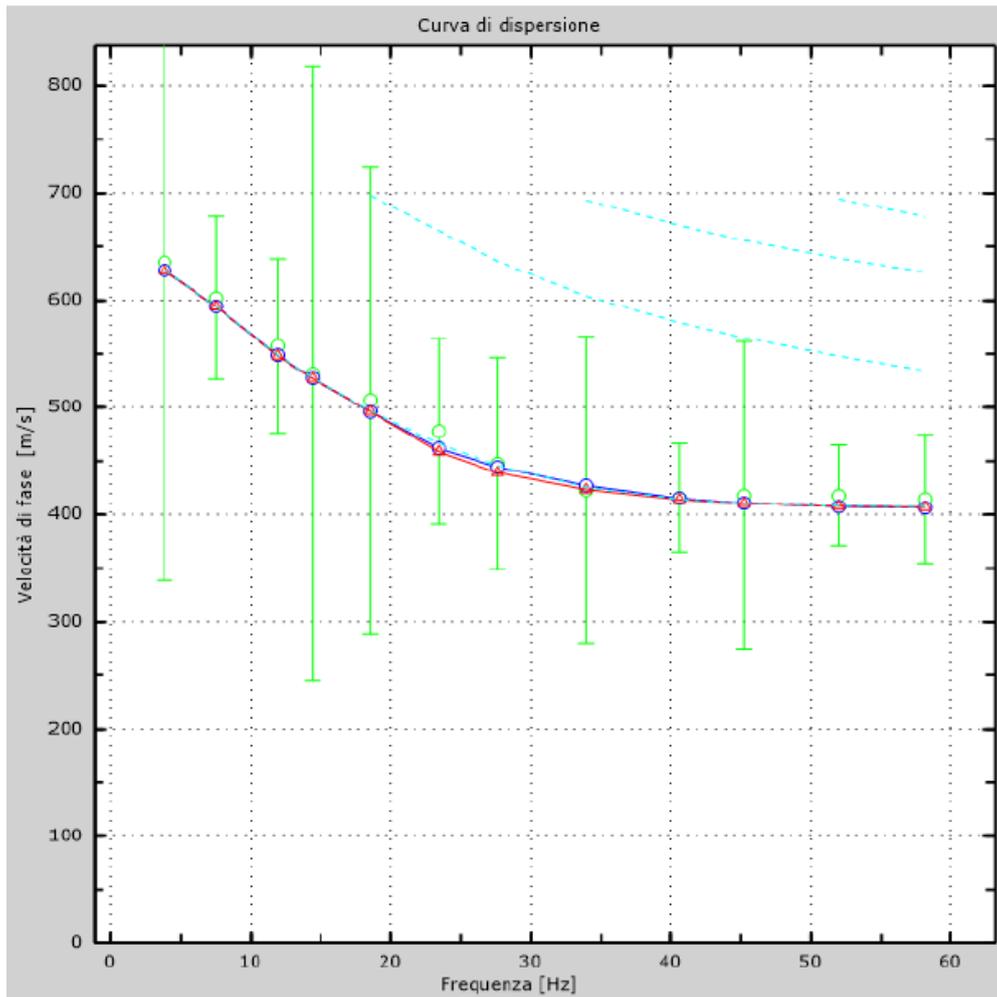


Figura 54: Velocità numeriche (Punti sperimentali - verde, modi di Rayleigh - ciano, curva apparente - blu, curva numerica - rosso)

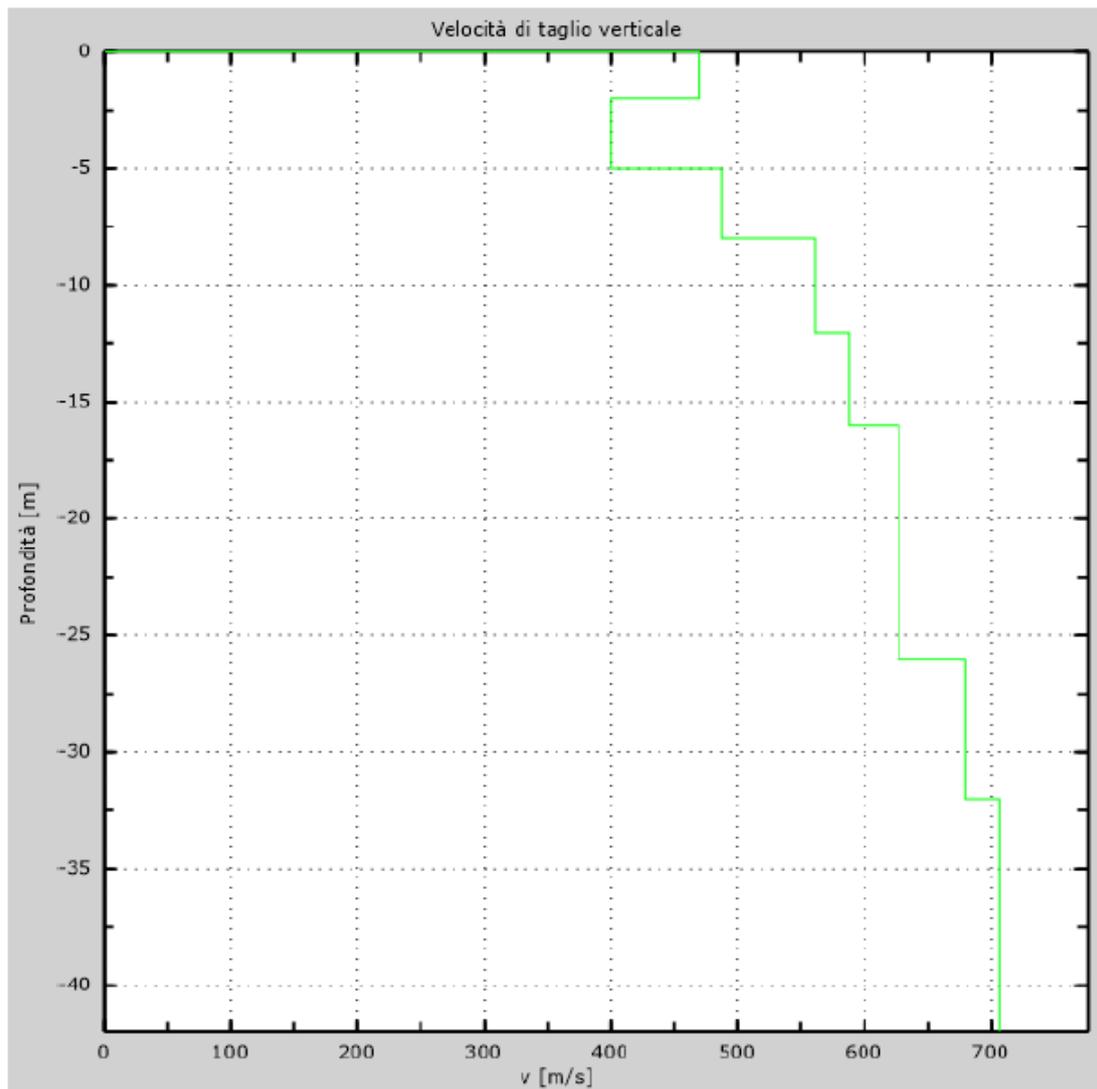


Figura 55: Profilo verticale di velocità delle Vs

$$V_{seq} = 558 \text{ m/s}$$

I terreni di fondazione interessati dalla progettazione sismica, come prescritto al paragrafo 3.2.2 dal D.M. 17 Gennaio 2018, appartengono a:

Suolo di fondazione di tipo B

ovvero, come definito in Tabella 3.2.II (Categorie di sottosuolo): Tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

10.4 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Per quanto riguarda la determinazione della categoria di sottosuolo il D.M. 17.01.2018 prevede una classificazione in cinque categorie principali riportate nella tabella 3.2. Il (fig. definite in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,eq}$ corrispondente alla velocità media di propagazione delle onde sismiche di taglio fino alla profondità del substrato sismico, definito come quella formazione caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s. Per depositi con profondità di tale substrato superiore a 30m la velocità equivalente $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, considerando le proprietà degli strati di terreno fino alla profondità di 30m.

L'espressione per la determinazione della velocità equivalente $V_{s,eq}$ è la seguente:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_i^N \frac{h_i}{V_i}}$$

h_i = Spessore in metri dello strato i-esimo

V_i = Velocità dell'onda di taglio i-esima

N = Numero di strati

H = Profondità del substrato sismico con $V_s > 800$ m/s

Per il sito in esame la categoria di sottosuolo è stata determinata tramite i dati ottenuti dagli stendimenti sismica con metodologia M.A.S.W e HVSR eseguite in corrispondenza dell'area di indagine.

Dall'elaborazione di tali dati il terreno presenta per la linea eseguita, valori delle V_{s30} pari a **545.0 m/s** per la prova MASW 1 e V_{s30} pari a **558.0 m/s** per la prova MASW 1 riferita all'attuale piano campagna per quello che riguarda l'area.

Per la classificazione del suolo si è ritenuto più attendibile adottare le risultanze provenienti dalle prove eseguite in sito per cui il terreno è pertanto classificabile in **categoria B**: *“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360m/s e 800m/s”*.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Figura 56: Tabella 3.2.II “Categoria di sottosuolo” – D.M. 17.10.2018

10.5 CATEGORIA TOPOGRAFICA

Secondo la più recente revisione delle Norme Tecniche in vigore, per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (categorie topografiche da NTC2018):

- T1 Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
- T2 Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
- T3 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
- T4 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15 \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

La categoria topografica è T1

11 PARAMETRI GEOTECNICI MEDI

Si riportano in seguito la tabella riassuntiva dei parametri geotecnici medi utilizzati.

Suolo	Profondità [m]	γ [KN/m ³]	C' [Kpa]	ϕ' [°]	E [Mpa]
Ghiaia sabbie con ciottoli centimetrici in matrice sabbiosa grigia	0 m – 40 m	20	0	30-40	100-150

La soggiacenza della falda è variabile tra 30 e 36 m da p.c.

13 LIQUEFAZIONE

Secondo le norme NTC 2018 la verifica alla liquefazione può essere omessa nel caso si verifichino una delle seguenti condizioni:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 57 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 58 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

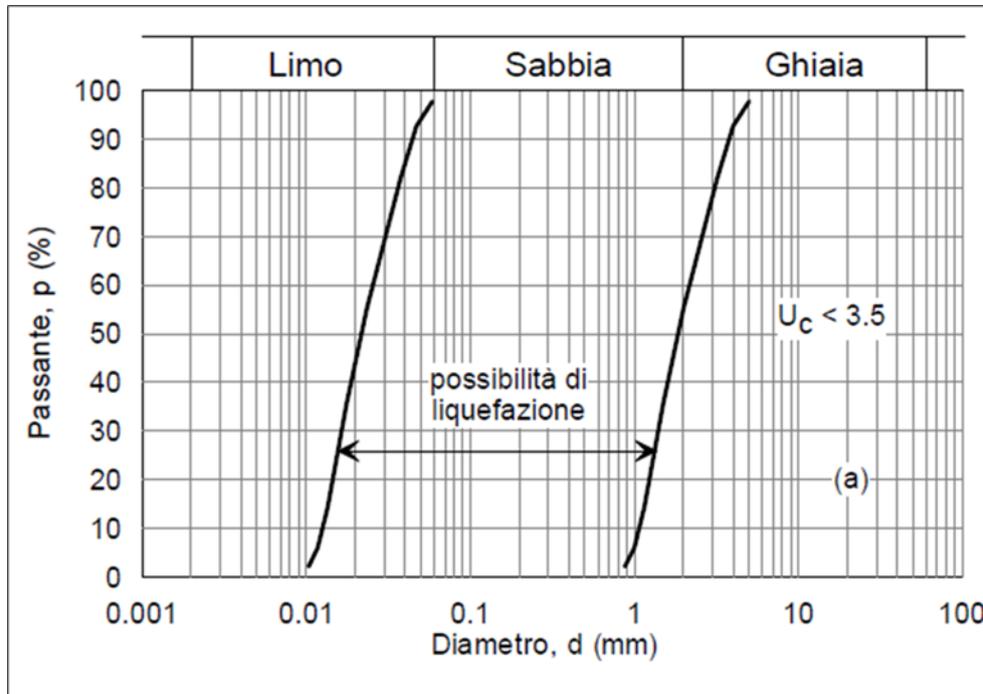


Figura 57: Figura 7.11.1 NTC 2018-Fuso granulometrico di terreni suscettibili di liquefazione.

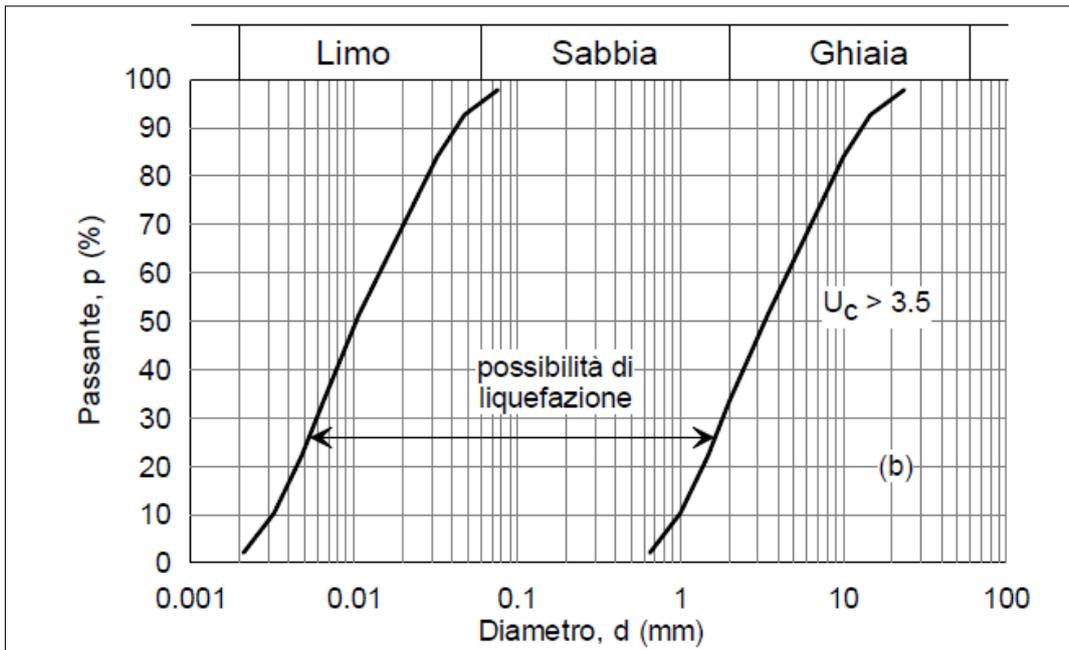


Figura 58: Figura 7.11.1 NTC 2018-Fuso granulometrico di terreni suscettibili di liquefazione.

La verifica a liquefazione è stata omessa in quanto rispondente ai punti 1-2 richiesti dalla normativa vigente

14 CONCLUSIONI

Sulla base di quanto esposto si conclude quanto segue:

- L'area d'interesse è caratterizzata dalla presenza di terreni a tessitura grossolana alluvionali, costituiti prevalentemente da ghiaie sabbiose, talora differenziati in lenti a debole coesione di modesta estensione laterale, legati allo smantellamento della cerchia morenica eporediese. Lo spessore di tali depositi è compreso tra i 55 e i 60 m.
- Il paleosuolo di questi depositi fluvio-glaciali è caratterizzato dalla presenza superficiale di un debole strato d'alterazione bruno-giallastro che in superficie, per la profondità di alcuni decimetri, è stato profondamente modificato nella composizione e nelle caratteristiche fisico-chimiche dalle colture agrarie.
- Nell'area non sono presenti corsi d'acqua naturali di grosse dimensioni ma è piuttosto caratterizzata, a causa dell'uso agricolo del suolo, da una fitta rete di canali irrigui dei quali il più importante è il Navilotto (poco a est rispetto all'area d'interesse). L'area in studio si differenzia per la scarsità di livelli fini interposti e per la maggior profondità della falda superficiale rispetto all'assetto generale della pianura Biellese-Vercellese-Novarese.
- Dalla carta idrogeologica riportata in relazione si nota la presenza di tre pozzi dismessi all'interno dell'area d'interesse.
- Prendendo di riferimento la quota topografica 225 m s.l.m. e la minima e massima escursione della falda si può assegnare una soggiacenza variabile tra 30 e 36 m da p.c.
- Secondo la carta delle aree inondabili consultata dal GeoPortale della Regione Piemonte si nota che l'area d'interesse non è interessata da questo tipo di problematica.
- Secondo il metodo G.O.D. di Foster et al., 2002 si assegna all'area d'interesse una **vulnerabilità alta** a causa di:
 - presenza di un acquifero di tipo non confinato
 - granulometria grossolana del terreno
 - soggiacenza della falda tra 20 e 50 metri.
- Al fine di valutare la permeabilità dei terreni, sono stati utilizzati i dati desunti dalle prove di emungimento eseguite in data 07/10/91 sul pozzo 4 (abbassamento e risalita) e in data 23/02/99 sui pozzi 4 e 3 (abbassamento). Tali prove dimostrano un'elevata permeabilità dell'acquifero nell'ordine di $1 \cdot 10^{-4}$ m/s.
- Consultando la cartografia del GeoPortale della Regione Piemonte si nota che l'area d'interesse è compresa all'interno delle aree di ricarica degli acquiferi profondi. Recenti studi hanno tuttavia evidenziato che sulla base dei dati idrogeologici raccolti e le conseguenti elaborazioni si possa ritenere che l'area delle discariche e degli ampliamenti

non debba rientrare, di fatto, nelle aree di ricarica delle falde profonde, sulla base dei criteri di esclusione previsti nell'Allegato 1 alla D.D. del 21 luglio 2016, n. 268.

- La Regione in collaborazione con ARPA Piemonte ha completato un progetto sperimentale dal titolo “Definizione dei valori di fondo naturale per i metalli nelle acque sotterranee come previsto dalla Direttiva 2006/118/CE e dal decreto Legislativo 16 marzo 2009 n. 30”. Per quanto riguarda il corpo idrico superficiale GWB-S1 presente nell'area d'interesse è stata riscontrata un'anomalia di fondo relativa al Nichel.
- In accordo con la DQA “Direttiva Quadro Acque” n. 2000/60/CE, integrata successivamente dalla “direttiva figlia”, Groundwater Directive (GWD) n.2006/118/CE sono stati definiti lo stato chimico e lo stato quantitativo dell'acquifero superficiale e di quello profondo per il periodo 2009-2016 e sono stati ottenuti i seguenti risultati:
 - STATO CHIMICO DEL SISTEMA ACQUIFERO SUPERFICIALE (GWB-S1): definito “**scarso**” nel periodo 2009-2016
 - STATO CHIMICO DEL SISTEMA ACQUIFERO PROFONDO (GWB-P1): definito “**buono**” nel periodo 2009-2016
 - Lo STATO QUANTITATIVO per l'ACQUIFERO SUPERFICIALE dell'area d'interesse è **A**. Quindi l'impatto antropico è nullo o trascurabile con condizioni di equilibrio idrogeologico e le estrazioni di acqua o alterazioni della velocità naturale di ravvenamento sono sostenibili sul lungo periodo.
- L'area d'interesse viene inquadrata all'interno della Tav. 5 del PTA della Regione Piemonte “Zone vulnerabili da prodotti fitosanitari”. L'area viene classificata come avente indice di vulnerazione medio-alto – IV2.
- Prendendo di riferimento il piezometro PII14 all'interno della cartografia che mostra l'andamento dei trend piezometrici medi nel periodo 2001-2017 per il corpo idrico GWB-S1 si nota che in questo periodo il trend è stato in lieve aumento (+50 cm)
- Il PTA della Regione Piemonte fornisce informazioni riguardo la base dell'acquifero superficiale che nel caso oggetto di studio viene individuata a circa 165 m s.l.m.
- Individuando l'area di studio all'interno della tavola del PTA si nota un carico effettivo di azoto da fonte diffusa basso (da 2,5 a 5 t/anno/km²).
- Secondo la cartografia del GeoPortale della Regione Piemonte si evidenzia che l'area ricade tra le zone vulnerabili all'inquinamento da nitrati di origine agricola sulla base del Regolamento regionale 28 dicembre 2007 n. 12/R e s.m.i.
- Nel 2022 è stata effettuata una campagna di indagine al fine della caratterizzazione geologica e geotecnica, composta dalle seguenti indagini:
 - n.1 sondaggio a carotaggio continuo con esecuzione di prove SPT in foro spinto fino a -40 m da p.c. attuale (ZC1)

- n.2 sondaggi a carotaggio continuo con esecuzione di prove SPT in foro spinti fino a -20 m da p.c. attuale (ZC2 e ZC3)
- Per la definizione dal punto di vista sismico dell'area oggetto di studio, vista l'omogeneità dei depositi presenti sono state prese di riferimento n.2 indagini sismiche MASW eseguite nel 2021 in un'area che dista circa 450 metri dall'area oggetto del presente studio.
- Tramite queste indagini il suolo è classificato di **tipo B**
- Per quanto riguarda la classificazione sismica per il territorio di Cavaglià, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale del Piemonte n. 4-3084 del 12.12.2011 ed in seguito modificate con la D.G.R. n. 65-7656 del 21 maggio 2014 e con la D.G.R. n.6-887 del 30 dicembre 2019, il comune di Cavaglià è classificato in **sottozona sismica 4**
- I terreni non sono liquefacibili
- L'area non risulta interessata da rischi di esondabilità
- Vista la natura granulare/grossolana dei terreni in sito si ritiene si possa dare corso alla progettazione di fondazioni dirette.

ALLEGATO - CAMPAGNA DI INDAGINE 2022

3BA ingegneria integrata INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE				Località: Comune di Cavaglià – Loc. Gerbido Via Bertone		SONDAGGIO N° ZC1			
				Coordinate: Lat: 45.384108° Long: 8.119497°		Piano campagna: 226 mt			
						DATA 30/05/2022			
Litologie	Profondità (mt.)	Spessore strati (mt.)	PZ	Falda	DESCRIZIONE LITOLOGICA	S.P.T.			NOTE
								mt.	
	-1.00	1.00			Riparto con presenza di argilla e ghiaia				
	-3.00	1.98			Ghiaia con sabbia	R		-3.00	
	-5.00	2.00			Ghiaia in matrice fine				
	-8.00					12	18	21	-6.00
	-8.50	4.00			Ghiaia e ciottoli con livelli fini	R			-9.00
	-14.50	5.00			Ghiaia e ciottoli con sabbia	21	29	34	-12.00
	-14.50					17	32	28	-15.00
						19	32	36	-18.00
		11.00			Ghiaia e ciottoli con rara sabbia	25	33	36	-21.00
						R			-24.00
	-21.50					14	24	28	-27.00
						34	46	41	-30.00
		14.00			Ghiaia con ciottoli e sabbia	34	33	45	-33.00
				-34.50		28	36	36	-36.00
	-41.00					28	35	41	-39.00

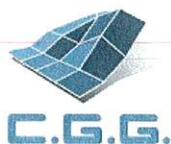
CAMPIONE: <input checked="" type="checkbox"/> Rimaneggiato <input checked="" type="checkbox"/> Indisturbato		CASSETTE CATALOGATRICI	LIVELLO FALDA			
			DATA	Prof. foro	Prof. riv.	Livello acqua

<p>3BA Ingegneria Integrata</p> <p>INDAGINI GEONOSTICHE E GEOTECNICHE</p>				Località:		SONDAGGIO																									
				Comune di Cavaglià – Loc. Gerbido Via Bertone		N° ZC2																									
				Coordinate: Lat: 45.385264° Long: 8.119629°		Piano campagna: 227 mt		DATA 03/06/2022																							
Litologie	Profondità (mt.)	Spessore strati (mt.)	PZ	Falda	DESCRIZIONE LITOLOGICA	S.P.T.			NOTE																						
								mt.																							
	-1.50	0.50			Ghialo e ciottoli in matrice fine	R		-3.00																							
							36	R	-6.00																						
	-11.00	11.00				Ghialo e ciottoli con sabbia	38	40	R	-9.00																					
								40	R	-12.00																					
-18.00 -22.00	2.00				Ghialo e rari ciottoli con sabbia	R		-15.00																							
							30	33	32	-18.00																					
<p>CAMPIONE: <input type="checkbox"/> Rimaneggiato <input type="checkbox"/> Indisturbato</p> <p> 10cm 5cm 2cm 1cm 0.5cm 0.2cm </p>						<p>CASSETTE CATALOGATRICI</p>		<p>LIVELLO FALDA</p> <table border="1"> <tr> <th>DATA</th> <th>Prof. foro</th> <th>Prof. riv.</th> <th colspan="2">Livello acqua</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				DATA	Prof. foro	Prof. riv.	Livello acqua																
DATA	Prof. foro	Prof. riv.	Livello acqua																												

 3BA Ingegneria Integrata INDAGINI GEONOSTICHE E GEOTECNICHE				Località: Comune di Cavaglià – Loc. Gerbido Via Bertone		SONDAGGIO N° ZC3				
Coordinate: Lat: 45.385780° Long: 8.120480°		Piano campagna: 226 mt		DATA 06/06/2022						
Litologie	Profondità (mt.)	Spessore strati (mt.)	PZ	Falda	DESCRIZIONE LITOLOGICA	S.P.T.				NOTE
									mt.	
	-7.50	7.50			Ghiala e ciottoli in matrice fine	22	25	26	-3.00	
						31	38	35	-6.00	
	-10.00	10.00			Ghiala e ciottoli con sabbia	R			-9.00	
						29	38	R	-12.00	
	-17.50	2.50			Ghiala e rari ciottoli con sabbia	40	38	38	-15.00	
						37	40	35	-18.00	
	-22.00									

CAMPIONE: <input checked="" type="checkbox"/> Rimaneggiato <input type="checkbox"/> Indisturbato		CASSETTE CATALOGATRICI	LIVELLO FALDA			
			DATA	Prof. loro	Prof. riv.	Livello acqua

CERTIFICATI DI LABORATORIO



COMMITTENTE: 3BA s.r.l.

LOCALITÀ: Cavaglià

CANTIERE: Cavaglià

Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: ZC1

CAMPIONE: CR1

PROFONDITÀ (m): 3,00

DATA PRELIEVO: 07/06/2022

ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)

DATI DI PROVA - SETACCIATURA

data di esecuzione: 22/06/2022

massa terreno setacciato (g): 606,80

ϕ / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
100	0,00	606,80	100,00
75	0,00	606,80	100,00
38,1	0,00	606,80	100,00
25,4	83,21	523,59	86,29
19,05	139,07	467,73	77,08
12,7	230,17	376,63	62,07
9,5	282,68	324,12	53,41
4,75	357,69	249,11	41,05
2	428,56	178,24	29,37
1	470,19	136,61	22,51
0,425	509,44	97,36	16,04
0,25	524,64	82,16	13,54
0,125	539,58	67,22	11,08
0,075	546,83	59,97	9,88

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
ZC1 CR1

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

DATI DI PROVA - ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

data di esecuzione: 22/06/2022

densimetro utilizzato: ASTM 151 H

temperatura di prova (°C): 21,0

massa terreno alla sedimentazione (g): 25,37

tempo (s)	∅ equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
30	0,068	17,5	9,67
60	0,049	16	8,55
120	0,035	15,5	8,17
300	0,022	14	7,04
600	0,016	13	6,29
1200	0,011	11,5	5,17
2400	0,008	10,5	4,42
4800	0,006	10	4,04
14400	0,003	9	3,29
86400	0,001	8	2,54

*correzioni applicate:

$C_m = 0,5$

$C_d = 5$

$C_t = 0,9$

composizione granulometrica	
% ghiaia	58,9
% sabbia	31,2
% limo	6,0
% argilla	3,9

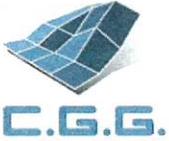
commessa:
141/22

settore:
04

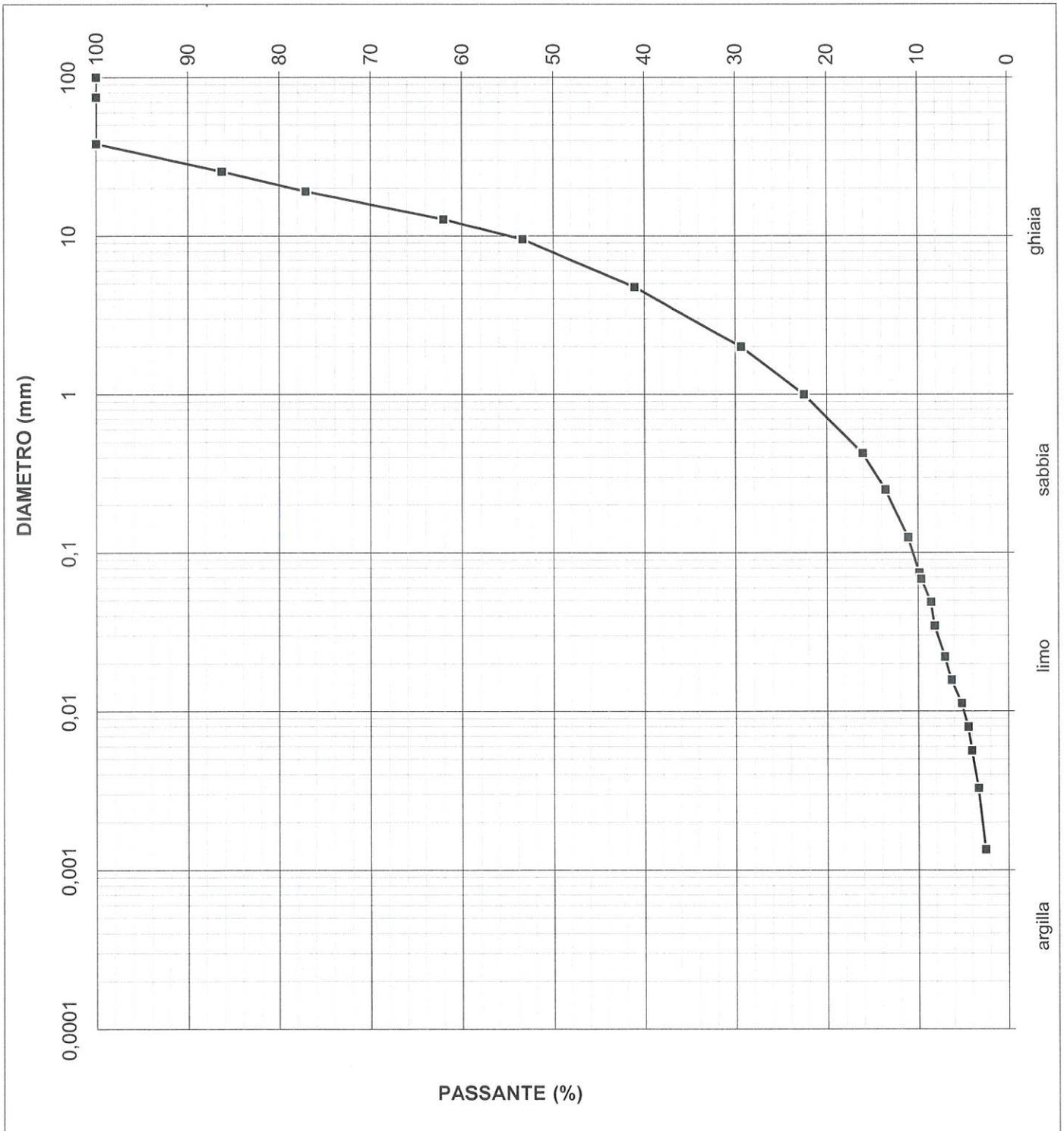
id. campione:
ZC1 CR1

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,
terre e rocce, in sito ed in laboratorio



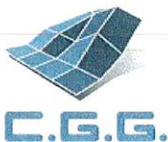
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
ZC1 CR1

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



COMMITTENTE: 3BA s.r.l.
LOCALITÀ: Cavaglià
CANTIERE: Cavaglià
Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: ZC1
CAMPIONE: CR2
PROFONDITÀ (m): 5,00
DATA PRELIEVO: 07/06/2022

ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)

DATI DI PROVA - SETACCIATURA

data di esecuzione: 22/06/2022

massa terreno setacciato (g): 1011,65

ϕ / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
100	0,00	1011,65	100,00
75	0,00	1011,65	100,00
38,1	122,05	889,60	87,94
25,4	233,24	778,41	76,94
19,05	283,58	728,07	71,97
12,7	368,72	642,93	63,55
9,5	406,20	605,45	59,85
4,75	497,78	513,87	50,80
2	592,11	419,54	41,47
1	656,36	355,29	35,12
0,425	730,12	281,53	27,83
0,25	762,09	249,56	24,67
0,125	801,94	209,71	20,73
0,075	821,04	190,61	18,84

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
ZC1 CR2

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



DATI DI PROVA - ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

data di esecuzione: 22/06/2022
temperatura di prova (°C): 21,0

densimetro utilizzato: ASTM 151 H
massa terreno alla sedimentazione (g): 49,77

tempo (s)	ϕ equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
30	0,064	29	18,23
60	0,046	25,5	15,61
120	0,033	22,5	13,37
300	0,022	18	10,01
600	0,016	14,5	7,39
1200	0,011	12,5	5,90
2400	0,008	10	4,03
4800	0,006	9	3,28
14400	0,003	7,5	2,16
86400	0,001	6,5	1,41

*correzioni applicate:

$C_m = 0,5$
 $C_d = 5$
 $C_t = 0,9$

composizione granulometrica	
% ghiaia	49,2
% sabbia	32,0
% limo	15,8
% argilla	3,0

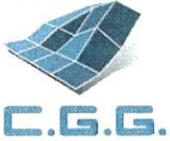
commessa:
141/22

settore:
04

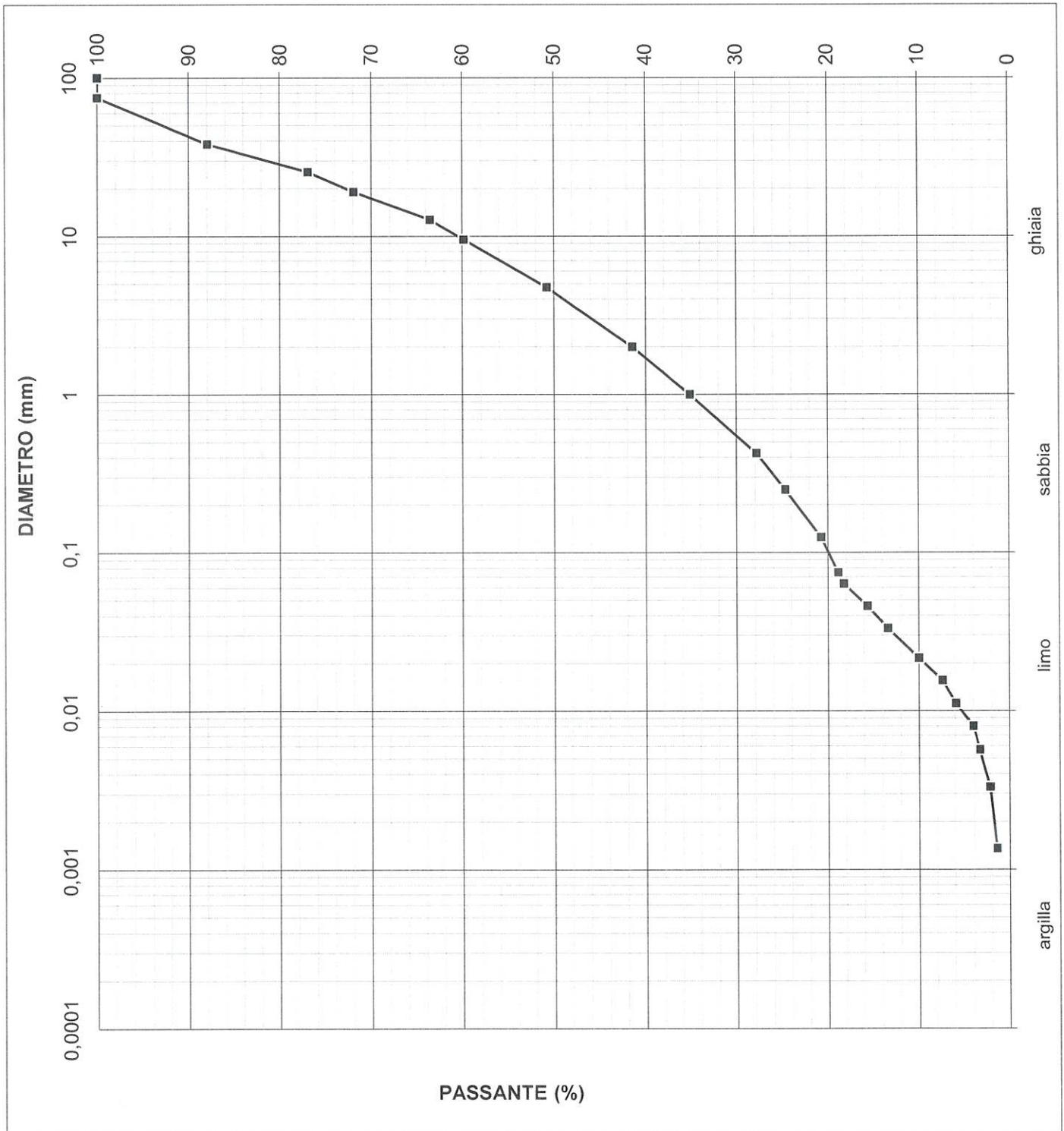
id. campione:
ZC1 CR2

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,
terre e rocce, in sito ed in laboratorio



commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
ZC1 CR2

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



COMMITTENTE: 3BA s.r.l.

LOCALITÀ: Cavaglià

CANTIERE: Cavaglià

Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: ZC1

CAMPIONE: CR3

PROFONDITÀ (m): 10,00

DATA PRELIEVO: 07/06/2022

ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)

DATI DI PROVA - SETACCIATURA

data di esecuzione: 22/06/2022

massa terreno setacciato (g): 769,41

ϕ / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
100	0,00	769,41	100,00
75	0,00	769,41	100,00
38,1	0,00	769,41	100,00
25,4	110,85	658,56	85,59
19,05	189,81	579,60	75,33
12,7	259,36	510,05	66,29
9,5	323,28	446,13	57,98
4,75	405,18	364,23	47,34
2	470,68	298,73	38,83
1	523,83	245,58	31,92
0,425	565,73	203,68	26,47
0,25	582,03	187,38	24,35
0,125	600,23	169,18	21,99
0,075	609,56	159,85	20,78

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
ZC1 CR3

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



DATI DI PROVA - ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

data di esecuzione: 22/06/2022
temperatura di prova (°C): 21,0

densimetro utilizzato: ASTM 151 H
massa terreno alla sedimentazione (g): 45,43

tempo (s)	ϕ equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
30	0,064	28	20,40
60	0,046	25,5	18,22
120	0,033	22,5	15,60
300	0,022	16,5	10,37
600	0,016	15	9,06
1200	0,011	12	6,45
2400	0,008	10	4,70
4800	0,006	7	2,09
14400	0,003	6,5	1,65
86400	0,001	5,5	0,78

*correzioni applicate:

$C_m = 0,5$

$C_d = 5$

$C_t = 0,9$

composizione granulometrica	
% ghiaia	52,7
% sabbia	26,6
% limo	18,8
% argilla	2,0

commessa:
141/22

settore:
04

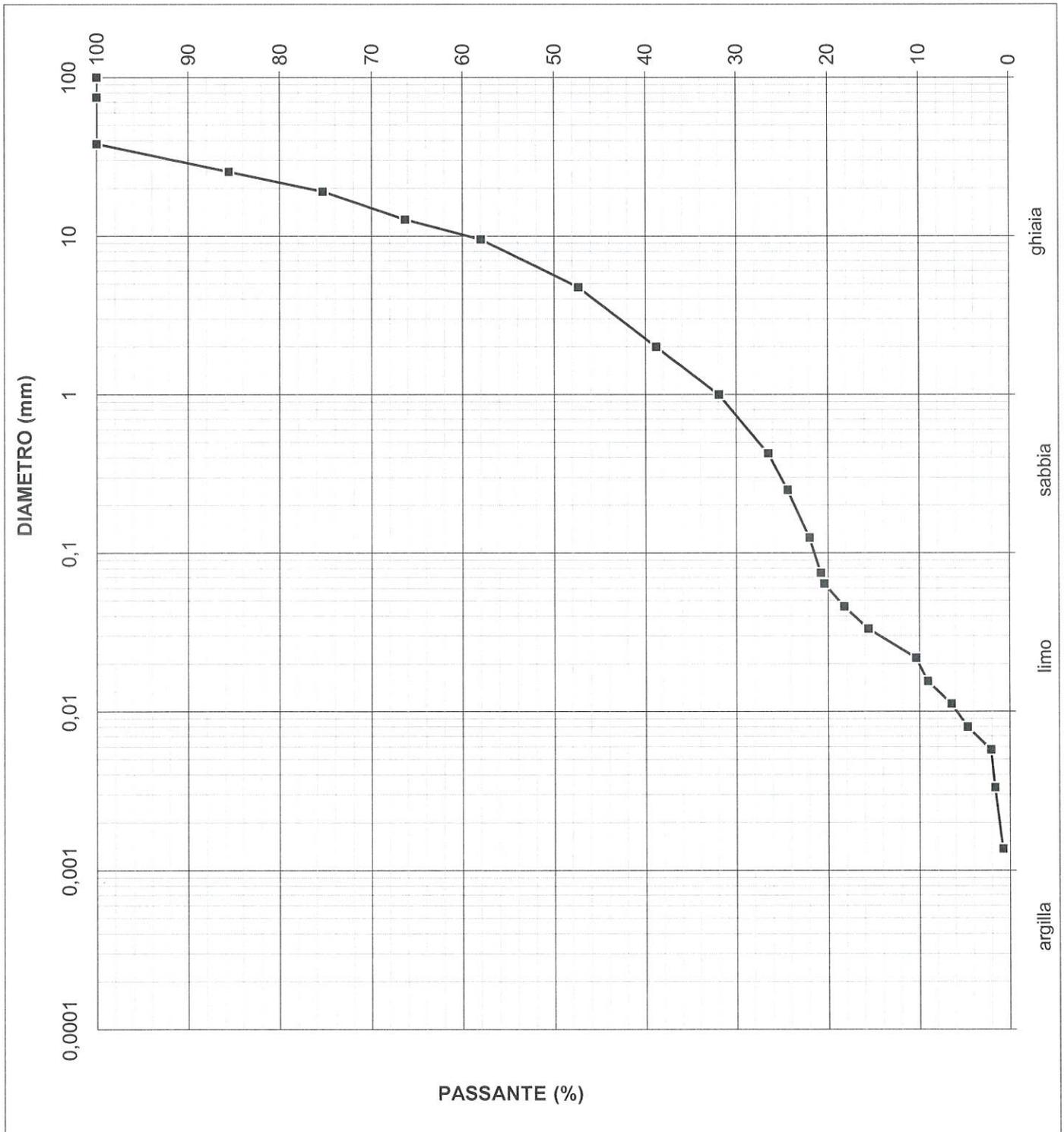
id. campione:
ZC1 CR3

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,
terre e rocce, in sito ed in laboratorio



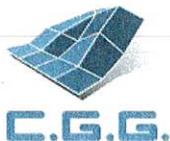
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
ZC1 CR3

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



COMMITTENTE: 3BA s.r.l.

LOCALITÀ: Cavaglià

CANTIERE: Cavaglià

Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: ZC2

CAMPIONE: CR1

PROFONDITÀ (m): 3,00

DATA PRELIEVO: 07/06/2022

ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)

DATI DI PROVA - SETACCIATURA

data di esecuzione: 22/06/2022

massa terreno setacciato (g): 662,03

\emptyset / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
100	0,00	662,03	100,00
75	0,00	662,03	100,00
38,1	0,00	662,03	100,00
25,4	28,55	633,48	95,69
19,05	107,56	554,47	83,75
12,7	228,34	433,69	65,51
9,5	283,89	378,14	57,12
4,75	359,16	302,87	45,75
2	429,49	232,54	35,13
1	474,04	187,99	28,40
0,425	518,44	143,59	21,69
0,25	537,60	124,43	18,80
0,125	561,50	100,53	15,19
0,075	574,47	87,56	13,23

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
ZC2 CR1

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

DATI DI PROVA - ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

data di esecuzione: 22/06/2022
temperatura di prova (°C): 21,0

densimetro utilizzato: ASTM 151 H
massa terreno alla sedimentazione (g): 41,87

tempo (s)	∅ equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
30	0,064	27	12,64
60	0,047	23,5	10,67
120	0,034	19,5	8,41
300	0,022	17	7,00
600	0,016	13	4,74
1200	0,011	12	4,17
2400	0,008	9,5	2,76
4800	0,006	8,5	2,20
14400	0,003	7	1,35
86400	0,001	6,5	1,07

*correzioni applicate:

$C_m = 0,5$

$C_d = 5$

$C_t = 0,9$

composizione granulometrica	
% ghiaia	54,3
% sabbia	32,5
% limo	11,2
% argilla	2,0

commessa:
141/22

settore:
04

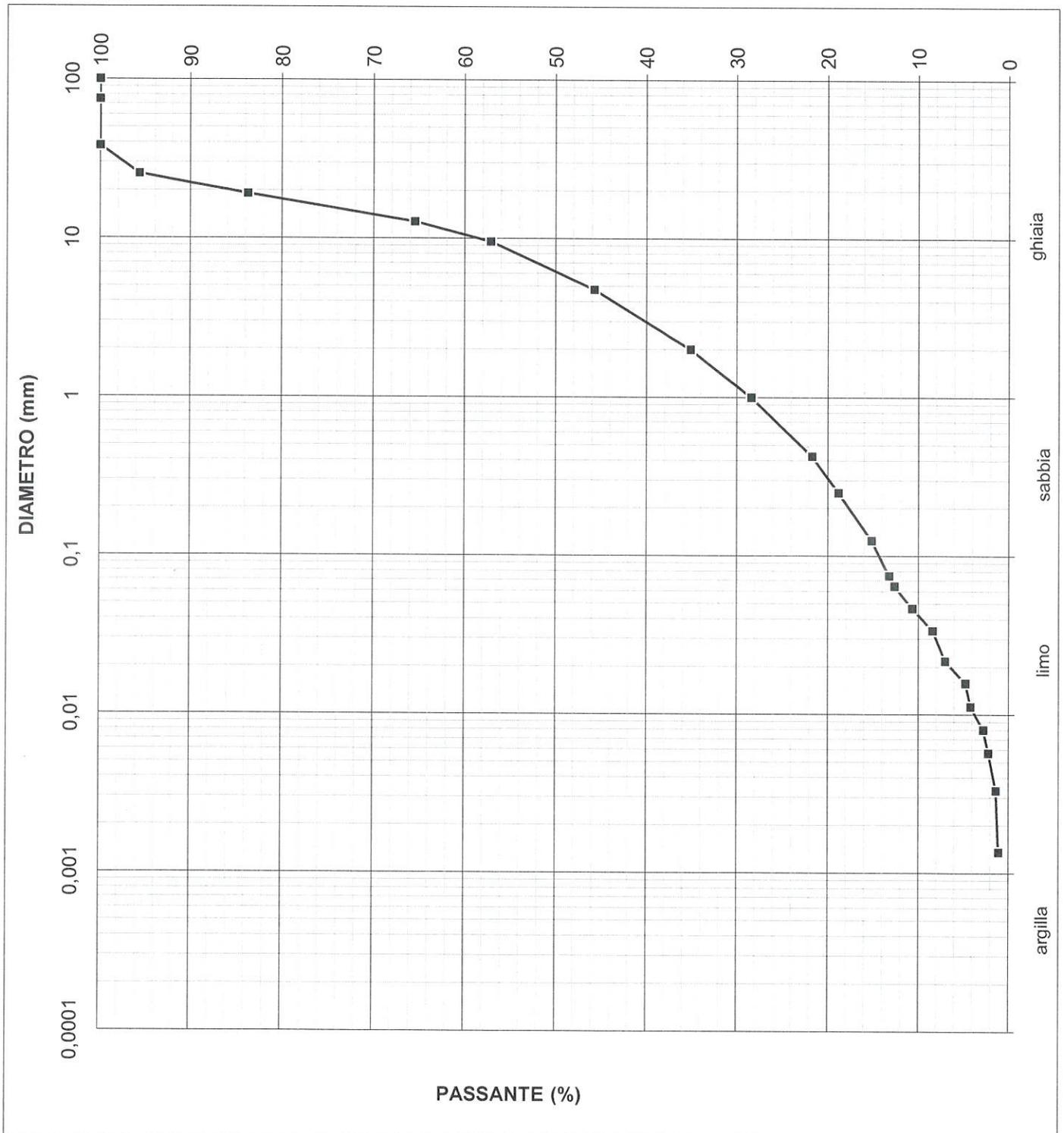
id. campione:
ZC2 CR1

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,
terre e rocce, in sito ed in laboratorio



commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
ZC2 CR1

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



COMMITTENTE: 3BA s.r.l.
LOCALITÀ: Cavaglià
CANTIERE: Cavaglià
Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: ZC2
CAMPIONE: CR2
PROFONDITÀ (m): 5,00
DATA PRELIEVO: 07/06/2022

ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)

DATI DI PROVA - SETACCIATURA

data di esecuzione: 22/06/2022

massa terreno setacciato (g): 820,55

ϕ / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
100	0,00	820,55	100,00
75	0,00	820,55	100,00
38,1	0,00	820,55	100,00
25,4	90,70	729,85	88,95
19,05	168,96	651,59	79,41
12,7	230,56	589,99	71,90
9,5	287,76	532,79	64,93
4,75	400,00	420,55	51,25
2	491,33	329,22	40,12
1	550,15	270,40	32,95
0,425	608,22	212,33	25,88
0,25	632,36	188,19	22,93
0,125	663,88	156,67	19,09
0,075	679,63	140,92	17,17

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
ZC2 CR2

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

DATI DI PROVA - ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

data di esecuzione: 22/06/2022
temperatura di prova (°C): 21,0

densimetro utilizzato: ASTM 151 H
massa terreno alla sedimentazione (g): 35,13

tempo (s)	ϕ equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
30	0,065	25,5	16,64
60	0,047	23	14,65
120	0,033	21,5	13,45
300	0,022	18,5	11,06
600	0,015	16	9,07
1200	0,011	14,5	7,88
2400	0,008	12,5	6,29
4800	0,006	10,5	4,69
14400	0,003	8	2,70
86400	0,001	6,5	1,51

*correzioni applicate:

$C_m = 0,5$
 $C_d = 5$
 $C_t = 0,9$

composizione granulometrica	
% ghiaia	48,7
% sabbia	34,1
% limo	12,9
% argilla	4,2

commessa:
141/22

settore:
04

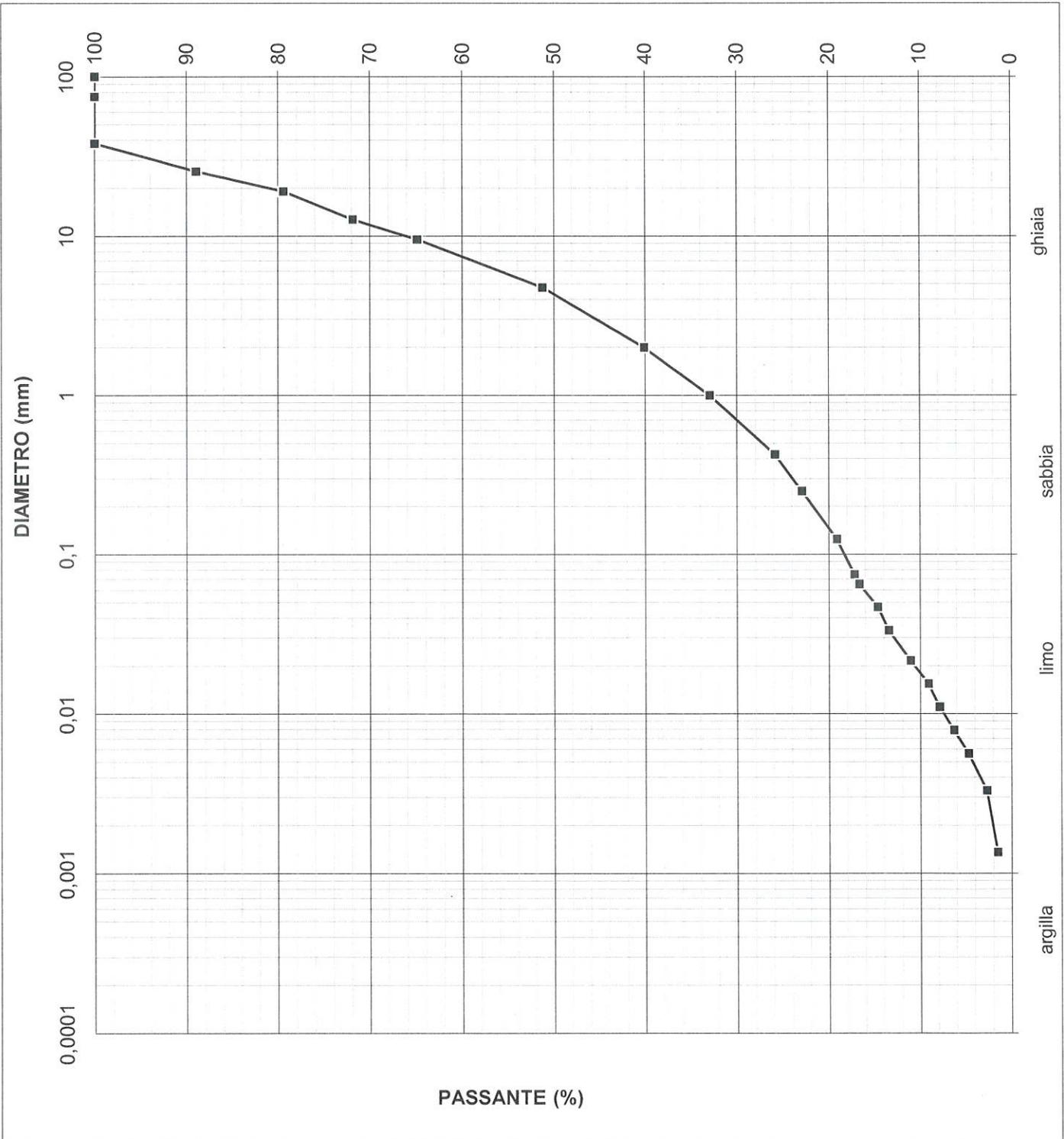
id. campione:
ZC2 CR2

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
 Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
 Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
 Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,
 terre e rocce, in sito ed in laboratorio



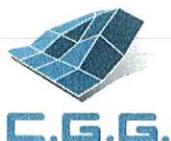
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
ZC2 CR2

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



COMMITTENTE: 3BA s.r.l.

LOCALITÀ: Cavaglià

CANTIERE: Cavaglià

Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: ZC2

CAMPIONE: CR3

PROFONDITÀ (m): 10,00

DATA PRELIEVO: 07/06/2022

ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)

DATI DI PROVA - SETACCIATURA

data di esecuzione: 22/06/2022

massa terreno setacciato (g): 573,11

\emptyset / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
100	0,00	573,11	100,00
75	0,00	573,11	100,00
38,1	0,00	573,11	100,00
25,4	28,55	544,56	95,02
19,05	110,88	462,23	80,65
12,7	192,09	381,02	66,48
9,5	254,20	318,91	55,65
4,75	315,80	257,31	44,90
2	360,95	212,16	37,02
1	399,90	173,21	30,22
0,425	445,40	127,71	22,28
0,25	467,55	105,56	18,42
0,125	489,43	83,68	14,60
0,075	504,36	68,75	12,00

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
ZC2 CR3

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



DATI DI PROVA - ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

data di esecuzione: 22/06/2022
temperatura di prova (°C): 21,0

densimetro utilizzato: ASTM 151 H
massa terreno alla sedimentazione (g): 31,15

tempo (s)	ϕ equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
30	0,065	26	11,25
60	0,047	21,5	8,89
120	0,034	18,5	7,31
300	0,022	16	5,99
600	0,016	14,5	5,20
1200	0,011	12,5	4,15
2400	0,008	10	2,84
4800	0,006	9	2,31
14400	0,003	7,5	1,52
86400	0,001	6	0,73

*correzioni applicate:

$C_m = 0,5$
 $C_d = 5$
 $C_t = 0,9$

composizione granulometrica	
% ghiaia	55,1
% sabbia	32,9
% limo	9,9
% argilla	2,1

commessa:
141/22

settore:
04

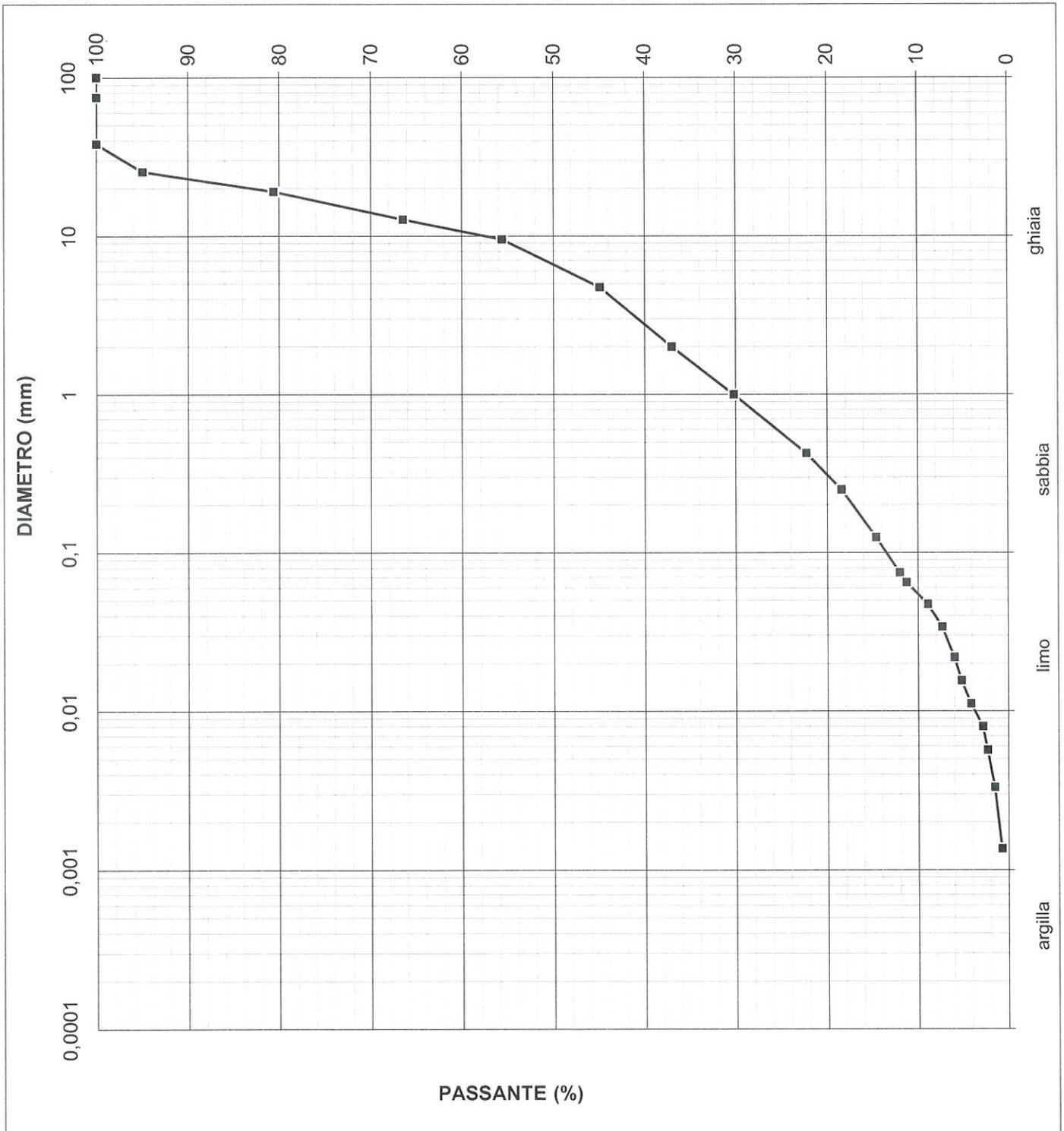
id. campione:
ZC2 CR3

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,
terre e rocce, in sito ed in laboratorio



commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
ZC2 CR3

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



COMMITTENTE: 3BA s.r.l.
LOCALITÀ: Cavaglià
CANTIERE: Cavaglià
Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: ZC3
CAMPIONE: CR1
PROFONDITÀ (m): 3,00
DATA PRELIEVO: 07/06/2022

ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)

DATI DI PROVA - SETACCIATURA

data di esecuzione: 22/06/2022

massa terreno setacciato (g): 416,92

ϕ / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
100	0,00	416,92	100,00
75	0,00	416,92	100,00
38,1	0,00	416,92	100,00
25,4	24,57	392,35	94,11
19,05	98,27	318,65	76,43
12,7	161,73	255,19	61,21
9,5	194,74	222,18	53,29
4,75	244,95	171,97	41,25
2	280,32	136,60	32,76
1	301,96	114,96	27,57
0,425	328,77	88,15	21,14
0,25	340,67	76,25	18,29
0,125	353,06	63,86	15,32
0,075	361,77	55,15	13,23

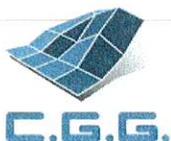
commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
ZC3 CR1

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



DATI DI PROVA - ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

data di esecuzione: 22/06/2022
temperatura di prova (°C): 21,0

densimetro utilizzato: ASTM 151 H
massa terreno alla sedimentazione (g): 36,51

tempo (s)	ϕ equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
30	0,064	27	12,61
60	0,046	24,5	11,20
120	0,033	21,5	9,51
300	0,022	18,5	7,82
600	0,015	16	6,41
1200	0,011	13,5	5,01
2400	0,008	11,5	3,88
4800	0,006	8,5	2,19
14400	0,003	7	1,35
86400	0,001	6	0,78

*correzioni applicate:

$C_m = 0,5$

$C_d = 5$

$C_t = 0,9$

composizione granulometrica	
% ghiaia	58,8
% sabbia	28,0
% limo	11,2
% argilla	2,0

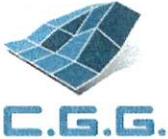
commessa:
141/22

settore:
04

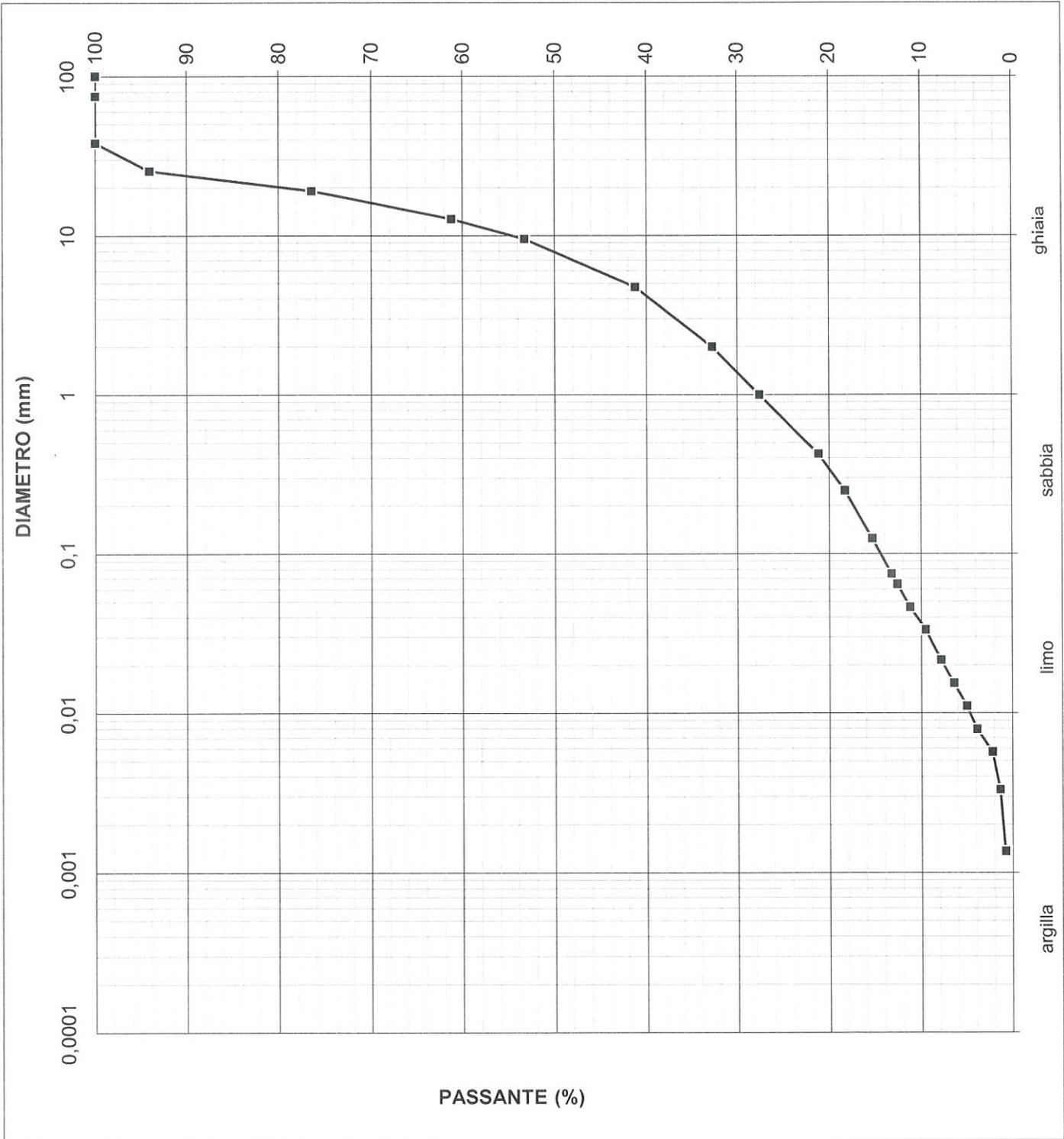
id. campione:
ZC3 CR1

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,
terre e rocce, in sito ed in laboratorio



commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
ZC3 CR1

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



COMMITTENTE: 3BA s.r.l.
LOCALITÀ: Cavaglià
CANTIERE: Cavaglià
Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: ZC3
CAMPIONE: CR2
PROFONDITÀ (m): 5,00
DATA PRELIEVO: 07/06/2022

ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)

DATI DI PROVA - SETACCIATURA

data di esecuzione: 22/06/2022

massa terreno setacciato (g): 594,94

ϕ / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
100	0,00	594,94	100,00
75	0,00	594,94	100,00
38,1	0,00	594,94	100,00
25,4	35,68	559,26	94,00
19,05	127,68	467,26	78,54
12,7	188,32	406,62	68,35
9,5	215,19	379,75	63,83
4,75	276,96	317,98	53,45
2	320,13	274,81	46,19
1	361,12	233,82	39,30
0,425	408,78	186,16	31,29
0,25	428,23	166,71	28,02
0,125	451,88	143,06	24,05
0,075	464,93	130,01	21,85

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
ZC3 CR2

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

DATI DI PROVA - ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

data di esecuzione: 22/06/2022
temperatura di prova (°C): 21,0

densimetro utilizzato: ASTM 151 H
massa terreno alla sedimentazione (g): 29,48

tempo (s)	∅ equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
30	0,065	25,5	21,24
60	0,047	22,5	18,19
120	0,034	20	15,65
300	0,022	18,5	14,13
600	0,015	16,5	12,09
1200	0,011	14	9,55
2400	0,008	12,5	8,02
4800	0,006	9,5	4,97
14400	0,003	7,5	2,94
86400	0,001	6	1,41

*correzioni applicate:

$C_m = 0,5$

$C_d = 5$

$C_t = 0,9$

composizione granulometrica	
% ghiaia	46,6
% sabbia	31,6
% limo	17,4
% argilla	4,5

commessa:
141/22

settore:
04

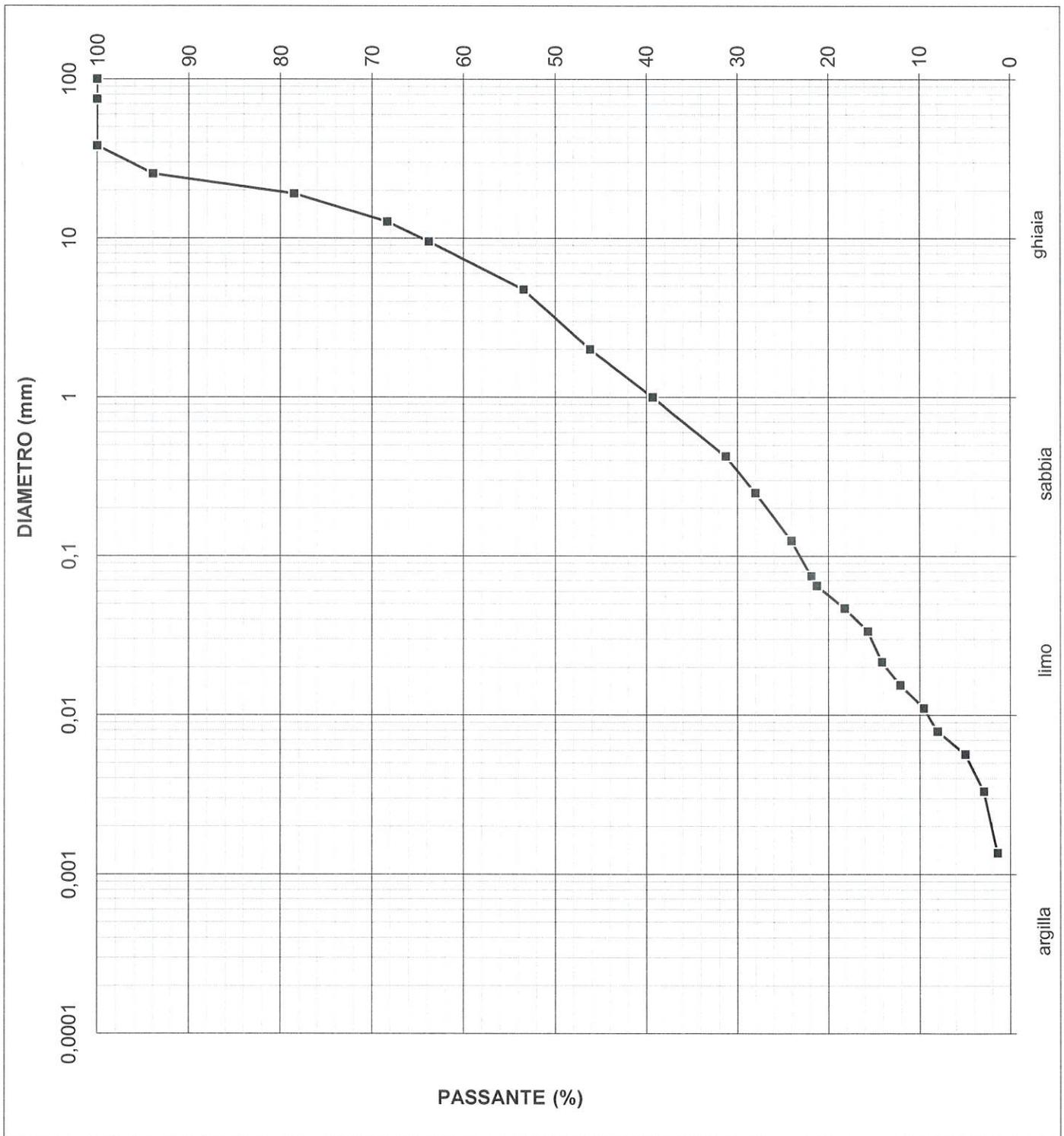
id. campione:
ZC3 CR2

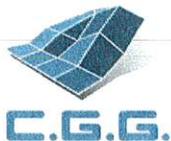
lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,
terre e rocce, in sito ed in laboratorio





COMMITTENTE: 3BA s.r.l.

LOCALITÀ: Cavaglià

CANTIERE: Cavaglià

Data di accettazione: 18/06/2022

SONDAGGIO: ZC3

CAMPIONE: CR3

PROFONDITÀ (m): 10,00

DATA PRELIEVO: 07/06/2022

ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D 422-63)

DATI DI PROVA - SETACCIATURA

data di esecuzione: 23/06/2022

massa terreno setacciato (g): 671,85

\varnothing / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
100	0,00	671,85	100,00
75	0,00	671,85	100,00
38,1	0,00	671,85	100,00
25,4	92,15	579,70	86,28
19,05	163,23	508,62	75,70
12,7	268,94	402,91	59,97
9,5	329,10	342,75	51,02
4,75	406,32	265,53	39,52
2	467,63	204,22	30,40
1	508,29	163,56	24,34
0,425	546,08	125,77	18,72
0,25	564,28	107,57	16,01
0,125	582,85	89,00	13,25
0,075	593,77	78,08	11,62

commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
ZC3 CR3

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli

DATI DI PROVA - ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

data di esecuzione: 23/06/2022
temperatura di prova (°C): 21,0

densimetro utilizzato: ASTM 151 H
massa terreno alla sedimentazione (g): 38,88

tempo (s)	∅ equivalente (mm)	lettura densimetrica*	passante (%)
30	0,066	23	11,22
60	0,047	22	10,61
120	0,034	19,5	9,09
300	0,022	17,5	7,87
600	0,016	14,5	6,04
1200	0,011	12,5	4,82
2400	0,008	11	3,90
4800	0,006	9,5	2,98
14400	0,003	8	2,07
86400	0,001	7,5	1,76

*correzioni applicate:

$C_m = 0,5$

$C_d = 5$

$C_t = 0,9$

composizione granulometrica	
% ghiaia	60,5
% sabbia	27,9
% limo	8,9
% argilla	2,8

commessa:
141/22

settore:
04

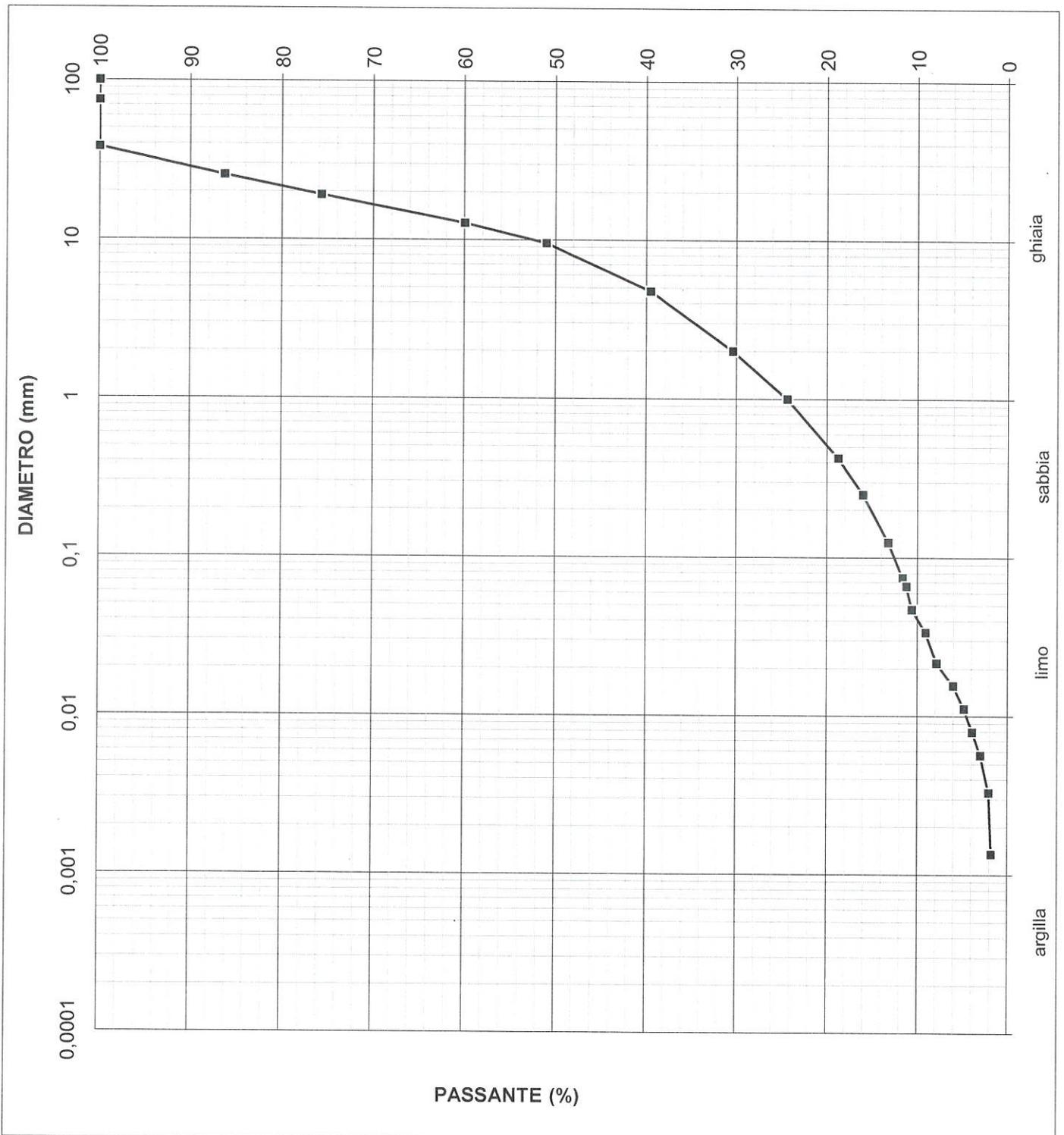
id. campione:
ZC3 CR3

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli



C.G.G. S.r.l. con sistema qualità ISO 9001:2015
Certificato Bureau Veritas Italia S.p.A.
Laboratorio autorizzato dal Min. Infrastrutture e Trasporti
Prove e controlli su materiali e prodotti da costruzione,
terre e rocce, in sito ed in laboratorio



commessa:
141/22

settore:
04

id. campione:
ZC3 CR3

lo sperimentatore:
Dott. Massimo Maugeri

il direttore del Laboratorio:
Dott. Massimiliano Galli