

**Comune di San Pietro Mosezzo
Provincia di Novara****Ambito Sud
Piano Esecutivo Convenzionato**

In recepimento della DCC n. 22 del 24.10.2022, recante “*Interpretazione autentica della norma urbanistica ai sensi dell'art. 42, co. 2, lett. b), del Decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 267, e s.m.i. e modifica al PRGC ai sensi dell'art. 17, co. 12, lett. a), Legge Regionale Piemonte 5 dicembre 1977 n. 56 e s.m.i.*”

Relazione Geologica**Elaborato 21P23-D-00-AU-026-RR-00**

00	13/10/2022	Emissione per PEC		MS	GA	GA
REV.	DATE	DESCRIPTION	PAGES	PREPARED BY	CHECKED BY	AUTHORIZED BY

Relazione Geologica



Comune di San Pietro Mosezzo (NO)

Dott. Geol. Gabriele Anselmi

Rev. 00 – 13 ottobre 2022

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	6
5	CARTA DI SINTESI GEOMORFOLOGICA E IDONEITA' ALL'USO URBANO	11
6	VINCOLO IDROGEOLOGICO	14
7	DIRETTIVA ALLUVIONI E PAI	15
8	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	17
8.1	Caratterizzazione idrogeologica generale	18
9	FONTANILI	20
10	CAMPAGNA D'INDAGINE	22
10.1	Stratigrafia di riferimento	24
10.1.1	Pozzetti esplorativi	25
10.1.2	Prelievo campioni	27
10.2	Prove di permeabilità	27
11	SISMICITA'	32
11.1	Analisi geofisica e caratterizzazione sismica- MASW	32
11.1.1	Risultati stendimento M.A.S.W.	32
11.1.2	Categoria di sottosuolo e categoria topografica	35
11.2	Zona sismica	37
12	LIQUEFAZIONE	42
13	CONCLUSIONI	44
	ALLEGATO-1-CAMPAGNA D'INDAGINE	45

1 INTRODUZIONE

La presente relazione è stata redatta al fine di definire le caratteristiche geologiche, idrogeologiche e geomorfologiche, ubicata nel Comune di San Pietro Mosezzo presso Strada Biandrate.



Figura 1: Area d'interesse indicata dall'ovale rosso.

Questa relazione ottempera a quanto richiesto dalle norme del D.M. 17-01-2018 "Norme Tecniche delle Costruzioni"

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

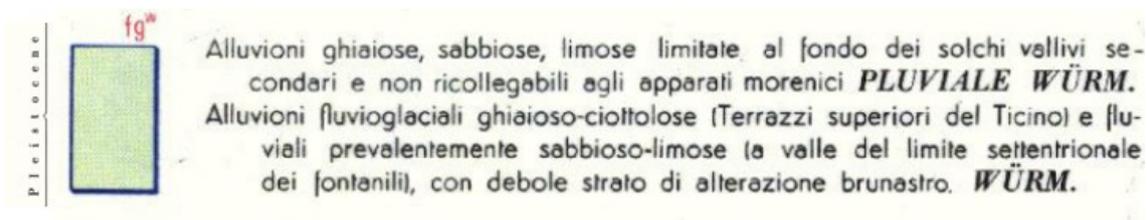
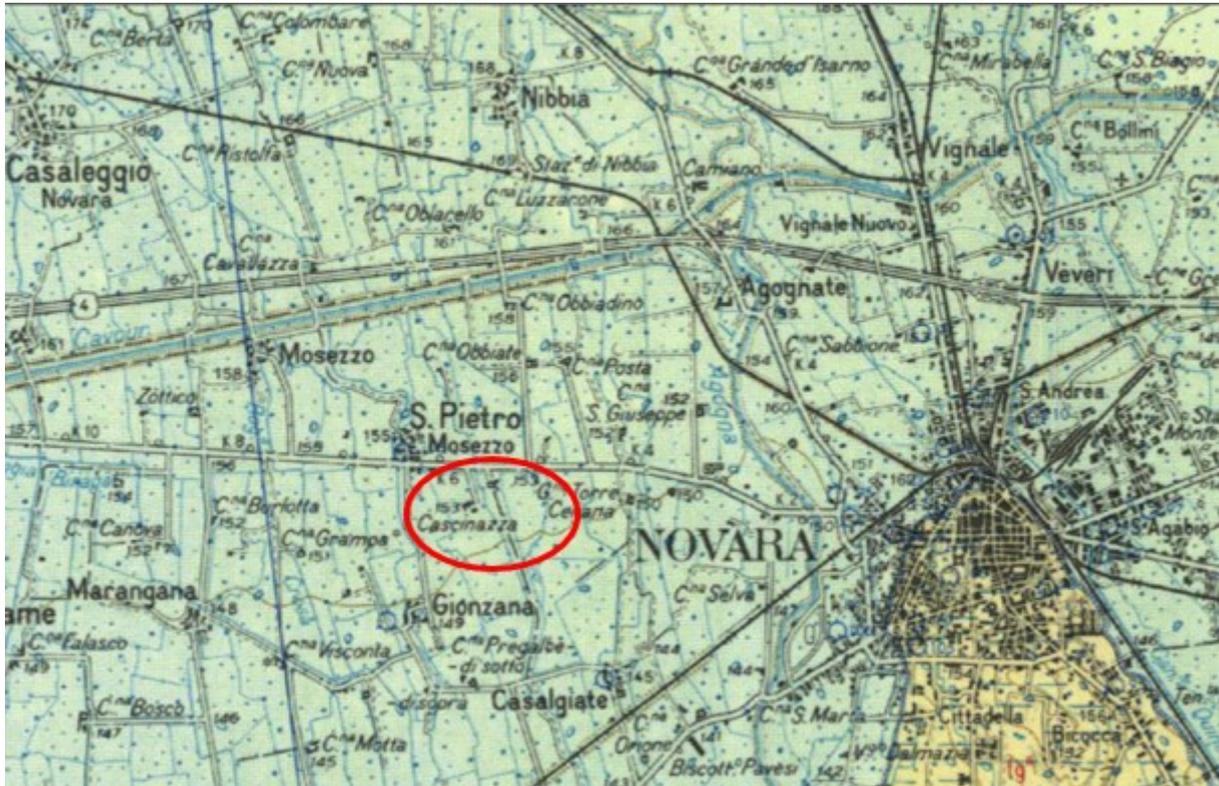
- **D.g.r. 30 marzo 2016** - n. X/5001 - Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. 33/2015).
- **D.G.R. 21 maggio 2014**, n. 65-7656 – Individuazione dell'ufficio tecnico regionale ai sensi del D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 e ulteriori modifiche e integrazioni alle procedure attuative di gestione e controllo delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico approvate con D.G.R. 12 dicembre 2011, n. 4-3084.
- **D.G.R. 19 gennaio 2010**, n. 11-13058 - Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006).
- **Circ. Min. 10/04/1997** n. 65: "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16/01/1996".
- **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.
- **D.M. 17.01.2018**: Norme Tecniche per le Costruzioni.

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- Comune di San Pietro Mosezzo (NO): Piano Regolatore Generale Comunale (PRGC):
 - PRGC approvato con DGR 31-11859 del 28.07.2009 modificato con DGR n.37-3747 del 27.04.2012
 - Variante parziale n.1 approvata con DCC n. 23 del 20.07.2011
 - Variante parziale n. 2 approvata con DCC n. 28 del 29.07.2015
 - Adeguamento cartografico approvato con DCC n. 33 del 22.07.2016
 - Variante parziale n. 3 approvata con DCC n .17 del 30.04.2021 – BUR n. 25 del 23.06.2021.

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Nella seguente figura è rappresentata l'area d'interesse nella "Carta Geologica d'Italia", Foglio 44 Novara, in scala 1:100.000.



Litologia di superficie



Figura 2: "Carta Geologica d'Italia", Foglio 44 Novara, in scala 1:100.000 con relativa legenda.

Dal Foglio 44 Novara della "Carta Geologica d'Italia" si deduce che il sito d'interesse è caratterizzato dall'unità "fg^w" (Pleistocene) di cui si riporta la descrizione seguente: "Alluvioni ghiaiose, sabbiose e limitatamente limose al fondo dei solchi vallivi secondari e non ricollegabili agli apparati morenici **Pluviale Würm**. Alluvioni fluvioglaciali ghiaioso-ciottolose (Terrazzi superiori del Ticino" e fluviali prevalentemente sabbioso-limose (a valle del limite settentrionale dei fontanili) con debole strato di alterazione brunastro. **Würm**."

Dal punto di vista geomorfologico, il territorio del Comune di San Pietro Mosezzo (NO) fa parte della pianura novarese caratterizzata dalla presenza di depositi fluvioglaciali e fluviali di età quaternaria (Pleistocene-Olocene). Questi depositi derivano dal rimaneggiamento dei più antichi depositi glaciali, avvenuto durante i periodi interglaciali. La morfologia dell'area è strettamente connessa al fenomeno di deposizione sedimentaria e ai fenomeni di erosione che si sono verificati durante i periodi glaciale e interglaciale.

La figura seguente riporta la Tavola ATG01 "Carta geologica e geomorfologica" (settembre 2006), in scala 1: 10.000, contenuta nel PRGC del Comune di San Pietro Mosezzo (NO).



Figura 3: Tavola ATG01 "Carta geologica e geomorfologica" (settembre 2006), in scala 1: 10.000, contenuta nel PRGC del Comune di San Pietro Mosezzo (NO).

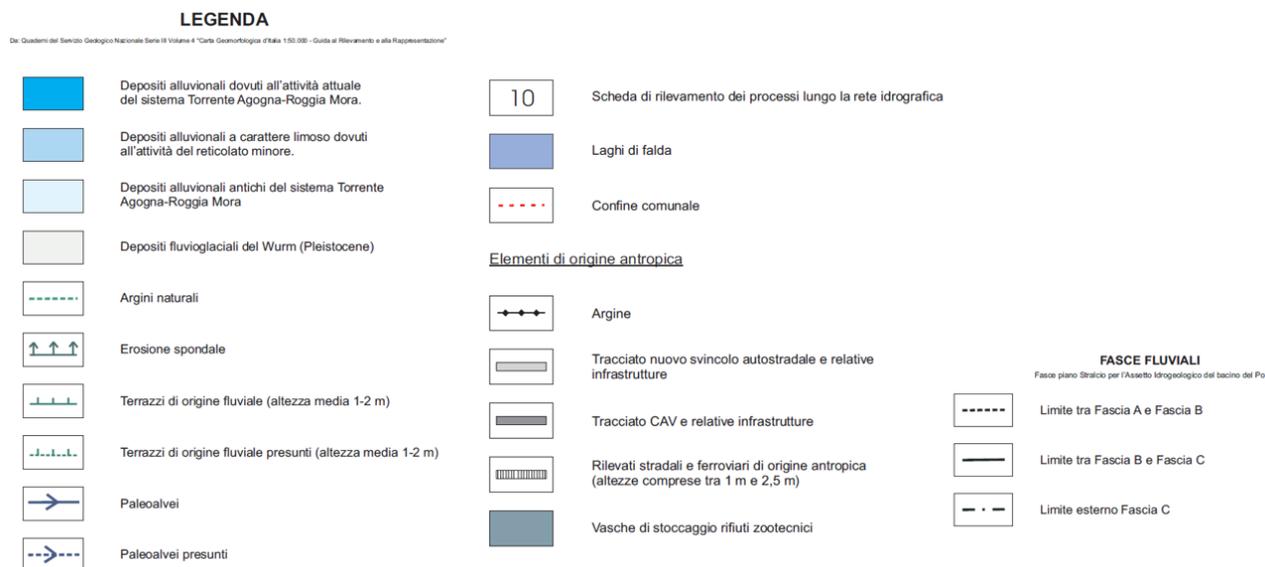


Figura 4: Legenda della Tavola ATG01 "Carta geologica e geomorfologica" (settembre 2006), in scala 1: 10.000, contenuta nel PRGC del Comune di San Pietro Mosezzo (NO).

Dalla mappa riportata sopra si può dedurre che l'area è caratterizzata da "depositi fluvioglaciali del Würm (Pleistocene)". Dalla mappa risulta che nell'area non vi è presenza di terrazzi fluviali o antichi fiumi (anche presunti).

Nella figura seguente è riportata la Tavola ATG07 "Carta Litotecnica" (settembre 2006), in scala 1: 20.000 ", contenuta nel PRGC del Comune di San Pietro Mosezzo (NO), che individua le aree omogenee nell'area comunale per quanto riguarda l'aspetto geologico-tecnico.



Depositi superficiali di tipo prevalentemente limoso legati ai fenomeni di tracimazione e allagamento del reticolato idrografico minore. Terreni superficiali mediamente caratterizzati da scadenti proprietà geologico-tecniche.



Aree di pianura caratterizzate da materiali granulari sciolti o poco addensati a prevalenza ghiaioso-sabbiosa. Falda prossima al piano campagna. Terreni con proprietà geologico-tecniche mediamente buone.



Confine Comunale

Figura 5: Mappa ATG07 "Carta litotecnica" (settembre 2006), in scala 1: 20.000, contenuta nel PRGC del Comune di San Pietro Mosezzo (NO) con relativa legenda.

Dalla precedente tavola si evince che l'area di interesse è caratterizzata da materiali granulari sciolti o leggermente ispessiti con prevalenza ghiaiosa-sabbiosa.

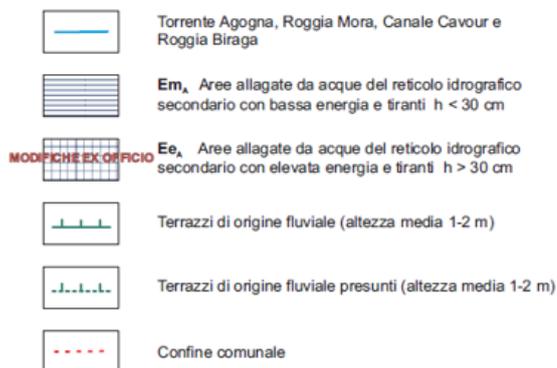
L'elevazione dell'area di interesse ha valori che variano da 153 m fino a 148 m s.m con una soggiacenza della falda che si colloca in quota assoluta a circa -1,5 m da p.c. attuale

5 CARTA DI SINTESI GEOMORFOLOGICA E IDONEITA' ALL'USO URBANO

Di seguito è riportata la Tavola ATG 06 "Carta di sintesi geomorfologica e idoneità all'uso urbano" (ottobre 2009), in scala 1: 10.000, del PRGC del Comune di San Pietro Mosezzo (NO).



Figura 6: Tavola ATG 06 "Mappa della sintesi geomorfologica e idoneità all'uso urbano" (ottobre 2009), in scala 1: 10.000, del PRGC del Comune di San Pietro Mosezzo (NO) e l'area di interesse evidenziata



CLASSE IId: Porzioni di territorio dove le moderate condizioni di pericolosità geomorfologica pongono alcune limitazioni alle scelte urbanistiche. Aree potenzialmente esondabili da acque di bassa energia con altezze dei tiranti note ≤ 30 cm. Per le stesse aree valgono le limitazioni legate alla superficialità della falda. Ex officio inserita la seguente prescrizione anche se diversamente rappresentate le aree poste a SW della loc. Mosezzo interessate da allagamenti del reticolo idrografico secondario caratterizzato da bassa energia e tiranti minori di 30 cm come individuato sulla tavola ATG04 devono intendersi ascritte alla Classe IId

Edificabile con prescrizioni nel rispetto delle indicazioni del D.M. 11/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni", con attenzione alle possibili cause di allagamento e alla previsione di modesti accorgimenti da attuare su singolo lotto senza comportare peggioramento nelle aree circostanti. Sono vietati coperture e tombature del reticolato idrografico, locali interrati ed il primo piano abitativo deve essere posto a quote maggiori dei livelli di riferimento. (Art. 4.4.6 delle N.d.A. e Art.7 di ATGb)

Figura 7: Legenda della mappa ATG 06 "Mappa della sintesi geomorfologica e idoneità all'uso urbano" (ottobre 2009), in scala 1: 10.000, contenuta nel PRGC del Comune di San Pietro Mosezzo (NO).

L'area è inclusa in "Classe IId". Di seguito viene riportata la descrizione in riferimento alla Classe IIa, contenuta nel documento "Norme geologiche di Piano" contenuta nel PRGC del Comune di San Pietro Mosezzo (NO).

Art.6- Classe II sottoclasse d

Porzioni di territorio caratterizzate da condizioni di moderata pericolosità geomorfologica (Ema). Aree potenzialmente allagabili per fenomeni di tracimazione del reticolato idrografico,

eventualmente associate a possibili rigurgiti della rete fognaria. Aree riportate dalla Banca Dati geologici.

In particolare, per il territorio in oggetto la Classe IIId individua le aree potenzialmente soggette ad allagamenti a causa di acque caratterizzate da bassa energia con altezze dei tiranti note minori o uguali a 30 cm.

Per le stesse aree valgono le limitazioni legate alla superficialità della falda, che caratterizza tutto il territorio comunale.

Le aree ricadenti nel seguente ambito risultano fruibili dal punto di vista urbanistico con prescrizioni. A questo riguardo ogni intervento dovrà essere eseguito prevedendo in fase di progettazione la caratterizzazione di tipo geomorfologico, geotecnico, idrologico, idraulico, secondo le indicazioni del

D.M. 14/09/2005 “Norme tecniche per le costruzioni – cap. 7: Norme per le opere interagenti con i terreni e con le rocce, per gli interventi nei terreni e per la sicurezza”, con particolare attenzione all’individuazione delle possibili cause di allagamento, ed alla previsione di quei modesti accorgimenti (quali riquotature del p.c., sistemazioni del reticolato idrografico secondario), da attuare sul singolo lotto, senza che ciò comporti peggioramento nelle aree circostanti.

Saranno in particolare vietati:

- *coperture e tombature del reticolato idrografico secondario*
- *costruzione di locali interrati.*

Tali aree sono inoltre edificabili a condizione che il primo piano abitato sia posto a quote maggiori dei livelli di riferimento.”

6 VINCOLO IDROGEOLOGICO

Di seguito è riportata la mappa del vincolo idrogeologico (versione 2016), in scala 1: 10.000, disponibile online presso il Geoportale della Regione Piemonte.

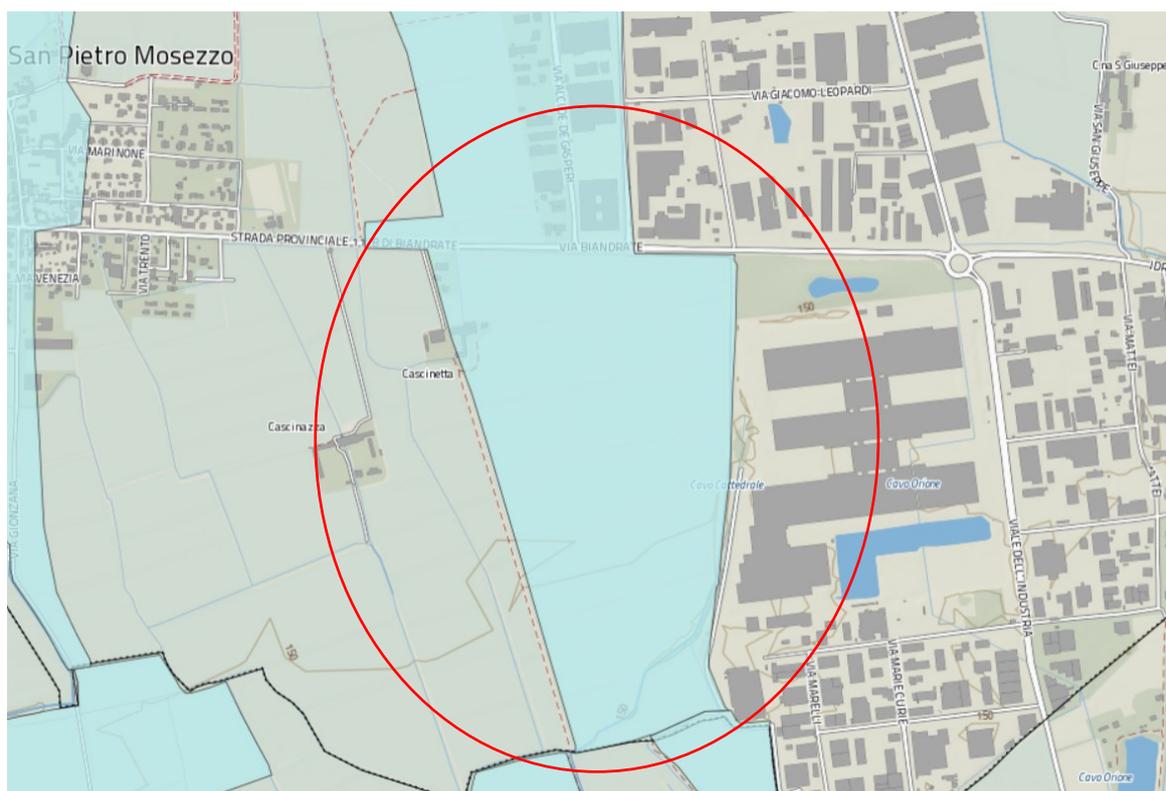


Figura 8: mappa del vincolo idrogeologico (versione 2016), in scala 1: 10.000, disponibile online presso il Geoportale della Regione Piemonte, la legenda relativa e l'area di interesse sono evidenziate con un cerchio rosso.

Dalla mappa risulta che l'area di interesse non è soggetta a vincolo idrogeologico.

7 DIRETTIVA ALLUVIONI E PAI

Di seguito viene mostrata la mappa del rischio di pericolo e alluvione secondo la Direttiva Alluvione 2007/60 / CE (revisione 2015) dell'area di interesse. Questa mappa è stata presa dal Geoportale della Regione Piemonte, disponibile online. Dalla carta sottostante si evince che l'area ricade in pericolosità di alluvioni scarsa (tr.500 anni).



SCENARI DI ALLUVIONE

- Probabilità di alluvioni elevata (tr. 20/50) (H-Frequente)
- Probabilità di alluvioni media (tr. 100/200) (M-Poco frequente)
- Probabilità di alluvioni scarsa (tr. 500) (L-Rara)
- Limiti comunali

Delimitazione delle fasce fluviali relative al "Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF)"

- limite (*) tra la Fascia A e la Fascia B
- limite (*) tra la Fascia B e la Fascia C
- limite (*) esterno della Fascia C

Figura 9: "Mappa del pericolo" e "Mappa del rischio", Direttiva Alluvioni 2007/60 / CE (revisione 2015), in scala 1: 10.000, dal Geoportale della Regione Piemonte, con relativa legenda ed è indicare l'area di interesse

Dalle "Carte di pericolosità alluvione" della Direttiva Alluvioni, il sito di interesse è soggetto a rischio di alluvione o di pericolosità alluvione scarsa.

Geoidrogeologica"), si può desumere che il livello di falda nell'area d'interesse si trova approssimativamente-1,5 m e -2 m dal livello del suolo.

Quanto appena definito è confermato dalle indagini geognostiche (pozzetti esplorativi) condotte sul sito, dove la falda freatica è stata trovata a **1.50-2.00m** dal livello del suolo. La falda si trova ubicata al disotto di uno strato di limi argillosi che la confinano negli strati incoerenti sottostanti.

8.1 CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA GENERALE

Di seguito è riportata la sezione Sezione geologica-stratigrafica (2) che attraversa l'area di interesse, contenuta nel "Rapporto geologico-tecnico" del PRGC del Comune di San Pietro Mosezzo (NO).

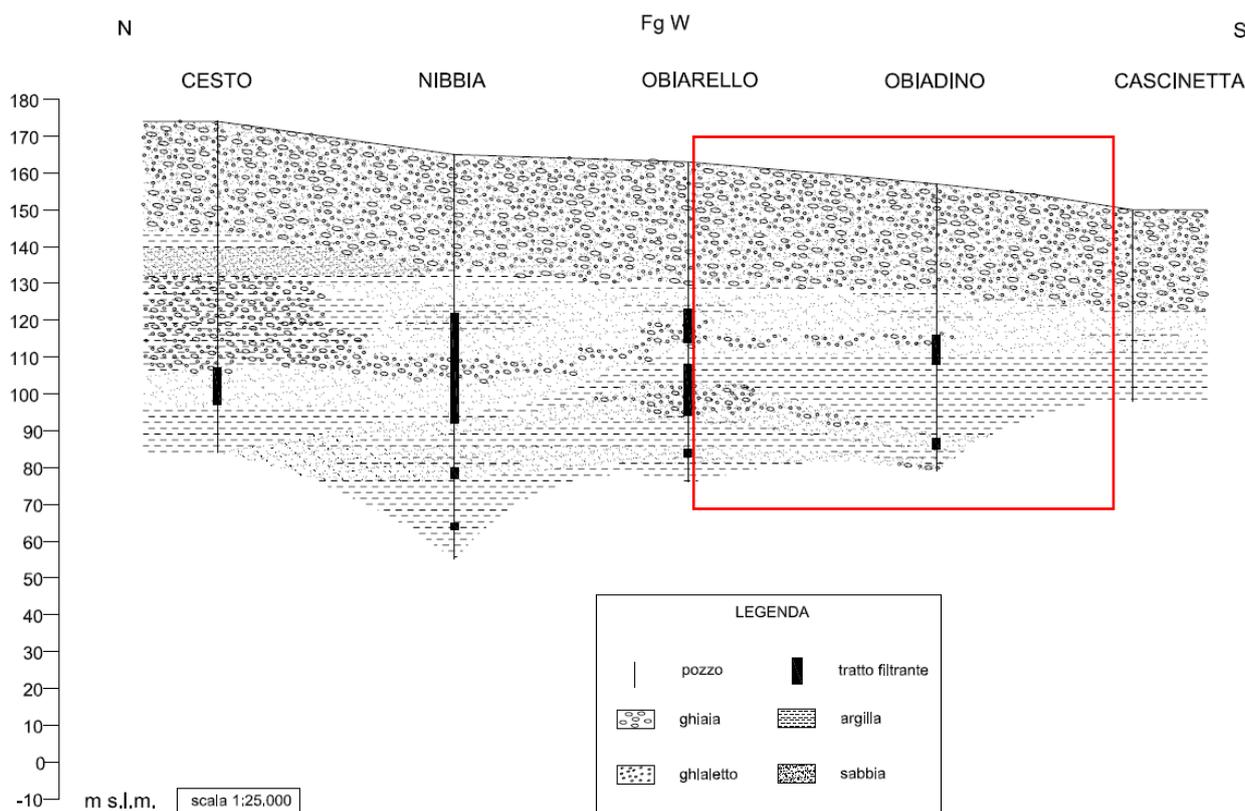


Figura 11: Sezione 2, in scala 1: 25.000, contenuta nel PRG del Comune di San Pietro Mosezzo (NO) e che attraversa l'area di interesse.

Dal punto di vista idrogeologico, la stratigrafia sopra illustrata definisce la presenza di:

- Una falda freatica strettamente legata alla morfologia superficiale e alla comunicazione idraulica con livelli di acquiferi sottostanti. Queste falde acquifere sono in prevalenza nelle unità ghiaiose appartenenti ad antichi depositi quaternari (Fg Riss-Mindel). Questa prima unità idrogeologica risulta essere la più esposta ai possibili fenomeni di contaminazione.

- un secondo complesso con livelli di falda in pressione, mediamente caratterizzato da una minore conducibilità idraulica rispetto ai livelli del primo orizzonte. La particolarità di questo acquifero sarebbe il grado di confinamento, evidenziato anche dal chimismo e dal livello piezometrico.

9 FONTANILI

Il comune di San Pietro Mosezzo (NO) è caratterizzato dalla presenza di sorgenti strettamente correlate all'idrografia di superficie. Di seguito è riportata la Mappa ATG 02 "Dinamica torrenziale e rete idrografica" (settembre 2006), in scala 1: 10.000, contenuta nel PRGC del Comune di San Pietro Mosezzo (NO).

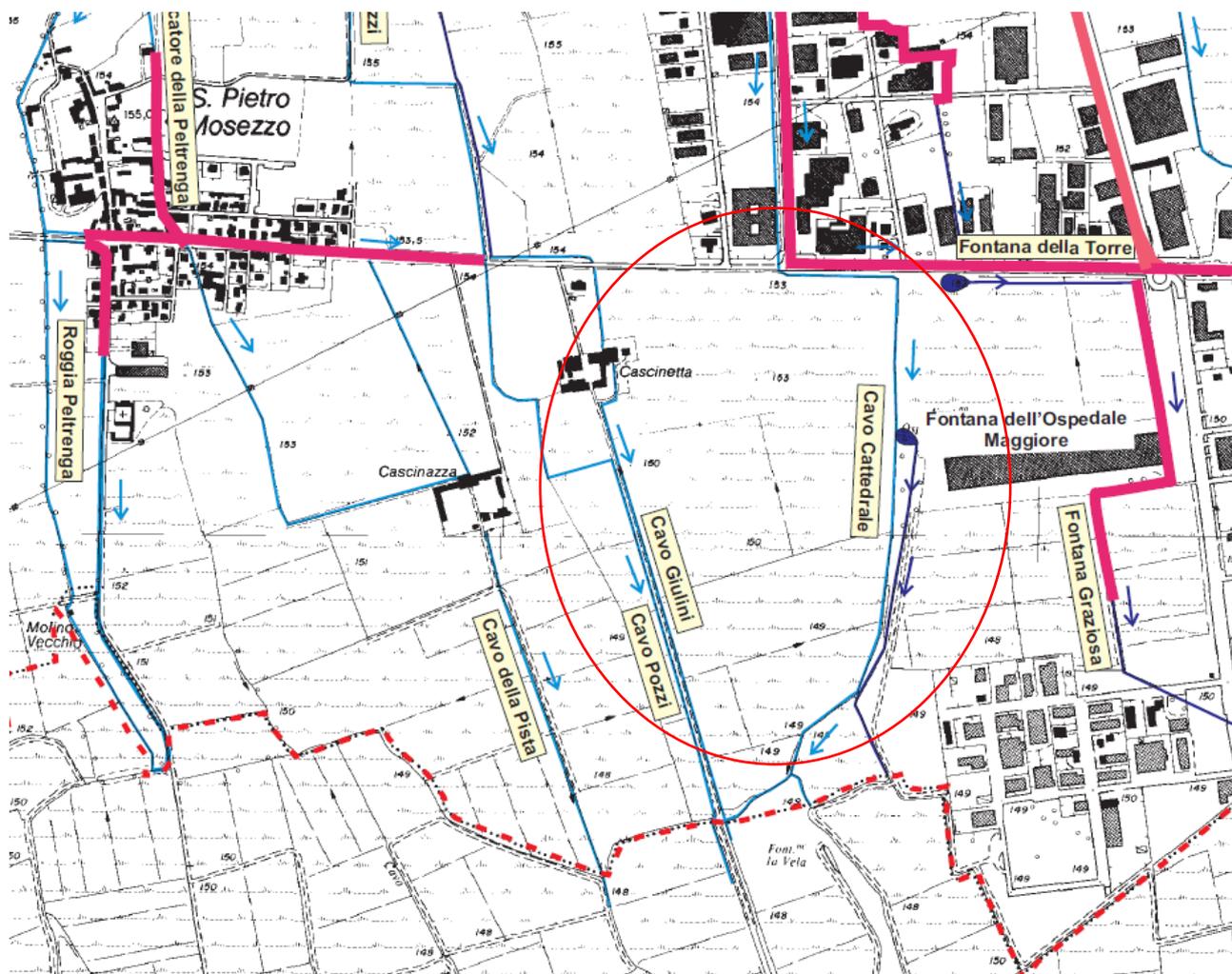


Figura 12: Mappa ATG 02 "Reticolo torrentizio e rete idrografica" (settembre 2006), in scala 1: 10.000, contenute nel PRGC del Comune di San Pietro Mosezzo (NO).

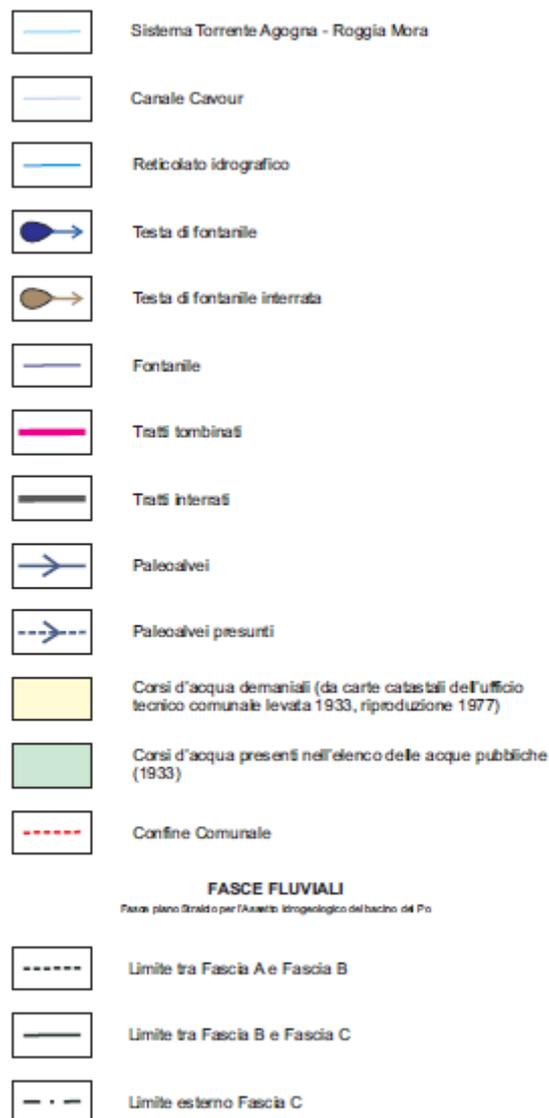


Figura 13: Legenda della tavola ATG 02 "Dinamica torrenziale e rete idrografica" (settembre 2006).

Nella carta sopra riportata sono mappate le sorgenti ("fontanili") di tutto il territorio comunale. Da questa tavola si evince che è presente un fontanile denominato "Fontana dell'Ospedale Maggiore" vicino al perimetro nordest della zona d' interesse ma che non risulta incluso all'interno nell'area di studio. L'area inoltre è perimetrata a da N-NO dal "Cavo Giulini" e a N-NE dal "Cavo Cattedrale"

10 CAMPAGNA D'INDAGINE

Per lo studio delle caratteristiche dei terreni presenti sul sito e dei relativi parametri geotecnici, sono state effettuate le seguenti indagini:

- n.6 prove penetrometriche del tipo Dynamic Penetration Super Heavy (DPSH)
- N.2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (S1-S2).
- n.5 prove penetrometriche statiche CPT meccaniche
- n.5 pozzetti esplorativi spinti alla profondità massima di 2,50m da p.c
- n.1 prove sismica MASW di 55 m di lunghezza

Di seguito è riportata l'ubicazione delle indagini eseguite in sito.

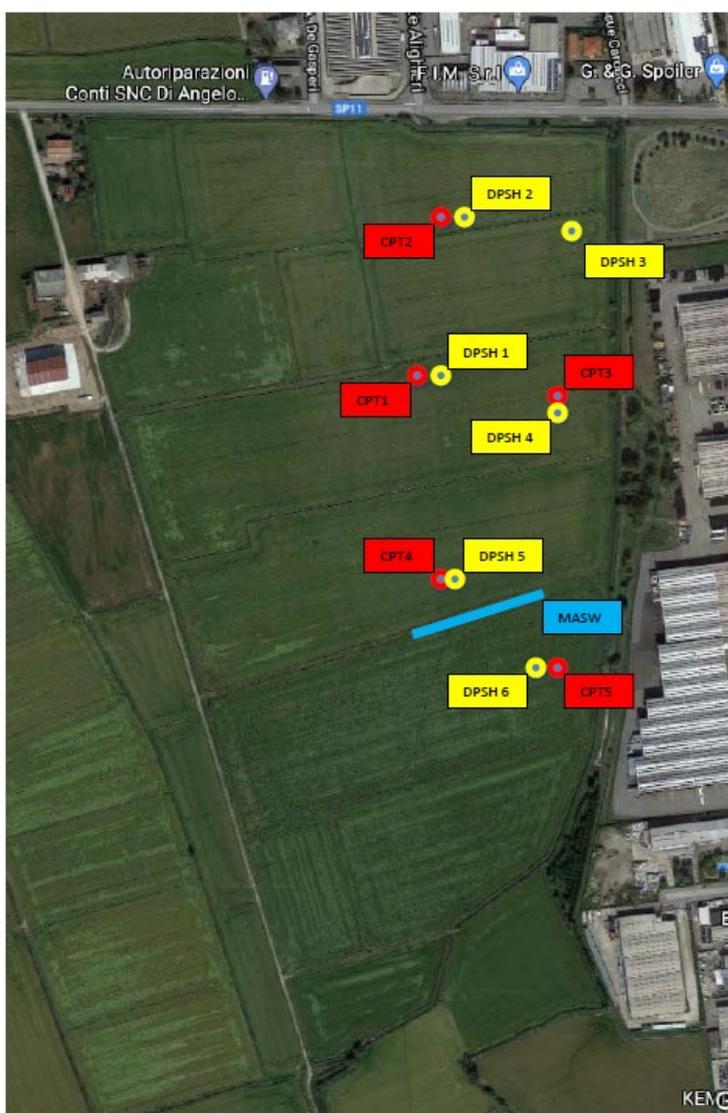


Figura 14: ubicazione indagini.

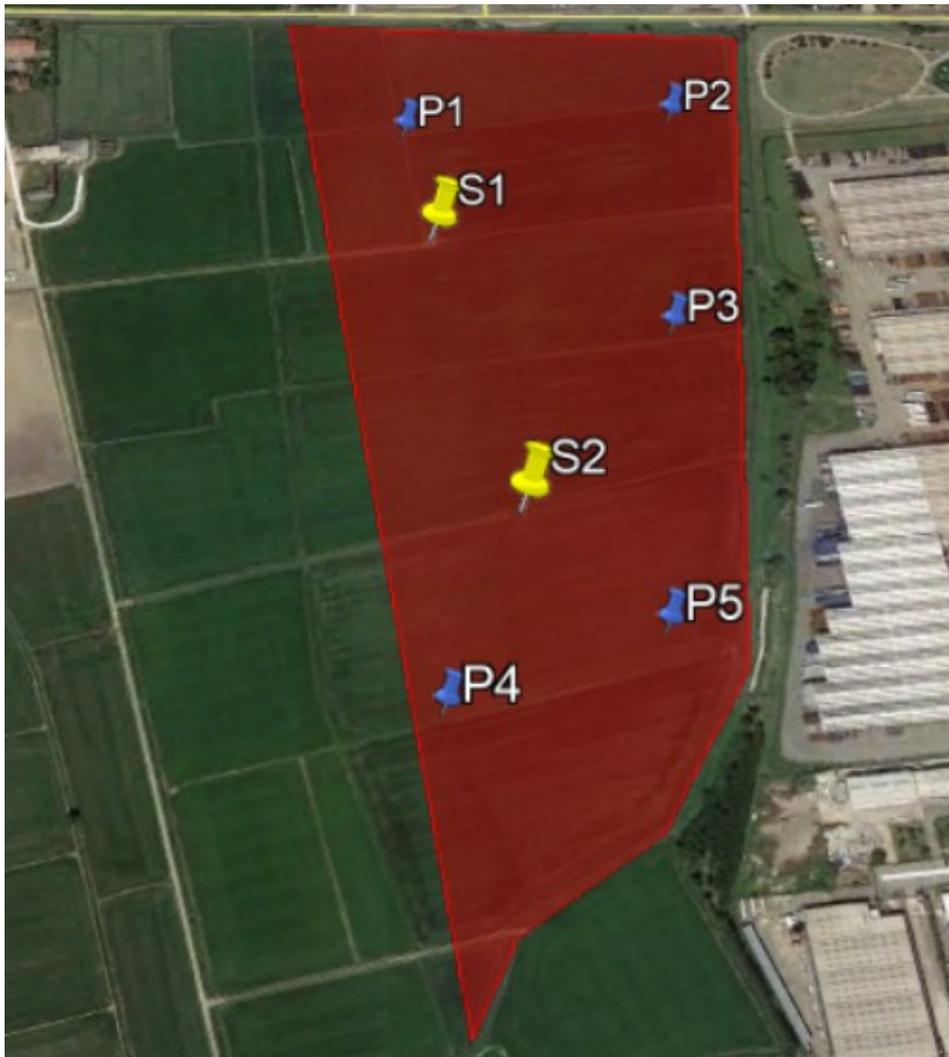


Figura 15: ubicazione pozzetti esplorativi e sondaggi a carotaggio continuo

La falda freatica durante la campagna di indagine è stata trovata a -1.50-2 m da piano campagna.

Per effettuare le indagini ambientali sono stati prelevati campioni di suolo.

10.1 STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO

Sulla base dei risultati dei test in situ è stata definita la seguente stratigrafia di riferimento per l'area di interesse.

Strato	Profondità [m]	Litologia
1	0-0.30	Terreno di coltivo o di riporto
2	0.30-1.80-2.0	Sabbie con ghiaia e limo argilloso-sabbioso di colore grigio-bluastro con, verso la base, locali ciottoli arrotondati poligenici ed eterometrici diam. max. 4-6cm
3	>1.80-2.0	Ghiaie e sabbie con ciottoli poligenici ed eterogenei sub-arrotondati (diam.max. 10 cm) in materiale di intasamento fine argilloso-limoso di colore marrone e marrone grigiastro più o meno abbondante.

Tabella 1:Stratigrafia di riferimento

Dalle stratigrafie dei pozzetti esplorativi eseguiti e dalle risultanze delle indagini DPSH si evince inoltre che:

- Lo strato 2 continuo di limo argilloso va da uno spessore minimi di 0.3m a un massimo di 1.50m.
- Lo strato 3 presenta localmente lenti di sabbia fine grigia maggiormente grossolana con la profondità
- Nel pozzetto P4 è presente un notevole spessore (1.50m) di limo argilloso grigio-bruno

La falda rilevata durante la campagna di indagine è tra le quote 1.20 e 2.50m da p.c. L'approfondimento della tavola d'acqua è dal pozzetto P1 (falda 1.20m da p.c) al P4 (falda 2.50m da p.c)

10.1.1 Pozzetti esplorativi

Per definire le caratteristiche geotecniche dell'area sono state realizzate n. 5 pozzetti esplorativi.

Nella tabella seguente sono riportate le stratigrafie dei pozzetti.

Pozzetto P1

P1 Falda:1.20 m da p.c	
Profondità [m]	Stratigrafia
0.0-0.50	Terreno vegetale limoso di colore bruno
0.30-1.50	Ghiaia eterometrica con sabbia di colore grigio con presenza di ciottoli di diam.max 2-3cm

Pozzetto P2

P2 Falda: 1.80	
Profondità [m]	Stratigrafia
0.0-0.30	Terreno coltivo limoso-argilloso di colore marrone-grigiastro.
0.30-1.10	Limo argilloso-sabbioso di colore marrone con rari ciottoli
1.10-1.80	Ghiaia eterometrica con sabbia di colore grigio con presenza di ciottoli di diam.max 2-3cm

Pozzetto P3

P3 Falda: 2.00m da p.c	
Profondità [m]	Stratigrafia
0-0.30	Terreno coltivo limoso-argilloso di colore marrone-grigiastro.
0.30-0.60	Limo sabbioso di colore grigio-marrone

0.60-2.00	Ghiaie e sabbie da fini a medie in abbondante matrice fine limosa di colore grigiastro e ciottoli arrotondati poligenici ed eterometrici diam. max 5-7cm. Presenza di una locale lente di sabbia debolmente limose da medie a grossolane.
-----------	---

P4 Falda: 2.50m da p.c	
Profondità [m]	Stratigrafia
0.0-0.30	Terreno coltivo limoso-argilloso di colore marrone-grigiastro.
0.30-1.80	Limo argilloso grigio-bruno, poco sabbioso
1.80-2.50	Ghiaie e sabbie da fini a medie in abbondante matrice fine limosa di colore grigiastro e ciottoli arrotondati poligenici ed eterometrici diam. max 5-7cm. Presenza di una locale lente di sabbia debolmente limose da medie a grossolane.

P5 Falda: 2.10m da p.c	
Profondità [m]	Stratigrafia
0.0-0.30	Terreno coltivo limoso-argilloso di colore marrone-grigiastro.
0.30-0.90	Limo sabbioso marrone grigio, con rari ciottoli
0.90-2.10	Ghiaie e sabbie da fini a medie in abbondante matrice fine limosa di colore grigiastro e ciottoli arrotondati poligenici ed eterometrici diam. max 5-7cm. Presenza di una locale lente di sabbia debolmente limose da medie a grossolane.

10.1.2 *Prelievo campioni*

Di seguito si riporta la tabella sinottica dei campioni prelevati in sito nei pozzetti esplorativi, eseguiti durante la campagna d'indagine.

Campione	Profondità [m]
Pozzetto 1	1.00
Pozzetto 2	1.00
Pozzetto 3	1.00
Pozzetto 4	1.00
C1-P1	0.70-1.00
C1-P2	0.70-1.00
C1-P3	0.40-0.60
C1-P4	1.00
C1-P5	0.30-0.90
C2-P2	0.70-1.00
C2-P3	0.30-0.9
C2-P3	0.40-0,6
C2-P4	1.00

10.2 PROVE DI PERMEABILITÀ

Di seguito si riportano le prove di permeabilità eseguite con la planimetria dei punti di indagine.

Nei punti di indagine sono stati installati n. 3 piezometri.

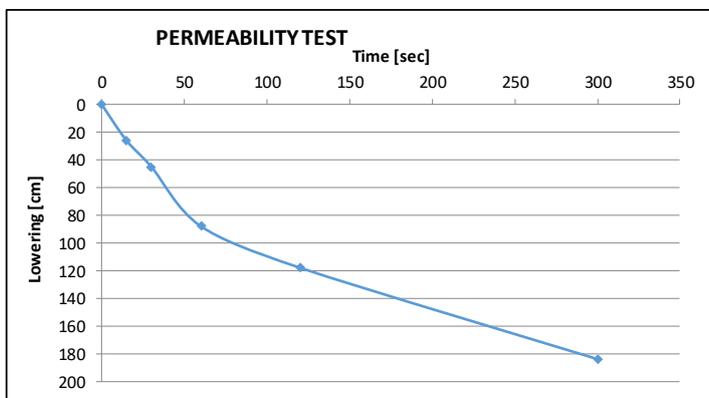
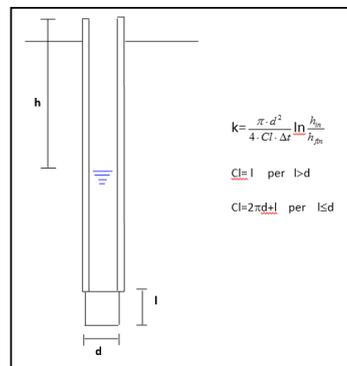
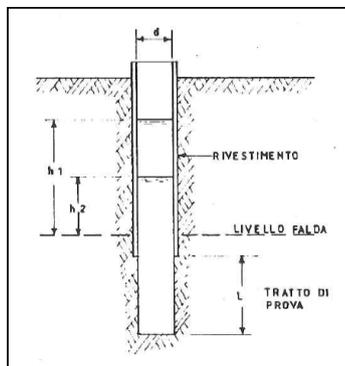
PERMEABILITY TEST

Borehole: **PL3-bis**
 Test depth: -1.5
 WT level: -1.75

d	10	[cm]
Area	78.5	[cm ²]
L	50	[cm]
C	50.0	[cm]
t_{in}	0	[sec]
t_{fin}	300	[sec]
h₁	190	[cm]
h₂	6	[cm]

k=	1.81E-02	[cm/sec]
	1.81E-04	[m/sec]

time [sec]	lowering [cm]	level [cm]
0	0	190
15	26	164
30	45	145
60	88	102
120	118	72
300	184	6



11 SISMICITA'

11.1 ANALISI GEOFISICA E CARATTERIZZAZIONE SISMICA- MASW

L'acquisizione di campagna è stata condotta con il sismografo Pasi modello Gea 24 con possibilità di stack degli impulsi sismici, filtraggio digitale programmabile (per la riduzione dei rumori) e guadagno automatico del segnale (in ampiezza), geofoni verticali da 4.5 Hz spazati di 5m con offset a 5m di distanza dal primo geofono e dall'ultimo geofono, l'energizzazione è avvenuta tramite mazza del peso di 10 Kg.

Per avere un'approfondita Analisi Multicanale delle Onde di Superficie (M.A.S.W.), il dataset è stato ottenuto mediante le seguenti modalità di acquisizione:

- Dataset Onde Rayleigh componente verticale (ZVF)
 - 12 geofoni verticali da 4.5 Hz
 - Energizzazione verticale su piastra quadrata in lega di alluminio

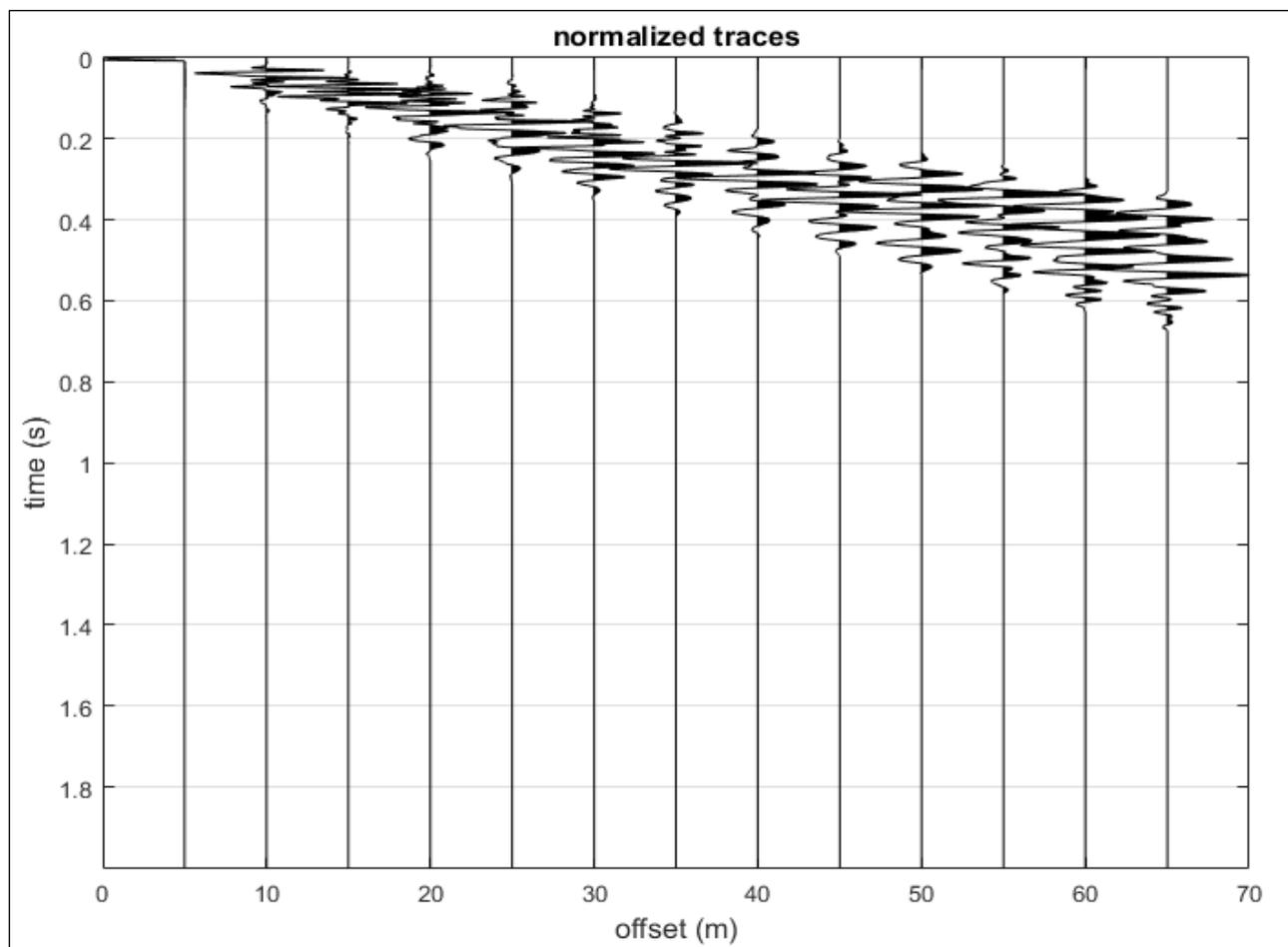
L'elaborazione è stata eseguita tramite il software WinMASW 3C 7.2 beta e nell'analisi sono stati scelti i dataset migliori acquisiti scegliendo il più rappresentativo per le Onde di Rayleigh (ZVF).

Una volta individuato il dataset da utilizzare è stato determinato lo spettro di velocità e successivamente è stata effettuata la modellazione.

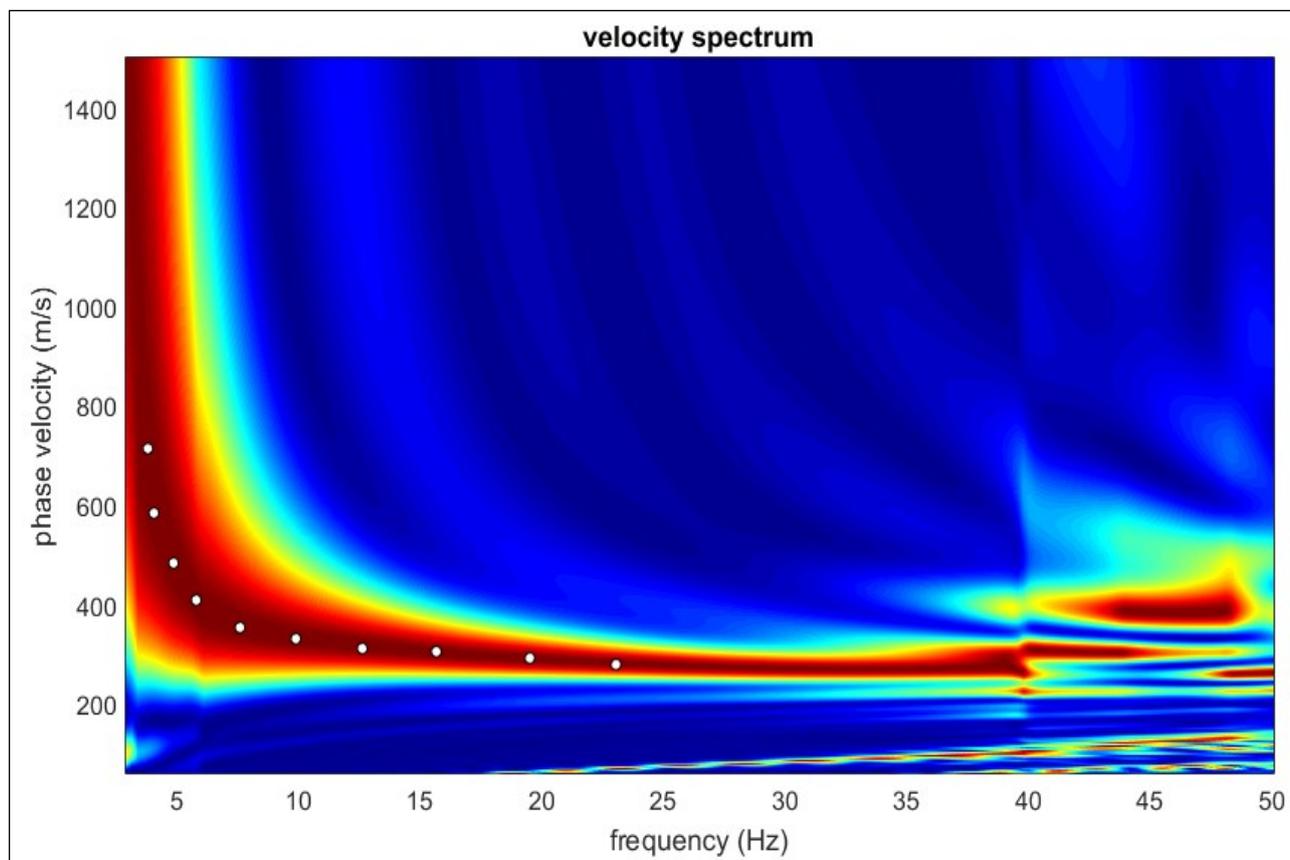
È necessario sottolineare che l'interpretazione delle indagini geofisiche viene fatta nell'ipotesi che gli strati del sottosuolo siano omogenei, orizzontali e con superfici di separazione piano parallele. Si rammenta infine come, in ogni caso, la valutazione delle velocità e degli spessori dei singoli strati viene effettuata con un margine di incertezza, insita proprio nei metodi geofisici, che si aggira attorno al 10-15%.

11.1.1 Risultati stendimento M.A.S.W.

Al fine di fornire i valori delle V_s , necessarie per la caratterizzazione sismica del sito, è stata realizzata una stesa sismica denominata L1, di lunghezza pari a 60m con distanza intergeofonica pari a 5.0 metri. L'energizzazione del terreno (sorgente di energia), per la lettura dei tempi di arrivo delle onde Superficiali (Rayleigh), è stata ottenuta impiegando una mazza battente da 10 kg in senso verticale su di una piastra in lega di alluminio aderente al suolo. L'energizzazione è stata effettuata agli estremi dello stendimento ad una distanza di 5.0m ed è stata eseguita più volte per garantire l'apprezzabilità dei segnali raccolti dal sistema di acquisizione dati. Si riporta di seguito il sismogramma frutto della somma di ciascuna acquisizione, filtrato di eventuali disturbi di fondo, scelto per la modellazione:

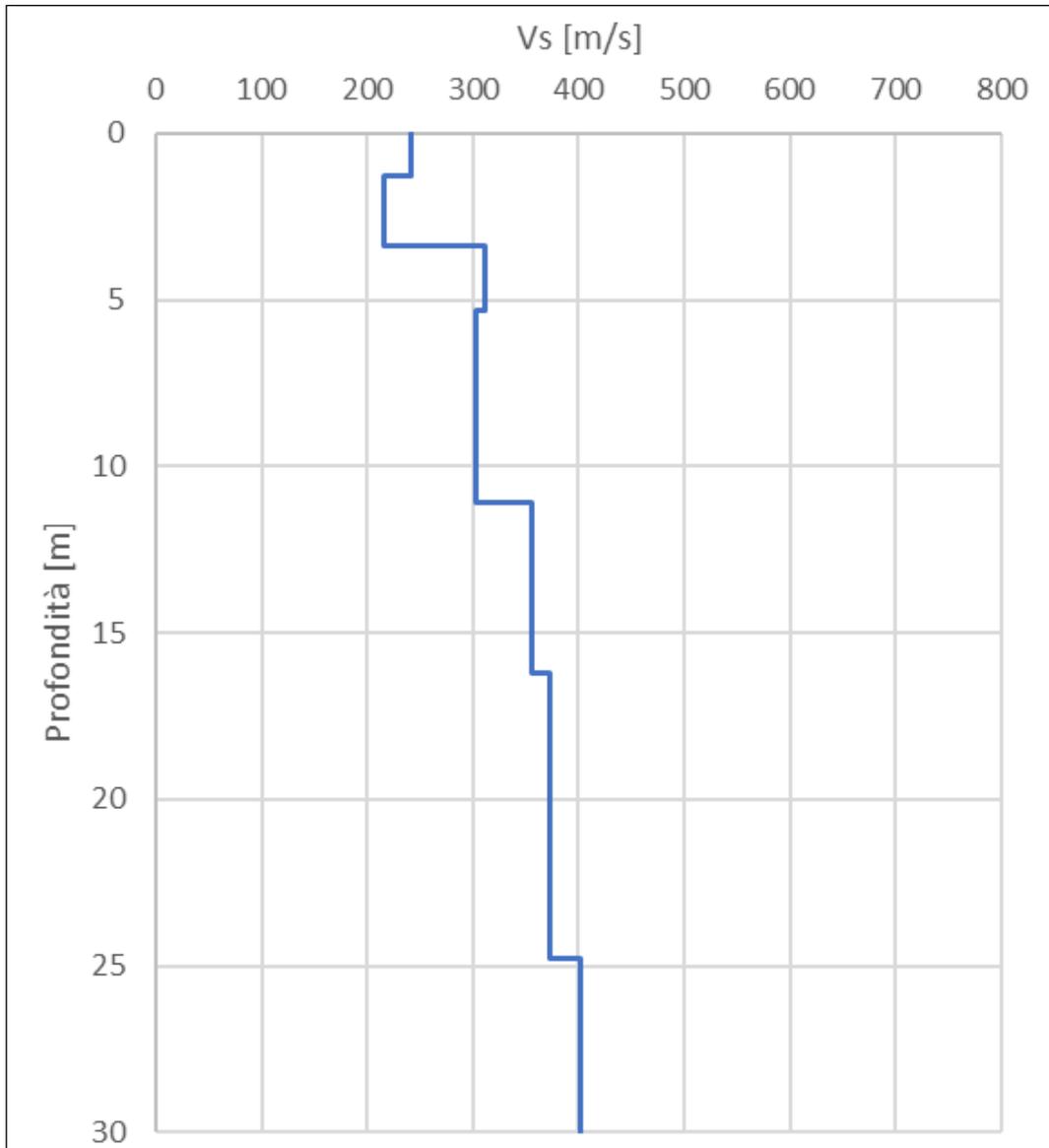


L'elaborazione del sismogramma ha consentito di estrapolare lo spettro di velocità dal quale si è risalito tramite picking alla curva di dispersione (fig. 7) che consenta di ottenere sia gli spessori dei vari strati che le rispettive velocità.



Dall'inversione della curva di dispersione si è ottenuta la ricostruzione del sottosuolo in orizzonti aventi differenti spessori e valori di velocità:

L1		
Spessore (m)	Profondità (m)	V _s (m/sec)
1.3	0.0-1.3	241
2.1	1.3-3.4	216
1.9	3.4-5.3	311
5.8	5.3-11.1	303
5.1	11.1-16.2	355
8.6	16.2-24.8	373
5.2	24.8-30.0	402



11.1.2 *Categoria di sottosuolo e categoria topografica*

Per quanto riguarda la determinazione della categoria di sottosuolo il D.M. 17.01.18 prevede una classificazione in cinque categorie principali riportate nella tabella 3.2.II (fig. 11) definite in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,eq}$ corrispondente alla velocità media di propagazione delle onde sismiche di taglio a partire dal piano di fondazione (per fondazioni superficiali e per muri di sostegno di terrapieni), dalla testa dei pali o dalla testa dell'opera (per opere di sostegno di terreni naturali), fino alla profondità del substrato sismico, definito come quella formazione caratterizzata da V_s 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:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum \frac{h_i}{V_i}}$$

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 $V_s > 800 \text{ m/s}$

Per il sito in esame la categoria di sottosuolo è stata determinata tramite i dati ottenuti dallo stendimento sismico con metodologia M.A.S.W. eseguito.

Dall'elaborazione di tali dati il terreno presenta per la linea eseguita, valore delle $V_{s,eq}$ corrispondenti alle $V_{s,30}$ pari a **331 m/s** riferito all'attuale piano campagna ed esso risulta pertanto classificabile in **categoria C** "Depositi 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".

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Anmassi 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.
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.
C	Depositi 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.
D	Depositi 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.
E	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.

La categoria topografica è **T1**

11.2 ZONA SISMICA

Conformemente all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3519 del 28 aprile 2006 - "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle stesse aree" si fa riferimento all'intero territorio nazionale. Il territorio comunale di San Pietro Mosezzo (NO) classificato nella **zona sismica 4**.

Nella figura seguente viene mostrata la mappa del rischio sismico dell'area di interesse e il valore caratteristico dell'accelerazione per l'area pari a **PGA = 0,025 - 0,050**.

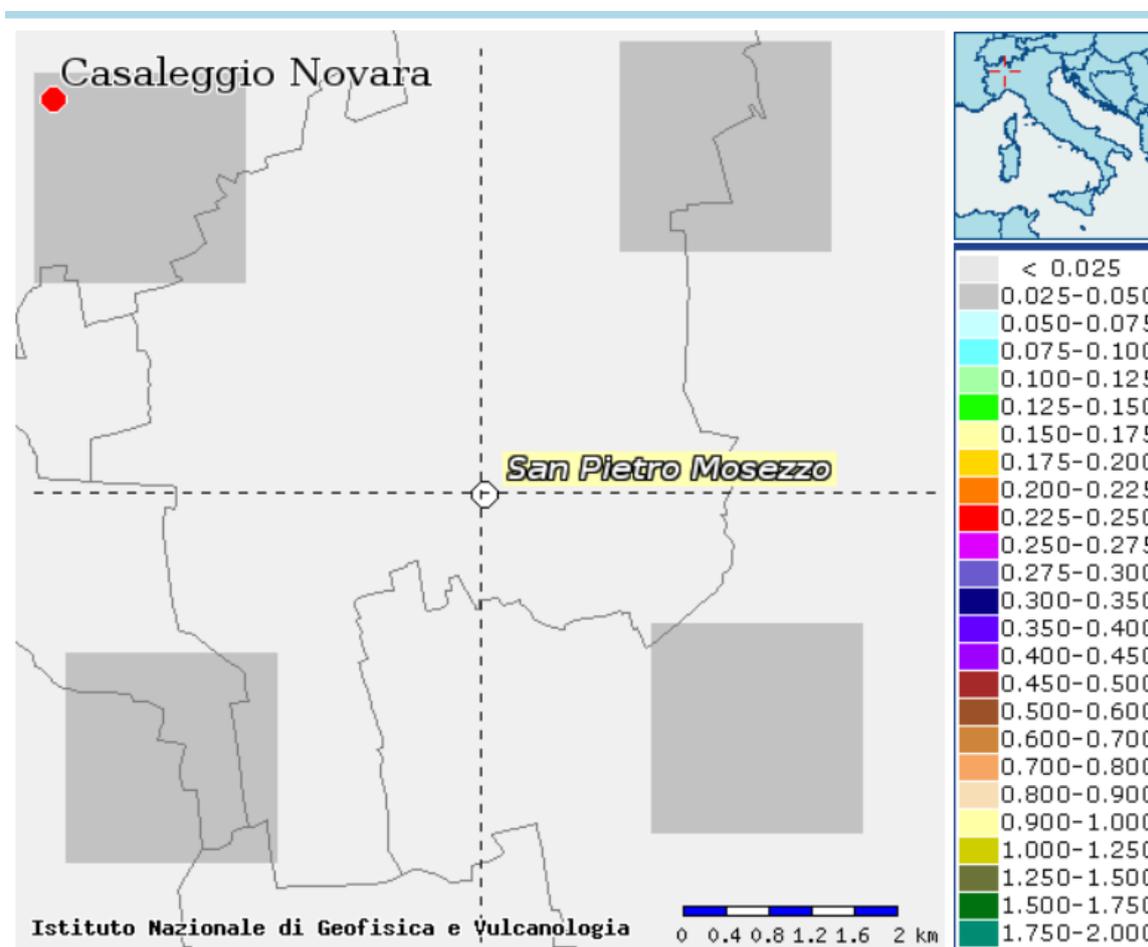


Figura 16: INGV - Mappa del pericolo sismico del territorio nazionale - Comune di San Pietro Mosezzo (NO).

Nelle figure seguenti sono mostrate la zonazione sismogenetica del territorio nazionale e dell'area di interesse.

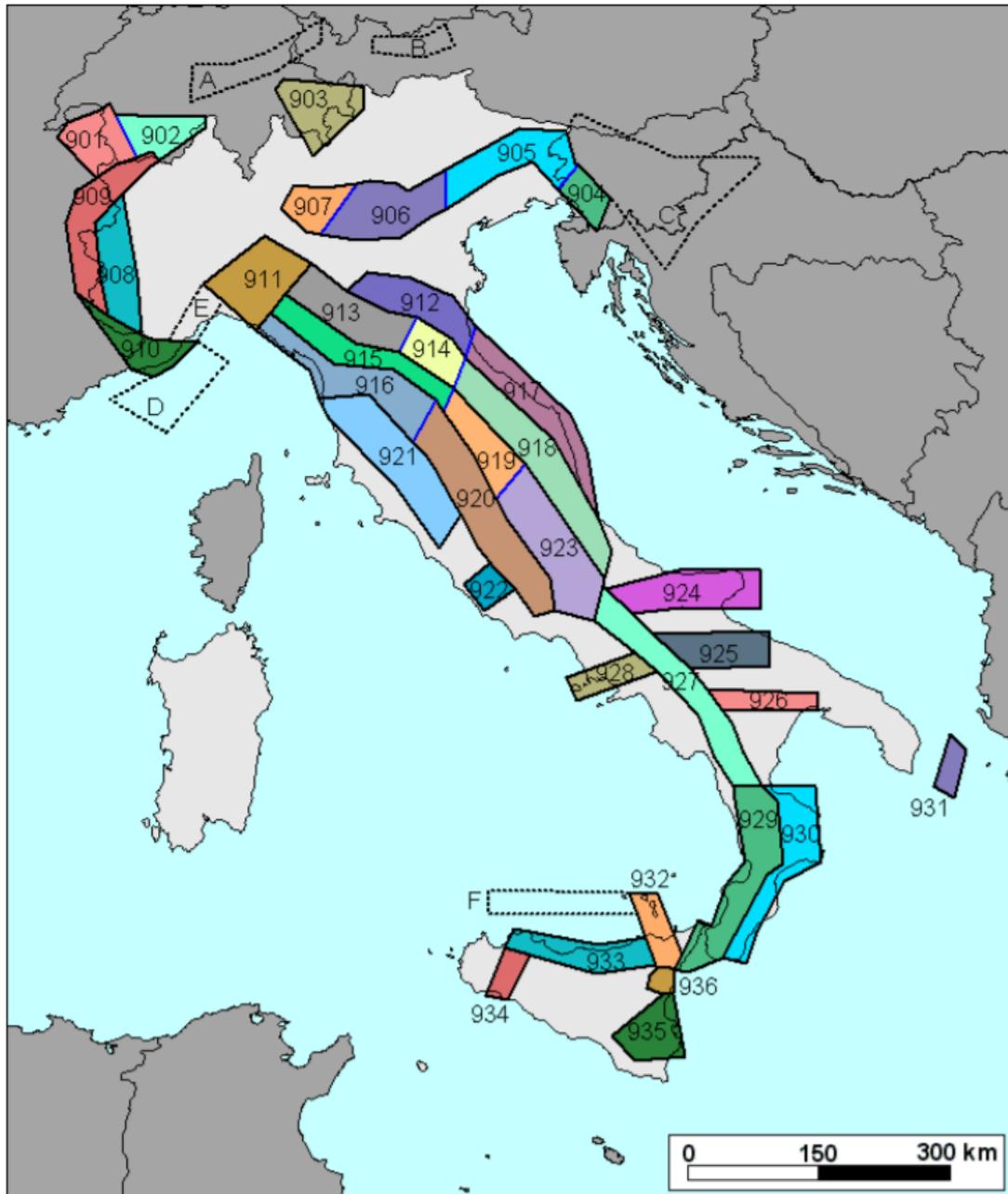


Figura 17: zonazione sismogenetica ZS9

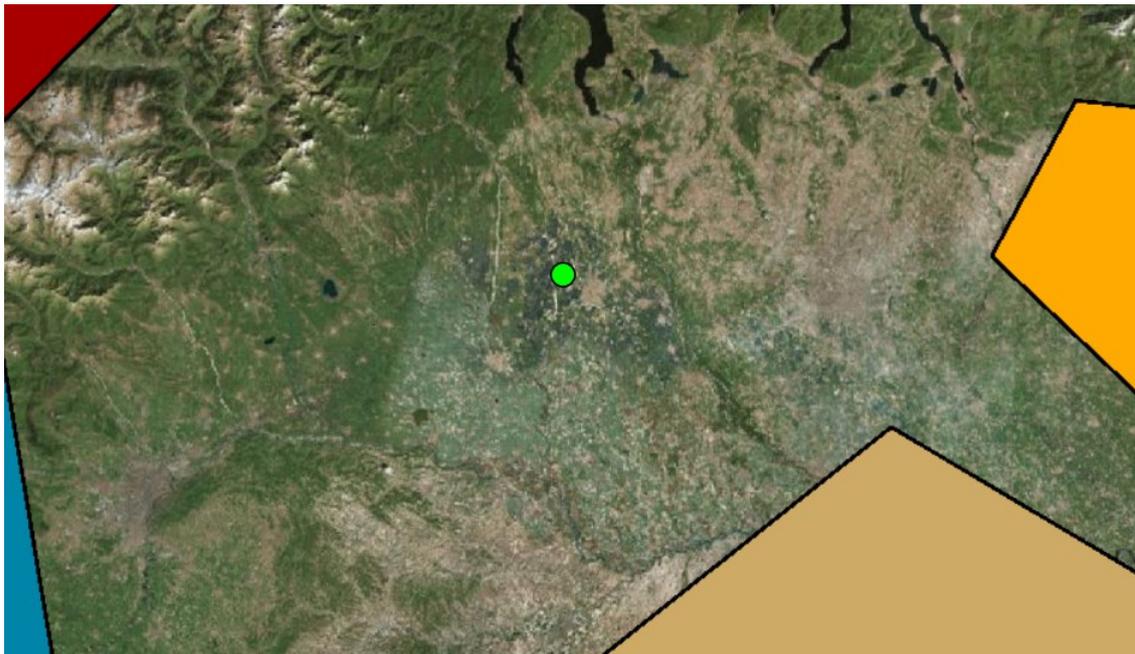


Figura 18: zonazione sismogenetica ZS9; l'area d'interesse è evidenziata con un cerchio verde

Nella figura precedente viene mostrato che l'area di interesse non è inclusa in alcuna zona della zonazione sismogenetica ZS9.

Nelle figure seguenti viene mostrata la disaggregazione per l'area in studio della stima di PGA con una probabilità del 10% di eccedere in 50 anni, corrispondente ad un periodo di ritorno di 475 anni. Il grafico è un'elaborazione che mostra il contributo delle sorgenti sismogenetiche al rischio sismico di un determinato sito: le fonti sono discretizzate per intervalli di spazio e di ampiezza.

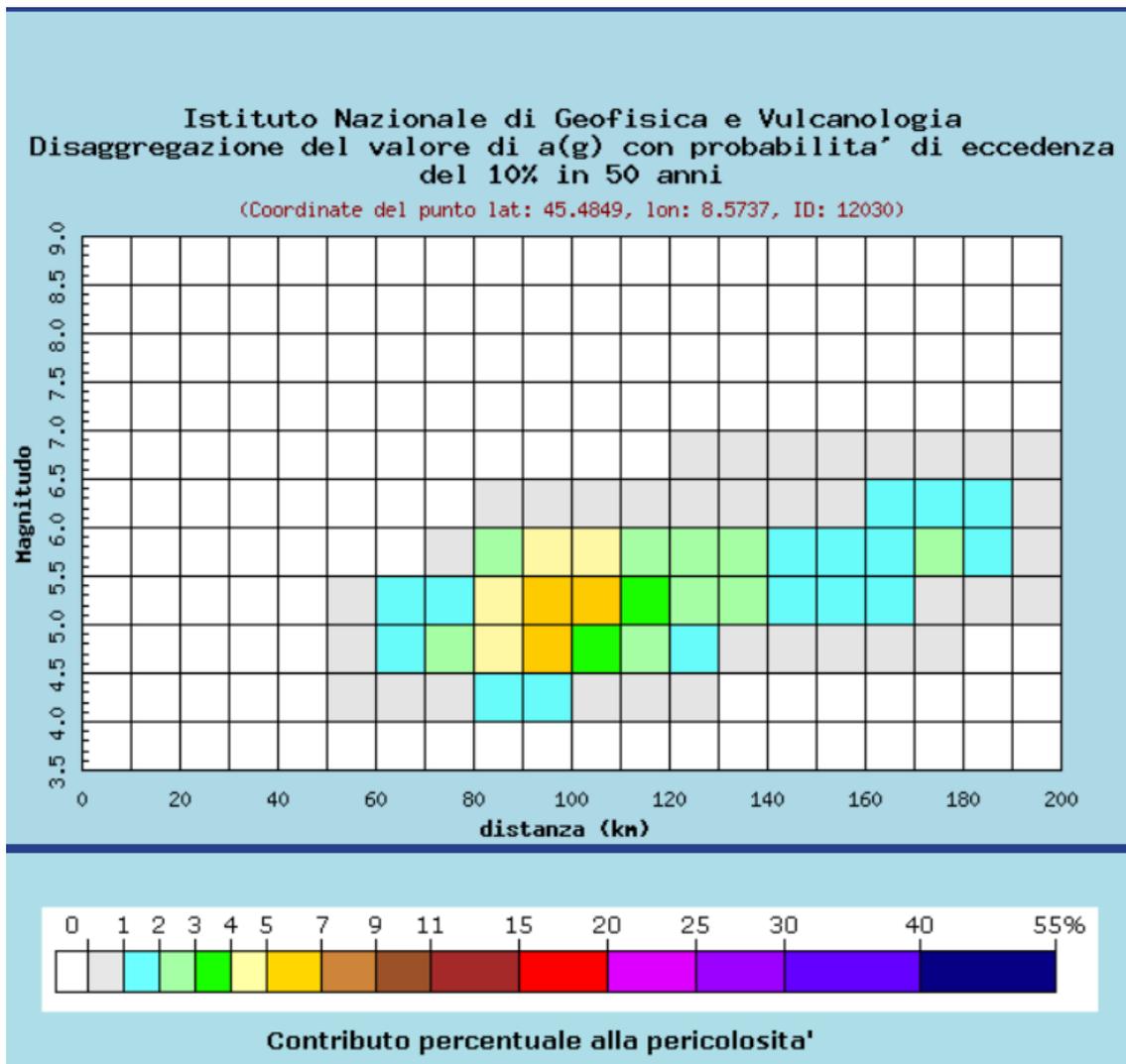


Figura 19: valori di disaggregazione a (g) (INGV)

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 45.4849, lon: 8.5737, ID: 12030)										
	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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.135	0.313	0.221	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.753	1.900	1.460	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.776	2.100	1.700	0.143	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	1.430	4.540	4.450	2.480	0.337	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	1.190	5.130	6.150	4.490	0.697	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.501	3.910	5.730	4.250	0.701	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.133	2.030	3.790	2.650	0.428	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.015	1.040	2.810	2.070	0.429	0.034	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.506	2.370	2.180	0.728	0.103	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.197	1.610	1.760	0.682	0.108	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.078	1.160	1.590	0.854	0.106	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.042	1.020	1.900	1.470	0.100	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.010	0.866	2.050	1.890	0.085	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.535	1.570	1.520	0.071	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.215	0.827	0.800	0.059	0.000	0.000	0.000	0.000

Figura 20: valori di disaggregazione di a (g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni

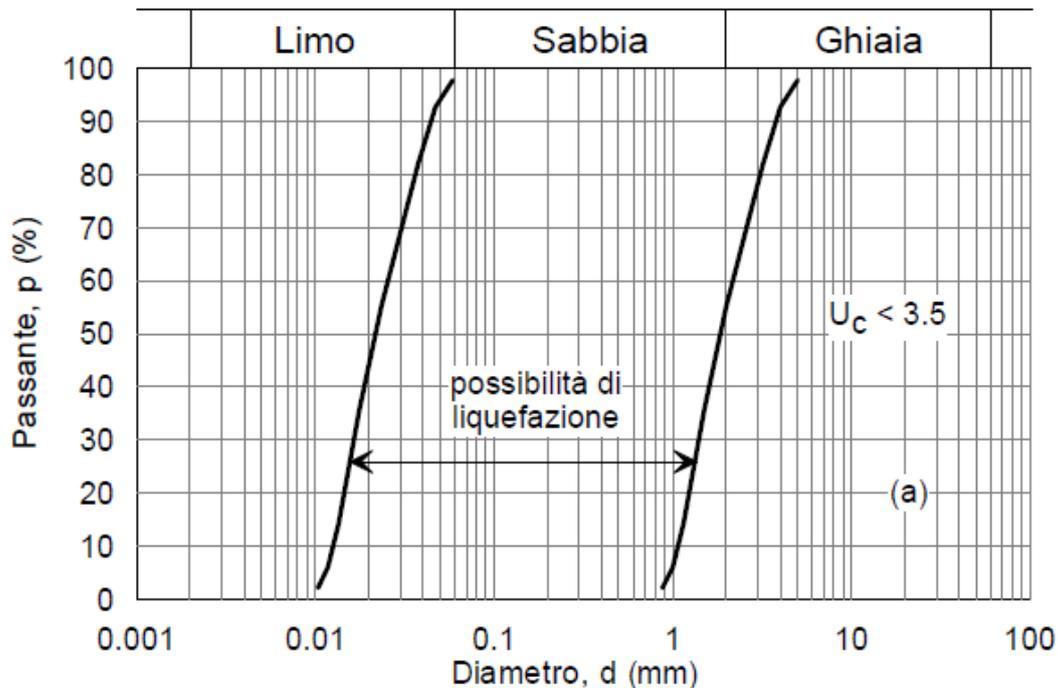
Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.350	116.000	2.000

Figura 21: magnitudo media

12 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 22 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



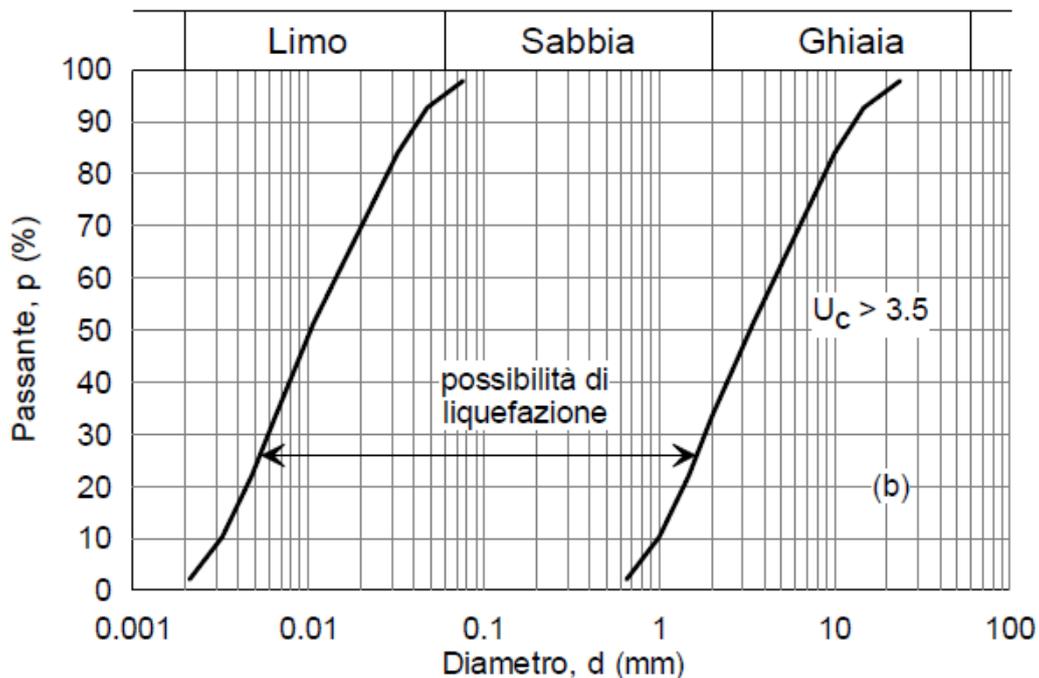


Figura 22: Fusi granulometrici nelle NTC 2018

Visto che le accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) sono minori di 0,1g (**PGA = 0.025 – 0.050**) la verifica a liquefazione è stata omessa.

13 CONCLUSIONI

Sulla base di quanto esposto si conclude quanto segue:

- Il sito d'interesse è caratterizzato dall'unità "fgw" (Pleistocene) di cui si riporta la descrizione seguente: "Alluvioni ghiaiose, sabbiose e limitatamente limose al fondo dei solchi vallivi secondari e non ricollegabili agli apparati morenici Pluviale Würm. Alluvioni fluvioglaciali ghiaioso-ciottolose (Terrazzi superiori del Ticino" e fluviali prevalentemente sabbioso-limose (a valle del limite settentrionale dei fontanili) con debole strato di alterazione brunastro. Würm."
- Dalle "Carte di pericolosità alluvione" e dalle "Carte del rischio alluvione" della Direttiva Alluvioni, il sito di interesse non è soggetto a rischio di alluvione.
- In accordo con la " Carta di sintesi geomorfologica e idoneità all'uso urbano" l'area è inclusa in "Classe IId".
- In accordo con la "Carta delle instabilità" l'area non è inclusa in zone soggette a instabilità
- L'area d'interesse non è soggetta a vincolo idrogeologico
- Il livello della falda è stato definito durante la campagna d'indagine a circa **1.5--2 m** da p.c
- Al fine di caratterizzare dal punto di vista ambientale I terreni dell'area d'interesse sono stati prelevato dei campioni per sottoporli ad analisi ambientali di laboratorio.
- Il terreno investigato con metodologia MASW presenta valori delle Vs30 che permettono di classificarlo in **Categoria C**.
- Il territorio comunale di San Pietro Mosezzo (NO) classificato nella **zona sismica 4**, con valore caratteristico dell'accelerazione per l'area pari a **PGA = 0,025 - 0,050**.
- Visto che le accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) sono minori di 0,1g la verifica a liquefazione è stata omessa.

ALLEGATO-1-CAMPAGNA D'INDAGINE



a & t consulting s.r.l.

suolo e sottosuolo



