

GEOLOGO
GIUSEPPE **GIANNASCOLI**

Studio di geologia tecnica e ambientale

Via Santa Ciriaca 1435 - 65019 Pianella (PE)

P.Iva 02114910694

Codice Univoco: KRRH6B9

📞 349/2902916

✉ giannascogliuseppe@virgilio.it

📧 gnnqpp74d26e435q@pec.epap.it

Ubicazione Opera

COMUNE DI L'AQUILA

Provincia di L'Aquila

Loc. Sassa – Zona industriale

Opera

**REALIZZAZIONE IMPIANTO
TRATTAMENTO FANGHI HTC**

Committente

DIGI COSTRUZIONI SRL

P.Iva 01776720664

Amm. Ing. Di Girolamo Remigio

Data

Giugno 2024

Elaborato

Tecnico

**RELAZIONE GEOLOGICA
RELAZIONE SULLE INDAGINI
E MODELLAZIONE SISMICA**

INDICE

PREMESSA	3
1. RELAZIONE GEOLOGICA	5
1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	5
1.2 ANALISI CARTOGRAFICA DEI VINCOLI TERRITORIALI	7
1.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA	9
1.4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	12
1.5 RICOSTRUZIONE STORICO FOTOGRAFICA DEL SITO	16
1.6 INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO E PERICOLOSITA' SISMICA	18
1.6.1 Sismicità storica	18
1.6.2 Zonazione sismogenetica e valori di scuotimento attesi	22
1.6.3 Sorgenti sismogenetiche e faglie capaci	24
1.7 MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO	26
1.7.1 Modello litostratigrafico locale	26
1.7.2 Modello idrogeologico locale	26
2. RELAZIONE SULLE INDAGINI E MODELLAZIONE SISMICA	28
2.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE IN SITO	28
2.1.1 Trincea geognostica	29
2.1.2 Prova penetrometrica dinamica DPSH	30
2.1.3 Prova sismica multicanale MASW	31
2.2 MODELLAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEL SOTTOSUOLO	34
2.3 MODELLAZIONE SISMICA	37
2.3.1 Categorie di sottosuolo	37
2.3.2 Condizioni topografiche	38
2.3.3 Pericolosità sismica locale	39
2.3.4 Microzonazione sismica di Livello 1	41
2.3.5 Verifica a liquefazione	42
3. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	46
BIBLIOGRAFIA	

ALLEGATI

- 1) Report prove penetrometriche dinamiche DPSH
- 2) Report prova sismica multicanale MASW
- 3) Certificati delle analisi di laboratorio Terreni
- 4) Certificati delle analisi di laboratorio Acque sotterranee

PREMESSA

Ad integrazione del progetto "REALIZZAZIONE IMPIANTO TRATTAMENTO FANGHI HTC" ubicato nella Zona industriale di Sassa, nel territorio comunale di L'Aquila (AQ), così come richiesto dal **CCR-VIA – COMITATO DI COORDINAMENTO REGIONALE PER LA VALUTAZIONE D'IMPATTO AMBIENTALE**, Giudizio n° 3979 del 27/07/2023, Prot. N° 23/0127905 del 23/03/2023.

Il presente lavoro è stato redatto in ottemperanza alle disposizioni contenute:

- NELLA LEGGE REGIONALE 03 GIUGNO 2020, N. 11
(Modifiche ed integrazione alla Legge Regionale 11 Agosto 2011, N.28 (Norme per la riduzione del rischio sismico e modalità di vigilanza e controllo su opere e costruzioni in zone sismiche));
- NELLA CIRCOLARE DEL CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI 21 GENNAIO 2019, N. 7
(Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018);
- NEL DECRETO MINISTERIALE DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI 17 GENNAIO 2018
(Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni");
- NELLA LEGGE REGIONALE 11 AGOSTO 2011, N. 28
(Norme per la riduzione del rischio sismico e modalità di vigilanza e controllo su opere e costruzioni in zone sismiche);
- NELL'ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 28 APRILE 2006, N. 3519
(Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone);
- NELL'ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 20 MARZO 2003, N. 3274
(Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica).

Al fine di pervenire alla definizione di un modello geologico di riferimento basato sulla conoscenza delle peculiarità litostratigrafiche, strutturali, geomorfologiche ed idrogeologiche e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio in cui si inserisce il sito di progetto, nonché caratterizzare sotto l'aspetto sismico l'area d'interesse, è stata adottata la seguente metodologia di indagine:

- ✓ acquisizione di dati bibliografici e cartografici inerenti i terreni in esame;
- ✓ sopralluogo e accurato rilievo geologico e geomorfologico di superficie;
- ✓ esecuzione di n. 1 trincea geognostica (eseguita dalla Committenza);
- ✓ prelievo n. 1 campione di terreno (eseguito dalla Committenza) e relative analisi di laboratorio;
- ✓ esecuzione di n. 4 prove penetrometriche dinamiche DPSH, di cui n. 3 attrezzate con piezometro (DPSH_Pz);

- ✓ prelievo n. 2 campioni di acque sotterranee di falda (eseguito dalla Committenza) e relative analisi di laboratorio;
- ✓ esecuzione di n. 1 stendimento sismico multicanale MASW;
- ✓ elaborazione dei dati evinti e stesura della presente.

Il presente fascicolo riunisce, in accordo con la normativa vigente, due "Relazioni specialistiche sui risultati sperimentali" corrispondenti alle indagini ritenute necessarie alla realizzazione dell'intervento in oggetto, e si compone delle seguenti sezioni:

1. Relazione geologica;
2. Relazione sulle indagini e modellazione sismica;
3. Considerazioni conclusive.

1. RELAZIONE GEOLOGICA

1.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto d'indagine ricade nel settore centrale della Regione Abruzzo nella Frazione di Preturo, all'interno del territorio comunale di L'Aquila, nella Provincia di L'Aquila.

Nello specifico, il sito d'interesse si ubica ad una latitudine di 42.366586° e longitudine di 13.306558°, all'interno della Zona industriale della località di Sassa.

Cartograficamente risulta compreso all'interno della Tavoletta 139 II SE "L'Aquila" della Carta Topografica dell'I.G.M., alla scala 1:25.000 (Fig. 1), e distinto in catasto al Foglio 38, particelle 339, 829, 831, 849, 851, 859, 868, 871, 878, 927, 928, 929, 936, 937, 939, 940 e 1008 del comune succitato (Fig. 3).

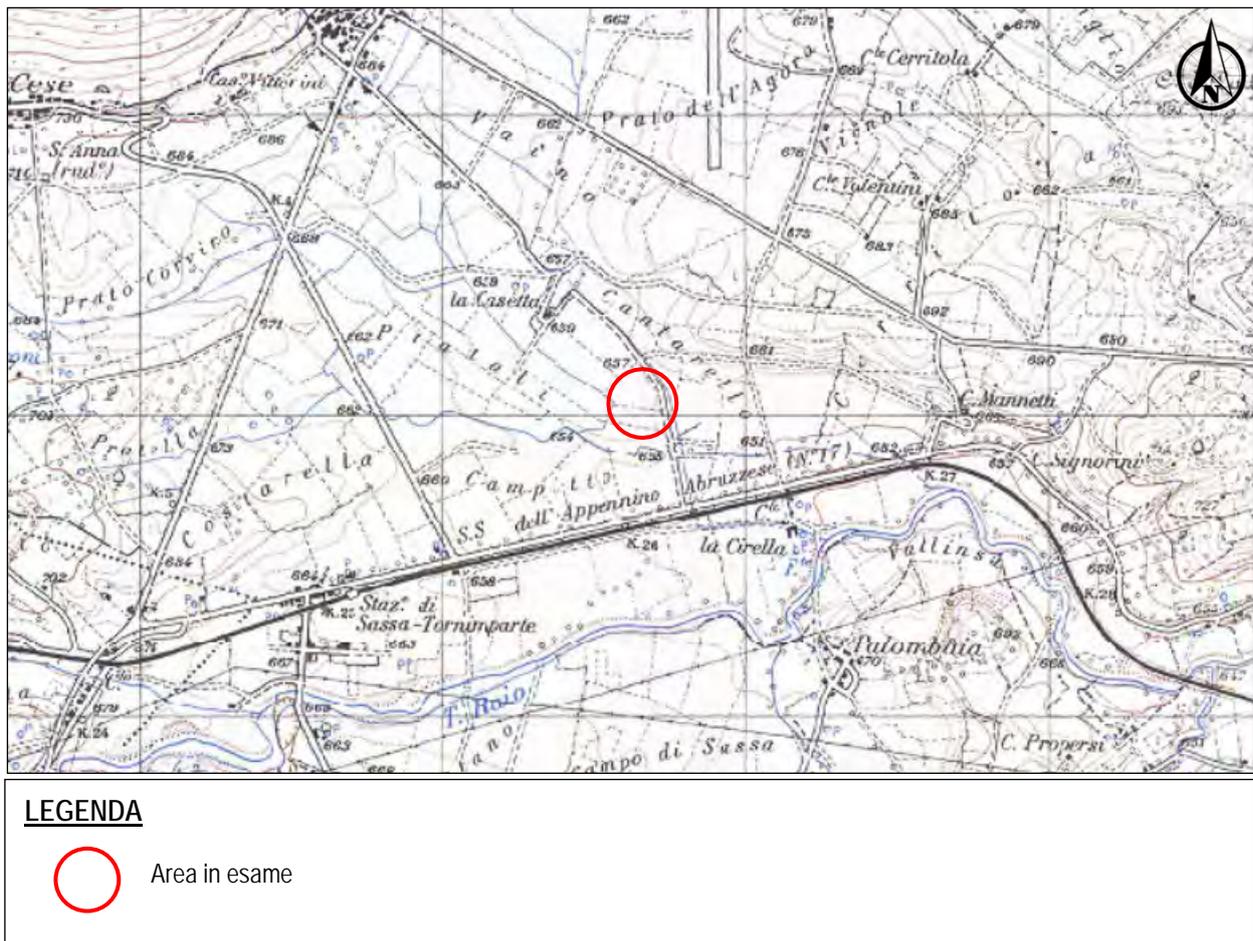
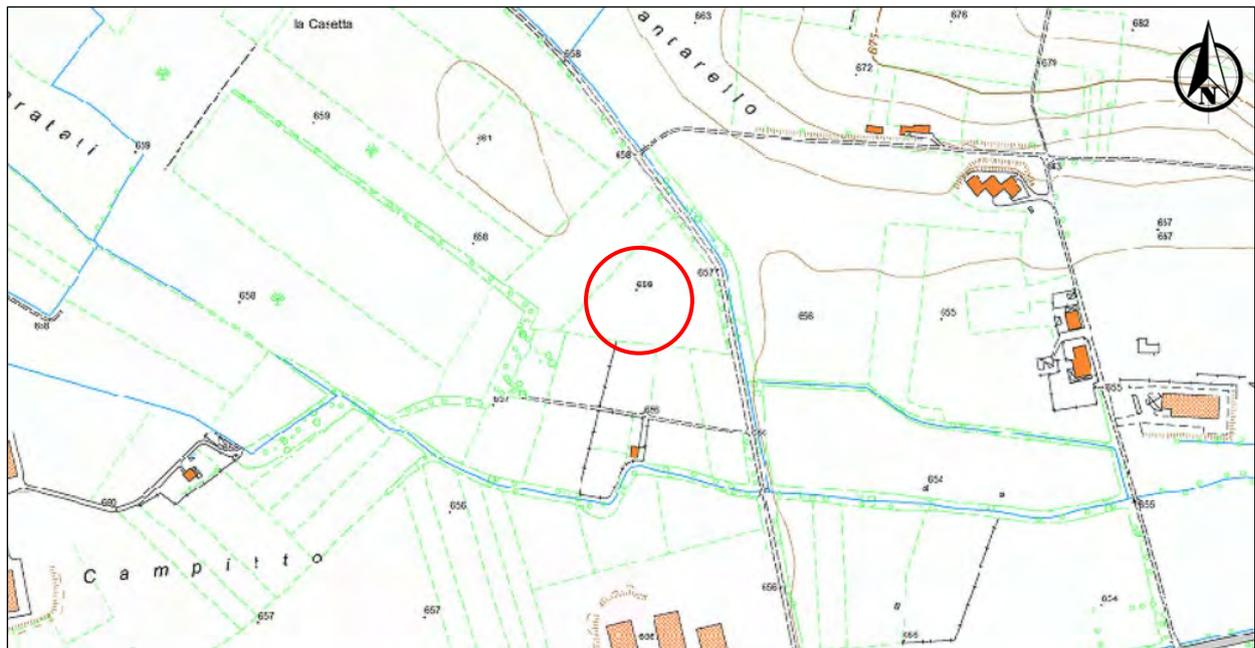


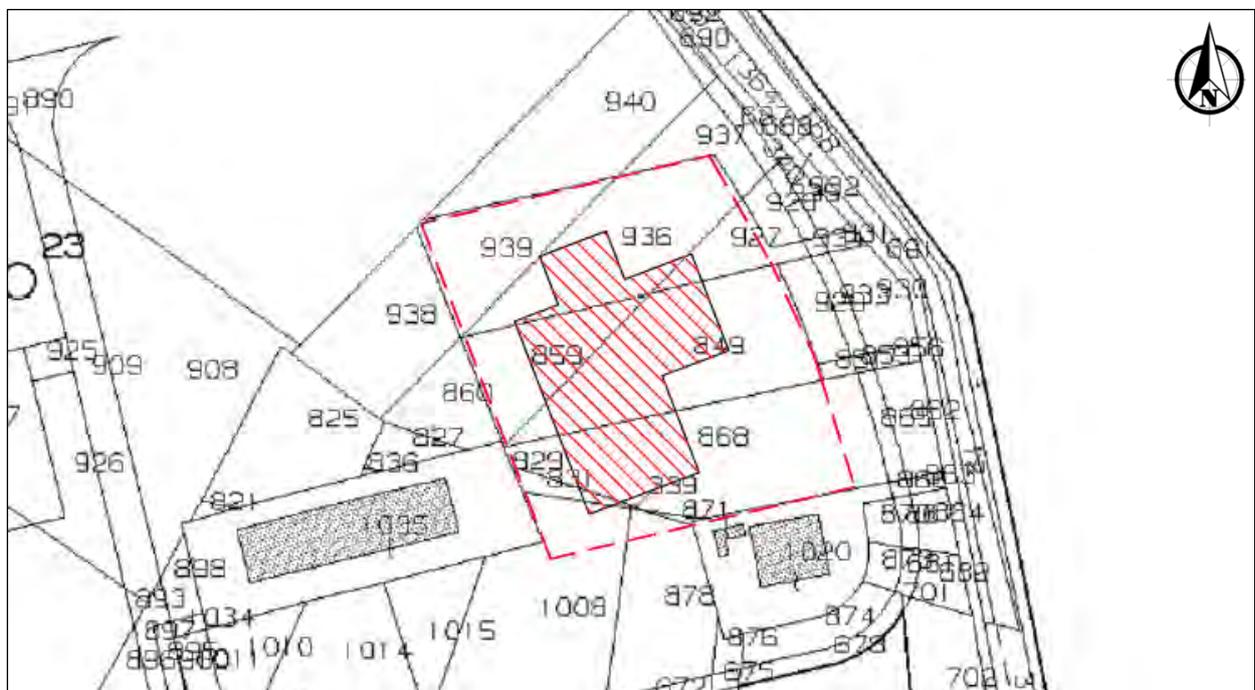
Fig. 1 - Stralcio della Carta Topografica dell'I.G.M., Tavoletta 139 II SE "L'Aquila", scala 1:25.000.



LEGENDA

 Area in esame

Fig. 2 - Stralcio della Carta Tecnica Regionale delle aree in esame, scala 1:5.000.



LEGENDA

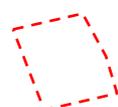
 Area in esame  Area realizzazione impianto

Fig. 3 - Stralcio Catastale dell'area in esame, scala 1:2.000.

1.2. ANALISI CARTOGRAFICA DEI VINCOLI TERRITORIALI

La consultazione della Carta della Pericolosità da Frana del P.A.I. (Approvazione della I variante parziale del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico – Fenomeni gravitativi e Processi erosivi, riferito ai bacini di rilievo regionale dell'Abruzzo e al territorio regionale ricompreso nel Bacino interregionale del fiume Sangro, G.U. n.194 del 20/08/2019, Portale Webgis Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Centrale), mostra come l'area in esame non sia perimetrata tra quelle definite pericolose (Fig. 4).

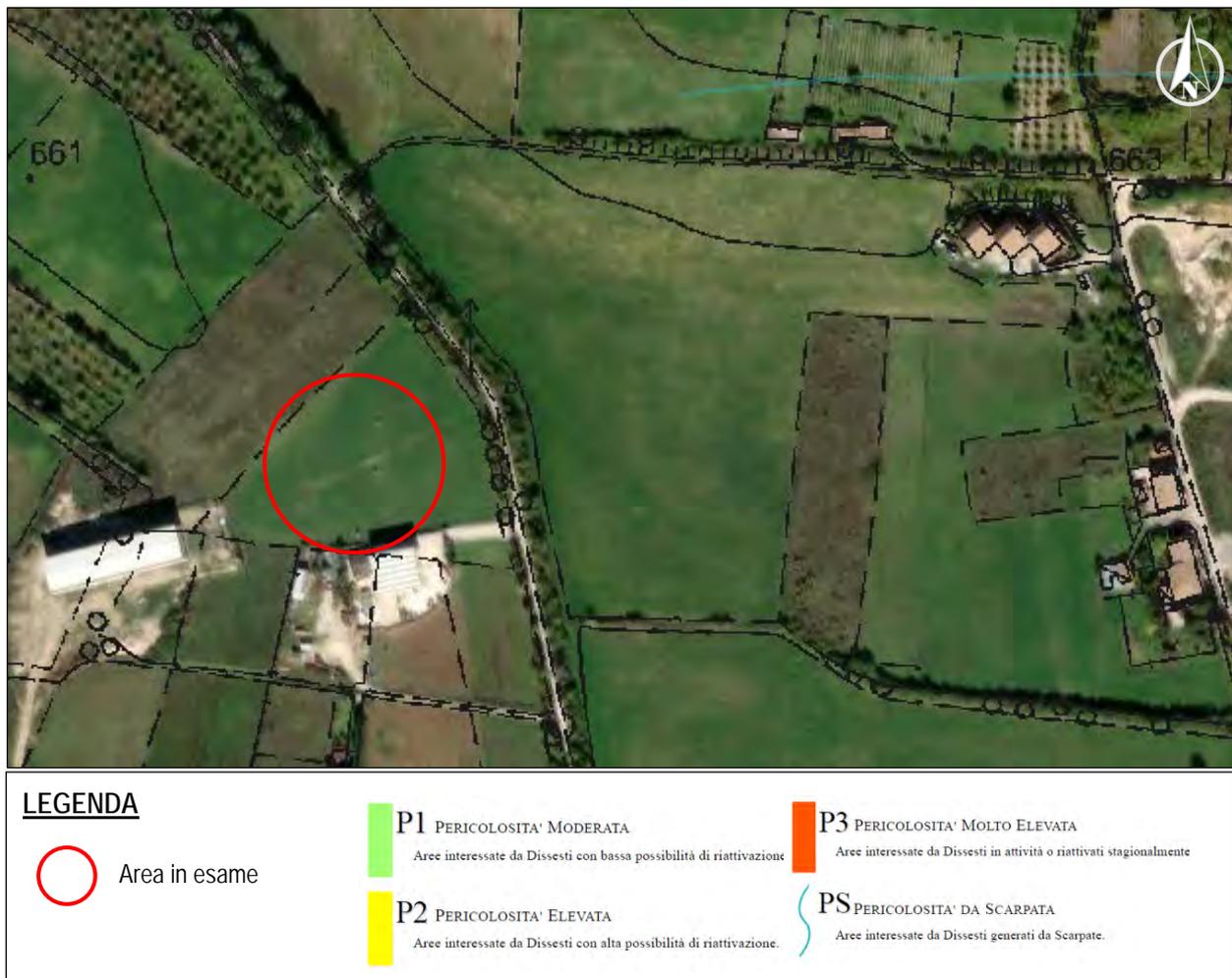


Fig. 4 – Stralcio della Carta della Pericolosità da Frana del P.A.I. sovrapposta a C.T.R. (Portale Webgis Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Centrale), scala 1:5.000.

Per quanto riguarda la pericolosità da inondazione, la lettura della Carta della Pericolosità Idraulica del Piano Stralcio Difesa Alluvioni – Bacini idrografici di rilievo regionale dell'Abruzzo (DCR 94/5 del 29/01/2008; BURA n°12 SPECIALE del 01/02/2008; e S.M.I.) non evidenzia pericolosità alcuna (Fig. 5).



Fig. 5 – Stralcio della Carta di Pericolosità Idraulica del P.S.D.A. sovrapposta a foto satellitare (Portale Webgis Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Centrale), scala 1:10.000.

La consultazione della Carta del Vincolo Idrogeologico (Servizio per l'Informazione Territoriale e la Telematica della Regione Abruzzo) mostra come il sito d'interesse non sia ricompreso tra le aree perimetrate a Vincolo Idrogeologico (R.D. 30/12/23) (Fig. 6).

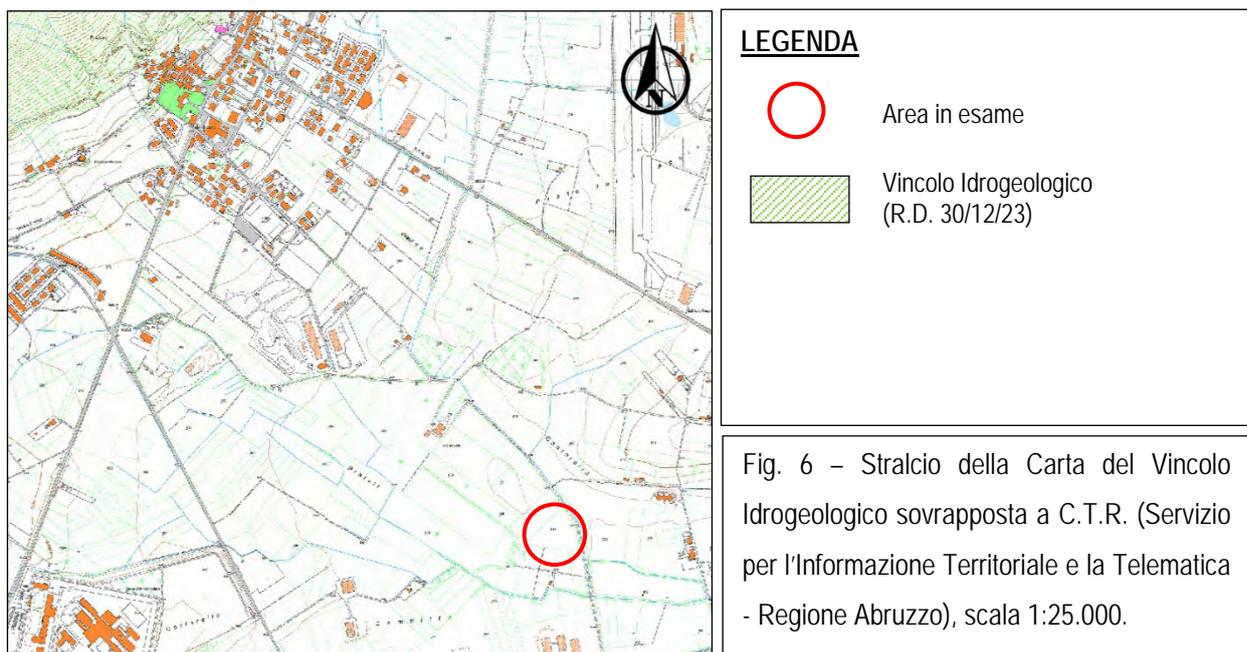


Fig. 6 – Stralcio della Carta del Vincolo Idrogeologico sovrapposta a C.T.R. (Servizio per l'Informazione Territoriale e la Telematica - Regione Abruzzo), scala 1:25.000.

1.3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA

L'area abruzzese è il risultato della deformazione e del sollevamento plio-pleistocenico di differenti domini paleogeografici mesozoici, costituiti da potenti successioni carbonatiche, strutturate nel Neogene (tra il Miocene medio ed il Pliocene inferiore) come una serie di sovrascorrimenti a vergenza nord-orientale. Tale assetto deriva dall'evoluzione prevalentemente neogenica di un sistema orogenico catena-avanfossa-avampaese, migrante dai settori occidentali (peritirrenici) verso quelli orientali (area adriatica).

Le fasi tettoniche compressive sono accompagnate e poi seguite, a partire almeno dal Miocene superiore, da una tettonica distensiva anch'essa in migrazione da W verso E, e tuttora fortemente attiva nel settore assiale della catena appenninica (PATACCA & SCANDONE, 2007; COSENTINO *et al.*, 2010).

L'emersione graduale della catena in formazione ha creato, infine, nel Plio-Pleistocene le condizioni per una importante fase di smantellamento subaereo, accompagnata dalla deposizione di una potente coltre di depositi detritici, alluvionali e anche lacustri, che colmano le aree depresse e ricoprono gran parte della fascia periadriatica (D'ALESSANDRO *et al.*, 2003b; ASCIONE *et al.*, 2008). Ha avuto così luogo la strutturazione, prima in ambiente sottomarino e poi subaereo, dell'area abruzzese articolata in un settore di catena, con dorsali quali Velino-Sirente, Marsica, Gran Sasso, Morrone, Maiella, e depressioni quali la Piana del Fucino, la Piana di Sulmona, la Conca Aquilana, un settore pedemontano, con rilievi collinari solcati da ampie vallate alluvionali, e una ristretta area di piana costiera (D'ALESSANDRO *et al.*, 2003b).

Nella cartografia geologica del Servizio Geologico d'Italia Progetto CARG (ISPRA, 2011), al Foglio 358 "Pescorocchiano", scala 1:50.000 (Fig. 7), i terreni che affiorano nell'area in esame appartengono ai depositi alluvionali olocenici (*olo*) a granulometria prevalentemente ghiaiosa.

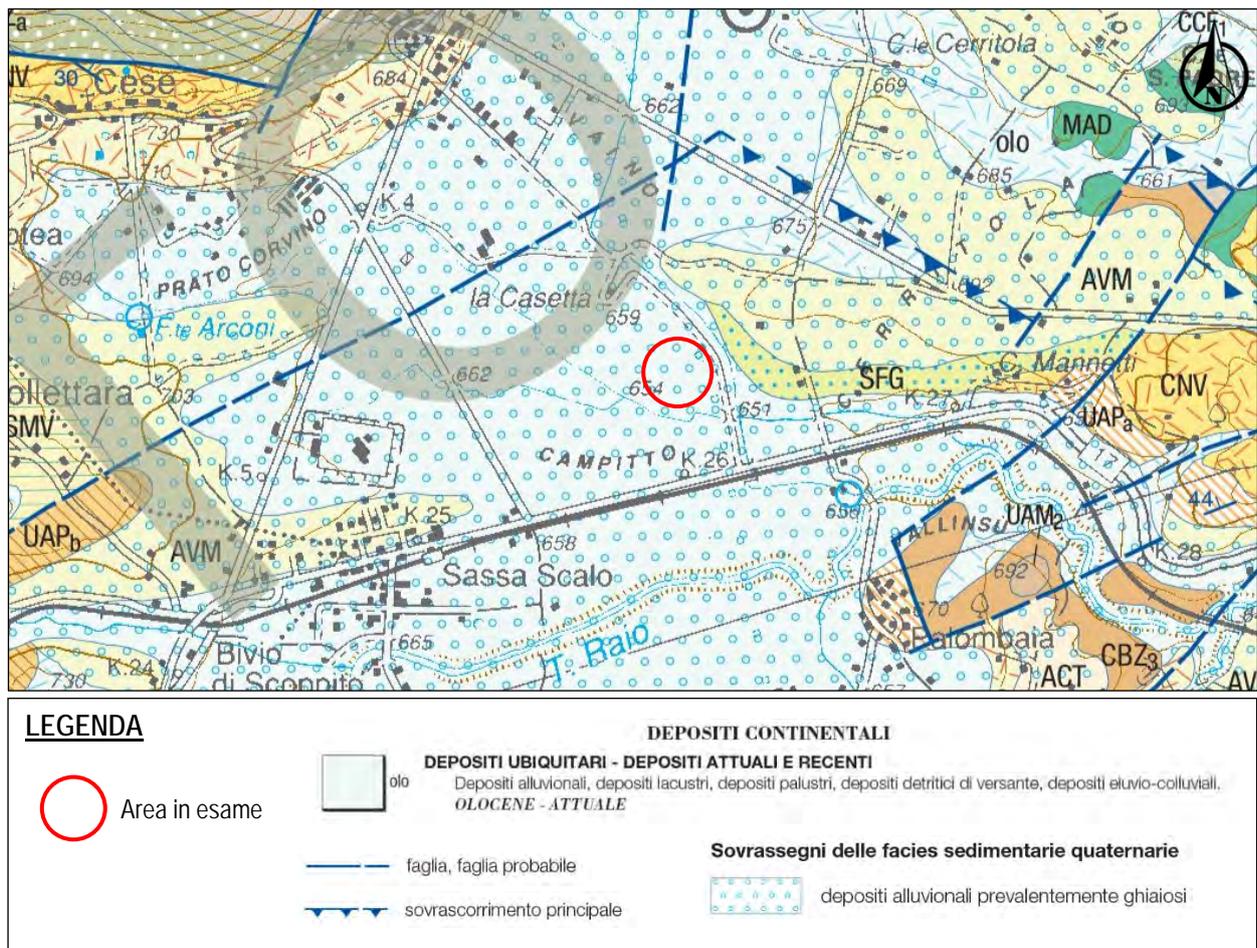
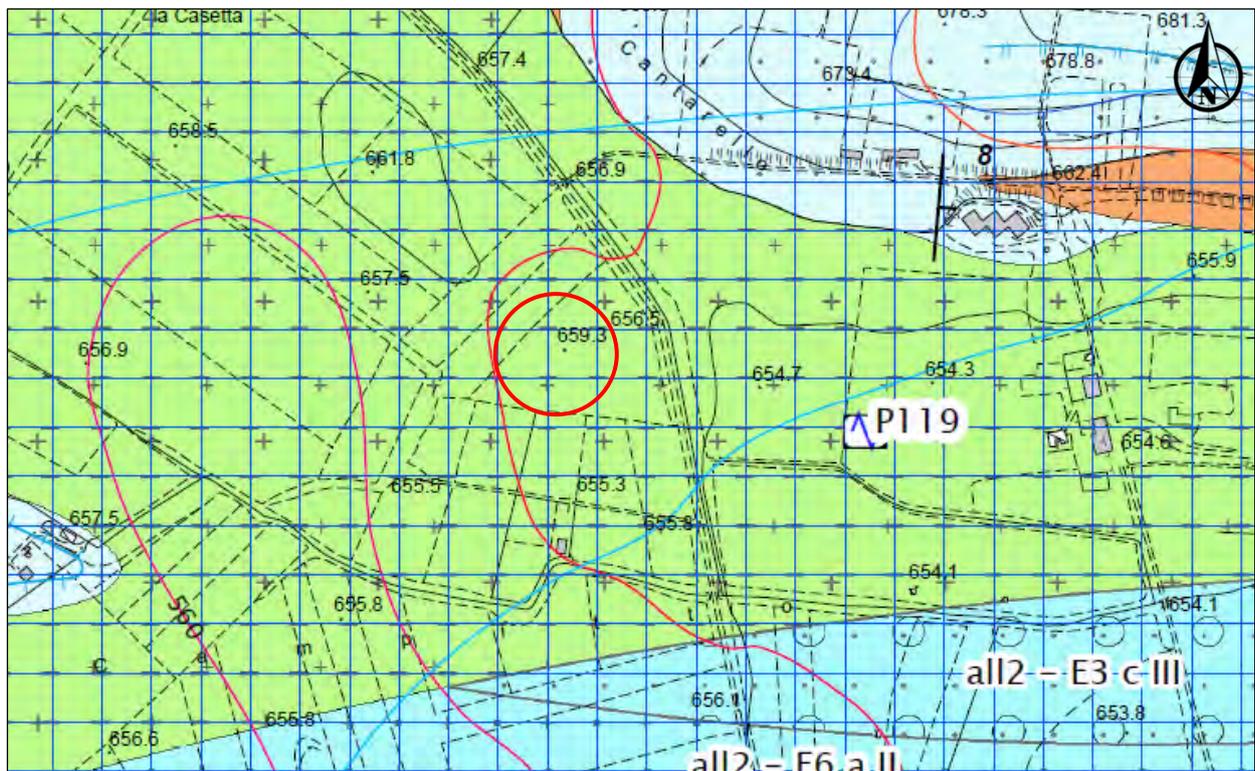


Fig. 7 - Stralcio Carta Geologica d'Italia, Foglio 358 "Pescorocchiano", del Servizio Geologico d'Italia Progetto CARG, scala 1:50.000.

Dalla consultazione della Carta Geologico – Tecnica – Foglio 3 della Microzonazione Sismica di Livello 1 del Comune di L'Aquila - Zona Preturo, scala 1:5.000 (Fig. 8), si evince come i terreni che affiorano nell'area in esame appartengano all'unità litotecnica *F4*, costituita da argilla limosa dei depositi lacustri e palustri. Il sito in esame ricade all'interno di un'area caratterizzata dalla presenza di una falda a profondità minore di 15 m dal p.c..



LEGENDA

Area in esame

Isobate del substrato geologico Pre-Quaternario (m slm)

- | | | | |
|--|-----|--|-----|
| | 0 | | 640 |
| | 560 | | 660 |
| | 580 | | 680 |
| | 600 | | 700 |
| | 620 | | 720 |

Idrogeologia

Area con falda a profondità dal p.c. < 15 metri

Indagini Puntuali

Stazione microtremore a stazione singola

Unità Geologiche

Unità geologiche continentali



Pleistocene inferiore?

LAC

Depositi lacustri e palustri (lac). Limi sabbioso-argillosi sovraconsolidati grigiastri sottilmente stratificati (con spessore di qualche centimetro) contenenti ostracodi, molluschi dulcicoli tipo Planorbis e frammenti di lignite detritica, spesso alternati con sottili livelli di sabbie giallo-ocree e livelli e bancate anche metriche di lignite. Le quote degli affioramenti sono generalmente comprese tra i 600 e i 660 metri. Lo spessore dell'unità è di circa 30 metri (da dati sondaggi GEMINA, 1962). L'età è ascrivibile al Pleistocene inferiore in quanto presentano polarità magnetica inversa (età compresa fra 0.78 e 1.77 Ma). Corrisponde al Sintema di Madonna della Strada (SMV) del foglio Pescorocchiano. L'unità rappresenta il substrato Quaternario quasi sub affiorante delle piane antistanti a Sassa e Preturo. Pleistocene inferiore.

Unità litotecniche coesive - F



F4 - Argilla - limosa: indicare la consistenza e gli spessori min e max supposti. Rif. categoria "CL" - MS2012.

Fig. 8 - Stralcio della Carta Geologico-Tecnica - Foglio 3, della Microzonazione sismica di Livello 1 del comune di L'Aquila - Zona Preturo, scala 1:5.000.

1.4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'assetto geomorfologico locale risulta fortemente condizionato dall'attività delle dislocazioni tettoniche quaternarie oltre che dal diverso succedersi di processi di erosione e sedimentazione legati all'alternarsi delle fasi climatiche ed all'incisione valliva connessa con il rapido sollevamento regionale verificatasi a partire dalla fine del Pleistocene inferiore.

In generale, l'area aquilana risulta articolata da dorsali orientate in direzione appenninica e legate alla tettonica distensiva plio-quaternaria, le quali sono separate a quote comprese tra 500 m e 900 m, da una serie di depressioni morfologiche entroappenniniche e piane, contigue o parzialmente coalescenti, allungate complessivamente per oltre 40 Km in direzione prevalente NW-SE e con un'ampiezza che non supera i 10 Km, che costituiscono la Conca de L'Aquila.

Nello specifico, il sito oggetto d'intervento, posto ad una quota altimetrica di circa 658 m s.l.m., è situato all'interno della piana alluvionale del T. Raio, dal quale dista circa 700 m, ed è caratterizzato da una superficie topografica sub-pianeggiante (Fig. 9).



Fig. 9 – Foto aerea dell'area in esame. Fonte: Google Earth.

La lettura della Carta Geomorfologica del P.A.I. (Approvazione della I variante parziale del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico – Fenomeni gravitativi e Processi erosivi, riferito ai bacini di rilievo regionale dell'Abruzzo e al territorio regionale ricompreso nel Bacino interregionale del fiume Sangro, G.U. n.194 del 20/08/2019, Servizio per l'Informazione Territoriale e la Telematica della Regione Abruzzo) non evidenzia forme o processi legati a dissesti del terreno in corrispondenza del lotto oggetto d'intervento (Fig.

10). Si segnala la presenza, a circa 110 m a nord-est dell'area in esame, di un graficismo lineare indicante un orlo di scarpata fluviale e/o torrentizia allo stato inattivo.

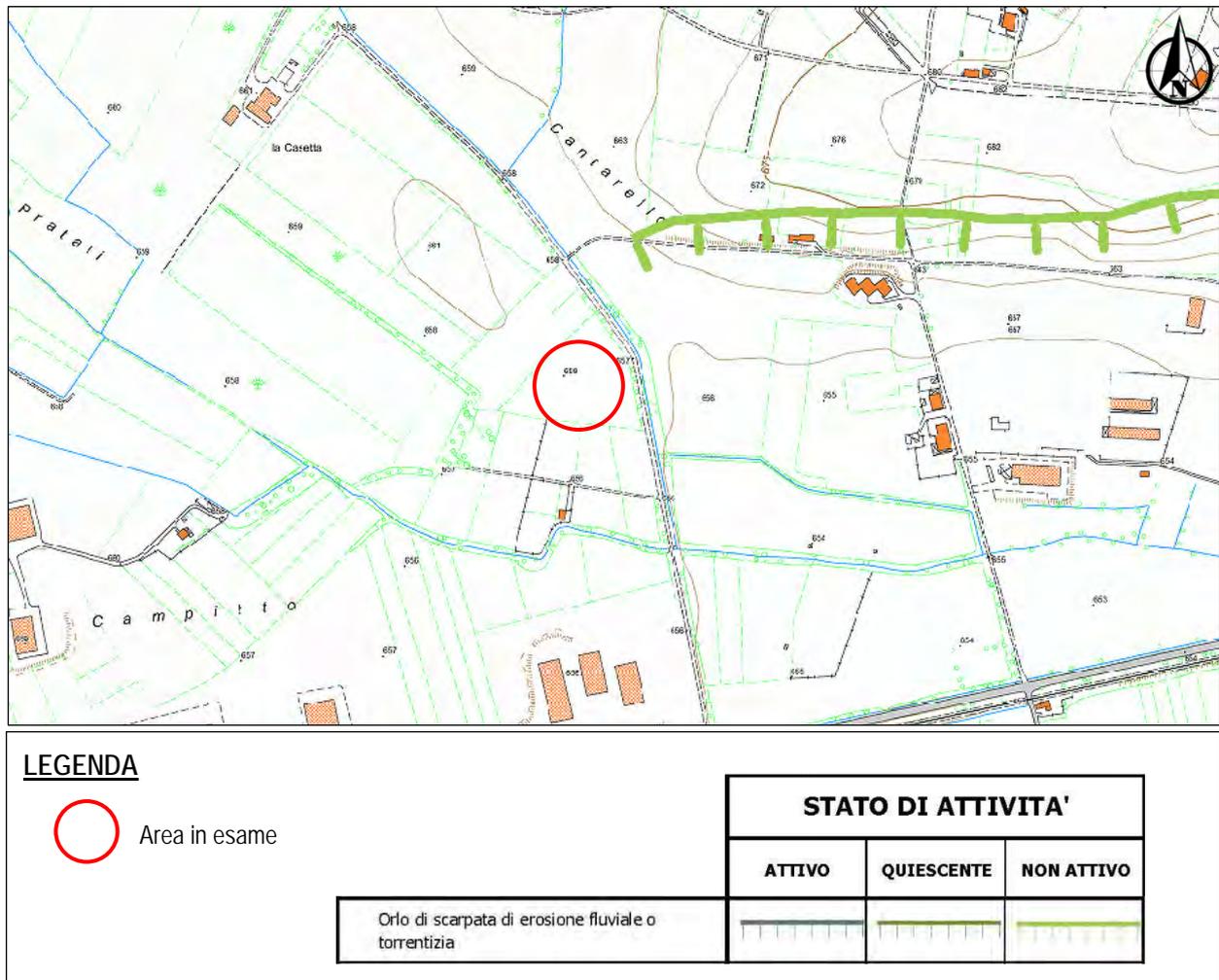


Fig. 10 – Stralcio della Carta Geomorfologica del P.A.I. sovrapposta a C.T.R. (Servizio per l'Informazione Territoriale e la Telematica - Regione Abruzzo), scala 1:10.000.

L'analisi della Carta Aree Esondabili (digitalizzazione dei rilievi a terra effettuati dalla Protezione Civile nel corso dell'anno 1996) evidenzia come il sito in esame sia ubicato all'esterno di aree a rischio di inondazione (Fig. 11).

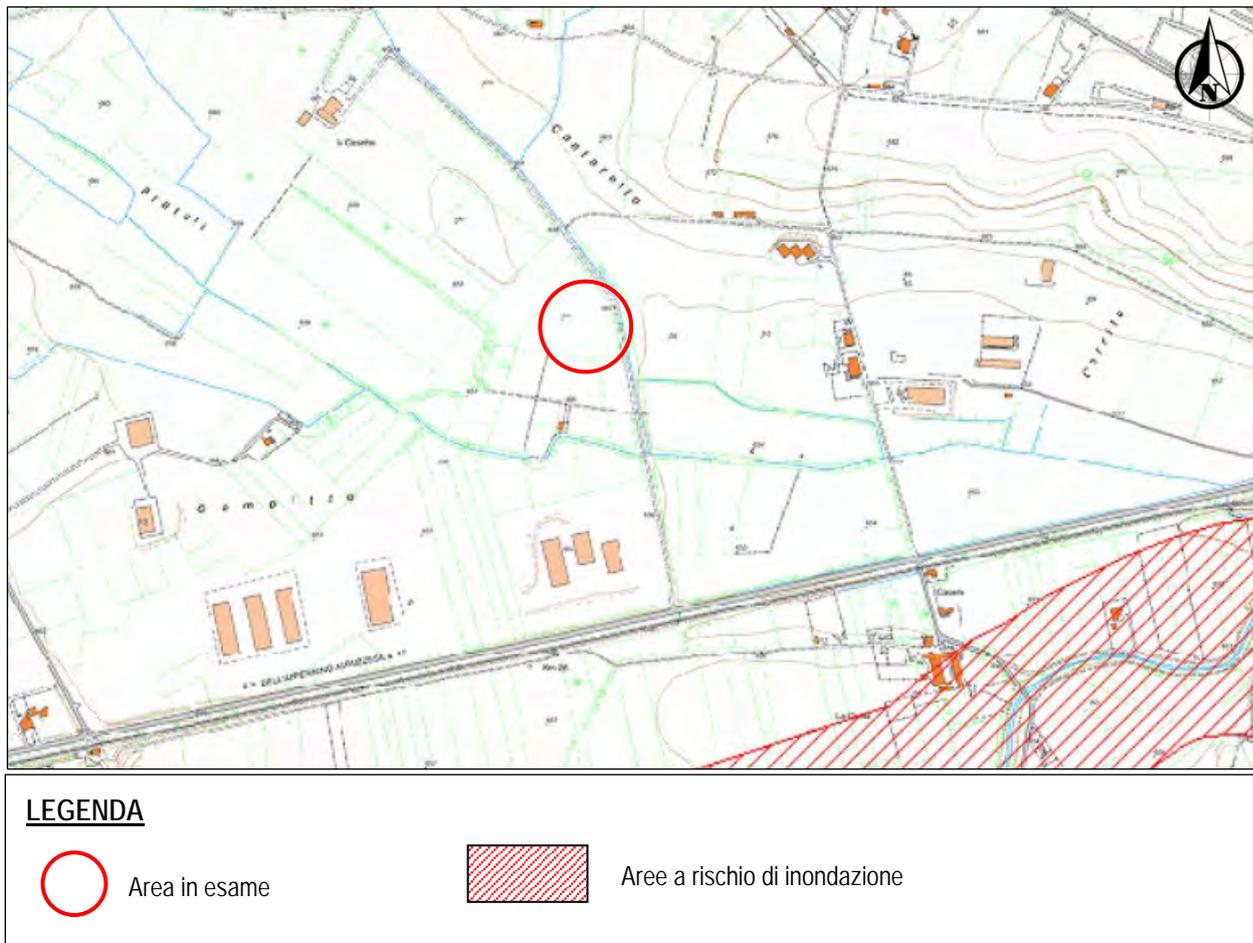


Fig. 11 - Stralcio della Carta Aree Esondabili sovrapposta a C.T.R. (Servizio per l'Informazione Territoriale e la Telematica - Regione Abruzzo), scala 1:10.000.

Le condizioni dell'idrogeologia del territorio sono molto mutevoli in rapporto alla variabilità delle caratteristiche litologiche, geomeccaniche e strutturali delle principali unità sedimentologiche affioranti. L'area in studio è posta alla sinistra idrografica del T. Raio, che rappresenta in zona la via di drenaggio preferenziale delle acque di ruscellamento superficiale.

Dal punto di vista idrogeologico, dalla consultazione della Carta dei Complessi Idrogeologici (Fig. 12), si evince che i terreni che affiorano nell'area in esame appartengono al *Complesso fluvio-lacustre (fl)*, costituito da depositi fluviali, anche terrazzati, e fluvio-glaciali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, da depositi palustri e lacustri prevalentemente argilloso-limoso-sabbiosi e da travertini (Olocene – Pliocene). Questo complesso risulta permeabile per porosità ed è caratterizzato da un grado di "permeabilità relativa" medio, anche se in realtà è variabile, anche in modo sostanziale, da zona a zona in funzione della granulometria dei depositi.

La capacità ricettiva dell'acquifero fluvio-lacustre è complessivamente buona, sia nei confronti dell'alimentazione diretta (fenomeno, questo, molto facilitato dalla morfologia piatta degli affioramenti), sia nei confronti di quella indiretta proveniente dagli acquiferi adiacenti (solo nel caso in cui affiorano termini relativamente più permeabili).

A causa della sostanziale caoticità che caratterizza la giacitura dei vari litotipi (con lenti più o meno estese e tra loro interdigitate a depositi con differente grado di permeabilità), la circolazione idrica sotterranea è preferenzialmente basale e si esplica secondo "falde sovrapposte" (appartenenti, quasi sempre, ad un'unica circolazione).

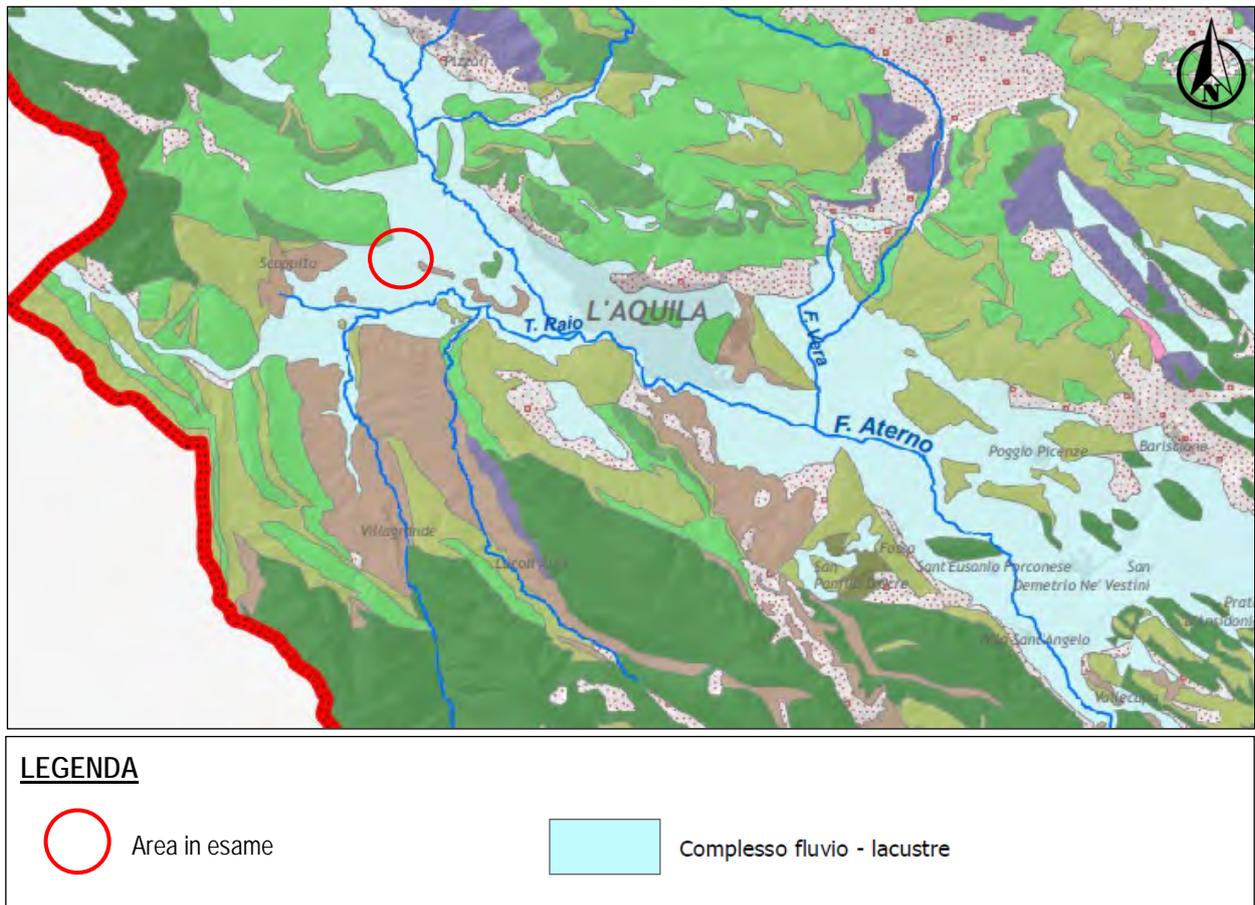


Fig. 12 - Carta dei Complessi Idrogeologici. Fonte: Piano di Tutela delle Acque della Regione Abruzzo – Servizio Acque e Demanio Idrico.

1.5. RICOSTRUZIONE STORICO FOTOGRAFICA DEL SITO

Attraverso l'analisi delle fotografie aeree è stato possibile ricostruire l'assetto e l'evoluzione morfologica generale dell'area in esame. Tale ricostruzione morfoevolutiva è stata effettuata con l'utilizzo di fotogrammi aerei scattati in un intervallo temporale compreso tra il 1954 e il 2002, dai quali si presume che l'area in esame non abbia subito interventi industriali. Si riportano di seguito i principali fotogrammi di riferimento.



Fig. 13 - Ortofoto realizzata nel 1954, Volo I.G.M., Strisciata n° 45 (Servizio per l'Informazione Territoriale e la Telematica - Regione Abruzzo).



Fig. 14 - Ortofoto realizzata nel 1985, Volo I.G.M. (Servizio per l'Informazione Territoriale e la Telematica - Regione Abruzzo).

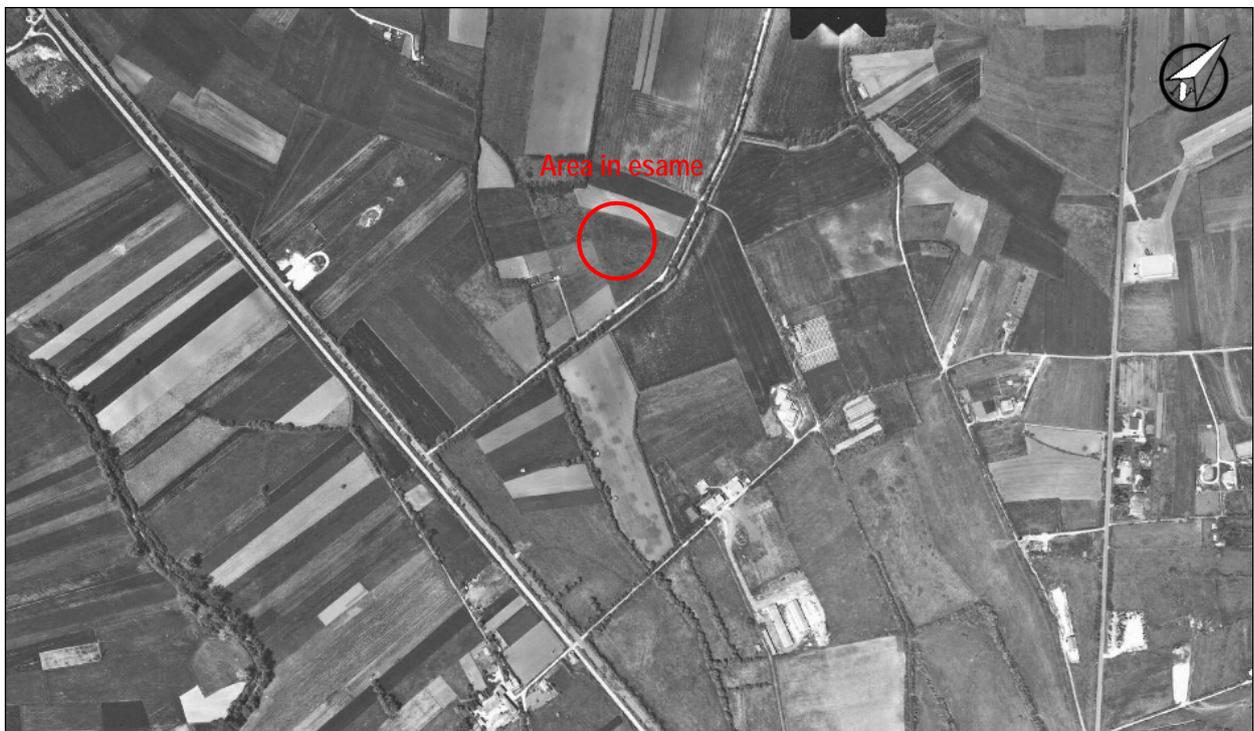


Fig. 15 - Ortofoto realizzata nel 2002, Volo I.G.M., Strisciata n° 175 (Servizio per l'Informazione Territoriale e la Telematica - Regione Abruzzo).

1.6. INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO E PERICOLOSITA' SISMICA

La Regione Abruzzo è stata storicamente interessata da numerosi e spesso intensi fenomeni sismici, interconnessi con l'assetto geologico e l'evoluzione geodinamica del sistema appenninico in distensione, e la fascia costiera adriatica in compressione sulla piattaforma apulo-adriatica. Pertanto, dal punto di vista sismico, la regione è caratterizzata da una serie di distretti sismogenetici distribuiti su più fasce parallele procedendo dai rilievi interni alla catena appenninica verso la costa adriatica. I più importanti sono rappresentati dall'Alta Valle del Fiume Aterno, dalla Piana del Fucino e dalla zona del Parco Nazionale d'Abruzzo, per il settore più interno; verso l'esterno invece emergono il fronte del Gran Sasso d'Italia, i Monti della Laga e la struttura della Maiella.

1.6.1. Sismicità storica

I seguenti dati di sismicità storica per il territorio comunale di L'Aquila sono stati desunti dal database dell'I.N.G.V. DBMI15 (*Database Macrosismico Italiano utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15*).

Storia Sismica di L'Aquila [42.351; 13.339] Numero di eventi: 140					
Intensità	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area Epicentrale	NMDP	Io	Mw
8	1315 12 03	Aquilano	4	8	5.56
9	1349 09 09	Appennino laziale-abruzzese	17	9	6.27
6	1398 04 03	Aquilano	2	6	4.63
5	1423 11 10	L'Aquila	1	5	4.16
6	1456 12 05	Appennino centro-meridionale	199	11	7.19
9	1461 11 27	Aquilano	8	10	6.50
5	1462 01 03 20 25	Aquilano	1	5	4.16
5	1462 01 04 22 25	Aquilano	1	5	4.16
5	1462 03 27 02	Aquilano	1	5	4.16
6	1466 12 20 11	Aquilano	2	5	4.16
5-6	1498 04 10	L'Aquila	1	5-6	4.40
NF	1502 03 10	Reatino	2	7	5.10
5	1557 04 23 21	L'Aquila	1	5	4.16
F	1599 11 06 01 25	Valnerina	20	9	6.07
6	1619 07 07 22	Aquilano	5	7-8	5.33
5	1639 10 07	Monti della Laga	39	9-10	6.21
5-6	1646 04 28 07	Monti della Laga	10	9	5.90
6-7	1646 06 19 03	L'Aquila	1	6-7	4.86
6-7	1672 06 08 17 30	Monti della Laga	10	7-8	5.33
F	1688 06 05 15 30	Sannio	215	11	7.06
7	1703 01 14 18	Valnerina	197	11	6.92
7	1703 01 16 13 30	Appennino laziale-abruzzese	22		

9	1703 02 02 11 05	Aquilano	69	10	6.67
6	1706 11 03 13	Maiella	99	10-11	6.84
6	1730 05 12 05	Valnerina	115	9	6.04
6-7	1750 02 01	Aquilano	1	6-7	4.86
6-7	1762 10 06	Aquilano	13	8	5.54
HF	1778 01 24 07 45	Marsica	6	6-7	4.86
F	1785 10 09 03 15	Monti Reatini	33	8-9	5.76
7	1786 07 31	Aquilano	7	6	4.89
7-8	1791 01	L'Aquila	1	7-8	5.33
5	1803 04 07	Gran Sasso	3	4-5	3.93
F	1804 05 22 19 15	Gran Sasso	24	8	5.42
6-7	1805 07 26 21	Molise	220	10	6.68
6	1809 08 14 11	Aquilano	1	6	4.63
5	1848 06 09 23 15	L'Aquila	1	5	4.16
6	1848 12	L'Aquila	4	6	4.63
NF	1850 11 11 09	Aquilano	6	6	4.63
4	1857 12 16 21 15	Basilicata	340	11	7.12
F	1859 08 22	Valnerina	20	8-9	5.73
3	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5.85
4	1873 07 12 06 06	Val Comino	61	7-8	5.38
5-6	1874 02 24 06 52	Aquilano	26	6-7	5.12
3	1874 12 06 15 50	Val Comino	43	7-8	5.48
2	1875 03 17 23 51	Costa romagnola	144	8	5.74
3	1875 12 06	Gargano	97	8	5.86
4	1878 09 15 07 20	Valle Umbra	34	8	5.46
4	1879 02 23 18 30	Valnerina	15	8	5.59
F	1881 03 11 22 50	Valle Umbra	15	5	4.51
5	1881 09 10 07	Chietino	43	7-8	5.41
2	1883 11 07 03	Monti della Laga	4	7	5.10
4-5	1885 04 10 01 44	Appennino laziale-abruzzese	44	5	4.57
2	1885 06 17 22 34	Monti Reatini	9	7	4.90
5	1887 01 27 02 45	Aquilano	30	5	4.17
NF	1887 02 23 05 21 5	Liguria occidentale	1511	9	6.27
4	1888 07 08 20 47	Teramo	7	5	4.46
F	1889 08 26 05 31	Castel di Sangro	5	4	4.20
5	1889 12 08	Gargano	122	7	5.47
3-4	1892 01 21 20 15	Valle del Salto	14	5	4.40
2	1892 01 22	Colli Albani	81	7	5.14
4-5	1893 08 02 00 59	Valnerina	84	5-6	4.55
F	1895 06 30 03 48 5	Poggio Picenze	10	4-5	3.93
4	1895 08 09 17 38 2	Adriatico centrale	103	6	5.11
NF	1895 11 01	Campagna romana	94	6-7	4.83
3	1898 06 27 23 38	Reatino	186	8	5.50
3-4	1901 07 31 10 38 3	Sorano	76	7	5.16
NF	1902 10 23 08 51	Reatino	77	6	4.74

4-5	1903 11 02 21 52	Valnerina	33	6	4.81
4	1904 02 24 15 53 2	Marsica	56	8-9	5.68
4-5	1904 02 25 00 29 1	Marsica	34	5-6	4.56
3	1906 01 29 15 05	Valle del Tronto	50	5	4.28
5	1906 07 01 00 50	Reatino	41	5	4.29
3-4	1907 01 23 00 25	Adriatico centrale	93	5	4.75
5	1908 01 16 10 27	Aquilano	11	4-5	4.12
NF	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
4	1909 03 16 15 53	Gran Sasso	19	4-5	4.03
5	1911 05 28 13 52	Aquilano	9	5	4.16
5	1911 09 09 11 32	Aquilano	13	5	4.36
7-8	1915 01 13 06 52 4	Marsica	1041	11	7.08
4-5	1915 04 05 06 18 5	Valle dell'Aniene	21	6	4.80
4-5	1915 09 23 18 07	Marsica	18	6	5.07
6-7	1916 04 22 04 33	Aquilano	9	6-7	5.09
5	1916 05 17 12 50	Riminese	132	8	5.82
F	1919 10 22 06 10	Anzio	142	6-7	5.22
4	1922 12 29 12 22 0	Val Roveto	119	6-7	5.24
3	1923 05 13 14 30 5	Valle del Salto	21	5	4.33
NF	1925 09 24 13 33 4	Molise occidentale	50	7	5.26
4	1927 10 11 14 45 0	Marsica	81	7	5.20
4	1930 07 23 00 08	Irpinia	547	10	6.67
4	1933 09 26 03 33 2	Maiella	325	9	5.90
6	1938 08 12 02 28 3	Appennino laziale-abruzzese	55	5-6	4.56
4-5	1943 01 29	Monti Sibillini	50	6-7	4.94
4-5	1943 10 03 08 28 2	Ascolano	170	8	5.67
3	1948 12 31 03 32	Monti Reatini	95	8	5.42
6	1950 09 05 04 08	Gran Sasso	386	8	5.69
6	1951 08 08 19 56	Gran Sasso	94	7	5.25
NF	1951 09 01	Monti Sibillini	80	7	5.25
5	1956 10 07 19 12 4	Aquilano	19	5	4.46
3	1957 04 11 16 19	Valle del Salto	46	6	4.94
6	1958 06 24 06 07	Aquilano	222	7	5.04
4-5	1960 03 16 01 52 4	Monti della Laga	81	5	4.44
4	1961 10 31 13 37	Reatino	84	8	5.09
5-6	1967 12 03 21 29 5	Aquilano	32	5	4.37
NF	1967 12 09 03 09 5	Adriatico centrale	22		4.36
5	1969 09 26 23 40 3	Teramano	97	5	4.39
4-5	1972 11 26 16 03	Marche meridionali	73	8	5.48
5	1979 09 19 21 35 3	Valnerina	694	8-9	5.83
4	1980 06 09 16 02 4	Aquilano	28	6	4.64
2	1980 06 14 20 56 5	Marsica	69	5-6	4.96
4	1980 11 23 18 34 5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
5	1984 05 07 17 50	Monti della Meta	911	8	5.86
4	1984 05 11 10 41 4	Monti della Meta	342	7	5.47

5-6	1985 05 20 10 00 2	Aquilano	29	5-6	4.51
4-5	1985 05 23 01 04 1	Aquilano	7	5	4.11
4	1986 10 13 05 10 0	Monti Sibillini	322	5-6	4.46
3	1987 09 04 16 42 4	Costa Marchigiana	75	6	4.66
NF	1989 09 14 18 17 0	Aquilano	32	5	3.47
3	1990 05 05 07 21 2	Potentino	1375		5.77
NF	1991 05 05 06 33 3	Aquilano	64	6	3.86
4	1992 08 25 02 25 4	Aquilano	63	5	4.11
4-5	1992 10 24 18 44 4	Monti della Laga	32	5	4.08
3	1994 01 05 08 49 2	Monti della Laga	23	4-5	3.47
4	1994 06 02 16 41 2	Aquilano	60	4-5	3.99
4	1994 06 02 17 38 1	Aquilano	106	5	4.21
3	1996 10 20 19 06 5	Appennino laziale-abruzzese	100	5	4.36
4-5	1997 09 26 00 33 1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
5-6	1997 09 26 09 40 2	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
4	1997 10 03 08 55 2	Appennino umbro-marchigiano	490		5.22
5	1997 10 14 15 23 1	Valnerina	786		5.62
4	1997 11 09 19 07 3	Valnerina	180		4.87
NF	1998 03 26 16 26 1	Appennino umbro-marchigiano	409		5.26
4-5	1998 08 15 05 18 0	Reatino	233	5-6	4.42
3-4	1999 10 10 15 35 5	Alto Reatino	79	4-5	4.21
NF	2000 03 11 10 35 2	Valle dell'Aniene	214	6	4.25
NF	2004 12 09 02 44 2	Teramano	213	5	4.09
NF	2005 12 15 13 28 3	Val Nerina	350	5	4.14
8-9	2009 04 06 01 32 4	Aquilano	316	9-10	6.29
5	2016 08 24 01 36 3	Monti della Laga	221	10	6.18
5	2016 10 30 06 40 1	Valnerina	379		6.61
5	2017 01 18 10 14 0	Aquilano	280		5.70

Me: mese; Gi: giorno; NMDP: numero di osservazioni macroscopiche; Io: intensità epicentrale; Mw: magnitudo momento.

Sempre con riferimento al territorio comunale di L'Aquila il successivo diagramma illustra le intensità documentate e/o ricostruite per gli eventi sismici di maggior rilievo dall'anno 1000 all'anno 20017 (Fig. 16).

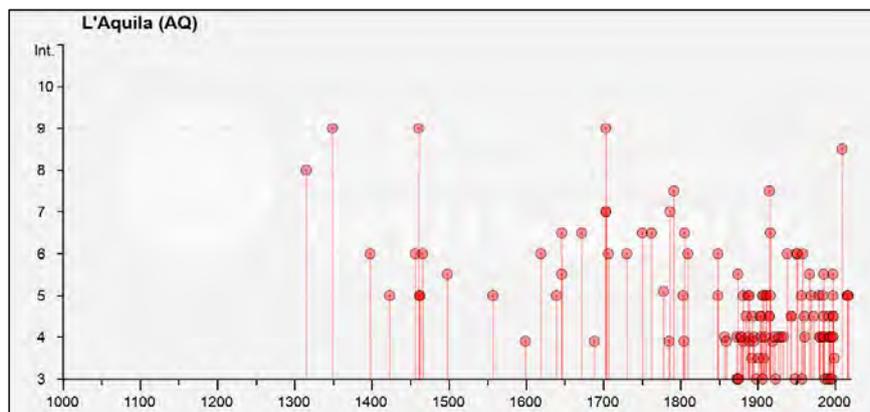
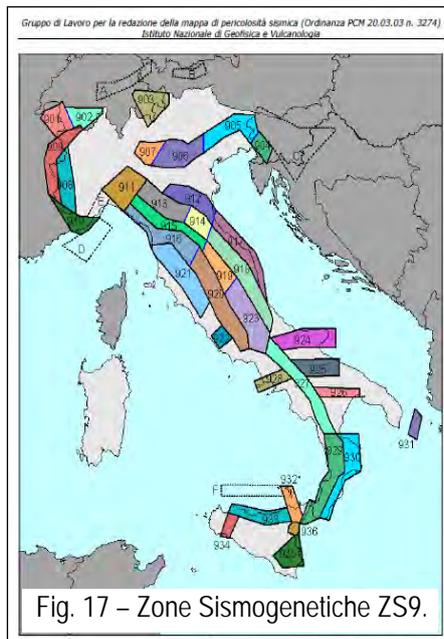


Fig. 16 – Massime intensità sismiche del Comune di L'Aquila.

1.6.2. Zonazione sismogenetica e valori di scuotimento attesi



La definizione della pericolosità sismica di base del territorio nazionale trae le sue origini dalla Carta delle Zone Sismogenetiche denominata ZS9 (GRUPPO DI LAVORO, 2004), nella quale sono individuate 36 zone caratterizzate da diversi valori della Magnitudo momento massima (M_{wmax}).

La zonazione è stata effettuata tramite l'analisi cinematica degli elementi geologici cenozoici e quaternari coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale. Il confronto tra le informazioni che hanno portato alla costruzione del modello geodinamico e la sismicità osservata ha permesso di costruire la Carta Nazionale delle Zone Sismogenetiche. Nello specifico, l'area in esame ricade all'interno della Zona

Sismogenetica 923 "Appennino Abruzzese" alla quale viene attribuita una Magnitudo momento massima M_w di 7,06 (Fig. 17).

Sulla base del modello suddetto è stata elaborata la Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale approvata dalla Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile nella seduta del 6 aprile 2004, recepita dall' Ordinanza P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006 (*Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*) in cui, il territorio nazionale viene suddiviso in 4 zone ciascuna individuata in base ai valori dell'accelerazione massima del suolo (a_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/sec, secondo la tabella seguente:

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a_g]	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a_g]
1	$0,25 < a_g \leq 0,35g$	0,35 g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25g$	0,25 g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15g$	0,15 g
4	$\leq 0,05g$	0,05 g

Le zone 1, 2 e 3 possono essere suddivise in sottozone caratterizzate da valori di a_g intermedi rispetto a quelli riportati in tabella e intervallati da valori non minori di 0,025 g. Nello specifico, il sito in esame è ricompreso nel territorio comunale di L'Aquila il quale ricade in zona 2, in base all'ultimo aggiornamento del 2022. La permanenza nella suddetta categoria è riepilogata nella tabella seguente.

Codice ISTAT	Comune	Categoria secondo la classificazione precedente (Decreti fino al 1984)	Categoria secondo la proposta del GdL del 1998	Zona ai sensi dell'OPCM 3274 (2003)	Classificazione sismica comuni italiani (2022)
13066049	L'Aquila	2	2	2	2

Per quanto riguarda la "pericolosità sismica di base" su *reticolo di riferimento* nell'*intervallo di riferimento* è fornita dai dati pubblicati sul sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>).

In particolare, il sito in esame è ricompreso nel territorio del Comune di L'Aquila il quale presenta valori di pericolosità sismica, espressi in termini di accelerazione massima del suolo (a_g), compresi tra 0,250 g e 0,275 g con probabilità di eccedenza dello scuotimento del 10% in 50 anni (Fig. 18).

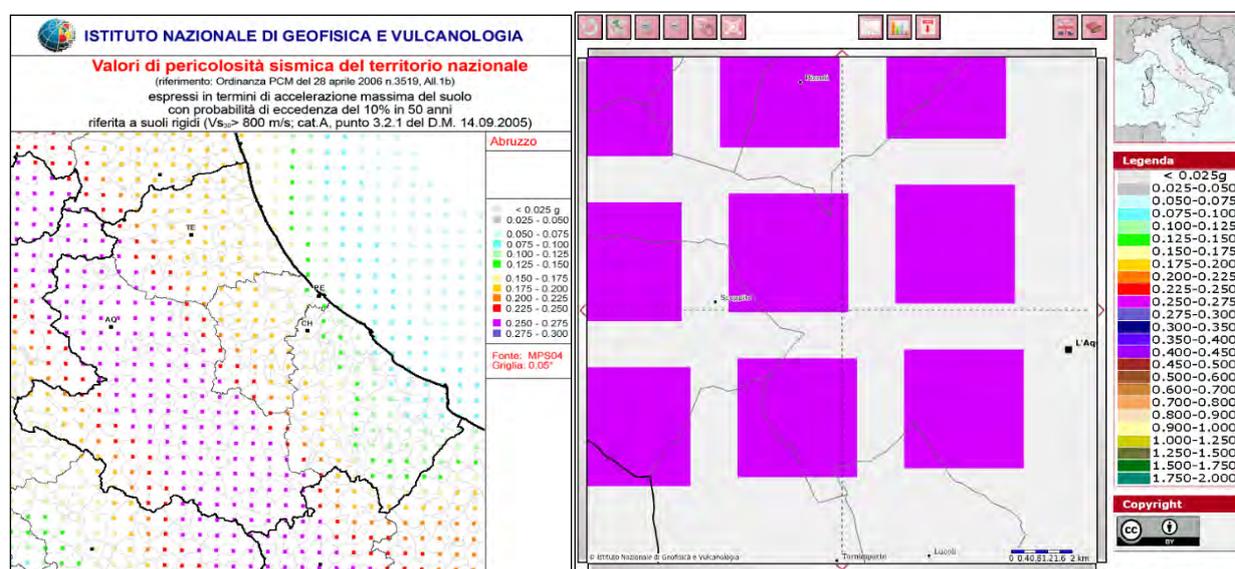
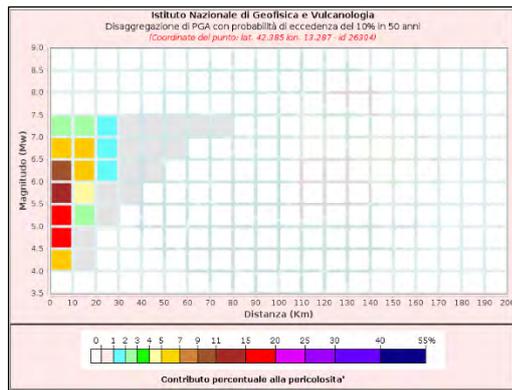


Fig. 18 – Valori di pericolosità sismica, con indicata l'area in esame, espressi in termini di accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005) (riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519, All. 1b). Fonte: <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>.

Di seguito, si riportano i dati di disaggregazione dei contributi alla pericolosità sismica per intervalli di magnitudo (M_w) e distanza epicentrale (R), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferiti al nodo della griglia (coordinate lat: 42.385, lon: 13.287, id 26304) più prossimo al sito d'interesse (Fig. 19).



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 42.385 lon. 13.287 - id 26304)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	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	5.9300	17.0000	17.3000	14.5000	10.2000	6.1800	2.5100	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.0136	0.6400	2.3700	4.2700	5.3100	5.1400	2.9700	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0117	0.3570	1.0600	1.6100	1.2700	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0014	0.1390	0.4230	0.4380	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0039	0.0799	0.1310	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0084	0.0378	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0068	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Valori Medi											
	Magnitudo			Distanza				Epsilon			
	5.72			7.89				0.972			

Fig. 19 – Valori di disaggregazione della pericolosità sismica, sia in formato grafico e sia in formato tabellare, con i relativi parametri del terremoto di scenario. Fonte: <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>.

Dalla sintesi di quanto precedentemente detto e in relazione al concetto di disaggregazione della pericolosità sismica, risulta che l'area in esame ricade in zona sismica 2, ad una distanza di 7,89 km dal probabile epicentro di un terremoto con una Magnitudo momento attesa, in funzione delle Stato Limite analizzato, pari a 5,72 (*terremoto di scenario*).

1.6.3. Sorgenti sismogenetiche e faglie capaci

I terremoti dell'area appenninica abruzzese sono associabili a faglie quaternarie, normali o trassensive, osservabili in superficie, ben definibili in termini di lunghezza, giacitura e cinematica e spesso caratterizzate da evidenze di attività nel Pleistocene superiore – Olocene, talvolta con evidenze dirette di dislocazione co-sismica superficiale in occasione di forti terremoti (es. Avezzano 1915).

Dalla consultazione del database dell'I.N.G.V. DISS 3.3.0 (Database of Individual Seismogenetic Sources), che fornisce un'istantanea della presenza di faglie considerate attive allo stato attuale, si evince che il lotto oggetto d'intervento ricade all'interno della box sismogenetica composta denominata ITCS013 "*Borbona-L'Aquila-Aremogna*", ed in particolare all'interno della "fascia" sismogenetica individuale ITIS015 "*Montereale Basin*", alle quale vengono rispettivamente attribuiti valori di massima magnitudo Mw di 7,0 e 6,5 (Fig. 20).

Per quanto attiene le faglie attive e capaci, che per definizione sono faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie, dall'interrogazione del database bibliografico del Servizio Geologico Italiano ITHACA (*Italy HAZARD from CAPable faults*), risulta evidente come l'area in esame sia ricompresa in un settore di catena interessato dalla presenza di faglie considerate attive. Nello specifico il lotto d'interesse si ubica a circa 4,00 km a sud-ovest dalla faglia attiva, a carattere normale, denominata "*Monte Pettino*" (Fig. 21).

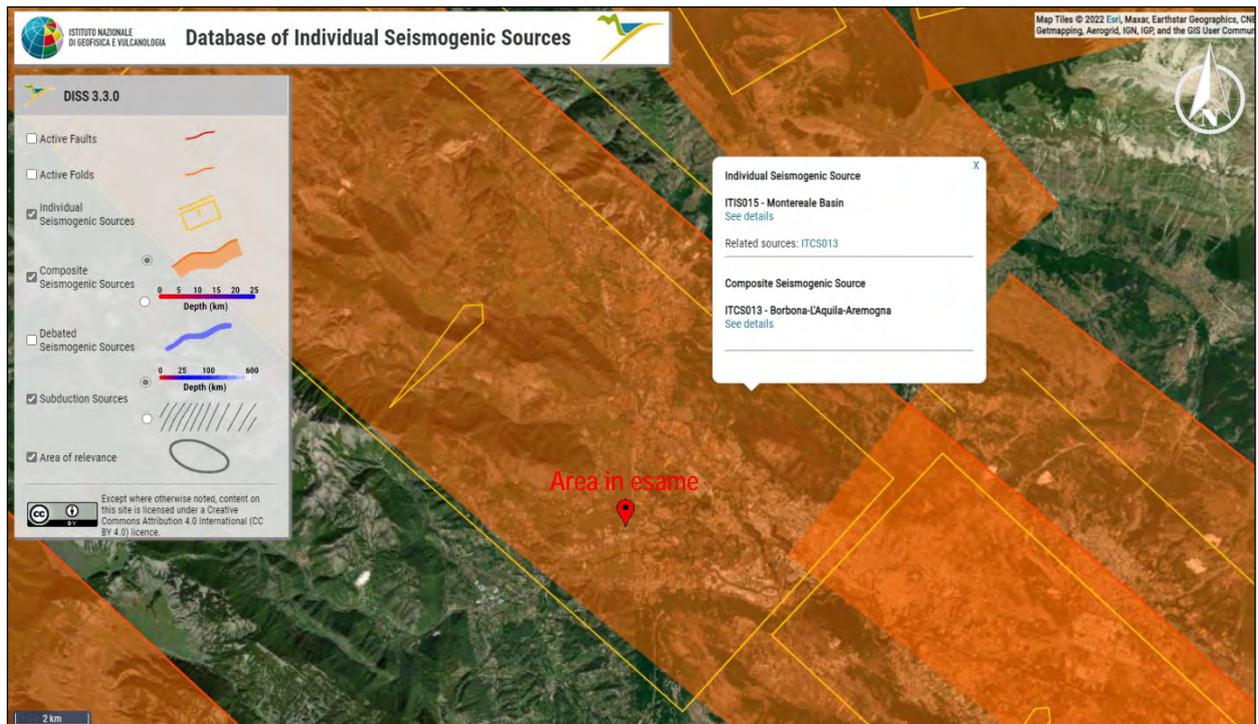


Fig. 20 – Distribuzione delle sorgenti sismogenetiche ITCS013 e ITIS015. Fonte DISS 3.3.0.

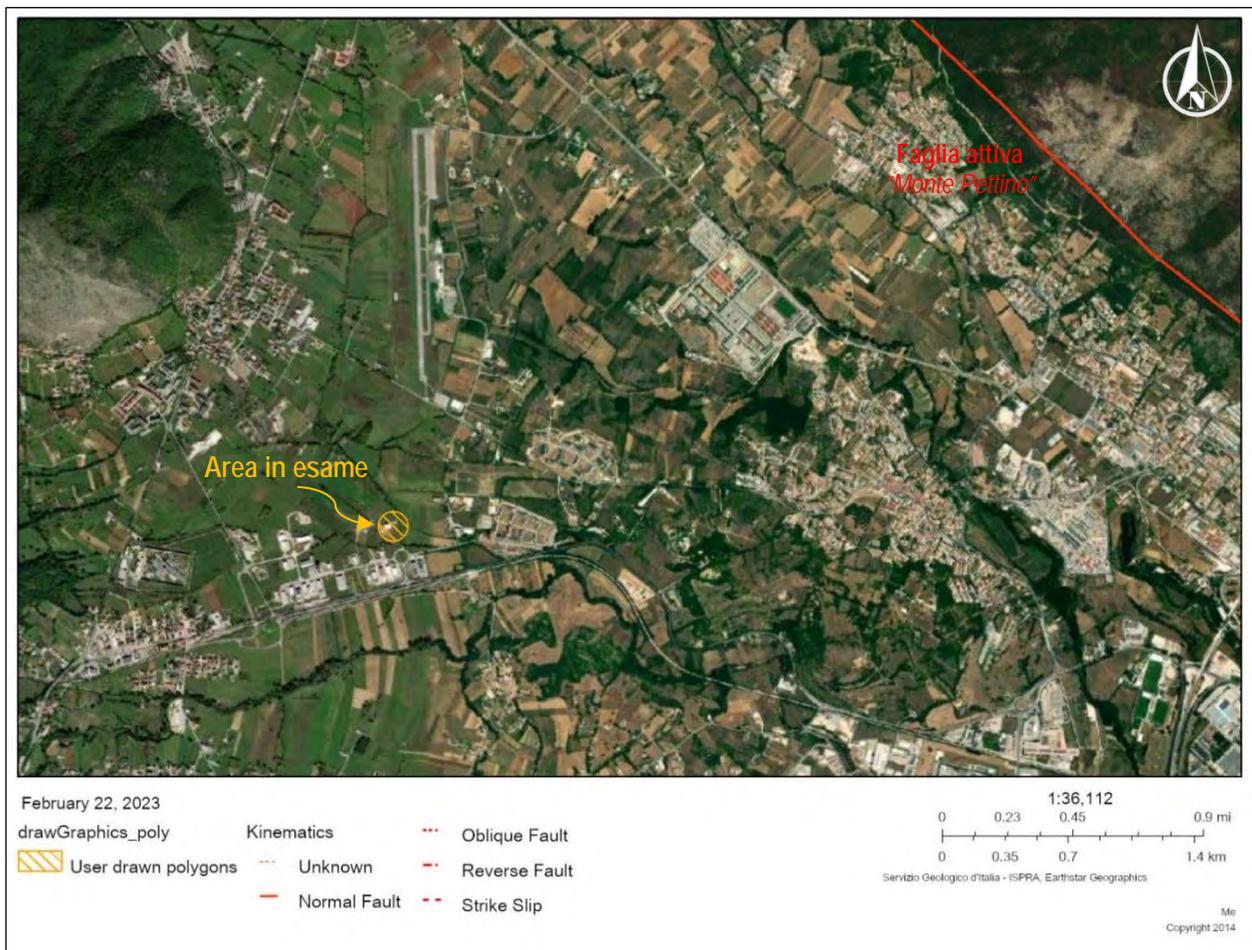


Fig. 21 – Distribuzione delle faglie capaci, linee in rosso. Fonte: Servizio Geologico Italiano ITHACA.

1.7. MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

1.7.1. Modello litostratigrafico locale

In base alle informazioni di carattere litologico e stratigrafiche ricavate dalla raccolta di dati bibliografici e cartografici, unitamente all'interpretazione dei risultati delle indagini realizzate in sito, è stata schematizzata la seguente successione litostratigrafica locale, che associa il sottosuolo dell'area in esame ai depositi alluvionali olocenici (*olo*), costituiti da terreni caratterizzati da variazioni latero-verticali di spessore e caratteristiche fisico-meccaniche.

STRATO A – Terreno vegetale e coltre superficiale alterata

dal p.c. a 3,00 ÷ 4,00 m

Tale strato, presente dal piano campagna attuale fino ad una profondità massima di circa 3,00 ÷ 4,00 m, rappresenta la porzione più superficiale della successione stratigrafica locale, è risulta costituito da terreni a granulometria prevalentemente limoso-sabbiosa variamente argilloso.

STRATO B – Sabbia e ghiaia

da 3,00 ÷ 4,00 m a 10,00 m

Tale litotipo, presente al di sotto dello strato di terreno vegetale e coltre superficiale alterata, è costituito dai depositi alluvionali olocenici (*olo*), caratterizzato, dal punto di vista granulometrico, da sabbia e ghiaia.

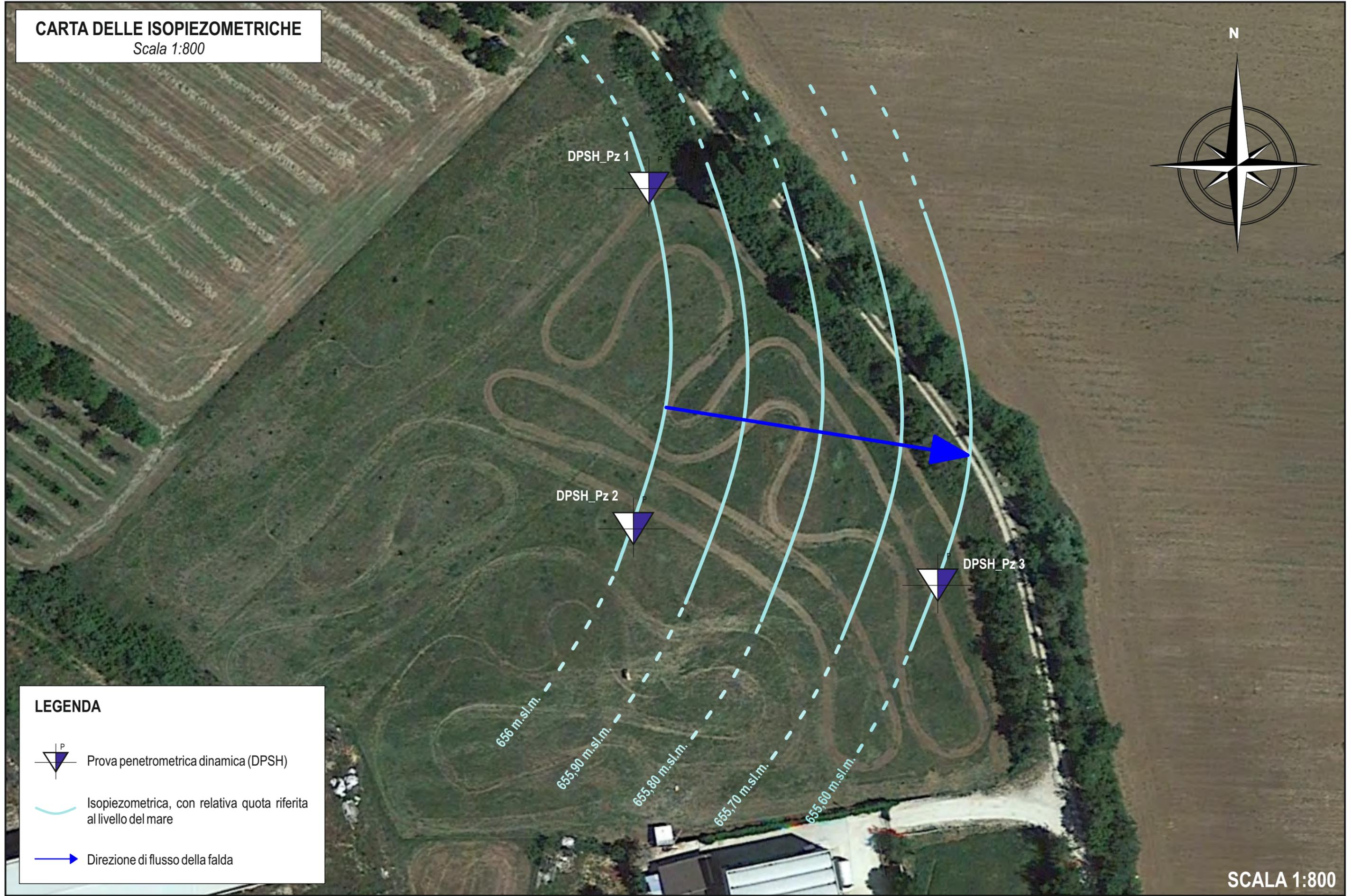
1.7.2. Modello idrogeologico locale

Dalle misurazioni freatiche effettuate all'interno dei piezometri (DPSH_Pz), è stata riscontrata la presenza di una falda freatica alla profondità di circa 2,40 ÷ 3,00 m dall'attuale piano campagna. Tale livello piezometrico si ritiene possa subire delle oscillazioni verso l'alto in concomitanza di eventi meteorici di particolare intensità e/o durata. In funzione delle tempistiche e dell'incarico commissionato, dalle letture freatiche e dalle coordinate dei piezometri forniteci dalla Committenza (Tab. 1), è stata ricostruita una carta delle isopiezometriche, dove si palesa una direzione di deflusso principale della falda verso sud-est.

ID Sondaggio	Quota (m s.l.m.)	Data	Rilievo della falda (profondità in m dal p.c.)	Rilievo della falda (profondità in m.s.l.m.)
DPSH_Pz 1	659	16/10/2023	3,00	656,00
DPSH_Pz 2	659	16/10/2023	3,00	656,00
DPSH_Pz 3	658	16/10/2023	2,40	655,60

Tab. 1 – Letture freatiche eseguite all'interno dei piezometri e riferite al piano campagna e al livello del mare.

CARTA DELLE ISOPIEZOMETRICHE
Scala 1:800



LEGENDA

-  Prova penetrometrica dinamica (DPSH)
-  Isopiezometrica, con relativa quota riferita al livello del mare
-  Direzione di flusso della falda

SCALA 1:800

2. RELAZIONE SULLE INDAGINI E MODELLAZIONE SISMICA

2.1. INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE IN SITO

Per la ricostruzione della successione litostratigrafica locale, con conseguente determinazione dei parametri geotecnici, e per caratterizzare sotto il profilo sismico i terreni ivi presenti, in accordo con il progettista, sono state eseguite, in data 24/01/2023 e in data 16/10/2023, sulla base delle esigenze logistiche dell'areale indagato e delle tempistiche relative all'intervento, le seguenti categorie d'indagine:

- ☑ n. 1 trincea geognostica (eseguita dalla Committenza);
- ☑ n. 1 prelievo di campione di terreno (eseguito dalla Committenza) e relative analisi di laboratorio;
- ☑ n. 4 prove penetrometriche dinamiche DPSH, di cui n. 3 attrezzate con piezometro (DPSH_Pz);
- ☑ n. 2 prelievi di campioni di acque sotterranee di falda (eseguiti dalla Committenza) e relative analisi di laboratorio;
- ☑ n. 1 prova sismica multicanale MASW.

Successivamente saranno realizzati, all'interno dell'area in esame, n. 3 sondaggi geognostici ambientali con l'installazione di n. 3 piezometri, come richiesto dal Manuali e linee guida 43/2006 dell'APAT.

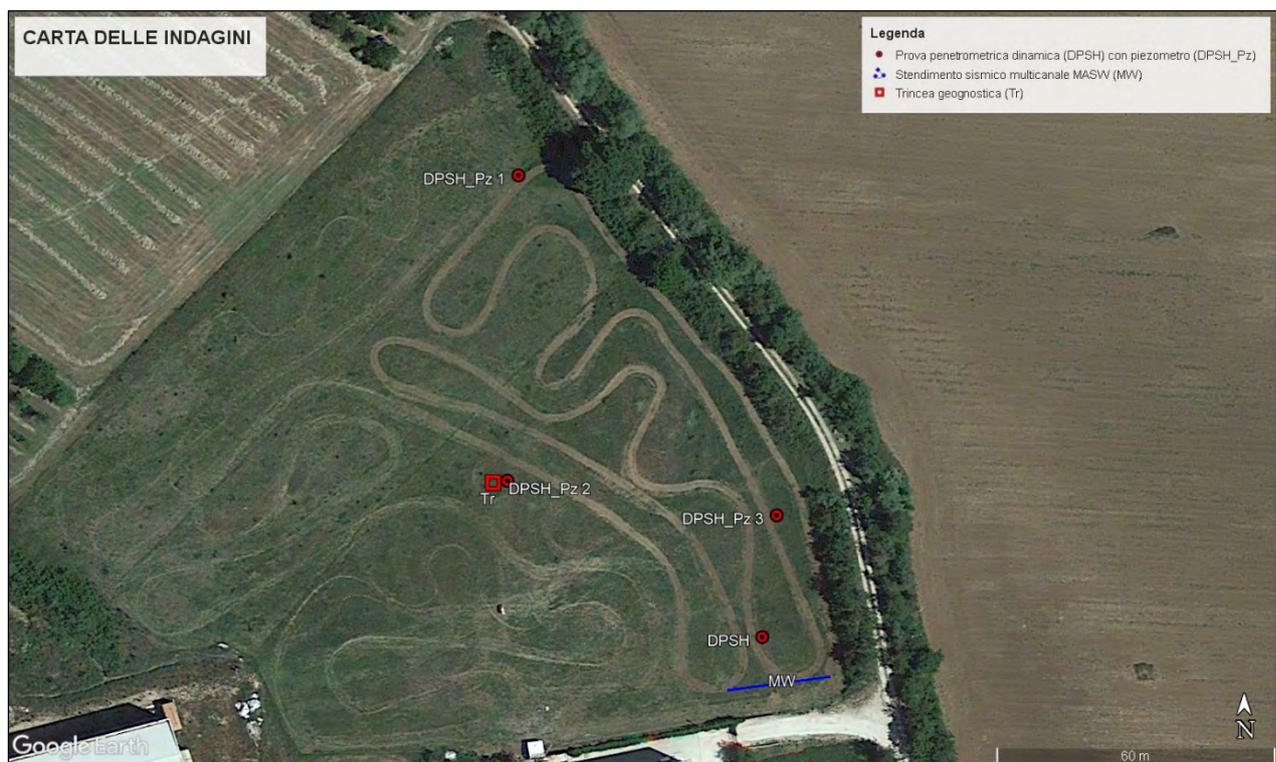


Fig. 22 – Carta con ubicazione delle indagini eseguite.

I dettagli delle metodologie d'indagine adottate e le strumentazioni impiegate sono descritti di seguito, mentre i risultati acquisiti sono documentati in allegato.

2.1.1 Trincea geognostica

Le trincee geognostiche consistono in scavi effettuati nel terreno da indagare con lo scopo di permettere l'osservazione diretta della parte superficiale del sottosuolo (tipo e natura dei terreni, giacitura, successione e potenza di eventuali stratificazioni). Il vantaggio principale consiste nella rapidità e relativa economicità dell'indagine stessa, nonché nella possibilità di ottenere dati non puramente puntuali come accade, di solito, nel caso delle indagini geognostiche.

Nella presente campagna d'indagine è stata realizzata dalla Committenza n. 1 trincea geognostica, le cui caratteristiche sono di seguito riportate:

ID Trincea	Coordinate (WGS84)		Caratteristiche		Quota (m s.l.m.)
	Latitudine	Longitudine	Profondità dal p.c. (m)	Descrizione litologica	
Tr	42.366797°	13.306784°	3,00	Limo sabbioso variamente argilloso	659



Fig. 23 – Ubicazione trincea geognostica Tr e relativo particolare litologico (fornita dalla Committenza).

Al termine dello scavo, è stato prelevato dalla Committenza n. 1 campione di terreno costituito da una miscela delle aliquote prelevate a diverse profondità, impiegando paletta metallica non cromata, guanti sterili monouso e teli in polietilene. Nel campionamento sono stati prelevati più incrementi di terreno scartando la porzione granulometrica maggiore di 2 cm e successivamente frantumati ed omogeneizzati in un'unica massa costituente il campione rappresentativo.

Una volta etichettato, il campione di terreno è stato riposto in un contenitore termico rigido al fine di preservarlo da possibili urti e/o sbalzi di temperatura (la temperatura sarà mantenuta nell'intervallo: $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) e consegnato alla Ditta Aquilab s.r.l., con sede in Loc. Boschetto di Pile, L'Aquila per eseguire le analisi di laboratorio.

I risultati delle analisi sul campione (Cfr. Allegato 3) sono stati confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica, come disposto dal DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 13 giugno 2017, n. 120 - Regolamento recante la

disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164 (G.U. n. 183 del 7 agosto 2017).

Tutte sostanze ricercate nelle analisi di laboratorio non superano le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica; pertanto le terre e rocce da scavo derivanti dal sito in esame possono essere classificate come sottoprodotti.

2.1.2 Prova penetrometrica dinamica DPSH

Nella presente campagna d'indagine sono state realizzate n. 4 prove penetrometriche dinamiche tipo DPSH spinte fino alla profondità massima di 10,00 m (DPSH), 9,40 m (DPSH_Pz 1), 9,80 m (DPSH_Pz 2) e 10,00 m (DPSH_Pz 3) dal locale piano campagna. A tali profondità, le prove DPSH e DPSH_Pz 3, si sono arrestate per rifiuto alla penetrazione della punta contraddistinto da N colpi ≥ 50 per un avanzamento della punta di 20 cm.

Per l'esecuzione delle prove è stato utilizzato un penetrometro statico-dinamico mod. Pagani TG 63 - 100 kN di spinta, le cui caratteristiche tecniche sono riportate nella tabella seguente:

Dati tecnici penetrometro Pagani TG 63-100			
Peso della massa battente	63,5 Kg	Peso delle aste a metro	6,31 Kg/m
Altezza di caduta del maglio	0,75 m	Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Peso sistema di battuta	0,63 Kg	Avanzamento punta	0,20 m
Diametro della punta conica	51,00 mm	Numero di colpi per punta	N(20)
Area di base della punta	20,43 cm ²	Angolo di apertura punta conica	90°
Lunghezza delle aste	1,00 m	Rivestimento/fanghi	Assente

La prova consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta infissa a percussione da un maglio provvisto di un apposito dispositivo di sganciamento automatico.

La misura dei colpi viene effettuata ogni 20 cm di affondamento della punta e, successivamente, rappresentata in un diagramma continuo di penetrazione che fornisce un profilo di resistenza espresso in numero di colpi per 20 cm di avanzamento della punta. La penetrazione dinamica della punta battuta sul terreno consente la misurazione dello stato di addensamento o consistenza dei litotipi attraversati tramite la determinazione della resistenza di rottura dinamica alla punta (Rpd):

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

dove:

e = infissione media per colpo (δ/N); M = peso massa battente (altezza caduta H); P = peso totale aste e sistema battuta.

Per mezzo dell'andamento della misura di colpi N con la profondità è possibile individuare la costituzione litologica per omogeneità degli orizzonti costituenti il sottosuolo investigato.

I valori ottenuti dalla prova correlati in valori equivalenti di N_{SPT} (attraverso il coefficiente teorico di energia $N_{SPT} = \beta_t N$), consentono di risalire alla stima dei principali parametri geotecnici del terreno.

Le prove eseguite presentano le caratteristiche elencate nella tabella seguente:

ID Prova	Coordinate (WGS84)		Quota (m s.l.m.)	Profondità (m dal p.c.)
	Latitudine	Longitudine		
DPSH	42.366504°	13.307468°	658	10.00
DPSH_Pz 1	42.367375°	13.306850°	659	9.40
DPSH_Pz 2	42.366803°	13.306822°	659	9.80
DPSH_Pz 3	42.366736°	13.307503°	658	10.00

I fori delle prove denominate DPSH_Pz sono state attrezzate con piezometro a tubo aperto per il rilievo e monitoraggio della falda acquifera. Durante la campagna d'indagine sono state effettuate le seguenti letture freatiche:

ID Sondaggio	Quota (m s.l.m.)	Data	Rilievo della falda (profondità in m dal p.c.)
DPSH_Pz 1	659	16/10/2023	3,00
DPSH_Pz 2	659	16/10/2023	3,00
DPSH_Pz 3	658	16/10/2023	2,40

Successivamente all'installazione dei piezometri, la Committenza ha prelevato n. 2 campioni di acque sotterranee di falda (Pz 1 e Pz3), dopo aver effettuato uno spurgo del piezometro a basso flusso. Una volta etichettati i campioni sono stati consegnati alla Ditta Aquilab s.r.l., con sede in Loc. Boschetto di Pile, L'Aquila per eseguire le relative analisi di laboratorio.

I risultati delle analisi sulle acque sotterranee (Cfr. Allegato 4) sono stati confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alla Tabella 2, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. Tutte sostanze ricercate nelle analisi non superano le Concentrazioni Soglia di Contaminazione.

2.1.3 Prova sismica multicanale MASW

Per la determinazione delle V_s nella presente campagna di indagini si è scelto di adottare la metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves). Difatti con la tecnica della sismica attiva si possono

ottenere buoni risultati in termini di acquisizione dati, fino a frequenze che si aggirano intorno ai 10-15 Hz riuscendo a "fittare" con un certo grado di precisione la curva sperimentale registrata. Pertanto, la metodologia d'indagine ha permesso di caratterizzare dal punto di vista geofisico i terreni oggetto del presente studio, basandosi sulla misurazione e sull'analisi delle onde di Rayleigh in un semispazio stratificato.

Strumentazione utilizzata

Per la realizzazione di n. 1 prospezione sismica MASW, è stata utilizzata una strumentazione le cui caratteristiche sono riportate di seguito:

- sismografo multicanale PASI GEA 24 con capacità di campionamento fino a 4000 microsec; sistema di comunicazione e di trasmissione del "tempo zero" (time break); filtri High Pass e Band Reject; "Automatic Gain Control"; convertitore A/D Sigma-Delta a 24 bit reali;
- 12 geofoni verticali (P) con periodo proprio di 4.5 Hz;
- massa battente pesante di 10 Kg.

Acquisizione dati e operazioni di campagna

L'acquisizione MASW è stata condotta mediante uno stendimento lineare di geofoni superficiali. Dopo aver posizionato i geofoni sul terreno e dopo il collegamento di questi ultimi ai cavi elettrici, tramite appositi morsetti bipolari, si è proceduto all'acquisizione dei dati MASW. Sono state realizzate alcune energizzazioni di prova allo scopo di tarare i parametri di acquisizione del sismografo in termini di determinazione del livello del rumore di fondo e taratura delle amplificazioni dei singoli canali di registrazione. Effettuata la taratura della strumentazione si è proceduto alla prospezione sismica MASW in modo tale che, dopo ogni energizzazione (per aumentare il rapporto segnale/rumore si è proceduto alla somma di più energizzazioni) sul punto d'impatto prestabilito, si è acquisito e registrato il segnale sul sismografo per la successiva elaborazione. L'istante di tempo zero, ovvero il segnale d'inizio registrazione, è stato inviato allo strumento da uno shock-sensor (trigger) posto direttamente sul terreno. Gli impulsi sismici ricevuti dai geofoni posizionati sulla superficie topografica sono stati acquisiti dal sismografo tramite il quale, dopo una conversione analogico-digitale sono stati registrati nell'hard-disk del computer esterno al sismografo stesso.

Elaborazione dati

Per la caratterizzazione sismo-stratigrafica del sottosuolo i dati sperimentali acquisiti sono stati interpretati ed elaborati attraverso l'utilizzo di specifici programmi. L'analisi effettuata può essere ricondotta in quattro fasi:

- 1) trasformazione delle serie temporali nel dominio frequenza f – numero d'onda K ;

- 2) individuazione delle coppie f - k cui corrispondono i massimi spettrali d'energia (densità spettrale) consentono di risalire alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh nel piano Vfase (m/sec) – frequenza (Hz);
- 3) calcolo della curva di dispersione teorica attraverso la formulazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, modificando opportunamente, alcuni dei parametri degli strati che costituiscono il modello del suolo;
- 4) modifica della curva teorica fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo.

Nello specifico è stata realizzata n. 1 prospezione sismica MASW le cui caratteristiche geometriche e di configurazione sono riportate nella tabella seguente:

ID Linea	Passo geofonico (m)	Numero geofoni	Lunghezza (m)	Sorgente (m)	Passo camp. (Hz)	Lung. tracce (s)
MW	2.00	12	22.00	4.00	4000	1000

2.2. MODELLAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEL SOTTOSUOLO

Le informazioni ricavate dall'interpretazione dei risultati delle indagini realizzate in sito, hanno permesso di caratterizzare il sottosuolo dell'area in esame in unità omogenee sotto il profilo fisico-meccanico.

I valori caratteristici dei principali parametri geotecnici (coesione e angolo di attrito interno) riferiti alle unità litotecniche di riferimento sono stati determinati secondo il criterio di "stima ragionata e cautelativa" del valore del parametro dedotto dall'interpretazione dei risultati delle indagini effettuate. Nello specifico, tali valori sono stati definiti sulla base dell'approccio bayesiano, adottando la seguente espressione correttiva (CHERUBINI E ORR, 1999):

$$x_k = x_m * (1 - CV/2)$$

dove: $x_m = (a + 4b + c) / 6$; $CV = (c - a) / (a + 4b + c)$

a = valore minimo stimato; b = valore più probabile; c = valore massimo stimato.

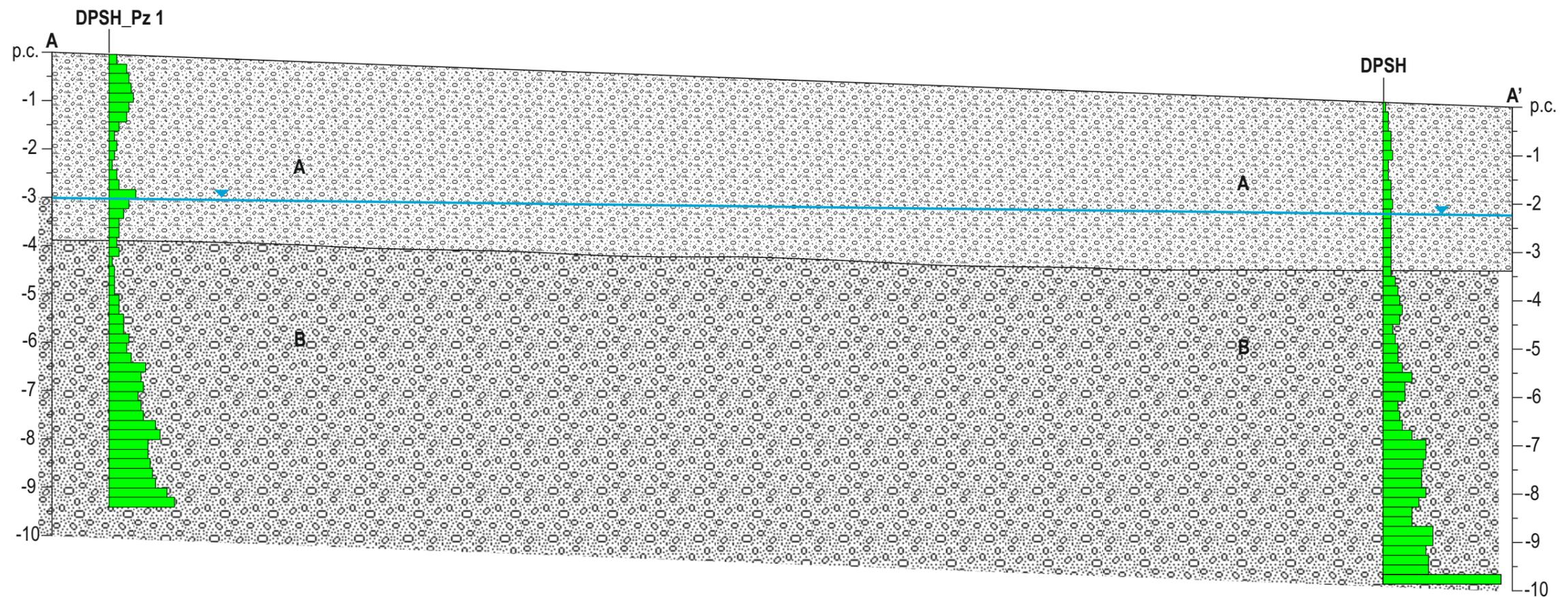
Dalla sintesi dei dati ottenuti, si riporta di seguito il modello geologico-tecnico del sottosuolo dell'area in esame.

MODELLO GEOLOGICO-TECNICO DEL SOTTOSUOLO				
Unità Litotecniche di riferimento			Parametri geotecnici	
Unità	Descrizione litologica	Profondità dal p.c. (m)	Valori medi	Valori caratteristici
A	Terreno vegetale e coltre superficiale alterata	3,00 ÷ 4,00	$Y_n = 1,70 \div 1,75 \text{ t/m}^3$ $C_u = 0,20 \div 0,40 \text{ kg/cm}^2$ $\Phi' = 20^\circ \div 21^\circ$ $E_d = 20 \div 40 \text{ kg/cm}^2$	$C_{uk} = 0,22 \text{ kg/cm}^2$ $\Phi'_{K} = 20,1^\circ$
B	Sabbia e ghiaia	10,00	$Y_n = 2,00 \div 2,05 \text{ t/m}^3$ $\Phi' = 28^\circ \div 32^\circ$ $E_s = 80 \div 120 \text{ kg/cm}^2$	$\Phi'_{K} = 28,3^\circ$
<p>Falda: dalle misurazioni freaticometriche effettuate all'interno dei piezometri (DPSH_Pz), è stata riscontrata la presenza di una falda freatica alla profondità di circa 2,40 ÷ 3,00 m dall'attuale piano campagna. Tale livello piezometrico si ritiene possa subire delle oscillazioni verso l'alto in concomitanza di eventi meteorici di particolare intensità e/o durata.</p>				
<p>Legenda: Y_n: Peso di volume naturale di terreno; Φ': Angolo di resistenza al taglio; E_d: Modulo edometrico; E_s: Modulo elastico (o di Young); pedice K: indica i valori caratteristici.</p>				

Tuttavia, occorre sottolineare che i valori caratteristici dei parametri geotecnici riportati nella suddetta tabella derivano dall'interpretazione, dello scrivente, dei risultati delle indagini eseguite in sito. Pertanto, non rappresentano un vincolo per il progettista, il quale potrà sempre individuare il valore che ritiene più opportuno in relazione alle scelte progettuali ed alle analisi e verifiche nei riguardi degli stati limite considerati.

UNITA' GEOLOGICO-TECNICHE	MODELLAZIONE SISMICA	LEGENDA	
<p>Terreno vegetale e coltre superficiale alterata Peso di volume naturale di terreno (γ_n) = $1,70 \div 1,75 \text{ t/m}^3$ Coesione non drenata (C_u) = $0,20 \div 0,40 \text{ Kg/cm}^2$ ($C_{u_k} = 0,22 \text{ kg/cm}^2$) Angolo di resistenza al taglio (Φ') = $20^\circ \div 21^\circ$ ($\Phi'_k = 20,1^\circ$) Modulo edometrico (E_d) = $20 \div 40 \text{ Kg/cm}^2$</p> <p>Sabbia e ghiaia Peso di volume naturale di terreno (γ_n) = $2,00 \div 2,05 \text{ t/m}^3$ Angolo di resistenza al taglio (Φ') = $28^\circ \div 32^\circ$ ($\Phi'_k = 28,3^\circ$) Modulo elastico (o di Young) (E_s) = $80 \div 120 \text{ Kg/cm}^2$</p>	<p>CATEGORIA DI SOTTOSUOLO (D.M. 17.01.2018) $V_{seq} = 253 \text{ m/s} = \text{C}$</p> <p>CONDIZIONI TOPOGRAFICHE (D.M. 17.01.2018) = T1 con St pari a 1,000</p>	<p> Prova penetrometrica dinamica (DPSH)</p> <p> Prova sismica multicanale MASW (MW)</p> <p> Traccia della sezione geologico-tecnica</p> <p> Grafici prove penetrometriche dinamiche</p> <p> Livello piezometrico falda</p>	
ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE			
<p>Dalle misurazioni freatiche effettuate all'interno dei piezometri (DPSH_Pz), è stata riscontrata la presenza di una falda freatica alla profondità di circa $2,40 \div 3,00 \text{ m}$ dall'attuale piano campagna. Tale livello piezometrico si ritiene possa subire delle oscillazioni verso l'alto in concomitanza di eventi meteorici di particolare intensità e/o durata.</p>			

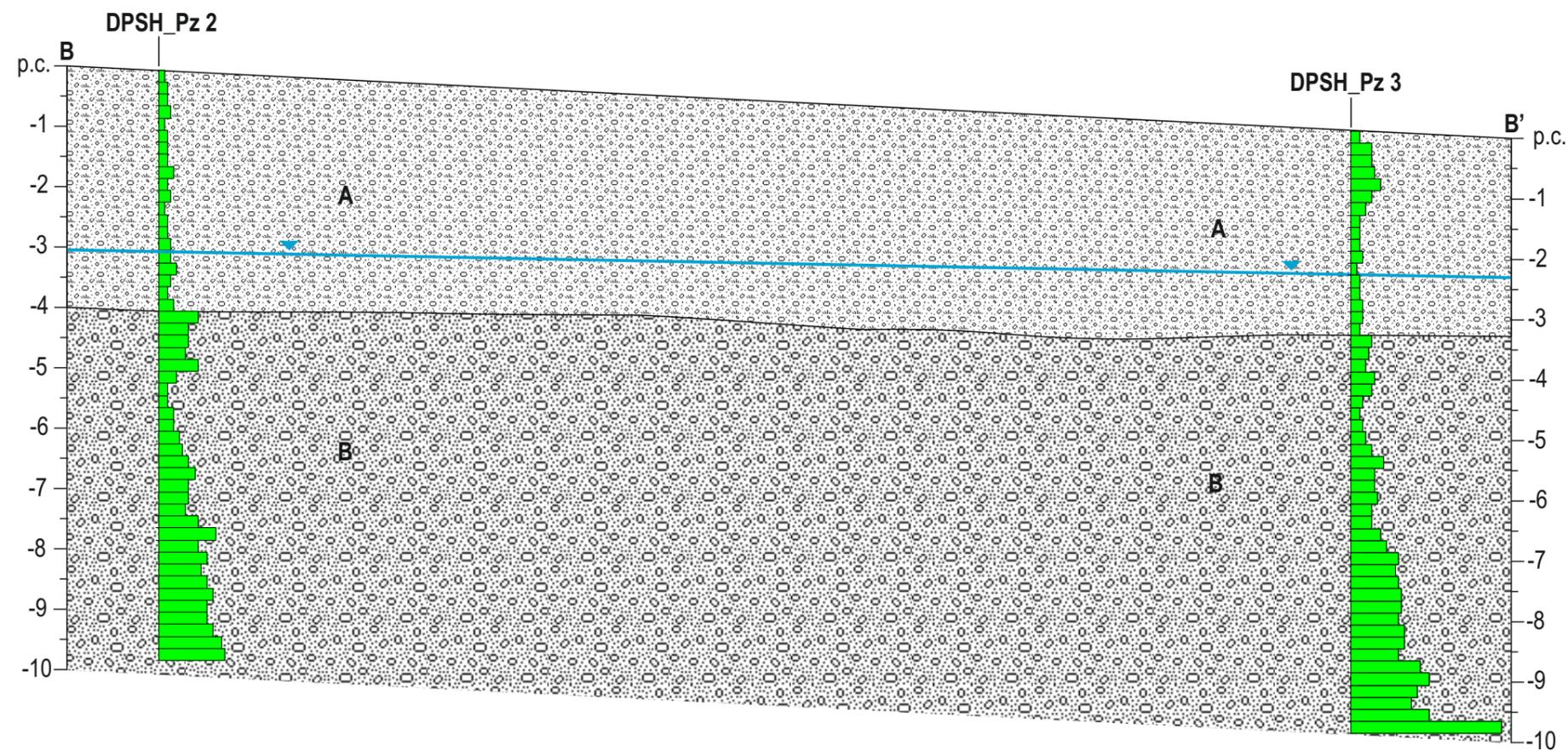
SEZIONE A-A'



SCALA ORIZZONTALE 1:400
 SCALA VERTICALE 1:100

UNITA' GEOLOGICO-TECNICHE	MODELLAZIONE SISMICA	LEGENDA	
<p>Terreno vegetale e coltre superficiale alterata Peso di volume naturale di terreno (γ_n) = $1,70 \div 1,75 \text{ t/m}^3$ Coesione non drenata (C_u) = $0,20 \div 0,40 \text{ Kg/cm}^2$ ($C_{u_k} = 0,22 \text{ kg/cm}^2$) Angolo di resistenza al taglio (Φ') = $20^\circ \div 21^\circ$ ($\Phi'_k = 20,1^\circ$) Modulo edometrico (E_d) = $20 \div 40 \text{ Kg/cm}^2$</p> <p>Sabbia e ghiaia Peso di volume naturale di terreno (γ_n) = $2,00 \div 2,05 \text{ t/m}^3$ Angolo di resistenza al taglio (Φ') = $28^\circ \div 32^\circ$ ($\Phi'_k = 28,3^\circ$) Modulo elastico (o di Young) (E_s) = $80 \div 120 \text{ Kg/cm}^2$</p>	<p>CATEGORIA DI SOTTOSUOLO (D.M. 17.01.2018) $V_{seq} = 253 \text{ m/s} = \text{C}$</p> <p>CONDIZIONI TOPOGRAFICHE (D.M. 17.01.2018) = T1 con St pari a 1,000</p>	<p> Prova penetrometrica dinamica (DPSH)</p> <p> Prova sismica multicanale MASW (MW)</p> <p> Traccia della sezione geologico-tecnica</p> <p> Grafici prove penetrometriche dinamiche</p> <p> Livello piezometrico falda</p>	
<p align="center">ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE</p> <p>Dalle misurazioni freatiche effettuate all'interno dei piezometri (DPSH_Pz), è stata riscontrata la presenza di una falda freatica alla profondità di circa $2,40 \div 3,00 \text{ m}$ dall'attuale piano campagna. Tale livello piezometrico si ritiene possa subire delle oscillazioni verso l'alto in concomitanza di eventi meteorici di particolare intensità e/o durata.</p>			

SEZIONE B-B'



SCALA ORIZZONTALE 1:300
 SCALA VERTICALE 1:100

2.3. MODELLAZIONE SISMICA

Per quel che riguarda la caratterizzazione sismica dell'area in esame, gli elementi fondamentali sono rappresentati dalla conoscenza accurata delle condizioni locali (caratteristiche stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera e/o condizioni topografiche del territorio) che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante (Categoria "suolo A" della norma nazionale e dell' Eurocodice 8), o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.

2.3.1. Categoria di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella tabella sottostante, si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s .

Categoria	Caratteristiche del sottosuolo
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , 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	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalenti compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalenti compresi tra 100 m/s e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Nel caso specifico, l'identificazione della categoria di sottosuolo è stata effettuata, in accordo con il progettista, in base ai valori della velocità delle onde sismiche di taglio in relazione alla profondità (V_s -z), ottenuti dalla prova sismica MASW realizzata in sito. I risultati acquisiti sono riassunti nella tabella seguente:

Denominazione Sismo-strati	Profondità dal p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità delle Vs (m/sec)
1	2,00	2,00	138
2	9,20	7,20	200
3	15,90	6,70	218
4	22,20	6,30	320
5	30,00	7,80	440
6	∞	∞	550

A partire dai modelli sismo-stratigrafici monodimensionali ottenuti, verificata l'assenza di significative e nette inversioni di velocità, è possibile calcolare il valore della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{S,eq}$ (in m/s), mediante la seguente espressione riportata nel D.M. 17.01.2018 (Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"):

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

dove h_i e $V_{S,i}$ indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10-6$) dello strato i -esimo, per un totale di N strati.

La profondità del substrato H (in m) è definita come quella formazione costituita da roccia o da terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuta ponendo $H = 30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a questa profondità. Poiché, la velocità media delle onde di taglio nei primi trenta metri del sottosuolo dall'attuale piano campagna risulta uguale a **253 m/sec**, il sito in esame ricade nella categoria di sottosuolo di tipo **C**.

2.3.2. Condizioni topografiche

Per la determinazione dell'azione sismica occorre considerare anche il contributo derivante dalla morfologia superficiale. Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
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 $i > 30^\circ$

Le supposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Nello specifico, trattandosi di un'area caratterizzata da un pendio con inclinazione media $i \leq 15^\circ$, la categoria topografica ricade nella categoria T1.

2.3.3. Pericolosità sismica locale

Le azioni sismiche di progetto, in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{V_R} , nel periodo di riferimento V_R . Le forme spettrali sono definite, nei modi previsti dalle NTC, per ciascuna delle probabilità di superamento P_{V_R} nel periodo di riferimento V_R , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g = accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c^* = valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

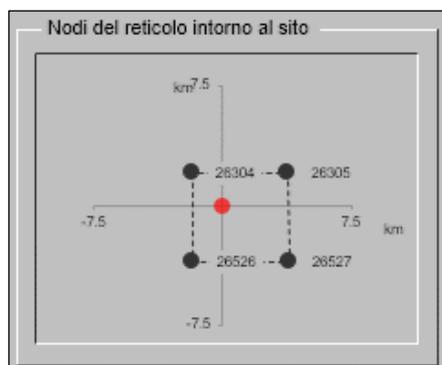
Come definito al § 3.2.2 delle NTC2018, per i valori di a_g , F_0 e T_c^* , necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n. 29, ed eventuali successivi aggiornamenti.

La risposta sismica di base sito-specifica va ulteriormente sviluppata considerando l'amplificazione sismica in funzione delle condizioni litostratigrafiche e topografiche locali.

Sito in esame	Latitudine(*)	Longitudine(*)
Zona industriale di Sassa – L'Aquila	42.366973°	13.307915°

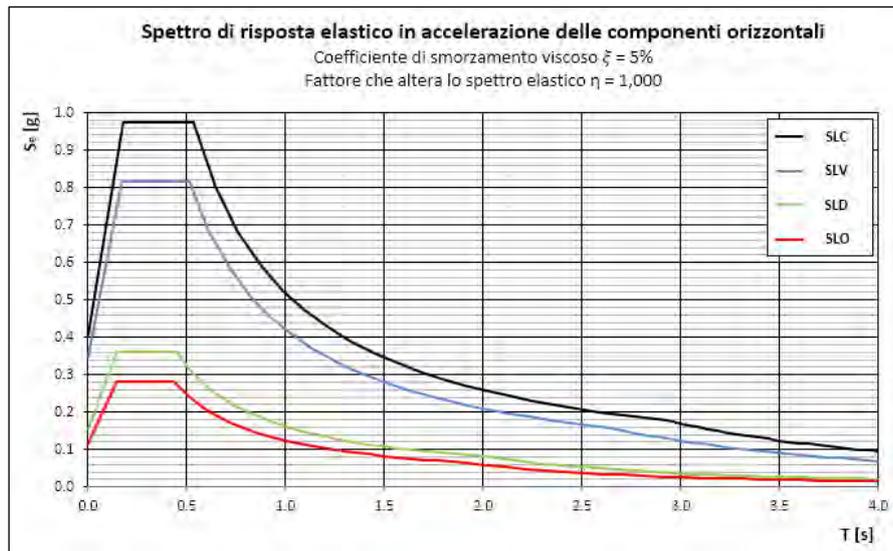
Dati di lavoro	
Classe d'uso	II
Vita nominale (V _N)	50 anni
Coefficiente d'uso (C _U)	1,0
Periodo di riferimento (V _R)	50 anni
Categoria di sottosuolo	C
Categoria topografica	T1

(*) – Coordinate espresse in ED50.



I valori dei parametri degli spettri di risposta elastici in accelerazione delle componenti orizzontali associati a ciascuno stato limite, determinati con il software "Azioni sismiche – Spettri di risposta ver. 1.03" disponibile sul sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (<http://www.consigliosuperiorelavoripubblici.it>), sono riassunti di seguito sia in formato tabellare sia in formato grafico.

Stato Limite	Prob. superame. [%]	Tr [anni]	Parametri indipendenti						Parametri dipendenti			
			a _g [g]	F _o [-]	T _c * [s]	S _s [-]	C _c [-]	S _t [-]	S [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	81	30	0,078	2,402	0,272	1,500	1,614	1,000	1,500	0,146	0,438	1,913
SLD	63	50	0,103	2,333	0,280	1,500	1,598	1,000	1,500	0,149	0,398	2,014
SLV	10	475	0,260	2,361	0,345	1,332	1,492	1,000	1,332	0,171	0,514	2,638
SLC	5	975	0,333	2,399	0,363	1,221	1,468	1,000	1,221	0,177	0,532	2,932



L'accelerazione massima attesa in superficie (a_{max}) può essere valutata con la relazione proposta dal D.M. 17.01.2018 (Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni»):

$$a_{max} = S \cdot a_g = (S_S \cdot S_T) \cdot a_g$$

con S coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), mentre a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido. Gli effetti topografici possono essere trascurati per pendii con inclinazione media inferiore a 15° . Pertanto, per il sito in esame abbiamo i seguenti valori:

Stato Limite	SLO	SLD	SLV	SLC
a_{max} [g]	0.117	0.154	0.346	0.406

2.3.4. Microzonazione sismica di Livello 1

Secondo la Carta delle MOPS – Foglio 5, della Microzonazione sismica di Livello 1 del comune di L'Aquila - Zona Preturo, scala 1:5.000, l'area in esame ricade all'interno della "Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali" identificata con il codice "2008", costituita da argilla limosa con spessore di 20-40 m, seguito da sabbia ghiaiosa con uno spessore di 30-80 m. Al di sotto è presente un substrato stratificato (Fig. 24). Inoltre il sito in esame ricade all'interno della "Zona di attenzione per liquefazione".

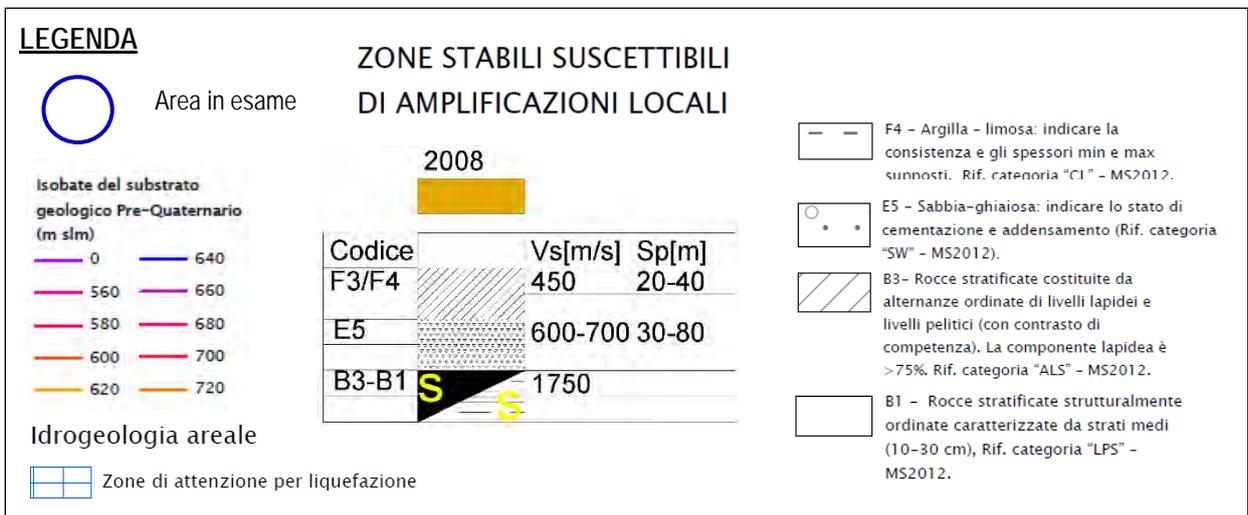
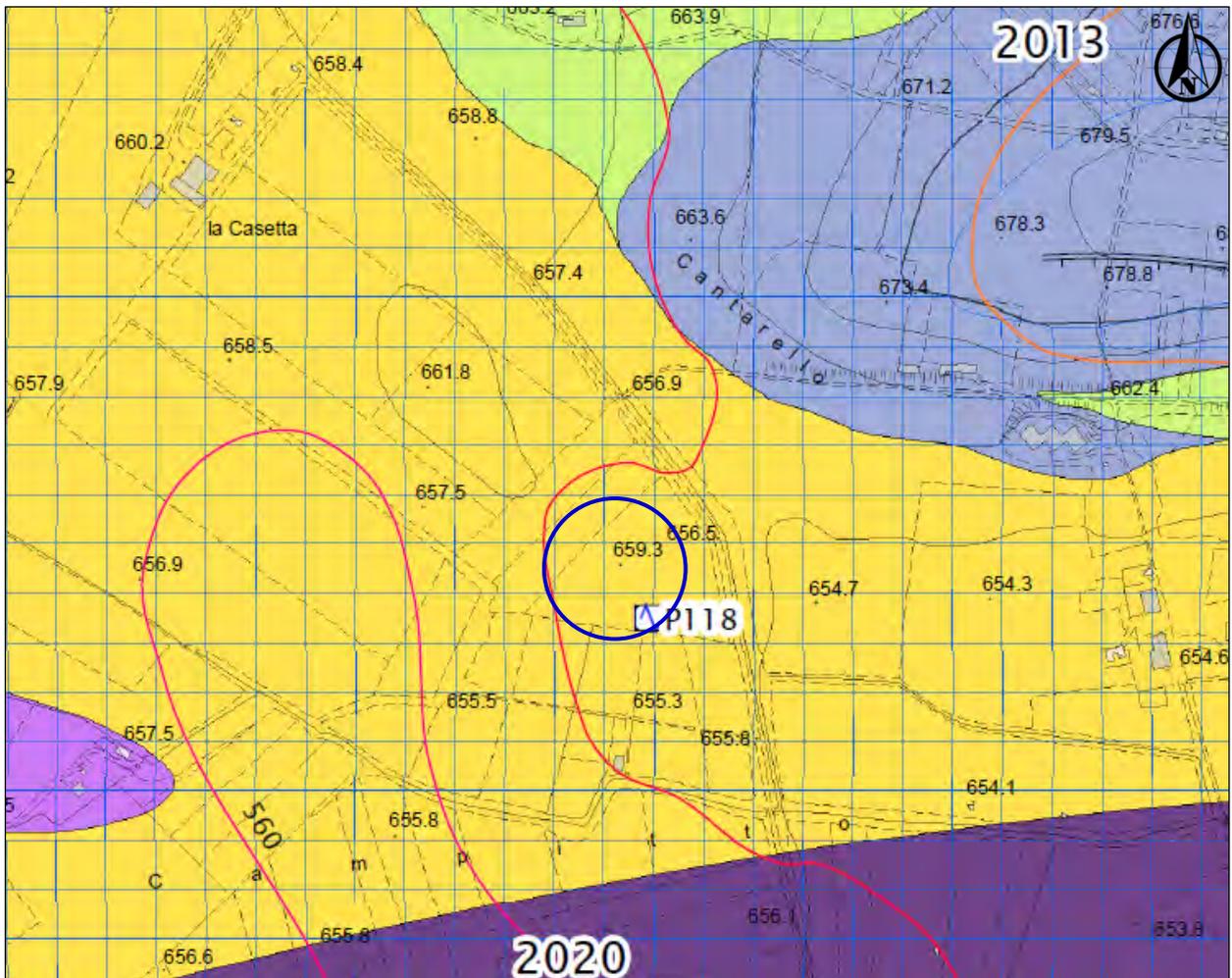


Fig. 24 - Stralcio della Carta delle MOPS – Foglio 5, della Microzonazione sismica di Livello 1 del comune di L'Aquila - Zona Preturo, scala 1:5.000.

2.3.5. Verifica a liquefazione

Il fenomeno della liquefazione dei terreni durante i terremoti, interessa in genere i depositi sabbiosi e/o sabbioso limosi sciolti, a granulometria uniforme, normalmente consolidati e saturi. Durante una sollecitazione sismica, infatti, le sollecitazioni indotte dal terremoto possono determinare un aumento delle

pressioni interstiziali fino ad eguagliare la pressione litostatica e la tensione di sconfinamento, annullando la resistenza al taglio e inducendo fenomeni di fluidificazione. I fenomeni di liquefazione dipendono principalmente dalle proprietà geotecniche dei terreni, dalle caratteristiche delle vibrazioni sismiche e loro durata, e dalla genesi e storia geologica dei terreni.

Nello specifico, è stata effettuata una verifica di stabilità dei terreni alla liquefazione adottando il metodo di calcolo semplificato proposto da Andrus e Stokoe (2000).

Descrizione del metodo di calcolo utilizzato

In generale i metodi semplificati si basano sul rapporto che intercorre fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto; hanno perciò bisogno di valutare i parametri relativi sia all'evento sismico sia al deposito, determinati questi ultimi privilegiando metodi basati su correlazioni della resistenza alla liquefazione con parametri desunti da prove in sito.

La resistenza che un deposito sabbioso saturo oppone alla liquefazione viene definita da un fattore di sicurezza. Tale coefficiente di sicurezza (F_s) è definito dal rapporto tra la capacità di resistenza alla liquefazione (CRR), e la domanda di resistenza alla liquefazione (CSR):

$$F_s = \frac{CRR}{CSR}$$

Pertanto, in un deposito, se la tensione tangenziale ciclica (CSR) prodotta da un sisma è maggiore della resistenza tangenziale del terreno (CRR), il fattore F_s definisce la propensione o meno del terreno sabbioso saturo a liquefare.

Nel metodo di Andrus e Stokoe (2000), la resistenza al taglio mobilitata (CRR), partendo dalla determinazione della velocità trasversale (V_s) ottenuta attraverso prove sismiche, viene stimata mediante la seguente espressione:

$$CRR = 0.022 \cdot \left(\frac{K_C \cdot V_{S1}}{100} \right)^2 + \frac{2.8}{(V_{S1C} - K_C \cdot V_{S1})} - \frac{2.8}{V_{S1C}}$$

dove:

K_C = fattore di correzione per alti valori di V_{S1} causati da cementazione ed invecchiamento; V_{S1} = valore della velocità delle onde S normalizzato rispetto alla tensione verticale efficace; V_{S1C} = valore limite di V_{S1} per il verificarsi di fenomeni di liquefazione, con:

$$\begin{aligned} V_{S1C} &= 215 \text{ m/s} && \text{per } FC \leq 5\%; \\ V_{S1C} &= 215 - 0.5 \cdot (FC - 5) \text{ m/s} && \text{per } 5\% \leq FC < 35\%; \\ V_{S1C} &= 200 \text{ m/s} && \text{per } FC \geq 35\%. \end{aligned}$$

Invece il parametro CSR viene calcolato con la seguente espressione:

$$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = 0.65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$$

dove:

τ_{av} = valore medio definito come $0.65 \tau_{max}$; a_{max} = accelerazione massima in superficie; g = accelerazione di gravità; σ_{vo} = tensione verticale totale; σ'_{vo} = tensione verticale efficace; r_d = coefficiente di riduzione delle tensioni; MSF = coefficiente correttivo funzione della magnitudo del sisma.

Parametri di ingresso al metodo di calcolo

La verifica è stata effettuata considerando i seguenti parametri di ingresso al metodo di calcolo:

- $M_w = 5.72$ (Magnitudo media attesa definita dalla disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, calcolata sulla base della mappa della pericolosità sismica del territorio italiano dell'I.N.G.V. all'indirizzo <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>);
- $a_{max} = 0.346 g$ (accelerazione sismica massima attesa al sito in funzione dello Stato Limite SLV);
- il modello di sottosuolo utilizzato è stato quello derivato dalle indagini realizzate in sito;
- allo scopo di riprodurre un modello di calcolo nelle condizioni più sfavorevoli, a tutto vantaggio della stabilità e della sicurezza, si è considerato per gli intervalli analizzati un valore della percentuale della frazione di fino FC pari a 0%;
- presenza di una falda acquifera a 2,00 m di profondità dall'attuale p.c..

Strato	Descrizione	Profondità (m)	Vs (m/sec)	γ (g/cm ³)	FC (%)
A	Terreno vegetale e colture superficiale alterata	2.00	138	1.75	0
		4.00	200		
B	Sabbia e ghiaia	10.00		2,05	

Risultati della verifica

Le calcolazioni sono state eseguite mediante il Software "Liquefaction of soil 2014 – versione excel 2003-2007", allegato al volume "Liquefazione dei terreni" EPC S.r.l.. Come risultati si ottengono il valore del Fattore di sicurezza alla liquefazione F_s , il Rischio di Liquefazione (Iwasaki et. al., 1978), la Probabilità di Liquefazione (Juang et. al., 2001) e la Suscettibilità alla Liquefazione (Juang et. al., 2001).

I risultati della verifica effettuata sono riassunti nella tabella seguente.

3. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le indagini effettuate in sito hanno evidenziato un sottosuolo caratterizzato dalla presenza di un primo strato superficiale, fino a 3,00 ÷ 4,00 m di profondità dall'attuale piano campagna, rappresentato da terreno di vegetale e coltre superficiale alterata, dalle scadenti proprietà fisico-meccaniche, seguito, verso il basso, da uno strato di sabbia e ghiaia. L'intera successione è ascrivibile ai depositi alluvionali olocenici (*olo*), costituiti da terreni caratterizzati da variazioni latero-verticali di spessore e caratteristiche fisico-meccaniche.

Dalle misurazioni freatiche effettuate all'interno dei piezometri (DPSH_Pz), è stata riscontrata la presenza di una falda freatica alla profondità di circa 2,40 ÷ 3,00 m dall'attuale piano campagna. Tale livello piezometrico si ritiene possa subire delle oscillazioni verso l'alto in concomitanza di eventi meteorici di particolare intensità e/o durata. In funzione delle tempistiche e dell'incarico commissionato, è stata ricostruita una carta delle isopiezometriche, dove si palesa una direzione di deflusso principale della falda verso sud-est. Si sottolinea che l'individuazione della falda ed il suo periodo di osservazione sono strettamente connessi al tipo di incarico ricevuto.

Dal punto di vista geomorfologico, l'analisi della Carta della Pericolosità del P.A.I. mostra come l'area in esame non sia perimetrata tra quelle definite pericolose.

Per quanto riguarda la pericolosità da inondazione, la lettura della Carta della Pericolosità Idraulica del P.S.D.A. non evidenzia, allo stesso modo pericolosità alcuna. La carta delle Aree Esondabili evidenzia come il sito in esame sia ubicato all'esterno di aree a rischio di inondazione.

Ai fini della definizione dell'azione sismica i risultati della prova sismica eseguita consentono di attribuire al suolo di fondazione la categoria di tipo **C**, mentre dalle analisi topografiche è possibile assegnare all'area una categoria topografica **T1**.

Secondo la Carta delle MOPS, l'area in esame ricade all'interno della "Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali" identificata con il codice "2008". Inoltre il sito in esame ricade all'interno della "Zona di attenzione per liquefazione".

I risultati della verifica della resistenza del deposito alla liquefazione, ottenuti secondo il modello di calcolo proposto, evidenziano fattori di sicurezza F_s maggiori di 1,25 confermando, per gli intervalli investigati, la stabilità generale nei confronti della liquefazione.

Tutte sostanze ricercate nelle analisi di laboratorio eseguite sul campione di terreno prelevato, non superano le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica; pertanto le terre e rocce da scavo derivanti dal sito in esame possono essere classificate come sottoprodotti.

I risultati delle analisi sulle acque sotterranee sono stati confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alla Tabella 2, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile

2006, n. 152. Tutte sostanze ricercate nelle analisi non superano le Concentrazioni Soglia di Contaminazione.

Successivamente saranno eseguiti, all'interno dell'area in esame, n. 3 sondaggi geognostici ambientali con l'installazione di n. 3 piezometri, come richiesto dal Manuali e linee guida 43/2006 dell'APAT.

In riferimento ai "criteri di localizzazione" trattati all'interno della Relazione del Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti (al paragrafo "Protezione delle risorse idriche" ai sensi del D.L. 36/2023, "Soggiacenza della falda"), si rimanda all'elaborato redatto dall'Ing. Di Girolamo per la verifica della compatibilità dell'opera di progetto.

Si rimane a disposizione per eventuali chiarimenti.

Pianella, giugno 2024

il tecnico incaricato
Geol. Giuseppe Giannascoli

BIBLIOGRAFIA

Aiello E. (2021) – *Ruolo, Competenze e Responsabilità professionali del Progettista Geologo - Evoluzione normativa e aspetti progettuali*.

Ascione A., Cinque A., Miccadei E., Villani F. (2008) – *The Plio-Quaternary uplift of the Apennine Chain: new data from the analysis of topography and river valleys in Central Italy*. *Geomorphology*, 102, pp. 105 – 118.

Cosentino D., Cipollari P., Marsili P., Scrocca D. (2010) – *Geology of the central Apennines: a regional review*. In Beltrando M., Peccerillo A., Mattei M., Conticelli S., Doglioni C. Eds. *The Geology of Italy*, Journal of the Virtual Explorer, Electronic Edition 36: paper 11.

D'Alessandro L., Miccadei E., Piacentini T. (2003b) – *Morphostructural elements of central-eastern Abruzzi: contributions to the study of the role of tectonic on the morphogenesis of the Apennine chain*. In "Uplift and erosion: driving processes and resulting landforms", International workshop, Siena, September 20 – 21, 2001. *Quaternary International*, 101 - 102C, pp. 115 – 124, Elsevier Science Ltd and INQUA, Oxford U.K.

DISS Working Group (2021) – *Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.3.0: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas*. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, © INGV 2010 - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Gruppo di lavoro (2004) – *Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003*. Rapporto Conclusivo del Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.

ISPRA Servizio geologico d'Italia (2011) – *Cartografia Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (Progetto GARG)*. http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/359_LAQUILA/Foglio.html

ISPRA Servizio geologico d'Italia – *Dataset of the ITHACA (Italy HAZard from Capable faults) project*. <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/#>

Patacca E., Scandone P. (2007) – *Geology of the Southern Apennines*. *Boll. Soc. Geol. It. Spec Issue CROP-04*, 7, pp. 75-119.

Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli, B., Gasperini P., Antonucci A., 2022. *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 4.0*. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.4>

ALLEGATO 1

Report prove penetrometriche dinamiche DPSH

Committente: Geol. Giuseppe Giannascoli
 Descrizione:
 Localita': Zona Industriale di Sassa - L'Aquila (AQ)

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-100 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,63 Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondita' giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,47
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

PROVA DPSH

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-100 PAGANI

Prova eseguita in data 24/01/2023

Profondita' prova 10,00 mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	1	0,855	8,98	10,51	0,45	0,53
0,40	2	0,851	17,88	21,01	0,89	1,05
0,60	2	0,847	16,34	19,29	0,82	0,96
0,80	3	0,843	24,40	28,93	1,22	1,45
1,00	3	0,840	24,29	28,93	1,21	1,45
1,20	4	0,836	32,26	38,57	1,61	1,93
1,40	2	0,833	16,06	19,29	0,80	0,96
1,60	2	0,830	14,78	17,82	0,74	0,89
1,80	3	0,826	22,09	26,73	1,10	1,34
2,00	3	0,823	22,01	26,73	1,10	1,34
2,20	4	0,820	29,23	35,64	1,46	1,78
2,40	3	0,817	21,84	26,73	1,09	1,34
2,60	3	0,814	20,23	24,85	1,01	1,24
2,80	3	0,811	20,16	24,85	1,01	1,24
3,00	3	0,809	20,09	24,85	1,00	1,24
3,20	3	0,806	20,03	24,85	1,00	1,24
3,40	3	0,803	19,96	24,85	1,00	1,24
3,60	3	0,801	18,59	23,21	0,93	1,16
3,80	5	0,798	30,88	38,68	1,54	1,93
4,00	6	0,796	36,95	46,41	1,85	2,32
4,20	7	0,794	42,98	54,15	2,15	2,71
4,40	8	0,791	48,98	61,88	2,45	3,09
4,60	7	0,789	40,09	50,80	2,00	2,54
4,80	4	0,787	22,85	29,03	1,14	1,45
5,00	5	0,785	28,48	36,28	1,42	1,81
5,20	6	0,783	34,09	43,54	1,70	2,18
5,40	6	0,781	34,01	43,54	1,70	2,18
5,60	8	0,779	42,60	54,67	2,13	2,73
5,80	12	0,777	63,74	82,01	3,19	4,10
6,00	9	0,775	47,70	61,51	2,38	3,08
6,20	9	0,774	47,59	61,51	2,38	3,08
6,40	6	0,772	31,66	41,00	1,58	2,05

Report prove penetrometriche dinamiche DPSH

6,60	7	0,770	34,82	45,20	1,74	2,26
6,80	8	0,769	39,72	51,66	1,99	2,58
7,00	12	0,767	59,45	77,49	2,97	3,87
7,20	18	0,716	83,19	116,24	4,16	5,81
7,40	18	0,714	83,01	116,24	4,15	5,81
7,60	17	0,713	74,16	104,05	3,71	5,20
7,80	16	0,711	69,66	97,93	3,48	4,90
8,00	16	0,710	69,52	97,93	3,48	4,90
8,20	18	0,709	78,07	110,18	3,90	5,51
8,40	15	0,707	64,93	91,81	3,25	4,59
8,60	12	0,756	52,77	69,81	2,64	3,49
8,80	12	0,755	52,68	69,81	2,63	3,49
9,00	21	0,653	79,83	122,16	3,99	6,11
9,20	21	0,652	79,69	122,16	3,98	6,11
9,40	18	0,701	73,41	104,71	3,67	5,24
9,60	19	0,700	73,71	105,31	3,69	5,27
9,80	19	0,699	73,59	105,31	3,68	5,27
10,00	50	0,548	151,78	277,12	7,59	13,86

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
3,6	2,78	24,87	1,47	4	Strato
6,8	7,06	50,12	1,47	10	Strato
10	16,8	100,74	1,47	24	Strato

PROVA DPSH_Pz 1

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-100 PAGANI

Prova eseguita in data 16/10/2023

Profondita' prova 9,40 mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. Riduzione sonda Chi	Res. Dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. Dinamica (Kg/cm ²)	Pres. Ammissibile con riduzione Herminier – Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. Ammissibile Herminier – Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	3	0,855	26,94	31,52	1,35	1,58
0,40	7	0,851	62,58	73,55	3,13	3,68
0,60	8	0,847	65,34	77,15	3,27	3,86
0,80	9	0,843	73,19	86,79	3,66	4,34
1,00	10	0,840	80,98	96,43	4,05	4,82
1,20	8	0,836	64,52	77,15	3,23	3,86
1,40	7	0,833	56,22	67,50	2,81	3,38
1,60	4	0,830	29,57	35,64	1,48	1,78
1,80	2	0,826	14,73	17,82	0,74	0,89
2,00	3	0,823	22,01	26,73	1,10	1,34
2,20	2	0,820	14,62	17,82	0,73	0,89
2,40	1	0,817	7,28	8,91	0,36	0,45
2,60	3	0,814	20,23	24,85	1,01	1,24
2,80	4	0,811	26,88	33,13	1,34	1,66
3,00	11	0,809	73,67	91,10	3,68	4,55
3,20	8	0,806	53,40	66,25	2,67	3,31
3,40	6	0,803	39,92	49,69	2,00	2,48
3,60	4	0,801	24,78	30,94	1,24	1,55
3,80	4	0,798	24,70	30,94	1,24	1,55
4,00	3	0,796	18,47	23,21	0,92	1,16
4,20	4	0,794	24,56	30,94	1,23	1,55
4,40	1	0,791	6,12	7,74	0,31	0,39
4,60	2	0,789	11,45	14,51	0,57	0,73
4,80	2	0,787	11,42	14,51	0,57	0,73
5,00	2	0,785	11,39	14,51	0,57	0,73
5,20	4	0,783	22,73	29,03	1,14	1,45
5,40	4	0,781	22,67	29,03	1,13	1,45
5,60	6	0,779	31,95	41,00	1,60	2,05
5,80	6	0,777	31,87	41,00	1,59	2,05
6,00	8	0,775	42,40	54,67	2,12	2,73
6,20	7	0,774	37,01	47,84	1,85	2,39
6,40	9	0,772	47,48	61,51	2,37	3,08

Report prove penetrometriche dinamiche DPSH

6,60	15	0,720	69,78	96,87	3,49	4,84
6,80	13	0,719	60,34	83,95	3,02	4,20
7,00	14	0,717	64,84	90,41	3,24	4,52
7,20	12	0,766	59,33	77,49	2,97	3,87
7,40	13	0,714	59,95	83,95	3,00	4,20
7,60	14	0,713	61,07	85,69	3,05	4,28
7,80	19	0,711	82,72	116,30	4,14	5,81
8,00	21	0,660	84,82	128,54	4,24	6,43
8,20	16	0,709	69,39	97,93	3,47	4,90
8,40	16	0,707	69,26	97,93	3,46	4,90
8,60	17	0,706	69,82	98,89	3,49	4,94
8,80	18	0,705	73,79	104,71	3,69	5,24
9,00	19	0,703	77,76	110,53	3,89	5,53
9,20	24	0,652	91,07	139,62	4,55	6,98
9,40	27	0,651	102,27	157,07	5,11	7,85

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Coeff. Di correlaz. Con Nspt	NSPT	Descrizione
1,4	6,25	62,43	1,47	9	Strato
6,4	4,4	33,73	1,47	6	Strato
9,4	17,2	104,66	1,47	25	Strato

PROVA DPSH_Pz 2

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-100 PAGANI

Prova eseguita in data 16/10/2023

Profondita' prova 9,80 mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. Riduzione sonda Chi	Res. Dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. Dinamica (Kg/cm ²)	Pres. Ammissibile con riduzione Herminier – Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. Ammissibile Herminier – Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	2	0,855	17,96	21,01	0,90	1,05
0,40	3	0,851	26,82	31,52	1,34	1,58
0,60	3	0,847	24,50	28,93	1,23	1,45
0,80	4	0,843	32,53	38,57	1,63	1,93
1,00	2	0,840	16,20	19,29	0,81	0,96
1,20	3	0,836	24,19	28,93	1,21	1,45
1,40	3	0,833	24,10	28,93	1,20	1,45
1,60	3	0,830	22,18	26,73	1,11	1,34
1,80	5	0,826	36,82	44,55	1,84	2,23
2,00	3	0,823	22,01	26,73	1,10	1,34
2,20	4	0,820	29,23	35,64	1,46	1,78
2,40	2	0,817	14,56	17,82	0,73	0,89
2,60	3	0,814	20,23	24,85	1,01	1,24
2,80	3	0,811	20,16	24,85	1,01	1,24
3,00	4	0,809	26,79	33,13	1,34	1,66
3,20	4	0,806	26,70	33,13	1,34	1,66
3,40	6	0,803	39,92	49,69	2,00	2,48
3,60	4	0,801	24,78	30,94	1,24	1,55
3,80	3	0,798	18,53	23,21	0,93	1,16
4,00	5	0,796	30,79	38,68	1,54	1,93
4,20	13	0,744	74,79	100,56	3,74	5,03
4,40	10	0,791	61,22	77,36	3,06	3,87
4,60	10	0,789	57,27	72,57	2,86	3,63
4,80	9	0,787	51,41	65,31	2,57	3,27
5,00	13	0,735	69,34	94,34	3,47	4,72
5,20	6	0,783	34,09	43,54	1,70	2,18
5,40	3	0,781	17,00	21,77	0,85	1,09
5,60	3	0,779	15,97	20,50	0,80	1,03
5,80	5	0,777	26,56	34,17	1,33	1,71
6,00	5	0,775	26,50	34,17	1,32	1,71
6,20	7	0,774	37,01	47,84	1,85	2,39
6,40	8	0,772	42,21	54,67	2,11	2,73

6,60	10	0,770	49,75	64,58	2,49	3,23
6,80	12	0,769	59,57	77,49	2,98	3,87
7,00	10	0,767	49,54	64,58	2,48	3,23
7,20	10	0,766	49,44	64,58	2,47	3,23
7,40	9	0,764	44,41	58,12	2,22	2,91
7,60	13	0,713	56,71	79,57	2,84	3,98
7,80	19	0,711	82,72	116,30	4,14	5,81
8,00	13	0,710	56,49	79,57	2,82	3,98
8,20	16	0,709	69,39	97,93	3,47	4,90
8,40	14	0,707	60,61	85,69	3,03	4,28
8,60	16	0,706	65,71	93,08	3,29	4,65
8,80	18	0,705	73,79	104,71	3,69	5,24
9,00	16	0,703	65,48	93,08	3,27	4,65
9,20	16	0,702	65,37	93,08	3,27	4,65
9,40	18	0,701	73,41	104,71	3,67	5,24
9,60	21	0,650	75,65	116,39	3,78	5,82
9,80	22	0,649	79,11	121,93	3,96	6,10

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Coeff. Di correlaz. Con Nspt	NSPT	Descrizione
1	2,8	27,87	1,47	4	Strato
6,4	5,44	42,02	1,47	8	Strato
9,8	14,88	89,14	1,47	21	Strato

PROVA DPSH_Pz 3

Strumento utilizzato...DPSH TG 63-100 PAGANI

Prova eseguita in data 16/10/2023

Profondita' prova 10,00 mt

Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

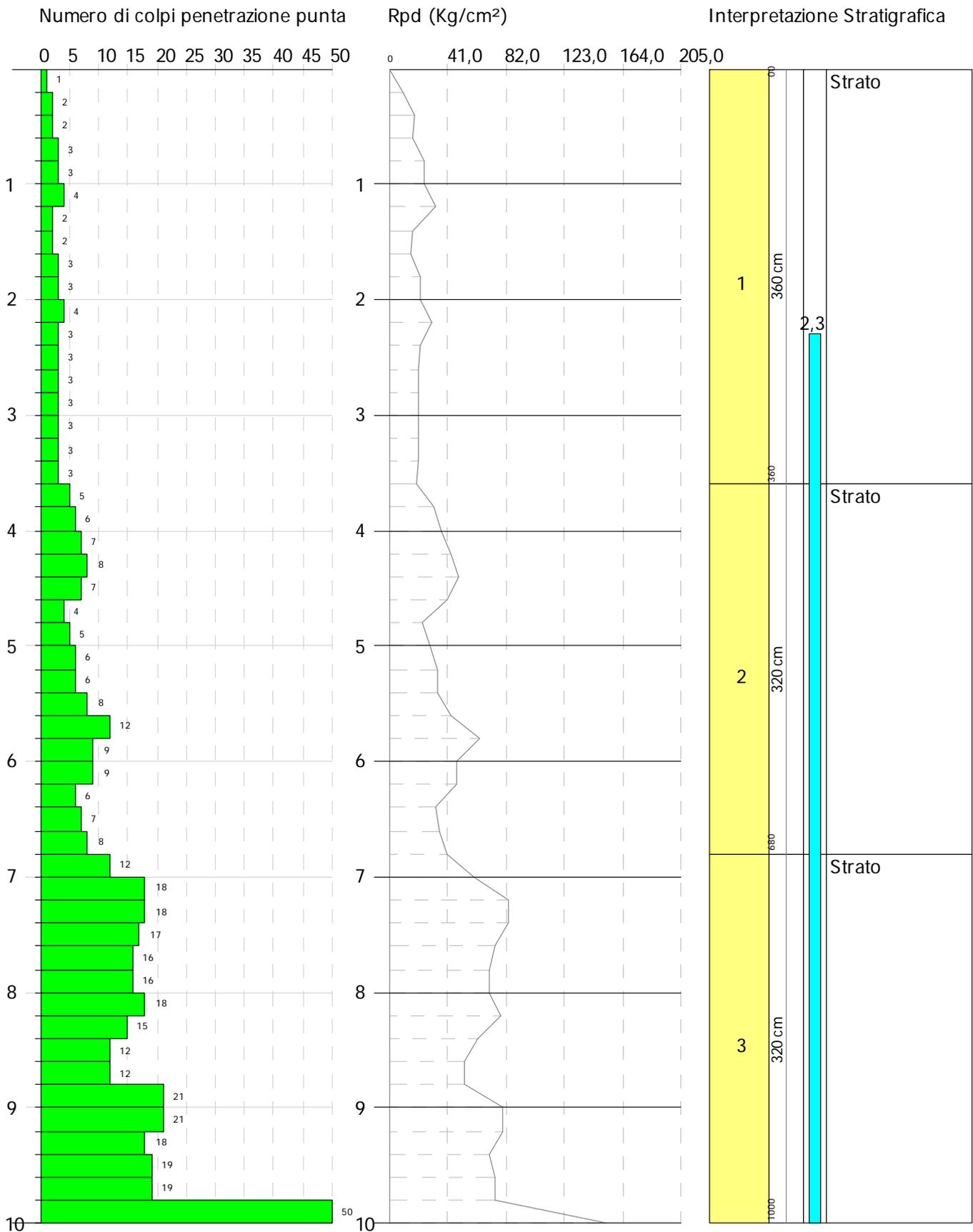
Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	3	0,855	26,94	31,52	1,35	1,58
0,40	7	0,851	62,58	73,55	3,13	3,68
0,60	7	0,847	57,18	67,50	2,86	3,38
0,80	8	0,843	65,06	77,15	3,25	3,86
1,00	10	0,840	80,98	96,43	4,05	4,82
1,20	7	0,836	56,45	67,50	2,82	3,38
1,40	5	0,833	40,16	48,22	2,01	2,41
1,60	3	0,830	22,18	26,73	1,11	1,34
1,80	3	0,826	22,09	26,73	1,10	1,34
2,00	3	0,823	22,01	26,73	1,10	1,34
2,20	4	0,820	29,23	35,64	1,46	1,78
2,40	2	0,817	14,56	17,82	0,73	0,89
2,60	3	0,814	20,23	24,85	1,01	1,24
2,80	3	0,811	20,16	24,85	1,01	1,24
3,00	4	0,809	26,79	33,13	1,34	1,66
3,20	4	0,806	26,70	33,13	1,34	1,66
3,40	3	0,803	19,96	24,85	1,00	1,24
3,60	7	0,801	43,37	54,15	2,17	2,71
3,80	6	0,798	37,06	46,41	1,85	2,32
4,00	5	0,796	30,79	38,68	1,54	1,93
4,20	8	0,794	49,12	61,88	2,46	3,09
4,40	7	0,791	42,86	54,15	2,14	2,71
4,60	4	0,789	22,91	29,03	1,15	1,45
4,80	3	0,787	17,14	21,77	0,86	1,09
5,00	4	0,785	22,79	29,03	1,14	1,45
5,20	5	0,783	28,41	36,28	1,42	1,81
5,40	7	0,781	39,68	50,80	1,98	2,54
5,60	11	0,779	58,57	75,18	2,93	3,76
5,80	8	0,777	42,50	54,67	2,12	2,73
6,00	8	0,775	42,40	54,67	2,12	2,73
6,20	9	0,774	47,59	61,51	2,38	3,08
6,40	7	0,772	36,93	47,84	1,85	2,39

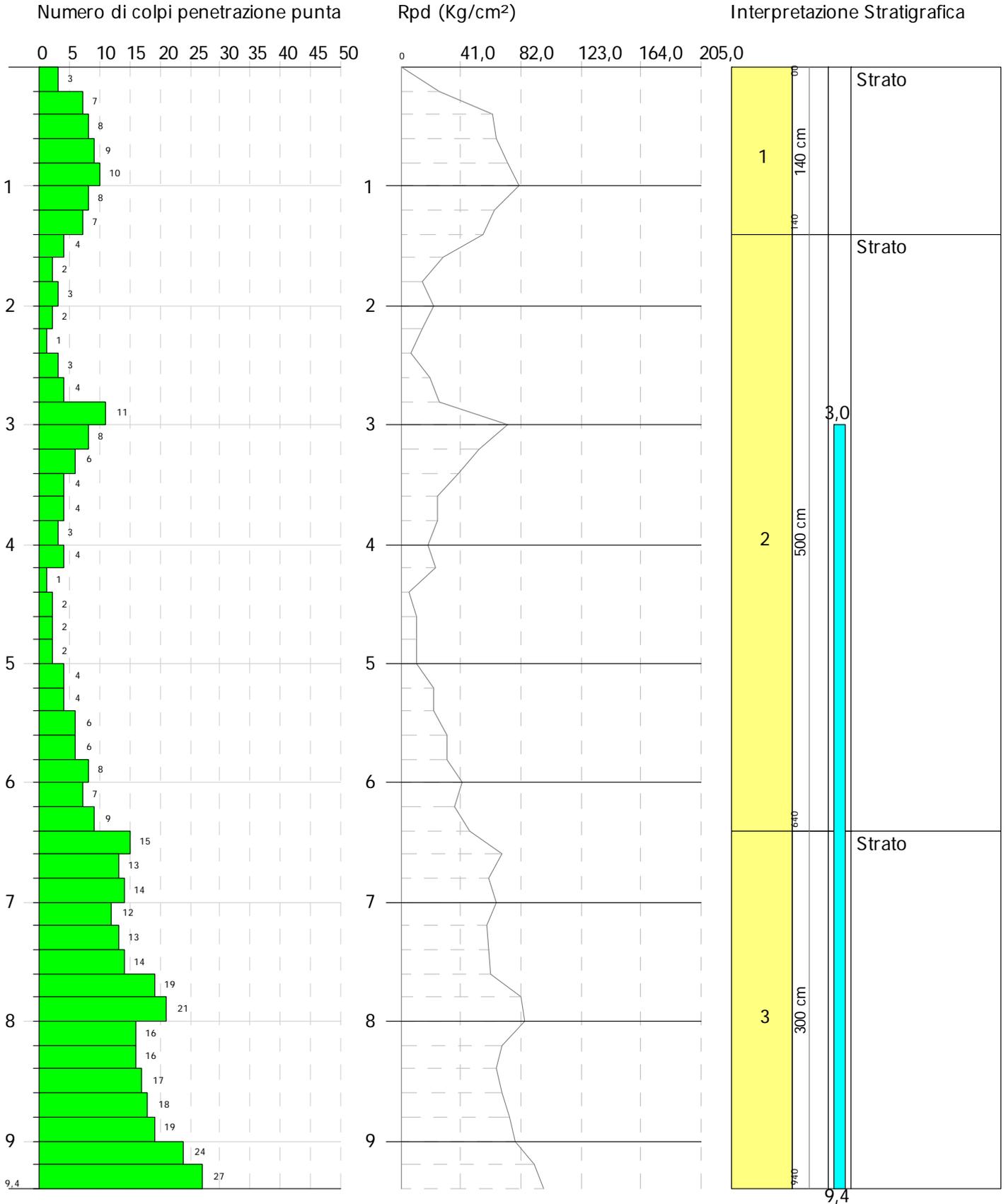
6,60	7	0,770	34,82	45,20	1,74	2,26
6,80	10	0,769	49,64	64,58	2,48	3,23
7,00	12	0,767	59,45	77,49	2,97	3,87
7,20	16	0,716	73,94	103,33	3,70	5,17
7,40	15	0,714	69,18	96,87	3,46	4,84
7,60	16	0,713	69,80	97,93	3,49	4,90
7,80	17	0,711	74,01	104,05	3,70	5,20
8,00	17	0,710	73,87	104,05	3,69	5,20
8,20	16	0,709	69,39	97,93	3,47	4,90
8,40	18	0,707	77,92	110,18	3,90	5,51
8,60	18	0,706	73,92	104,71	3,70	5,24
8,80	16	0,705	65,59	93,08	3,28	4,65
9,00	23	0,653	87,44	133,80	4,37	6,69
9,20	26	0,652	98,66	151,25	4,93	7,56
9,40	22	0,651	83,33	127,98	4,17	6,40
9,60	20	0,700	77,59	110,85	3,88	5,54
9,80	26	0,649	93,50	144,10	4,67	7,21
10,00	50	0,548	151,78	277,12	7,59	13,86

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1,4	6,71	65,98	1,47	9	Strato
5,4	4,4	34,83	1,47	6	Strato
7	9	60,14	1,47	13	Strato
10	19	112,87	1,47	27	Strato



Strumentazione utilizzata per le prove penetrometriche dinamiche DPSH

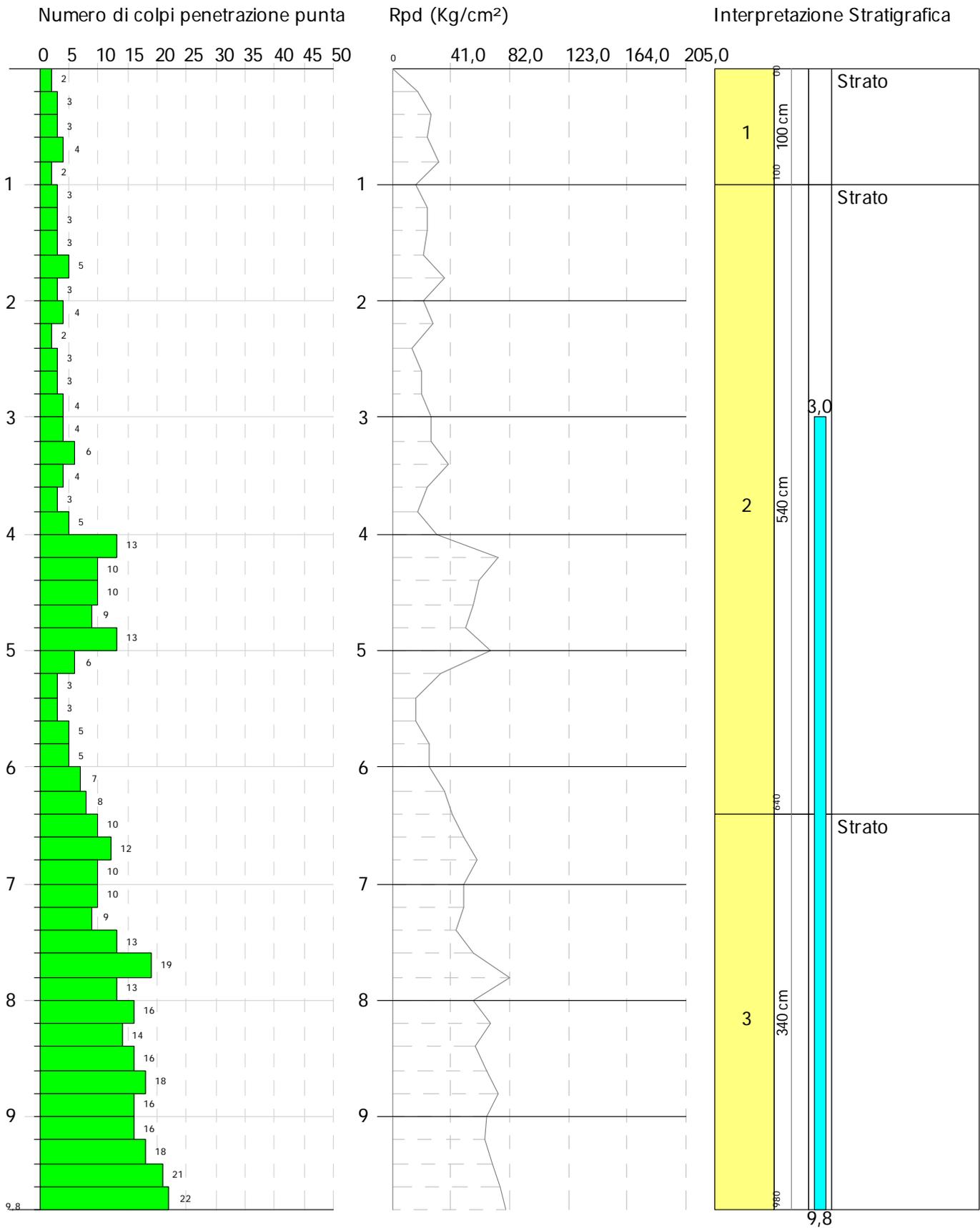




Committente: Geol. Giuseppe Giannascoli
 Descrizione:
 Localita': Zona Industriale di Sassa - L'Aquila (AQ)

16/10/2023

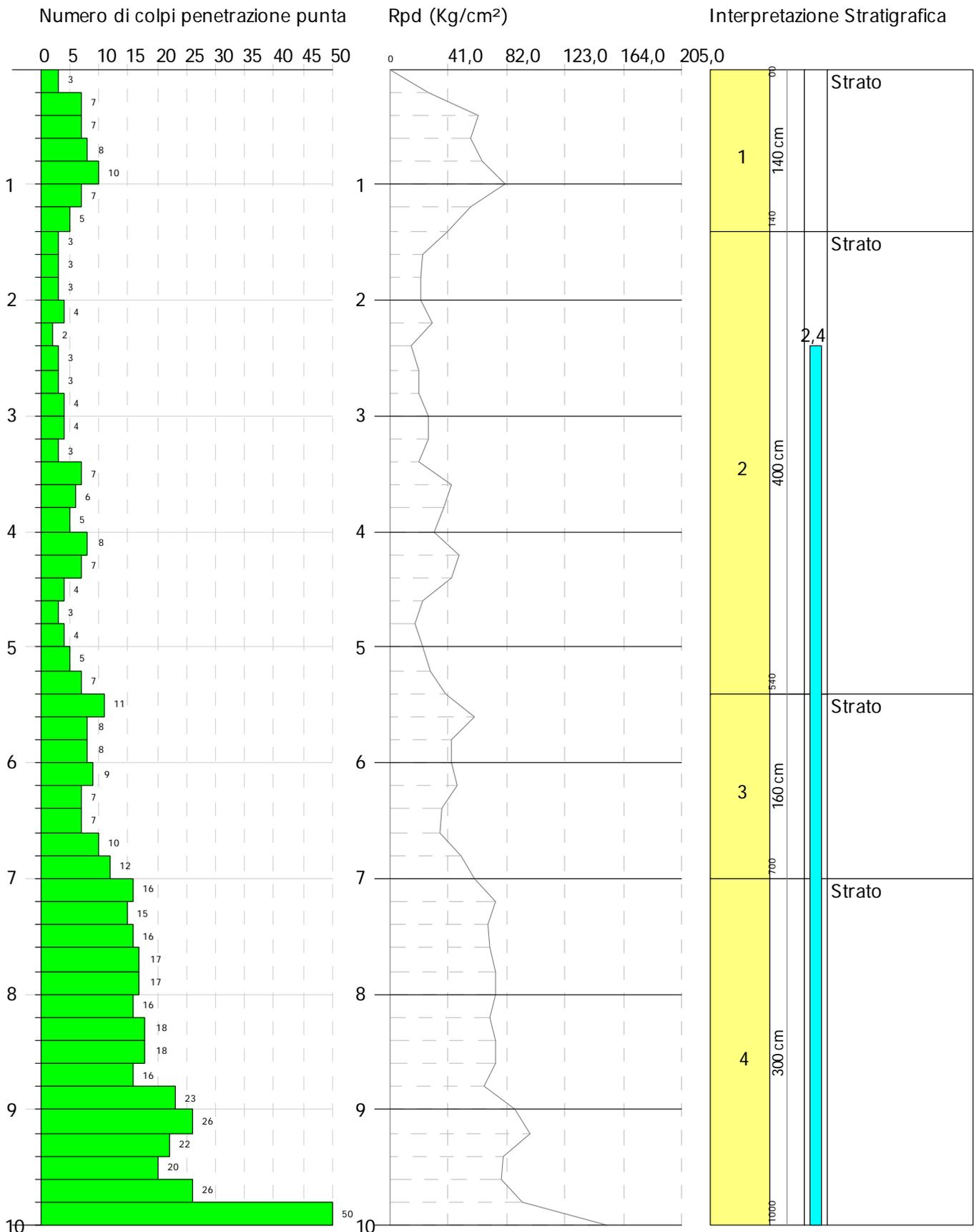
Scala 1:50



Committente: Geol. Giuseppe Giannascoli
 Descrizione:
 Localita': Zona Industriale di Sassa - L'Aquila (AQ)

16/10/2023

Scala 1:50



ALLEGATO 2

Report prova sismica multicanale MASW

PROSPEZIONE SISMICA M.A.S.W.

COMMITTENTE: Geol. Giuseppe Giannascoli		Località	Zona Industriale di Sassa L'Aquila
COORDINATE (WGS84)	Lat. 42.366412°	Data acquisizione	24/01/2023
	Lon. 13.307526°		

CENNI SULLA TEORIA M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves)

La metodologia **M.A.S.W.** (Multichannel Analysis of Surface Waves), è un tipo di indagine sismica attiva, non invasiva, finalizzata alla determinazione delle onde di taglio Vs attraverso la propagazione delle onde di superficie, ovvero le onde Love e le Rayleigh. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

La tecnica si basa sul principio secondo cui le varie componenti (frequenze) del segnale, viaggiano ad una velocità che dipende dalle caratteristiche del mezzo, ovvero il fatto che lunghezze d'onda diverse, viaggiano a velocità diversa. Nello specifico, le lunghezze d'onda più ampie sono influenzate dalla parte più profonda mentre le piccole lunghezze d'onda dipendono dalle caratteristiche della parte più superficiale. Questo comportamento viene definito dispersione in frequenza ed è alla base dei metodi sismici che utilizzano le onde di superficie, in quanto le diverse frequenze interessano il terreno a diverse profondità e risultano influenzate dalle caratteristiche elastiche degli strati attraversati. La curva di dispersione sperimentale rientra generalmente nel range di frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi 30 – 50 m, in funzione della rigidità del suolo stesso.

La tecnica consiste nella registrazione delle onde di Rayleigh formatesi successivamente all'impatto di una sorgente verticale, generalmente la classica martellata, o da un cannoncino. Tali onde vengono poi registrate tramite geofoni a componente verticale che invieranno il segnale al sismografo.

STRUMENTI E METODOLOGIE

SISMOGRAFO

Per l'acquisizione dati della presente indagine è stato utilizzato un sismografo modello PASI GEA 24 le cui caratteristiche sono riportate di seguito:

- *Conversione dati:* Convertitore Analogico/Digitale Sigma-Delta 24 bit reali;
- *Intervallo campionamento:* -fino a 4000 microsec (250sps) con 24 can;
- *Lunghezza acquisizione:* 27500 campioni @ 24 can. (+aux);
- *Guadagno Preamp.:* 0/52 dB, selezionabile via software;
- *Stacking:* Numero di stacking illimitato;
- *Impedenza di ingresso:* 2MOhm // 22Nf;
- *Range Dinamico:* 144dB (sistema); >117db (istantaneo, misurato @1ksps);
- *Distorsione:* 0.007% @16kHz;
- *Trigger:* geofono starter, starter piezoelettrico. Sensibilità del trigger regolabile via software;
- *Interfaccia comunicazione:* 1x USB 2.0 per PC esterno
- *Formato Dati:* SG2



GEOFONI

- *Frequenza:* 4.5 Hz;
- *Tipo:* verticale;
- *Lunghezza cavo:* 1.00 m;
- *Puntale:* Acciaio da 75 mm;
- *Basetta:* Alluminio.

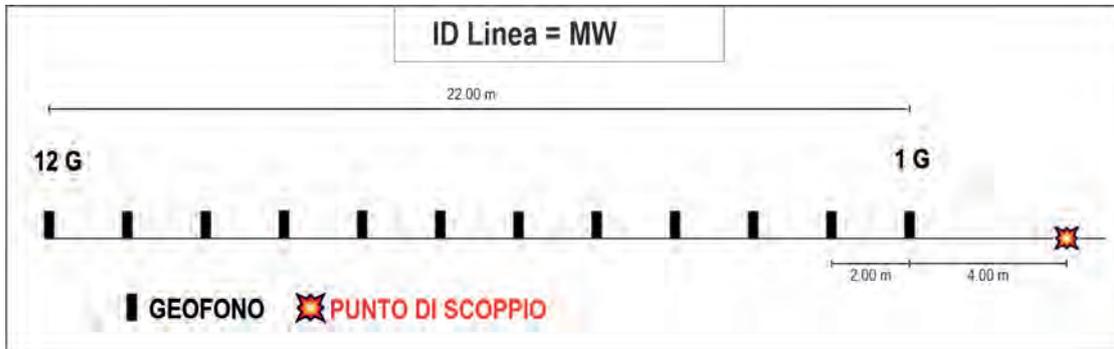


SISTEMA ENERGIZZANTE

- Come sistema energizzante è stata utilizzata una mazzetta da 8 kg.

PROCEDURE D'ACQUISIZIONE

L'acquisizione è stata condotta tramite uno stendimento lineare di 12 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz, spazati 2 metri e con offset minimo di 4 metri, per una lunghezza totale di 26 metri dalla sorgente al geofono n° 12.



Geometria d'acquisizione

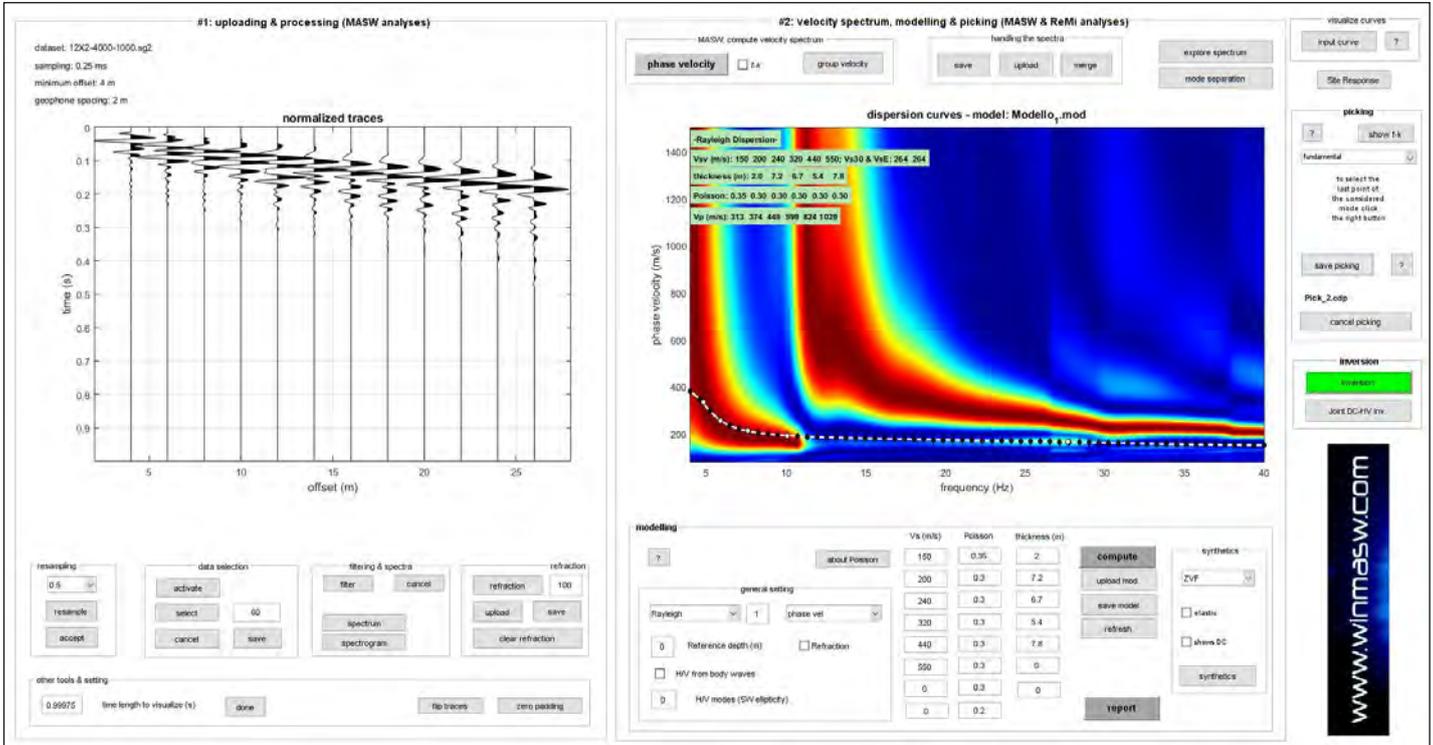
Effettuata la taratura dello strumento si è proceduto, tramite l'utilizzo di una massa battente dal peso di 8 kg, all'innesco del trigger che, nell'istante dello scoppio, ha iniziato a registrare. A seconda delle caratteristiche dei litotipi investigati si è proceduto con diversi stacking (sommatoria di più segnali) fino al raggiungimento del segnale desiderato.

Nello specifico non è stata utilizzata una piastra di battuta in quanto la superficie in sito forniva le caratteristiche ottimali per una buona resa del segnale.

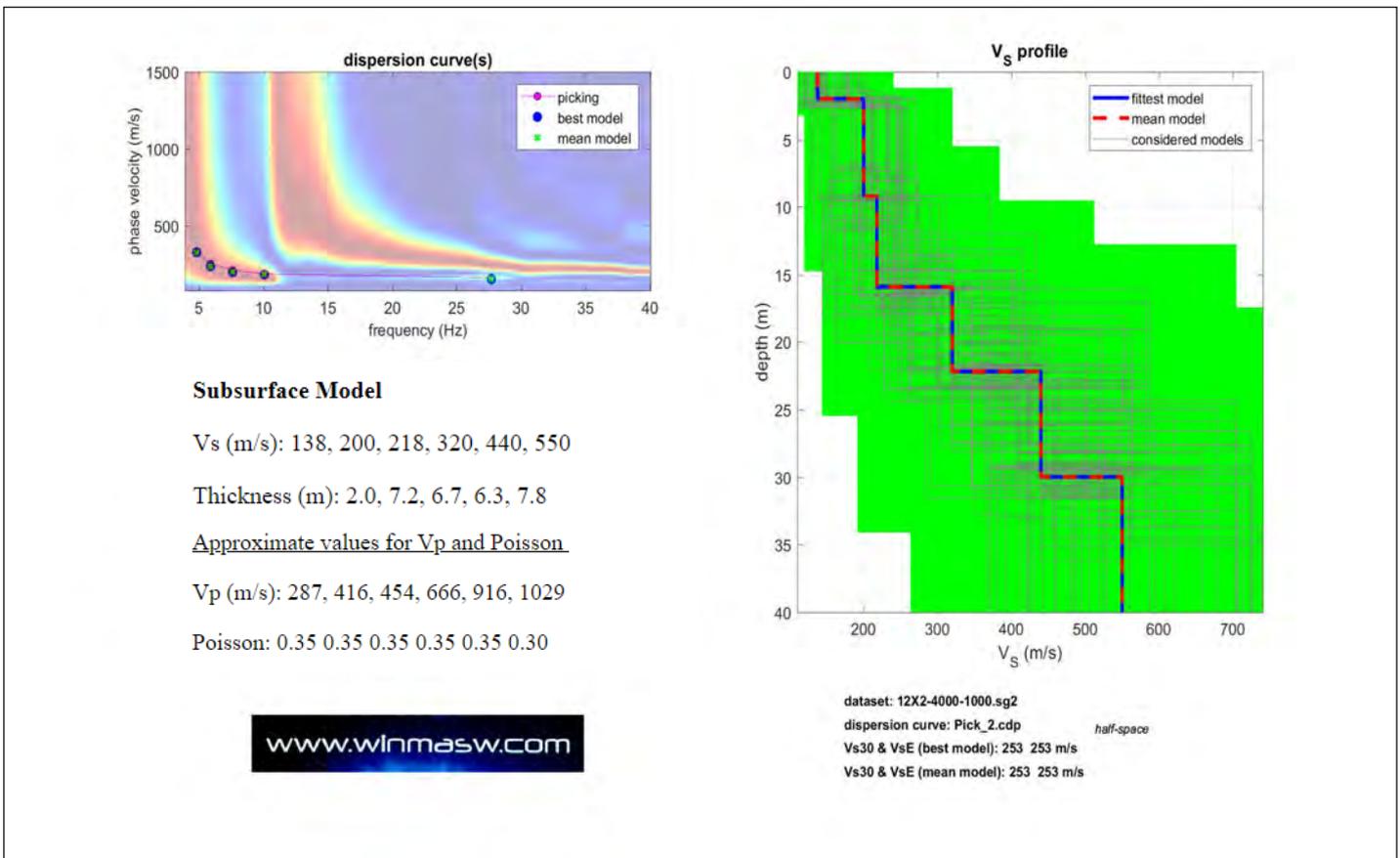
Elaborazione

Il trattamento e l'analisi dei dati ottenuti dalla procedura M.A.S.W., sono stati processati con il software WinMasw[©] della Elisoft s.r.l. di Palmanova (UD), che applicando metodi di inversione matematica basati su algoritmi genetici, consente di ricavare il profilo verticale di velocità delle onde di taglio. Si riportano di seguito i risultati di tale analisi.

COMMITTENTE: Geol. Giuseppe Giannascoli	Località	Zona Industriale di Sassa L'Aquila
ID LINEA: MW	Data acquisizione	24/01/2023

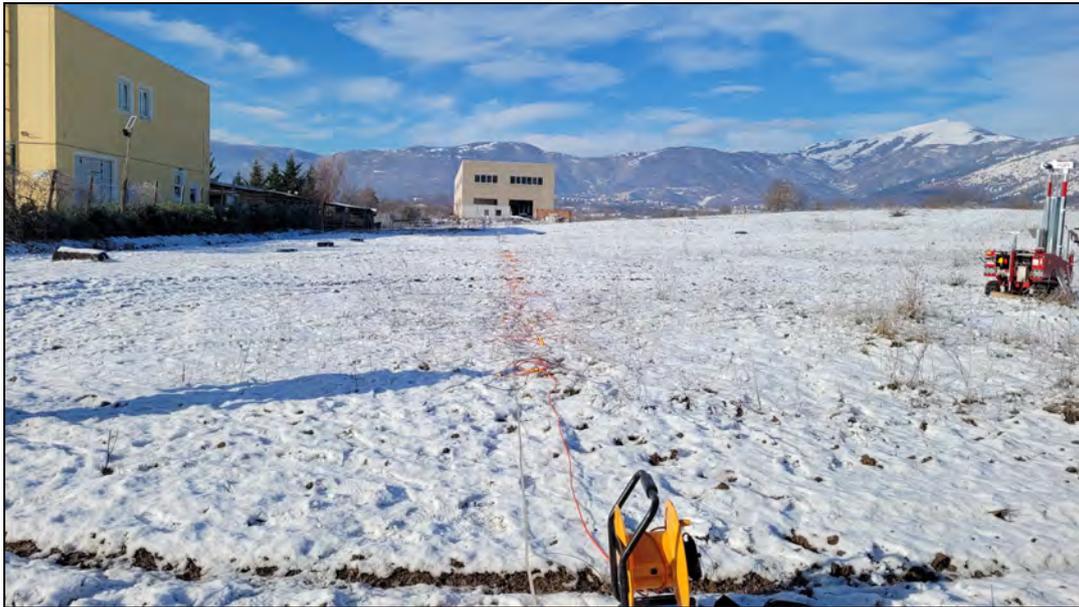


Tracce normalizzate, spettro delle velocità, modello sismostratigrafico di riferimento, relative curve di dispersione.



Spettro di velocità e relative curve di dispersione con indicato il picking (rosa), profilo verticale di Vs, modello di sottosuolo.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Ubicazione prova prova sismica multicanale MASW

ALLEGATO 3

Certificati delle analisi di laboratorio Terreni

RAPPORTO DI PROVA N° 1657/2023

SPETT.
 DIGI Costruzioni S.r.l.
 Via Piagge 125 - Fraz. Foce
 67100 L' AQUILA (AQ)

Data emissione 19/09/2023

Tipo campione terre di scavo
Data ricevimento campione 14/09/2023
Descrizione campione Campione di terra. "Progetto Realizzazione impianto trattamento fanghi da depurazione denominato HTC - committente Digi Costruzioni srl via piagge 125 fraz. Foce di Sassa 67100 L'Aquila (AQ). §
Luogo del prelievo L'Aquila Loc. Nucleo industriale di Sassa fg 38 di Sassa **Data prelievo** 28/08/2023 § **Ora** 14:00 §
 part. n.
 339-829-831-849-859-868-871-878-927-928-929-936-93
 7-939-940-1008 §
Campionatore Cliente
Verbale camp.N° 231/2023/EST

Protocollo Campione 1657 del 14/09/23 **Data Inizio Prove** 14/09/2023 **Data Fine Prove** 19/09/2023

D.Lgs. 152/06 Tab.1 All.5

Indagine eseguita	Risultato	U.M	Metodo	Col. A	Col. B
pH	8,3	unità di pH	DM 13/09/99 SO G.U. n. 248 21/10/99 Met. III.1	--	--
FRAZIONE < 2mm	99,3	% m/m	DM 13/09/99 SO G.U. n. 248 21/10/99 Met. II.1	--	--
SOSTANZA SECCA (residuo a 105°C)	84,1	% m/m	DM 13/09/99 SO G.U. n. 248 21/10/99 Met. II.2	--	--
ARSENICO come As	7,54	mg/Kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	20	50
CADMIO come Cd	< 0,5	mg/Kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	2	15
COBALTO come Co	16,8	mg/Kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	20	250
CROMO VI come Cr	< 0,5	mg/Kg s.s.	CNR IRSA 16 Q64 Vol 3 1986	2	15
MERCURIO come Hg	< 0,5	mg/Kg s.s.	UNI EN 13657:2004+UNI EN ISO 11885:2009+MI	1	5
NICHEL come Ni	39,4	mg/Kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	120	500
PIOMBO come Pb	28,1	mg/Kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	100	1000
RAME come Cu	26,3	mg/Kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	120	600
ZINCO come Zn	62,3	mg/Kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	150	1500
CROMO TOTALE come Cr	48,8	mg/Kg s.s.	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009	150	800
IDROCARBURI PESANTI (C>12)	< 10	mg/Kg s.s.	UNI EN 14039:2005	50	750
AMIANTO	< 1000	mg/Kg s.s.	UNICHIM 1978:2006 + M.I. AM01 Rev.1 2023	1000	1000
BENZENE	< 0,1	mg/Kg s.s.	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	0,1	2
ETILBENZENE	< 0,1	mg/Kg s.s.	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	0,5	50

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N° 1657/2023

Indagine eseguita	Risultato	U.M.	Metodo	D.Lgs. 152/06 Tab.1 All.5	
				Col. A	Col. B
STIRENE	< 0,1	mg/Kg s.s	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	0,5	50
TOLUENE	< 0,1	mg/Kg s.s	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	0,5	50
XILENE	< 0,1	mg/Kg s.s	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	0,5	50
SOMMATORIA ORGANICI AROMATICI	< 1	mg/Kg s.s	CALCOLO	1	100
BENZO(a)ANTRACENE	< 0,1	mg/Kg s.s	EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	0,5	10
BENZO(a)PIRENE	< 0,1	mg/Kg s.s	EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	0,1	10
BENZO(b)FLUORANTENE	< 0,1	mg/Kg s.s	EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	0,5	10
BENZO(g,h,i)PERILENE	< 0,1	mg/Kg s.s	EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	0,1	10
BENZO(k)FLUORANTENE	< 0,1	mg/Kg s.s	EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	0,5	10
CRISENE	< 0,1	mg/Kg s.s	EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	5	50
DIBENZO(a,e)PIRENE	< 0,1	mg/Kg s.s	EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	0,1	10
DIBENZO(a,l)PIRENE	< 0,1	mg/Kg s.s	EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	0,1	10
DIBENZO(a,i)PIRENE	< 0,1	mg/Kg s.s	EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	0,1	10
DIBENZO(a,h)ANTRACENE	< 0,1	mg/Kg s.s	EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	0,1	10
DIBENZO(a,h)PIRENE	< 0,1	mg/Kg s.s	EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	0,1	10
INDENOPIRENE	< 0,1	mg/Kg s.s	EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	0,1	5
PIRENE	< 0,1	mg/Kg s.s	EPA 3546 2007 + EPA 8270E 2018	5	50
IPA TOTALI, SOMMATORIA	< 2	mg/Kg s.s	CALCOLO	10	100

(§) Informazione fornita da cliente, il laboratorio ne declina ogni responsabilità.

Note legislative

D.Lgvo n°152/06 e s.m.i. Tabella 1 - Allegato 5
 (colonnaA) = Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale
 (colonnaB) = Siti ad uso commerciale e industriale

Dichiarazione di Conformità

Il campione esaminato è stato sottoposto a prove di laboratorio per verificare il livello di eventuale contaminazione da agenti inquinanti ai sensi del D.Lgs n°152/06 e s.m.i. scelte e selezionate dal Cliente.
 I risultati delle prove effettuate NON evidenziano un superamento dei valori limite tabellari previsti dalla normativa vigente in materia, Tabella 1 - Allegato 5 al Titolo V del D.Lgs n°152/06 e s.m.i., come concentrazione soglia di contaminazione riferiti alla specifica destinazione d'uso Colonna A e B.

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N° 1657/2023

Note Il laboratorio non è responsabile del campionamento tranne nei casi in cui sia stato effettuato dallo stesso. I risultati riportati sul Rapporto di Prova sono rappresentativi del solo campione presentato. Le analisi sono eseguite presso i laboratori COOPERA AQ S.r.l. (AQ) o in subappalto (#). Le analisi sono eseguite con metodi ufficiali, ove presenti ed applicabili; in alternativa con metodi proposti da enti e/o organizzazioni internazionali. Se non diversamente specificato l'incertezza è estesa ed è stata calcolata con un fattore di copertura pari a $k=2$, corrispondente ad un intervallo di confidenza calcolato ad un livello di probabilità di circa il 95%. Le dichiarazioni di conformità a valori limite previsti dalla norma di legge di riferimento o da specifiche del cliente, se riportate, non tengono conto del contributo dell'incertezza di misura associata al valore misurato, tranne nei casi in cui la regola decisionale sia contenuta nella specifica stessa. Tale Rapporto di Prova riguarda solo il campione sottoposto a prova, non può essere modificato o riprodotto da terzi, in toto o in parte, salvo approvazione scritta del laboratorio. I campioni sottoposti ad analisi sono conservati per un massimo di 15 giorni lavorativi (in funzione della loro stabilità), salvo diverse disposizioni di legge e o richieste da parte del Cliente, dalla data di emissione del Rapporto di Prova. Gli eventuali residui dei campioni utilizzati sono smaltiti secondo la normativa vigente. Le registrazioni relative alle prove sono conservate presso il laboratorio per 10 anni. Il Laboratorio non ha responsabilità alcuna sugli eventuali danni arrecati al Committente o a terzi dall'utilizzo dei risultati di prove, né per ritardi nelle consegne dei risultati di prove dovuti a cause di forza maggiore. Questo documento è un Certificato di Analisi valido a tutti gli effetti di legge ai sensi art.16 R.D.01/03/1928 n°42 – DM 21/06/1978 – art.8c3 DM 25/03/1986. DOCUMENTO FIRMATO CON FIRMA DIGITALE AVANZATA AI SENSI DELLE NORMATIVE VIGENTI.

I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente al campione così come ricevuto in laboratorio

Il Responsabile del Laboratorio

Dott.ssa Stefania Romeo
Iscrizione Ordine Nazionale dei Biologi
N°AA_083253

Fine Rapporto di prova

ALLEGATO 4

Certificati delle analisi di laboratorio _Acque sotterranee

RAPPORTO DI PROVA N° 110/2024

SPETT.
DIGI Costruzioni S.r.l.
Via Piagge 125 - Fraz. Foce
67100 L' AQUILA (AQ)

Data emissione 12/02/2024

Tipo campione Acque sotterranee
Data ricevimento campione 24/01/2024
Descrizione campione Campione di acqua sotterranea denominata Prel. 1 -HTC §
Luogo del prelievo Nucleo industriale di Sassa (L'AQUILA) - SITO HTC Data prelievo 23/01/2024 § Ora 15:00 §
(adiacente edificio Stenniflex) §
Campionatore Cliente
Verbale camp.N° 21/2024/EST

Protocollo Campione 110 del 24/01/24 Data Inizio Prove 24/01/2024 Data Fine Prove 07/02/2024

Indagine eseguita	Risultato	U.M	Metodo	Limiti	Rif.
LIVELLO FALDA dal p.c.*	10	m	FREATIMETRO	--	
TEMPERATURA*	10	°C	APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003	--	15206so
pH	7,31	unità di pH	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	--	15206so
CONDUCIBILITA' A 25°C	837	µS/cm	APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	--	15206so
DUREZZA*	41,7	°F	ISTISAN	--	15206so
RICHIESTA CHIMICA DI OSSIGENO(COD)*	21	mg/L	ISO 15705:2002	--	15206so
AMMONIACA come NH4+*	< 0,05	mg/L	APAT CNR IRSA 4030 A1 Man 29 2003	--	15206so
AZOTO NITROSO come NO2*	< 0,05	mg/L	APAT CNR IRSA 4050 Man 29 2003	≤ 0,5	15206so
ARSENICO come As*	< 5	µg/L	EPA 6020B	≤ 10	15206so
BARIO come Ba*	40	µg/L	EPA 6020B	--	15206so
BERILLIO come Be*	< 4	µg/L	EPA 6020B	≤ 4	15206so
BORO come B*	30	µg/L	EPA 6020B	≤ 1000	15206so
CADMIO come Cd*	< 5	µg/L	EPA 6020B	≤ 5	15206so
COBALTO come Co*	< 5	µg/L	EPA 6020B	≤ 50	15206so
FERRO come Fe*	< 10	µg/L	EPA 6020B	≤ 200	15206so
MERCURIO come Hg*	< 1	µg/L	EPA 6020B	≤ 1	15206so
MANGANESE come Mn*	< 5	µg/L	EPA 6020B	≤ 50	15206so
MOLIBDENO come Mo*	< 5	µg/L	EPA 6020B	≤ 50	15206so
NICHEL come Ni*	10	µg/L	EPA 6020B	≤ 20	15206so
PIOMBO come Pb*	< 5	µg/L	EPA 6020B	≤ 10	15206so
RAME come Cu*	10	µg/L	EPA 6020B	≤ 1000	15206so
SELENIO come Se*	10	µg/L	EPA 6020B	≤ 10	15206so

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N° 110/2024

Indagine eseguita	Risultato	U.M	Metodo	Limiti	Rif.
STAGNO come Sn*	< 10	µg/L	EPA 6020B	--	15206so
ZINCO come Zn (#)	10	µg/L	EPA 6020B 2014	≤ 3000	15206so
ANTIMONIO come Sb*	< 5	µg/L	EPA 6020B	≤ 5	15206so
VANADIO come V*	< 5	µg/L	EPA 6020B	--	15206so
ALLUMINIO come Al*	< 10	µg/L	EPA 6020B	≤ 200	15206so
CIANURI TOTALI come CN*	< 0,1	µg/L	APAT CNR IRSA 4070	≤ 50	15206so
COLORURI come Cl*	33,1	mg/L	EPA 9056A 2007	--	15206so
FLUORURI come F*	< 1	mg/L	EPA 9056A 2007	≤ 1,5	15206so
AZOTO NITRICO come NO3*	2,6	mg/L	EPA 9056A 2007	--	15206so
SOLFATI come SO4*	12,5	mg/L	EPA 9056A 2007	≤ 250	15206so
SODIO come Na*	15,6	mg/L	UNI EN ISO 11885:2009	--	15206so
POTASSIO come K*	3,5	mg/L	UNI EN ISO 11885:2009	--	15206so
MAGNESIO come Mg*	116	mg/L	UNI EN ISO 11885:2009	--	15206so
CALCIO come Ca*	34,0	mg/L	EPA 6010D	--	15206so

(*) Prova non accreditata da ACCREDIA

(#) Prova eseguita in subappalto

(§) Informazione fornita da cliente, il laboratorio ne declina ogni responsabilità.

Note legislative

(15206so) = D. LGS 152 del 3/04/2006 - Parte IV - Allegato 5 - Tabella 2: Concentrazione soglia di contaminazione delle acque sotterranee.

Il laboratorio non è responsabile del campionamento tranne nei casi in cui sia stato effettuato dallo stesso.

I risultati riportati sul Rapporto di Prova sono rappresentativi del solo campione presentato. Le analisi sono eseguite presso i laboratori COOPERA AQ S.r.l. (AQ) o in subappalto (#). Le analisi sono eseguite con metodi ufficiali, ove presenti ed applicabili; in alternativa con metodi proposti da enti e/o organizzazioni internazionali. Se non diversamente specificato l'incertezza è estesa ed è stata calcolata con un fattore di copertura pari a k=2, corrispondente ad un intervallo di confidenza calcolato ad un livello di probabilità di circa il 95%. Le dichiarazioni di conformità a valori limite previsti dalla norma di legge di riferimento o da specifiche del cliente, se riportate, non tengono conto del contributo dell'incertezza di misura associata al valore misurato, tranne nei casi in cui la regola decisionale sia contenuta nella specifica stessa. Qualora il valore riscontrato sia pari al limite superiore o al limite inferiore il livello di rischio associato coincide con il 50% di falsa accettazione o di falso rifiuto. Tale Rapporto di Prova riguarda solo il campione sottoposto a prova, non può essere modificato o riprodotto da terzi, in toto o in parte, salvo approvazione scritta del laboratorio. I campioni sottoposti ad analisi sono conservati per un massimo di 15 giorni lavorativi (in funzione della loro stabilità), salvo diverse disposizioni di legge e o richieste da parte del Cliente, dalla data di emissione del Rapporto di Prova. Gli eventuali residui dei campioni utilizzati sono smaltiti secondo la normativa vigente. Le registrazioni relative alle prove sono conservate presso il laboratorio per 10 anni. Il Laboratorio non ha responsabilità alcuna sugli eventuali danni arrecati al Committente o a terzi dall'utilizzo dei risultati di prove, né per ritardi nelle consegne dei risultati di prove dovuti a cause di forza maggiore. Questo documento è un Certificato di Analisi valido a tutti gli effetti di legge ai sensi art.16 R.D.01/03/1928 n°42 – DM 21/06/1978 – art.8c3 DM 25/03/1986. DOCUMENTO FIRMATO CON FIRMA DIGITALE AVANZATA AI SENSI DELLE NORMATIVE VIGENTI.

I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente al campione così come ricevuto in laboratorio

Il Responsabile del Laboratorio

Dott.ssa Stefania Romeo

Iscrizione Ordine Nazionale dei Biologi
N°AA_083253

Fine Rapporto di prova

RAPPORTO DI PROVA N° 111/2024

SPETT.
DIGI Costruzioni S.r.l.
Via Piagge 125 - Fraz. Foce
67100 L' AQUILA (AQ)

Data emissione 12/02/2024

Tipo campione Acque sotterranee
Data ricevimento campione 24/01/2024
Descrizione campione Campione di acqua sotterranea denominata Prel. 2 -HTC §
Luogo del prelievo Nucleo industriale di Sassa (L'AQUILA) - SITO HTC Data prelievo 23/01/2024 § Ora 15:00 §
(adiacente edificio Stenniflex) §
Campionatore Cliente
Verbale camp.N° 21/2024/EST

Protocollo Campione 111 del 24/01/24 Data Inizio Prove 24/01/2024 Data Fine Prove 09/02/2024

Indagine eseguita	Risultato	U.M	Metodo	Limiti	Rif.
LIVELLO FALDA dal p.c.*	10	m	FREATIMETRO	--	
TEMPERATURA*	10	°C	APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003	--	15206so
pH	7,28	unità di pH	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	--	15206so
CONDUCIBILITA' A 25°C	828	µS/cm	APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	--	15206so
DUREZZA*	38,2	°F	ISTISAN	--	15206so
RICHIESTA CHIMICA DI OSSIGENO(COD)*	17	mg/L	ISO 15705:2002	--	15206so
AMMONIACA come NH4+*	< 0,05	mg/L	APAT CNR IRSA 4030 A1 Man 29 2003	--	15206so
AZOTO NITROSO come NO2*	< 0,05	mg/L	APAT CNR IRSA 4050 Man 29 2003	≤ 0,5	15206so
ARSENICO come As*	< 5	µg/L	EPA 6020B	≤ 10	15206so
BARIO come Ba*	47	µg/L	EPA 6020B	--	15206so
BERILLIO come Be*	< 4	µg/L	EPA 6020B	≤ 4	15206so
BORO come B*	46	µg/L	EPA 6020B	≤ 1000	15206so
CADMIO come Cd*	< 5	µg/L	EPA 6020B	≤ 5	15206so
COBALTO come Co*	< 5	µg/L	EPA 6020B	≤ 50	15206so
FERRO come Fe*	31	µg/L	EPA 6020B	≤ 200	15206so
MERCURIO come Hg*	< 1	µg/L	EPA 6020B	≤ 1	15206so
MANGANESE come Mn*	< 5	µg/L	EPA 6020B	≤ 50	15206so
MOLIBDENO come Mo*	< 5	µg/L	EPA 6020B	≤ 50	15206so
NICHEL come Ni*	< 10	µg/L	EPA 6020B	≤ 20	15206so
PIOMBO come Pb*	< 5	µg/L	EPA 6020B	≤ 10	15206so
RAME come Cu*	10	µg/L	EPA 6020B	≤ 1000	15206so
SELENIO come Se*	< 5	µg/L	EPA 6020B	≤ 10	15206so

SEGUE RAPPORTO DI PROVA N° 111/2024

Indagine eseguita	Risultato	U.M	Metodo	Limiti	Rif.
STAGNO come Sn*	< 10	µg/L	EPA 6020B	--	15206so
ZINCO come Zn (#)	105	µg/L	EPA 6020B 2014	≤ 3000	15206so
ANTIMONIO come Sb*	< 5	µg/L	EPA 6020B	≤ 5	15206so
VANADIO come V*	< 5	µg/L	EPA 6020B	--	15206so
ALLUMINIO come Al*	44	µg/L	EPA 6020B	≤ 200	15206so
CIANURI TOTALI come CN*	< 10	µg/L	APAT CNR IRSA 4070	≤ 50	15206so
COLORURI come Cl*	34,2	mg/L	EPA 9056A 2007	--	15206so
FLUORURI come F*	< 1	mg/L	EPA 9056A 2007	≤ 1,5	15206so
AZOTO NITRICO come NO3*	11,2	mg/L	EPA 9056A 2007	--	15206so
SOLFATI come SO4*	12,6	mg/L	EPA 9056A 2007	≤ 250	15206so
SODIO come Na*	22,9	mg/L	UNI EN ISO 11885:2009	--	15206so
POTASSIO come K*	6,1	mg/L	UNI EN ISO 11885:2009	--	15206so
MAGNESIO come Mg*	44,0	mg/L	UNI EN ISO 11885:2009	--	15206so
CALCIO come Ca*	134,7	mg/L	EPA 6010D	--	15206so

(*) Prova non accreditata da ACCREDIA

(#) Prova eseguita in subappalto

(§) Informazione fornita da cliente, il laboratorio ne declina ogni responsabilità.

Note legislative

(15206so) = D. LGS 152 del 3/04/2006 - Parte IV - Allegato 5 - Tabella 2: Concentrazione soglia di contaminazione delle acque sotterranee.

Il laboratorio non è responsabile del campionamento tranne nei casi in cui sia stato effettuato dallo stesso.

I risultati riportati sul Rapporto di Prova sono rappresentativi del solo campione presentato. Le analisi sono eseguite presso i laboratori COOPERA AQ S.r.l. (AQ) o in subappalto (#). Le analisi sono eseguite con metodi ufficiali, ove presenti ed applicabili; in alternativa con metodi proposti da enti e/o organizzazioni internazionali. Se non diversamente specificato l'incertezza è estesa ed è stata calcolata con un fattore di copertura pari a k=2, corrispondente ad un intervallo di confidenza calcolato ad un livello di probabilità di circa il 95%. Le dichiarazioni di conformità a valori limite previsti dalla norma di legge di riferimento o da specifiche del cliente, se riportate, non tengono conto del contributo dell'incertezza di misura associata al valore misurato, tranne nei casi in cui la regola decisionale sia contenuta nella specifica stessa. Qualora il valore riscontrato sia pari al limite superiore o al limite inferiore il livello di rischio associato coincide con il 50% di falsa accettazione o di falso rifiuto. Tale Rapporto di Prova riguarda solo il campione sottoposto a prova, non può essere modificato o riprodotto da terzi, in toto o in parte, salvo approvazione scritta del laboratorio. I campioni sottoposti ad analisi sono conservati per un massimo di 15 giorni lavorativi (in funzione della loro stabilità), salvo diverse disposizioni di legge e o richieste da parte del Cliente, dalla data di emissione del Rapporto di Prova. Gli eventuali residui dei campioni utilizzati sono smaltiti secondo la normativa vigente. Le registrazioni relative alle prove sono conservate presso il laboratorio per 10 anni. Il Laboratorio non ha responsabilità alcuna sugli eventuali danni arrecati al Committente o a terzi dall'utilizzo dei risultati di prove, né per ritardi nelle consegne dei risultati di prove dovuti a cause di forza maggiore. Questo documento è un Certificato di Analisi valido a tutti gli effetti di legge ai sensi art.16 R.D.01/03/1928 n°42 - DM 21/06/1978 - art.8c3 DM 25/03/1986. DOCUMENTO FIRMATO CON FIRMA DIGITALE AVANZATA AI SENSI DELLE NORMATIVE VIGENTI.

I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente al campione così come ricevuto in laboratorio

Il Responsabile del Laboratorio

Dott.ssa Stefania Romeo

Iscrizione Ordine Nazionale dei Biologi
N°AA_083253

Fine Rapporto di prova
