

Dott. Lorenzo Pizzi
geologo

c.f.: PZI LNZ 78 M09 G482N
65015 Montesilvano P.za Umberto I, 35
mobile 347 0173045
lorenzo.pizzi@pec.epap.it
p.iva 01766250680

VERIFICA DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

EX LEGGE 64/1974 ART. 13 – D.P.R. 380/2001 art. 89 –
DGR 108/2018

Committente:	D'AGOSTINO VINCENZO
Località:	Comune di PESCARA (PE) – Via Luigi Polacchi FG. 37D PART. 2994
Lavoro:	RIQUALIFICAZIONE ED AMMODERNAMENTO E GESTIONE DEL CENTRO SPORTIVO DENOMINATO "COLLE BRECCIA", MEDIANTE PROJECT FINANCING AD INIZIATIVA PUBBLICA, RICHIESTA PDC IN DEROGA AI SENSI DELL'ART. 19 DEL DPR 327/01

Ns rif.:	C.160-2023
Vers.:	1.0
Nr. pagine:	65
Data consegna:	09 settembre 2024

il tecnico incaricato:

Dott. Geol. Lorenzo PIZII

Ordine dei Geologi Regione Abruzzo n° iscr. 349



Sommario

PREMESSA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
1. RELAZIONE GEOLOGICA.....	5
1.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	5
1.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO LOCALE.....	6
1.3 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO	7
1.3.1 Valutazione delle Pericolosità Geologiche	7
1.3.2 Modello Geologico del Sottosuolo	7
2. RELAZIONE SULLE INDAGINI.....	8
2.1 DESCRIZIONE ED UBICAZIONE DELLE INDAGINI	8
2.2 PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPER-PESANTE	8
2.3 PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA HVSR.....	9
2.4 RISULTATI DELLE INDAGINI GEOTECNICHE	11
2.5 RISULTATI PROSPEZIONI SISMICHE.....	11
3. MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO.....	12
3.1 ZONAZIONE SISMOGENETICA E PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE.....	12
3.2 SORGENTI SISMOGENETICHE E FAGLIE ATTIVE	15
3.3 SISMICITÀ STORICA.....	17
3.4 RISPOSTA SISMICA LOCALE	19
3.4.1 Stima della Categoria di Suolo di Fondazione	19
3.4.2 Amplificazione Topografica.....	20
3.4.3 Definizione degli Spettri di Risposta Elastici in Accelerazione	21
3.4.4 Stabilità nei Confronti della Liquefazione.....	23
4. CONCLUSIONI.....	26
Bibliografia	28

Allegati

- I. CARTA TOPOGRAFICA: stralcio dal Foglio 351 Est della Carta d'Italia dell'I.G.M. – Scala 1:25.000 (n°1 pagina)
- II. CARTA GEOLOGICA: stralcio dalla Carta Geologica d'Italia del Progetto CARG – Foglio 351 Pescara – Scala originaria 1:50.000 (n°1 pagina)
- III. CARTA GEOLOGICO-TECNICA: stralcio dalla Carta di Microzonazione Sismica di I livello del Comune di Pescara - Scala originaria 1:5.000 (n°1 pagina)
- IV. CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA: stralcio dalla Carta di Microzonazione Sismica di I livello del Comune di Pescara – Scala originaria 1:5.000 (n°1 pagina)
- V. CARTA GEOMORFOLOGICA DEL PAI: stralcio dal Geoportale della Regione Abruzzo – Scala 1:25.000 (n°1 pagina)
- VI. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA DEL PAI: stralcio dal Geoportale della Regione Abruzzo – Scala 1:25.000 (n°1 pagina)
- VII. CARTA IDROGEOLOGICA: stralcio dallo Schema Idrogeologico dell'Italia Centro Adriatica – Scala originaria 1:250.000 (n°1 pagina)
- VIII. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA DEL PSDA: stralcio dal Geoportale della Regione Abruzzo – Scala 1:25.000 (n°1 pagina)
- IX. CARTA DELL'USO DEL SUOLO (n°1 pagina)
- X. PLANIMETRIA CATASTALE: stralcio dal Foglio n.37D del Comune di Pescara – Scala originaria 1:2.000 (n°1 pagina)
- XI. CARTA DELLE ACCLIVITÀ (n°1 pagina)
- XII. CARTA GEOMORFOLOGICA DI DETTAGLIO – Scala 1:5.000 (n°1 pagina)
- XIII. CARTA GEOLOGICA DI DETTAGLIO – Scala 1:5.000 (n°1 pagina)
- XIV. CARTA DELLE INDAGINI (n°1 pagina)
- XV. SEZIONE GEOLOGICA (n°1 pagina)
- XVI. CERTIFICATI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (n°10 pagine)
- XVII. CERTIFICATO PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA HVSR (n°4 pagine)
- XVIII. VERIFICA A LIQUEFAZIONE (n°5 pagine)
- XIX. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DEL TERRITORIO (n°1 pagina)
- XX. CARTA DELLA IDONEITÀ TERRITORIALE (n°1 pagina)

PREMESSA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella presente relazione è illustrato uno studio di carattere geologico e sismico, eseguito su incarico del Sig. Vincenzo D'Agostino a corredo del progetto di *RIQUALIFICAZIONE ED AMMODERNAMENTO E GESTIONE DEL CENTRO SPORTIVO DENOMINATO "COLLE BRECCIA", MEDIANTE PROJECT FINANCING AD INIZIATIVA PUBBLICA*, al fine di verificarne la compatibilità geologica e geomorfologica, ai sensi del D.G.R. 22 febbraio 2018, n. 108.

Il sito si ubica nel Comune di Pescara, in Via Luigi Polacchi, alle coordinate geografiche (WGS84): latitudine 42.442657° N e longitudine 14.245396° E. A livello cartografico l'area rientra nel Foglio 351 Est della Carta Topografica dell'I.G.M. (vedi Allegato I) ed è identificata al catasto al Foglio n° 37D, particella n° 2994 (vedi Allegato X).

In prima analisi si è presa visione degli elaborati cartografici della Regione Abruzzo, dell'autorità di Bacino Regionale e quelli redatti dal Comune di Pescara. Nello specifico, per lo studio della geologia sono state analizzate la Carta Geologica del CARG (vedi Allegato II), la Carta Geologico-Tecnica e la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica del Comune di Pescara (vedi Allegati III e IV). Per lo studio della geomorfologia e dei pericoli legati ad essa sono state analizzate la Carta Geomorfologica e la Carta di Pericolosità da frana del PAI (vedi Allegati V e VI). Per quanto riguarda l'idrogeologia e la pericolosità idraulica si è presa visione della Carta Idrogeologica dell'Italia Centro Adriatica e della Carta di Pericolosità Idraulica del PSDA (vedi Allegati VII e VIII).

Successivamente, per la caratterizzazione stratigrafica, fisico-meccanica del sottosuolo, considerata la tipologia dei terreni affioranti e l'entità degli interventi in progetto sono state eseguite n°2 prove penetrometriche dinamiche super-pesanti (vedi Allegato XVI) e n°1 prospezione sismica passiva HVSR (vedi Allegato XVII). Le ubicazioni delle indagini sono visibili in Allegato XIV.

Lo studio è condotto nel rispetto della normativa nazionale e regionale vigente, come di seguito descritta.

I dati riportati nel presente documento sono in accordo con le vigenti normative tecniche circa le indagini sui terreni e sulle rocce, e la realizzazione di scavi e di fondazioni sia superficiali che profonde (Testo Unico per le Costruzioni D.M. 17 gennaio 2018 e s.m.i. e Legge sismica del 23 marzo 2003, pubblic. G.U. 8 maggio 2003), secondo le disposizioni dell'art. 27 del DPR 554/1999 (Regolamento di attuazione della legge quadro sui LL.PP. n. 109/1994 e s.m.i.) e secondo il Decreto 30/12/2016 n. 3/Reg Abruzzo (Regolamento attuativo della 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") e: Legge 2 febbraio 1974 n. 64; D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006; O.P.C.M. n. 3519 del 28 aprile 2006; Circolare 02 febbraio 2009 n. 617/C.S.LL.PP.; L.R. n. 28 del 11 agosto 2011.

1. RELAZIONE GEOLOGICA

1.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'area indagata si trova in vicinanza delle primi pendici collinari, ad una distanza di circa 700 metri dalla linea di costa ed è caratterizzata da una morfologia sub-pianeggiante che degrada dolcemente verso il mare.

I terreni affioranti nell'area d'indagine sono costituiti da sedimenti di facies costiera, da cui si evince che in passato (Olocene) quest'area era occupata da un ambiente lagunare isolato dal Mar Adriatico da barre trasversali all'asse fluviale e parallele alla costa. La comunicazione fra i due ambienti sedimentari era di tipo discontinuo e legato alle variazioni eustatiche sia per effetto delle maree che per fenomeni di sollevamento differenziale. Occasionalmente, come ad esempio nei periodi di alta marea, le acque marine invadevano la laguna, trasportando e depositando in essa i materiali limoso-sabbiosi mentre normalmente le acque fluviali nei periodi di piena formavano depositi limo-argillosi che si interdigitavano ai terreni marini.

In un contesto più ampio l'area indagata può essere inquadrata in quella complessa unità strutturale definita "avanfossa appenninica". Essa si sviluppa dalla pianura Padana al golfo di Taranto ed in sezione presenta una forma a cuneo approfondendosi nel margine della catena appenninica e risalendo verso il Mare Adriatico. Si tratta di un grande bacino instauratosi nel Miocene contemporaneamente all'orogenesi appenninica e riempita da terreni più antichi verso l'interno e più recenti verso l'esterno. La porzione di avanfossa dove è sita l'area indagata è riempita da terreni recenti attribuibili come già detto al Plio-Pleistocene. In generale questa zona ha risentito poco degli eventi tettonici che interessavano la catena appenninica e questo è testimoniato dalla giacitura sub-orizzontale degli strati.

Il substrato geologico è costituito dai depositi noti in letteratura come "Argille grigio-azzurre" che rappresentano i terreni più antichi riferibili al Pliocene Inferiore e Medio e sono formati da argille ad alta consistenza con abbondante contenuto micaceo e leggera componente sabbiosa. Esse rappresentano un ottimo substrato litologico considerando il loro grado di sovraconsolidazione e la perfetta tenuta impermeabile.

L'area in oggetto è posta nella prima fascia costiera adriatica e funge da passaggio graduale al prospiciente litorale, oggi ampiamente antropizzato, con effetti tangibili sul fragile ecosistema delle aree di transizione.

1.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO LOCALE

Dall'analisi della Carta Geologica del CARG, redatta alla scala 1:50.000, il sito in esame si trova in una zona di passaggio tra i depositi limoso-argillosi del substrato coesivo (Formazione FMT_a) ed i depositi olocenici di spiaggia (olo_{g2}). Nel dettaglio, nell'area affiorano i depositi eluvio-colluviali (olo_{b2}) derivanti dal disfacimento dei suddetti depositi e poggiati sui depositi di spiaggia olocenici (olo_{g2}). I depositi colluviali sono caratterizzati dalla presenza di limi sabbiosi, limi argillosi e sabbie con inclusi clasti centimetrici arenacei e calcarei (vedi Allegato II). Nella Carta Geologico – Tecnica del Comune di Pescara (MZS I livello), l'area ricade sui depositi di spiaggia sabbiosi e sabbioso limosi (vedi Allegato III).

Nella Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) del Comune di Pescara (Studio di Microzonazione Sismica di I livello), validata dalla Regione Abruzzo in data 16/07/2015, l'area rientra all'interno di una "Zona Stabile Suscettibile di Amplificazione Locale" denominata "Zona 10", caratterizzata dalla presenza di depositi prevalentemente sabbioso-limosi, seguiti in profondità dal substrato coesivo sovraconsolidato (vedi Allegato IV) ed in una zona di attenzione per instabilità di tipo liquefazione.

Dal punto di vista morfologico, il sito in esame si ubica ad una quota altimetrica di circa 3 m s.l.m. in un'area pianeggiante situata ad una distanza dalla linea di costa di circa 700 m (vedi Allegato I). Dall'analisi della Carta Geomorfologica e della Carta della Pericolosità da Frana del PAI (vedi Allegati V-VI) risulta che il sito in esame non è interessato da fenomeni riconducibili a dissesti in atto. Ciò è confermato dal sopralluogo svolto e dall'analisi delle foto aeree, dove non si evidenziano, nei dintorni del sito, morfologie riconducibili a dissesti.

Trovandosi in zona pianeggiante ed intensamente urbanizzata, il deflusso delle acque superficiali è garantito dalla rete di raccolta e smaltimento pubblica. L'area in esame non è censita dal PSDA (vedi Allegato VIII), pertanto non è soggetta a pericolosità idraulica.

Nella Carta Idrogeologica dell'Italia Centro Adriatica (vedi Allegato VII), il sito si ubica nel *Complesso dei Depositi di Spiaggia (C)*, costituito da depositi sabbiosi delle spiagge e dune costiere, caratterizzati da assetti idrogeologici fortemente differenziati da zona a zona. Il complesso ha una porosità primaria complessivamente alta; le intercalazioni argillose possono influire localmente sulla permeabilità che resta comunque elevata.

1.3 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

1.3.1 Valutazione delle Pericolosità Geologiche

Pericolosità Sismica

Per la valutazione della pericolosità sismica della zona si rimanda al Capitolo 3 (Modellazione Sismica del Sito).

Pericolosità da Frana

Come precedentemente detto (vedi par. 1.2), nell'area in esame non si rileva la presenza di fenomeni riconducibili a dissesti in atto, come risulta dalla cartografia del PAI (Allegati V-VI).

Pericolosità Idraulica

Il sito interessato dagli interventi in progetto non rientra in zone soggette a pericolosità idraulica del PSDA (vedi Allegato VIII).

1.3.2 Modello Geologico del Sottosuolo

Dal punto di vista stratigrafico, sulla base della bibliografia disponibile e dei risultati delle indagini svolte (vedi Relazione sulle Indagini in Cap. 2), è stato possibile sintetizzare il sottosuolo dell'area investigata nei seguenti orizzonti stratigrafici:

- Terreno vegetale e/o di riporto limoso-sabbioso e sabbioso-limoso sciolto, fino ad una profondità di circa 0,8 m dal p.c.;
- **Orizzonte 1:** Sabbie limose e limi sabbiosi sciolti, fino a 1,6 m dal p.c. (depositi eluvio-colluviali);
- **Orizzonte 2:** Sabbie limose poco addensate, fino alla profondità di circa 3,0 m dal p.c. (depositi di spiaggia);
- **Orizzonte 3:** Sabbie debolmente limose addensate con livelli sabbioso-ghiaiosi, fino alla profondità di circa 5,2 m dal p.c. (depositi di spiaggia).
- **Orizzonte 4:** Limi argillosi debolmente sabbiosi consistenti (substrato geologico).

Durante l'esecuzione delle prove penetrometriche è stata riscontrata la presenza della falda acquifera ad una profondità di circa 1,0 m dal p.c. (aste di perforazione bagnate). Tale livello è soggetto a deboli variazioni stagionali dell'ordine di alcuni decimetri.

2. RELAZIONE SULLE INDAGINI

2.1 DESCRIZIONE ED UBICAZIONE DELLE INDAGINI

Per la caratterizzazione stratigrafica, fisico-meccanica e sismica del sottosuolo, in considerazione della natura dei terreni presenti e dell'entità degli interventi in progetto, sono state eseguite n.2 prove penetrometriche dinamiche Super-Pesanti (DPSH1-DPSH2), per l'interpretazione stratigrafica e per la stima dei parametri fisico-meccanici del sottosuolo (vedi Allegato XVI) e n.1 prospezione sismica passiva (HVSr), per la stima della V_{seq} necessaria a definire la categoria di suolo di fondazione (vedi Allegato XVII). Le ubicazioni delle indagini sono visibili in Allegato XIV.

2.2 PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPER-PESANTE

I sondaggi penetrometrici dinamici si sono sviluppati in tutto il mondo a partire dagli studi di Mohr negli Stati Uniti nel 1927. La prova penetrometrica dinamica consiste nel determinare il numero di colpi necessari ad infiggere una punta conica nel terreno per successive profondità costanti, utilizzando metodologie ed attrezzature standardizzate. È noto, infatti, come un oggetto conico infisso mediante battute successive incontri, durante la penetrazione, una resistenza che è direttamente proporzionale a quella del mezzo attraversato. Se il mezzo attraversato è il terreno, questa resistenza dipende dalle caratteristiche fisico-meccaniche nel quale esso si trova allo stato naturale e pertanto, per terreni incoerenti dipende prevalentemente dallo stato d'addensamento dei granuli, mentre per terreni coesivi dal contenuto in umidità naturale. Le prove DPSH sono state effettuate con un penetrometro dinamico super-pesante PAGANI TG63-200 kN; le prove sono state eseguite secondo le modalità ISSMFE, mediante infissione nel terreno di una punta conica posta all'estremità di un'asta d'acciaio; la penetrazione avviene per mezzo di un meccanismo di battitura, facendo cadere da un'altezza costante un maglio di dato peso. Il conteggio dei colpi necessari all'avanzamento di un tratto di asta di lunghezza stabilita, permette di utilizzare le relazioni empiriche che forniscono la resistenza del terreno all'infissione (R_d): consente di correlare NDPSH a NSPT e di confrontare NDPSH con q_c ottenuto con la prova statica. L'attrezzatura utilizzata è la seguente: maglio di 63,5 kg; altezza di caduta mt 0,75; aste di lunghezza mt 1,0 e peso 6,2 kg; penetrazione standard cm 20; punta conica di angolo di apertura 90° e area di 20 cmq.

2.3 PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA HVSR

Il rumore sismico ambientale è generato, oltre che dall'attività dinamica del pianeta, dai fenomeni atmosferici e dall'attività antropica. Si chiama microtremore in quanto riguarda oscillazioni molto piccole ($10\text{-}15\text{ m/s}^2$ in termini di accelerazione), inferiori di diversi ordini di grandezza rispetto a quelle indotte dai terremoti nel campo vicino. Lo spettro in frequenza del rumore di fondo in un terreno roccioso pianeggiante presenta dei picchi a $0,14$ e $0,07$ Hz, comunemente interpretati come originati dalle onde oceaniche. Tali componenti spettrali vengono attenuate molto poco anche dopo tragitti di migliaia di chilometri per effetto di fenomeni di guida d'onda. A tale andamento generale, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie ma anche il semplice passeggiare di una persona) e naturali che però si attenuano fortemente a frequenze superiori a 20 Hz, a causa dell'assorbimento anelastico originato dall'attrito interno delle rocce. L'applicazione del metodo corrisponde ad accertare che la frequenza di risonanza di uno strato coincida con la frequenza per la quale assume il valore massimo il rapporto $RHV=S/VS$ (Horizontal to Vertical Ratio) tra gli spettri delle componenti orizzontale e verticale del moto del suolo nello stesso sito. Il metodo dei rapporti spettrali si basa sull'individuazione di un sito di riferimento, presumibilmente privo di effetti di sito rilevanti, rispetto al quale confrontare il segnale sismico del sito da analizzare. Nakamura (1989) ha proposto una tecnica per l'interpretazione dei microtremori che dovrebbe fornire stime attendibili sia della frequenza fondamentale del deposito che dell'amplificazione relativa a tale frequenza. La tecnica considera i microtremori composti principalmente da onde di Rayleigh e considera che l'amplificazione relativa agli effetti di sito sia causata dalla presenza di uno strato sedimentario giacente su di un semispazio. In queste condizioni ci sono quattro componenti del moto sismico da considerare:

- le componenti orizzontali in superficie (HS) e alla base dei sedimenti (HB);
- le componenti verticali in superficie (VS) e alla base dei sedimenti (VB).

Secondo Nakamura è possibile stimare la forma spettrale della sorgente dei microtremori $A_S(\omega)$ (in funzione della frequenza) con la seguente relazione:

$$A_S(\omega) = \frac{V_S(\omega)}{V_B(\omega)}$$

dove VS e VB sono le ordinate spettrali delle componenti verticali del moto, rispettivamente in superficie e alla base di sedimenti.

Nakamura definisce come effetto di sito il rapporto spettrale $S_E(\omega)$:

$$S_E(\omega) = \frac{H_S(\omega)}{H_B(\omega)}$$

dove HS e HB sono le ordinate spettrali delle componenti orizzontali del moto rispettivamente in superficie e alla base dei sedimenti.

Per compensare l'effetto di sito $SE(\omega)$ dallo spettro di sorgente $AS(\omega)$ viene calcolato il rapporto spettrale modificato $SM(\omega)$ come:

$$S_M(\omega) = \frac{S_E(\omega)}{A_S(\omega)} = \frac{H_S(\omega)/V_S(\omega)}{H_B(\omega)/V_B(\omega)}$$

Nakamura assume che per tutte le frequenze di interesse $H_B/V_B = 1$, basandosi su registrazioni, sperimentalmente verificate da lui, di microtremori in pozzo; quindi l'effetto di sito modificato $SM(\omega)$ è descritto da:

$$S_M(\omega) = \frac{S_E(\omega)}{A_S(\omega)} = \frac{H_S(\omega)}{V_S(\omega)}$$

L'interpretazione dei dati sismici acquisiti consente di correlare il valore di picco dello spettro di risposta HVSR con discontinuità sismiche e cambi litologici presenti nel sottosuolo, consentendo di ricavare spessori e velocità dei vari sismo strati e di ottenere la frequenza di risonanza del sito; quest'ultima rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento dei manufatti in termini di risposta sismica locale in quanto si dovranno adottare adeguate precauzioni nella costruzioni di fabbricati aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di doppia risonanza estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi; essa dipende dallo spessore H del sedimento e dalla velocità media delle onde (V_s) nel sedimento secondo la seguente relazione:

$$f = V_s/4H \text{ (sistemi omogenei - isotropi a due strati)}$$

Per la registrazione del rumore sismico ambientale è stato utilizzato il Tromino (Micromed), uno strumento digitale che viene utilizzato per la misura ad alta risoluzione del rumore sismico ambientale (microtremori) nell'intervallo di frequenze compreso tra 0,1 e 200 Hz delle vibrazioni. I sensori sono costituiti da una terna di velocimetri orientati N-S, E-W, e verticalmente, che trasmettono il segnale ad un sistema di acquisizione digitale a basso rumore avente dinamica 24 bit equivalente.

Il segnale di microtremore, dopo essere stato acquisito viene elaborato secondo la tecnica di Nakamura (rapporti spettrali o HVSR) tramite il software dedicato (Grilla) il quale, per ciascuna delle tre componenti del moto registrate, permette di:

- suddividere la registrazione in intervalli di qualche decina di secondi ciascuno;
- eseguire l'analisi spettrale del segmento nelle sue tre componenti;
- calcolare i rapporti spettrali fra componenti del moto orizzontali e verticale;
- calcolare i rapporti spettrali medi su tutti i segmenti.

2.4 RISULTATI DELLE INDAGINI GEOTECNICHE

Dall'analisi della bibliografia disponibile e dai risultati provenienti dalle indagini eseguite, è stato possibile attribuire la seguente parametrizzazione geotecnica.

Profondità	Descrizione	Parametri geotecnici medi nominali	
0,8 m	<i>Terreno vegetale e/o di riporto</i>	<i>Parametri non definibili</i>	
1,6 m	Orizzonte 1 <i>Sabbie limose e limi sabbiosi sciolti (Depositi eluvio-colluviali)</i>	Peso di volume Modulo Edometrico Angolo d'attrito Coesione efficace	$\gamma = 1,87$ t/mc $E_{ed} = 450$ t/mq $\phi = 24,5$ gradi $c' = 0,00$ t/mq
3,0 m	Orizzonte 2 <i>Sabbie limose poco addensate (Depositi di spiaggia)</i>	Peso di volume Modulo Edometrico Angolo d'attrito Coesione efficace	$\gamma = 1,90$ t/mc $E_{ed} = 500$ t/mq $\phi = 25,0$ gradi $c' = 0,00$ t/mq
5,2 m	Orizzonte 3 <i>Sabbie debolmente limose addensate con livelli sabbioso-ghiaiosi (Depositi di spiaggia)</i>	Peso di volume Modulo Edometrico Angolo d'attrito Coesione efficace	$\gamma = 1,95$ t/mc $E_{ed} = 1000$ t/mq $\phi = 34,0$ gradi $c' = 0,00$ t/mq
---	Orizzonte 4 <i>Limi argillosi debolmente sabbiosi (Substrato geologico)</i>	Peso di volume Modulo Edometrico Angolo d'attrito Coesione efficace	$\gamma = 2,10$ t/mc $E_{ed} = 1000$ t/mq $\phi = 22,0$ gradi $c' = 1,50$ t/mq

Tabella 2-1 - Parametri geotecnici medi nominali

2.5 RISULTATI PROSPEZIONI SISMICHE

Dall'analisi della prospezione sismica passiva eseguita è stato possibile stimare la V_{Seq} necessaria per la definizione della categoria di suolo di fondazione e calcolare i parametri e coefficienti sismici del sito, consultabili nel seguente Capitolo 3 (Modellazione Sismica del Sito).

3. MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

3.1 ZONAZIONE SISMOGENETICA E PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La zonazione sismogenetica, denominata ZS9, è stata sviluppata a partire da un sostanziale ripensamento della zonazione ZS4, alla luce delle evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni. Nella ZS9, le informazioni sulle sorgenti sismogenetiche si innestano sul quadro di evoluzione cinematica Plio-Quaternaria su cui si basava la ZS4. La ZS9 è corredata, per ogni zona sismogenetica (ZS), da una stima della profondità media dei terremoti (Gruppo di lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica, 2004).

L'area in esame è prossima alla zona sismogenetica 918 (vedi Figura 3-1 e Tabella 3-1). L'intera fascia è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo (Gruppo di lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica, 2004). La zona 918 è caratterizzata da una classe di profondità efficace compresa tra 12 e 20 Km, da un meccanismo di fagliazione prevalente di tipo indeterminato e da una magnitudo massima MW di 6,37.

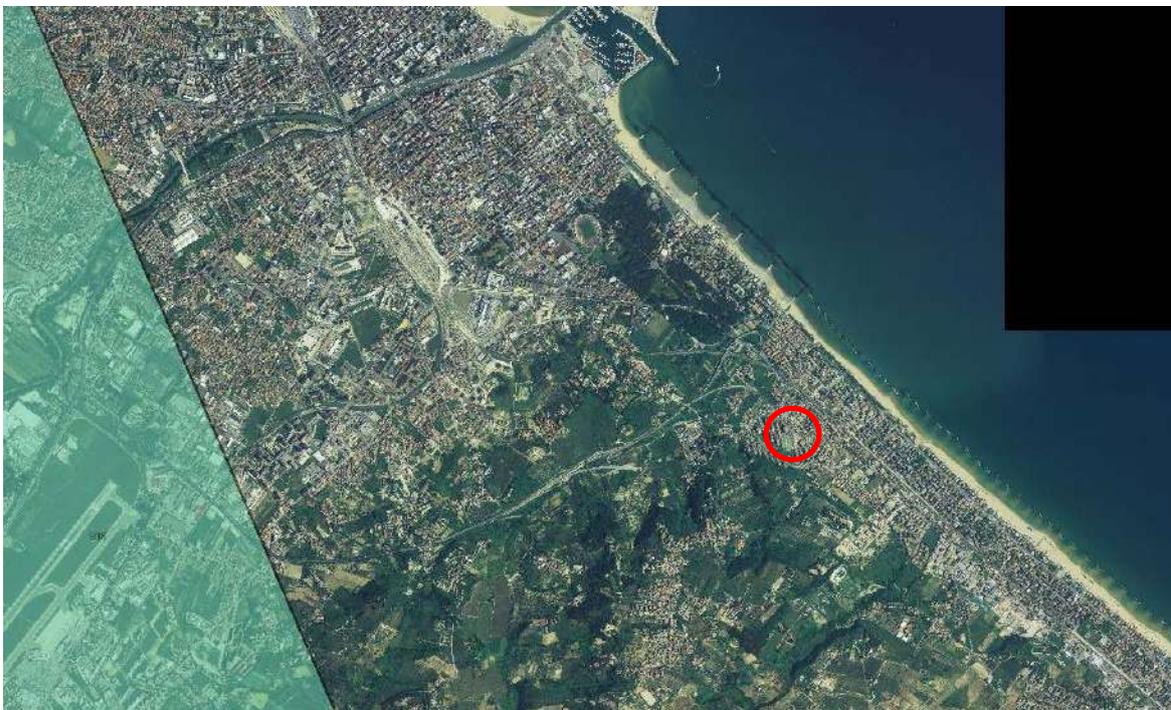


Figura 3-1 – Zonazione sismogenetica ZS9: in viola la zona 918. Il cerchio indica l'area in esame.
Fonte: <http://www.pcn.minambiente.it/viewer/>

Zona sismogenetica ZS9: Medio-Marchigiana/Abruzzese	
d	0
zs9	21,00
zs9 (identificativo)	918,00
Mw max	6,37
tassi_Mw ma	0,14
tassi_Mw_1	0,21
b_co_04_2	-1,10
b_co_04_4	-1,11
Mw max_gr	6,37
tassi_Mw_2	0,14
tassi_Mw_3	0,21
classificazione geografica	Appennino Settentrionale e Centrale
Md_2_0	455
e_Md_2_5	179
e_Md_3_0	26
p_efficace	13
Md_max	4,20
meccanismo di faglia	indeterminato

Tabella 3-1 - Caratteristiche sismogenetiche zona 918.

Fonte: <http://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=8c5d55e0d3b34ea78346e802fd4f6d73>

La pericolosità sismica di base dipende dalle caratteristiche sismologiche dell'area (tipo, dimensioni e profondità delle sorgenti sismiche, energia e frequenza dei terremoti) e calcola (generalmente in maniera probabilistica), per una certa regione e in un determinato periodo di tempo, i valori di parametri corrispondenti a prefissate probabilità di eccedenza. Tali parametri (velocità, accelerazione, intensità, ordinate spettrali) descrivono lo scuotimento prodotto dal terremoto in condizioni di suolo rigido e senza irregolarità morfologiche (terremoto di riferimento).

L'OPCM del 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" ha introdotto la nuova mappa di pericolosità sismica di riferimento a scala regionale.

Il valore di pericolosità sismica della zona in cui ricade l'area in esame, individuato dall'INGV, è compreso tra 0,125 e 0,150 g (vedi Figure 3-2 e 3-3; Tabella 3-2).

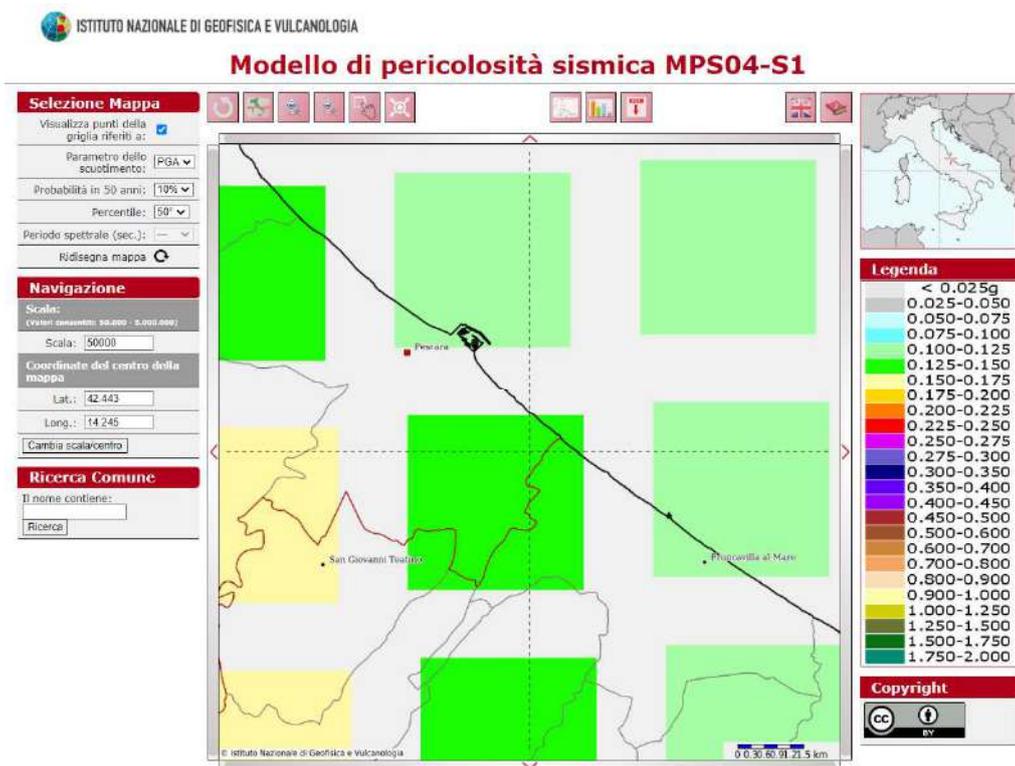


Figura 3-2 – Valori di pericolosità sismica secondo l'O.P.C.M.3519/2006. Fonte: <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

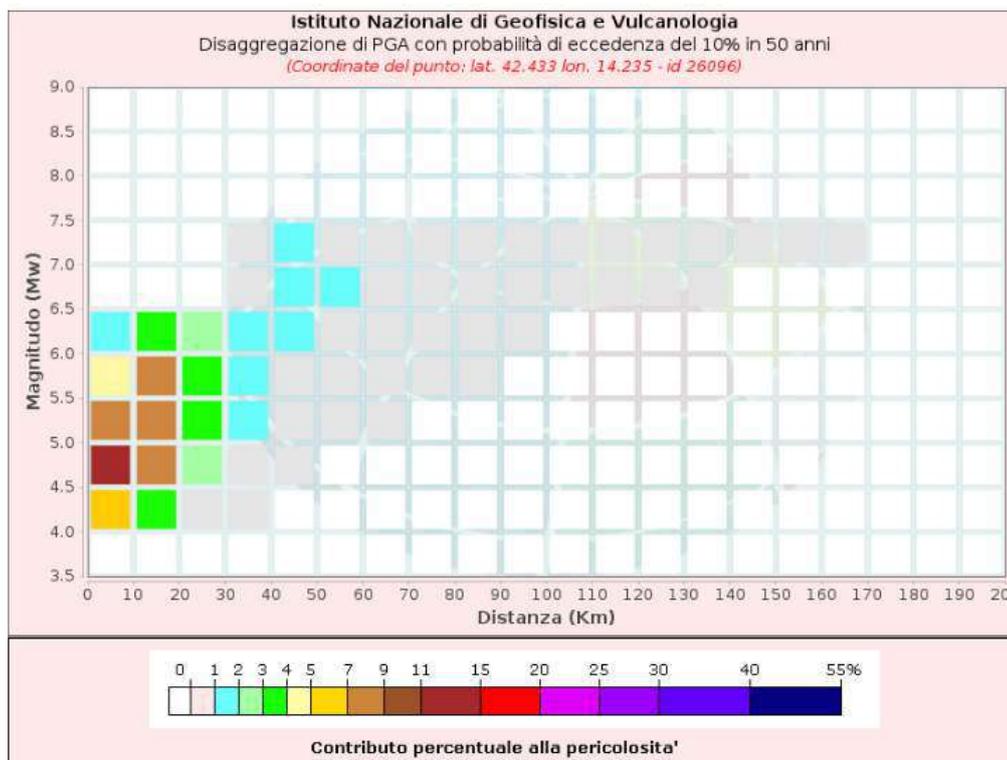


Figura 3-3 – Disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. Fonte: <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

Distanza in km	Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 42.433 lon. 14.235 – id 26096)										
	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	6.8800	13.9000	8.9200	4.8700	1.9600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	3.1100	8.9900	8.9800	7.2000	3.7800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.3350	2.0100	3.3400	3.8800	2.6600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0009	0.2080	1.0700	1.9700	1.9100	0.6450	0.4140	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0020	0.1830	0.9590	1.4900	1.4100	1.0100	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0121	0.2980	0.8430	1.1200	0.9200	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0532	0.4110	0.7760	0.7220	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0074	0.1570	0.5080	0.5340	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0437	0.3260	0.3950	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0036	0.1500	0.2330	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0653	0.1510	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0169	0.0658	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0026	0.0249	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0114	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	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
5.42	19.7	0.966

Tabella 3-2 – Disaggregazione del valore di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
Fonte: <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

3.2 SORGENTI SISMOGENETICHE E FAGLIE ATTIVE

Secondo il database dell'INGV, l'area si trova a nord della sorgente sismogenetica composta ITCS079 "Shallow Abruzzo Citeriore Basal Thrust", di magnitudo massima Mw=6.6, come visibile nelle seguenti Figura 3-4 e Tabella 3-3.

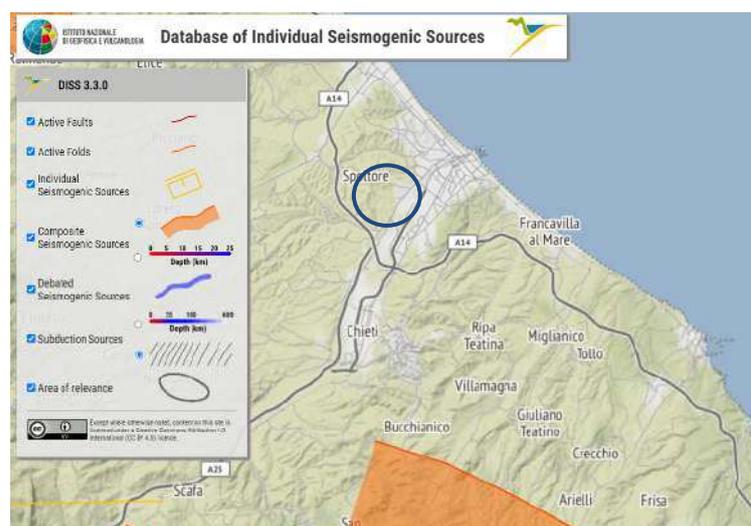


Figura 3-4 – Sorgenti sismogenetiche. Il cerchio blu indica l'area in esame.
Fonte: <http://diss.rm.ingv.it/dissmap/dissmap.phtml>

Sorgente sismogenetica ITCS079 – SHALLOW ABRUZZO CITERIORE BASAL THRUST			
Caratteristiche			
Parametro	Valore	Fonte	Prova
Prof. min. (km)	3,0	LD	Basato su dati di Lavecchia e De Nardis (2009)
Prof. max. (km)	8,0	LD	Basato sui dati di Lavecchia e De Nardis (2009)
Strike (deg)	110-150	LD	Basato sui dati di Lavecchia e De Nardis (2009)
Dip (deg)	20-40	LD	Basato sui dati di Lavecchia e De Nardis (2009)
Rake (deg)	80-100	LD	Basato sui dati di Lavecchia e De Nardis (2009)
Slip rate (mm/a)	0,100–0,500	EJ	Sconosciuto, valori assunti da vincoli geodinamici.
Magn. Max. (Mw)	6,6	ER	Stimato dalle relazioni di Leonard (2014)
Legenda:	LD = Dati letteratura; OD = Dati originali; ER = Relazioni empiriche; AR = Relazione analitica; EJ = Valutazioni di esperti.		

Tabella 3-3 – Caratteristiche sorgente sismogenetica composta "Shallow Abruzzo Citeriore Basal Thrust".
Fonte: <https://diss.ingv.it/diss330/dissmap.html>

Dalla consultazione del database del progetto ITHACA (ITaly HAZard from Capable faults) del Servizio Geologico d'Italia-ISPRA, risulta che nel territorio comunale di Pescara e nelle sue vicinanze non sono presenti faglie attive e capaci, ovvero faglie che possono creare deformazioni in superficie. Le faglie attive e capaci più vicine al sito in esame sono le faglie appartenenti ai sistemi di *Campo Imperatore*, *Monte Cappucciata* e *Monte Morrone*, caratterizzate da cinematiso normale e situate ad una distanza di circa 30-35 Km a Ovest (vedi Figura 3-5).



Figura 3-5 – Stralcio dalla cartografia del progetto ITHACA. Le linee rosse indicano le possibili faglie attive e capaci, il cerchio blu l'area in esame. Fonte: <http://sg12.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/>

3.3 SISMICITÀ STORICA

Dalla consultazione del Database Macrosismico Italiano 2015 dell'INGV (DBMI15), sono stati individuati i terremoti storici registrati nel territorio di Pescara, riportati nelle seguenti Tabella 3-4 e Figura 3-6. Il database fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche, provenienti da diverse fonti, relativo ai terremoti con intensità massima ≥ 5 e d'interesse per l'Italia, nella finestra temporale che va dall'anno 1000 all'anno 2017 (INGV, 2019).

Storia sismica di Pescara - Numero di eventi: 36					
Effetti	In occasione del terremoto:				
I[MCS]	Data e ora	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
8	1703 02 02 11 05	Aquilano	69	10	6.67
5	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5.85
3	1875 12 06	Gargano	97	8	5.86
6	1881 09 10 07	Chietino	43	7-8	5.41
NF	1897 04 27 02 17 50.00	Maiella	27	5	4.21
3	1913 10 04 18 26	Molise	205	7-8	5.35
5-6	1915 01 13 06 52 43.00	Marsica	1041	11	7.08
NF	1919 06 29 15 06 13.00	Mugello	565	10	6.38
3	1925 09 24 13 33 46.00	Molise occidentale	50	7	5.26
4-5	1930 07 23 00 08	Irpinia	547	10	6.67
3	1930 10 30 07 13	Senigallia	268	8	5.83
5	1933 09 26 03 33 29.00	Maiella	325	9	5.9
6	1943 01 29	Monti Sibillini	50	6-7	4.94
5	1950 09 05 04 08	Gran Sasso	386	8	5.69
F	1951 05 25 20 42	Adriatico centrale	5	4	4.55
4	1951 08 08 19 56	Gran Sasso	94	7	5.25
3	1958 06 24 06 07	Aquilano	222	7	5.04
3	1962 08 21 18 19	Irpinia	562	9	6.15
3	1972 02 29 20 54 17.74	Gargano	21	6	4.71
4	1972 06 14 18 55 52.54	Costa anconetana	17		4.68
4	1979 09 19 21 35 37.00	Valnerina	694	8-9	5.83
4	1980 06 09 16 02 47.00	Aquilano	28	6	4.64
5	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
5	1984 05 07 17 50	Monti della Meta	911	8	5.86
5	1984 05 11 10 41 49.27	Monti della Meta	342	7	5.47
4	1987 07 03 10 21 57.64	Costa Marchigiana	359	7	5.06
4	1987 09 04 16 42 49.60	Costa Marchigiana	75	6	4.66
4	1992 02 18 03 30 09.82	Chietino	73	5-6	4.11
3-4	1992 07 16 05 38 53.83	Chietino	107	5-6	4.22
5	1997 09 26 00 33 12.88	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
4-5	1997 09 26 09 40 26.60	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
4-5	1997 10 14 15 23 10.64	Valnerina	786		5.62
NF	2003 06 01 15 45 18.04	Molise	501	5	4.44

4	2016 10 26 19 18 07.42	Valnerina	77		6.07
5	2016 10 30 06 40 17.32	Valnerina	379		6.61
F	2017 01 18 10 14 09.90	Aquilano	280		5.7
8	1703 02 02 11 05	Aquilano	69	10	6.67

Tabella 3-4 – Storia sismica di Pescara. Fonte: <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>

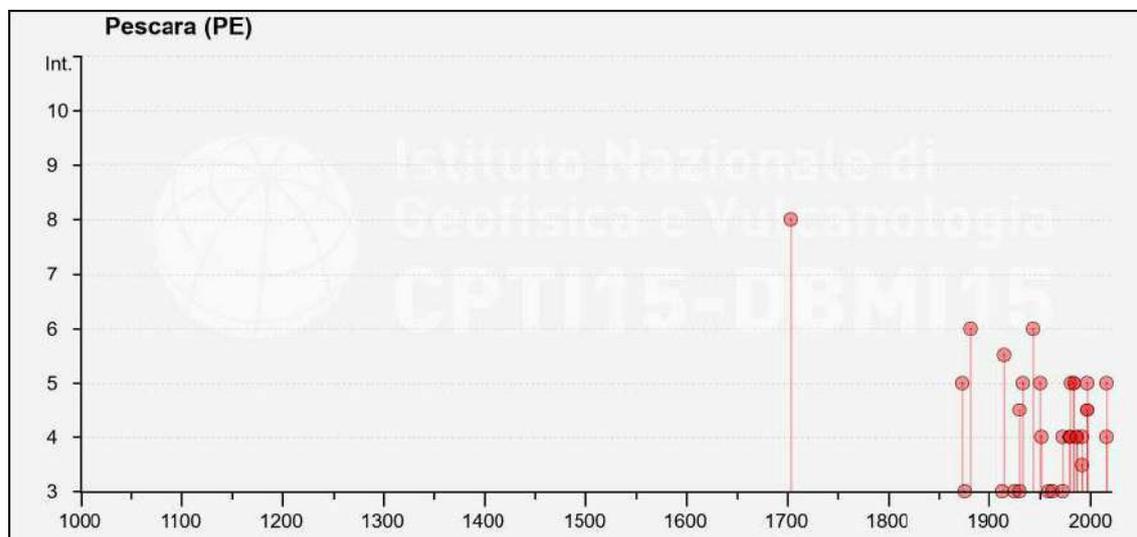


Figura 3-6 – Intensità macrosismiche dei principali terremoti risentiti nel Comune di Pescara. Fonte: <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>

3.4 RISPOSTA SISMICA LOCALE

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17.01.2018) evidenziano che, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi di risposta sismica locale (par. 3.2.2. e 7.11.3); in alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità delle onde di taglio.

3.4.1 Stima della Categoria di Suolo di Fondazione

La classificazione si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio V_{seq} fino alla profondità del substrato. Per i depositi con profondità del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_{seq} è definita dal parametro V_{s30} . Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto la normativa definisce le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione, visibili nella seguente Tabella.

Categoria	SUOLO DI FONDAZIONE
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 superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<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.

Tabella 3-5 – Categorie di suolo di fondazione

In base ai valori di V_s , ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, in ottemperanza alla normativa vigente, è possibile ricavare la categoria di suolo di fondazione, secondo la seguente formula:

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

dove H è la profondità del substrato (caratterizzato da Vs non inferiore a 800 m/s), hi e Vi indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti negli H metri superiori.

L'indagine sismica effettuata ha permesso una ricostruzione dell'assetto sepolto, sia in termini di spessori dei litotipi oggetto di indagine e sia per ciò che concerne i valori di propagazione delle onde di taglio. Nell'indagine effettuata, il substrato sismico non è stato individuato nei primi 30 m, pertanto si è provveduto al calcolo dei valori delle Vs30. Secondo l'approccio semplificato descritto nelle NTC 2018 (Tabella 3.2.II), i terreni possono essere assimilabili ad una **categoria di suolo di fondazione C** (terreni con VSeq compresa tra 180 e 360 m/s).

3.4.2 Amplificazione Topografica

L'amplificazione del moto sismico dovuta ad irregolarità del profilo topografico è stata considerata una tra le cause principali di concentrazione di danni durante diversi terremoti. L'amplificazione topografica può verificarsi quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale; tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto; se l'irregolarità topografica è rappresentata da substrato roccioso (bedrock) si verifica un puro effetto di amplificazione topografica, mentre nel caso di rilievi sostituiti da materiali non rocciosi l'effetto amplificatorio è la risultante dell'interazione (difficilmente separabile) tra l'effetto topografico e quello litologico.

Relativamente alle condizioni topografiche, in base alle NTC, per configurazioni superficiali semplici si può adottare la classificazione visibile nella Tabella 3-6.

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 $i > 30^\circ$

Tabella 3-6 - *Categorie topografiche*

In considerazione della morfologia dell'area in esame (zona pianeggiante), il sito ricade nella **categoria topografica T1**.

3.4.3 Definizione degli Spettri di Risposta Elastici in Accelerazione

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC). Allo stato attuale esistono degli abachi di riferimento che ci permettono di definire le forme spettrali, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento (PvR), 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^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I valori di a_g , F_0 e T_c^* del sito di progetto vengono calcolati ai nodi di un reticolo di riferimento (Tabella 1 delle NTC).

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale riferita ad uno smorzamento del 5%, moltiplicata per il valore dell'accelerazione a_g . Gli spettri così definiti possono essere utilizzati per strutture con periodo fondamentale minore o uguale a 4,0 s. I parametri sono riferiti alla latitudine 42.442657° N e longitudine 14.245396°E (WGS84) e riferiti ad un edificio di classe 3 e vita nominale di 50 anni. I calcoli sono stati effettuati con il software *Geostru PS Advanced*.

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	26096	42,432610	14,235380	1516,83
2	26097	42,432160	14,303090	4832,27
3	25875	42,482160	14,303730	6369,06
4	25874	42,482610	14,235940	4417,68

Tabella 3-7 – Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,015	0,018	0,050	0,060
kv	0,008	0,009	0,025	0,030
amax [m/s ²]	0,737	0,899	2,031	2,464
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Tabella 3-8 – Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni ¹

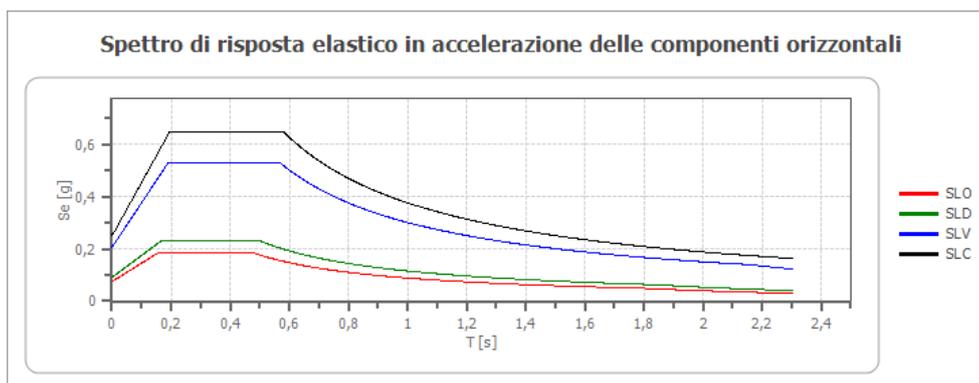


Figura 3-7 – Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,5	0,050	2,484	0,306	1,500	1,550	1,000	1,500	1,000	0,158	0,474	1,801	0,075	0,187
SLD	1,5	0,061	2,523	0,329	1,500	1,520	1,000	1,500	1,000	0,167	0,500	1,845	0,092	0,231
SLV	1,5	0,139	2,561	0,400	1,490	1,420	1,000	1,490	1,000	0,190	0,569	2,156	0,207	0,530
SLC	1,5	0,176	2,577	0,413	1,430	1,410	1,000	1,430	1,000	0,194	0,582	2,303	0,251	0,647

Tabella 3-9 – Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali ¹

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{(1/2)}$: 1,000

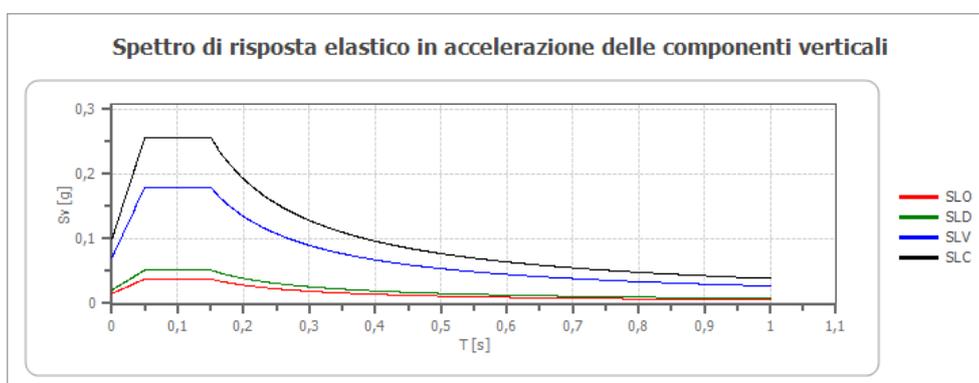


Figura 3-8 – Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,5	0,050	2,484	0,306	1	1,550	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,015	0,038
SLD	1,5	0,061	2,523	0,329	1	1,520	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,020	0,052
SLV	1,5	0,139	2,561	0,400	1	1,420	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,070	0,179
SLC	1,5	0,176	2,577	0,413	1	1,410	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,099	0,256

Tabella 3-10 – Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali ¹

¹ K_h e K_v = coefficienti sismici orizzontale e verticale; A_{max} = accelerazione massima attesa al sito; $Beta$ = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito; SLO = Stato Limite di Operatività; SLD = Stato Limite di Danno; SLV = Stato Limite di salvaguardia della Vita; SLC = Stato Limite di prevenzione del Collasso; C_u = coefficiente d'uso; a_g = accelerazione orizzontale massima al sito; F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_{c^*} = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale; S_s = amplificazione

3.4.4 Stabilità nei Confronti della Liquefazione

La liquefazione è un fenomeno che interessa i depositi sabbiosi sciolti e saturi per effetto di un rapido e significativo aumento della pressione interstiziale (u). In tali condizioni i terreni sabbiosi, non cementati, attingono valori nulli o estremamente modesti della resistenza al taglio trasformandosi di fatto in un liquido pesante. L'aumento della pressione interstiziale può essere indotto da un forte evento sismico.

Gli sforzi di taglio ciclico di un evento sismico inducono, in condizioni drenate, riduzioni di volume nei terreni sabbiosi sciolti (bassi valori della densità relativa D_r).

La risposta dei terreni sabbiosi a questo tipo di sollecitazione (rapida) è di tipo non drenato, nonostante essi abbiano una permeabilità elevata. In altre parole la sollecitazione si sviluppa così rapidamente che, invece di dar luogo a una variazione di volume, si manifesta un aumento della u , tale da annullare gli sforzi di taglio.

Gli effetti della liquefazione in condizioni di free field sono i cedimenti della superficie del terreno, inoltre la sovrappressione dell'acqua trova sfogo verso l'alto, dando luogo a rapidi fenomeni di filtrazione che si manifestano in getti d'acqua con formazione di vulcanelli di sabbia intorno alle bocche d'uscita dell'acqua in pressione.

Al di sotto di edifici, rilevati o in un pendio naturale gli sforzi di taglio indotti dal terremoto si sommano a quelli preesistenti in condizioni statiche. Il verificarsi del fenomeno della liquefazione in queste condizioni può portare a una liquefazione completa (flow liquefaction) o parziale (cyclic mobility). La liquefazione completa si verifica quando gli sforzi di taglio preesistenti sono superiori alla resistenza del materiale liquefatto e comporta la totale perdita di stabilità del terreno. I suoi effetti sono il ribaltamento o l'affondamento di edifici, il galleggiamento di strutture interrato, frane, ecc.. Nel caso di liquefazione parziale vengono indotti nel terreno elevati sforzi di taglio che causano cedimenti anche rilevanti di edifici esistenti e grossi spostamenti di pendii. L'instaurarsi di una liquefazione completa o parziale dipende quindi dall'entità degli sforzi di taglio indotti dal sisma, dall'entità degli sforzi di taglio preesistenti e dalla resistenza al taglio della sabbia nello stato liquefatto.

Nel caso di terreno pianeggiante, i danni in superficie sono trascurabili se lo spessore dello strato più superficiale che non liquefa (H_1) è maggiore dello spessore dello strato sottostante che liquefa (H_2) ovvero se $H_1 > H_2$.

stratigrafica; C_c = categoria di suolo; S_T = amplificazione topografica; $S = S_S \cdot S_T$; η = fattore di alterazione dello spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali diversi dal 5%; T_B = periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante ($T_B = T_C/3$); T_C = periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro ($T_C = C_c \cdot T_C^$); T_D = periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro ($T_D = 4,0 \cdot a_g/g + 1,6$); $S_e(0)$ = Risposta in accelerazione al T_0 ; $S_e(T_B)$ = Risposta in accelerazione al T_B .*

Il pericolo liquefazione deve essere accertato in base alla possibilità di concomitanza di fattori scatenanti (caratteristiche dei terremoti attesi) e predisponenti (susceptibilità dei terreni). La probabilità che nei terreni sabbiosi saturi si verifichino fenomeni di liquefazione è bassa o nulla se si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) delle NTC 2018, nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

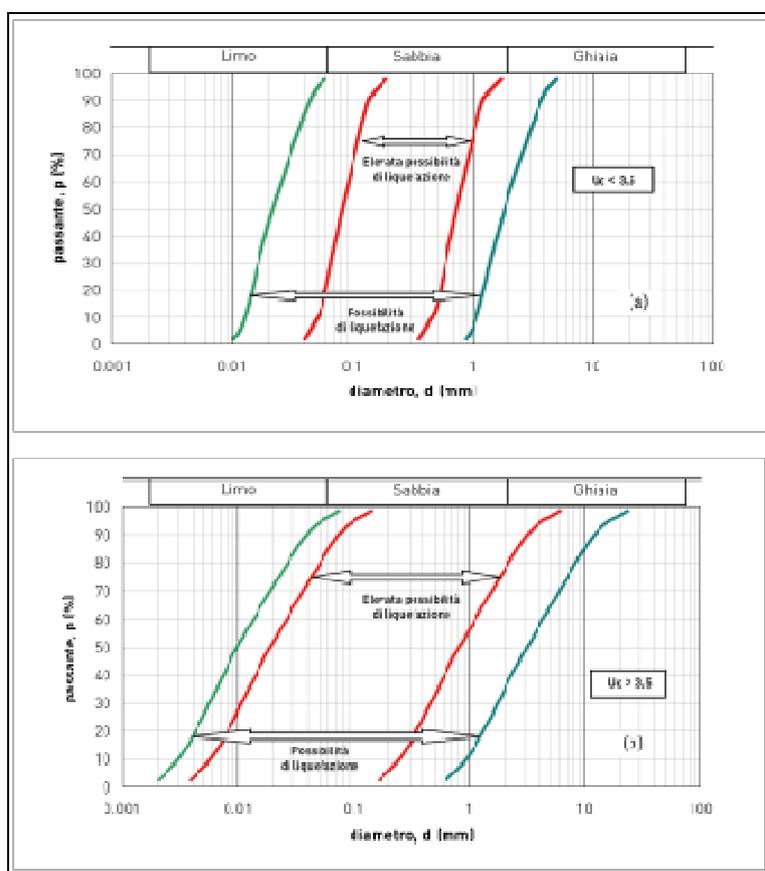


Figura 3-9 – Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione per i terreni a granulometria uniforme (a) ed estesa (b) (da AGI, 2005).

La verifica a liquefazione è stata svolta utilizzando il metodo semplificato di *Iwasaki et al.* (1978-1984), inserendo come dati di input quelli ricavati dalla bibliografia e dalle indagini geotecniche e sismiche disponibili; in particolare, come input sono stati inseriti i seguenti dati:

- ✓ magnitudo cautelativa massima M_w di 6,37, in quanto il sito di indagine è prossimo alla zona sismogenetica 918;
- ✓ falda acquifera alla profondità di -1,0 m dal p.c.;
- ✓ accelerazione massima al suolo a_{max}/g di 0,207, ricavata dalla a_{max} relativa allo stato limite di vita (SLV), ottenuto per un'opera di classe d'uso III (costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi) e vita nominale di 50 anni, con categoria di sottosuolo C (terreni caratterizzati da V_{s30} compreso tra 180 e 360 m/s) e categoria topografica T1 (superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$);
- ✓ valori di N_{SPT} ottenuti dalla prova penetrometrica DPSH e granulometrie (D_{50}) cautelative ottenute da bibliografia.

I risultati della verifica, eseguita mediante il software Geostru Liquiter, indicano la presenza di depositi liquefacibili nei primi 60 cm al di sotto della falda acquifera (ossia da -1,0 m a -1.6 m dal p.c.). Per l'edificazione è necessario che le fondazioni vengano attestare a 1,6 m dal p.c., così da evitare eventuali fenomeni di liquefazione, come visibile nell'Allegato XVIII.

4. CONCLUSIONI

Nella presente relazione è illustrato uno studio di carattere geologico e sismico, eseguito su incarico del Sig. Vincenzo D'Agostino a corredo del progetto di *RIQUALIFICAZIONE ED AMMODERNAMENTO E GESTIONE DEL CENTRO SPORTIVO DENOMINATO "COLLE BRECCIA", MEDIANTE PROJECT FINANCING AD INIZIATIVA PUBBLICA*, al fine di verificarne la compatibilità geologica e geomorfologica, ai sensi del D.G.R. 22 febbraio 2018, n. 108.

Il sito si ubica nel Comune di Pescara, in Via Luigi Polacchi, alle coordinate geografiche (WGS84): latitudine 42.442657° N e longitudine 14.245396° E, ed è identificato al catasto al Foglio n° 37D, particella n° 2994 (vedi Allegato X). I risultati dello studio possono essere sintetizzati nei seguenti punti:

- Il sito in esame si trova in una zona di passaggio tra i depositi limoso-argillosi del substrato coesivo (Formazione FMT_a) ed i depositi olocenici di spiaggia (olo_{g2}). Nel dettaglio nell'area affiorano i depositi eluvio-colluviali (olo_{b2}) derivanti dal disfacimento dei suddetti depositi e poggianti sui depositi di spiaggia olocenici (olo_{g2}). I depositi colluviali sono caratterizzati dalla presenza di limi sabbiosi, limi argillosi e sabbie con inclusi clasti centimetrici arenacei e calcarei (vedi Allegato II). Nella Carta Geologico – Tecnica del Comune di Pescara (MZS I livello), l'area ricade sui depositi di spiaggia sabbiosi e sabbioso limosi (vedi Allegato III).
- Nella Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) del Comune di Pescara (Studio di Microzonazione Sismica di I livello), validata dalla Regione Abruzzo in data 16/07/2015, l'area rientra all'interno di una "Zona Stabile Suscettibile di Amplificazione Locale" denominata "Zona 10", caratterizzata dalla presenza di depositi prevalentemente sabbioso-limosi, seguiti in profondità dal substrato coesivo sovraconsolidato (vedi Allegato IV) ed in una zona di attenzione per instabilità di tipo liquefazione.
- Il sito in esame si ubica ad una quota altimetrica di circa 3 m s.l.m. in un'area pianeggiante situata ad una distanza dalla linea di costa di circa 700 m (vedi Allegato I). Dall'analisi della Carta Geomorfologica e della Carta della Pericolosità da Frana del PAI (vedi Allegati V-VI) risulta che il sito in esame non è interessato da fenomeni riconducibili a dissesti in atto. Ciò è confermato dal sopralluogo svolto e dall'analisi delle foto aeree, dove non si evidenziano, nei dintorni del fabbricato, morfologie riconducibili a dissesti.
- Trovandosi in zona pianeggiante ed intensamente urbanizzata, il deflusso delle acque superficiali è garantito dalla rete di raccolta e smaltimento pubblica.
- L'area in esame non è censita dal PSDA (vedi Allegato VIII), pertanto non è soggetta a pericolosità idraulica.

- Nella Carta Idrogeologica dell'Italia Centro Adriatica (vedi Allegato VII), il sito si ubica nel Complesso dei Depositi di Spiaggia (C), costituito da depositi sabbiosi delle spiagge e dune costiere, caratterizzati da assetti idrogeologici fortemente differenziati da zona a zona. Il complesso ha una porosità primaria complessivamente alta. Nell'area è stata riscontrata la presenza della falda acquifera ad una profondità di circa 1,0 m dal p.c. (aste di perforazione bagnate), soggetta a deboli variazioni stagionali dell'ordine di alcuni decimetri.
- Sulla base della bibliografia disponibile e del piano di indagini analizzato (vedi Cap. 2 - Relazione sulle Indagini) è stato possibile valutare le pericolosità geologiche, definire il Modello Geologico (consultabili nel par. 1.3) e determinare i parametri geotecnici, visibili nel par. 2.4.
- L'area in esame è prossima alla zona sismogenetica 918, con classe di profondità efficace compresa tra 12 e 20 Km, meccanismo di fagliazione prevalente di tipo indeterminato e da una magnitudo massima MW di 6,37. Il valore di pericolosità sismica individuato dall'INGV è compreso tra 0,125 e 0,150 g. Il sito si trova a nord della sorgente sismogenetica "Roseto degli Abruzzi", con Mw=6.9. Dal database ITHACA, risulta che nel territorio comunale di Pescara e nelle sue vicinanze non sono presenti faglie attive e capaci. Dal database dell'INGV sono stati individuati i terremoti registrati a Pescara, visibili nel par. 3.3.
- Dal punto di vista sismico, è stato possibile attribuire ai terreni la categoria di suolo C e categoria topografica T1. Sono inoltre visibili nel par. 3.4.3 i parametri sismici utilizzabili per la progettazione. In considerazione di condizioni predisponenti, è stato valutato il Fattore di sicurezza a liquefazione e stimato l'indice di liquefazione utilizzando il metodo semplificato di *Iwasaki e al. (1978-1984)*. I calcoli indicano che solo i terreni presenti fino a m 1,6 dal p.c. presentano un basso rischio di suscettibilità a liquefazione, come visibile nell'Allegato XVIII.
- Sulla base delle considerazioni sopra esposte, in considerazione delle pericolosità geomorfologiche ed idrauliche rilevate (vedi Allegato XIX), le previsioni urbanistiche risultano compatibili con le condizioni geologiche e geomorfologiche dell'area (vedi Allegato XX), a condizione che il piano di posa delle fondazioni di nuova esecuzione si attestino a profondità maggiori di 1,6 m dal p.c., così da superare l'Orizzonte stratigrafico 1, caratterizzato da mediocri proprietà geomeccaniche e da un basso rischio di suscettibilità a liquefazione.

Si resta a disposizione per eventuali chiarimenti.

Montesilvano, 09 settembre 2024

Il geologo
Lorenzo Pizzi



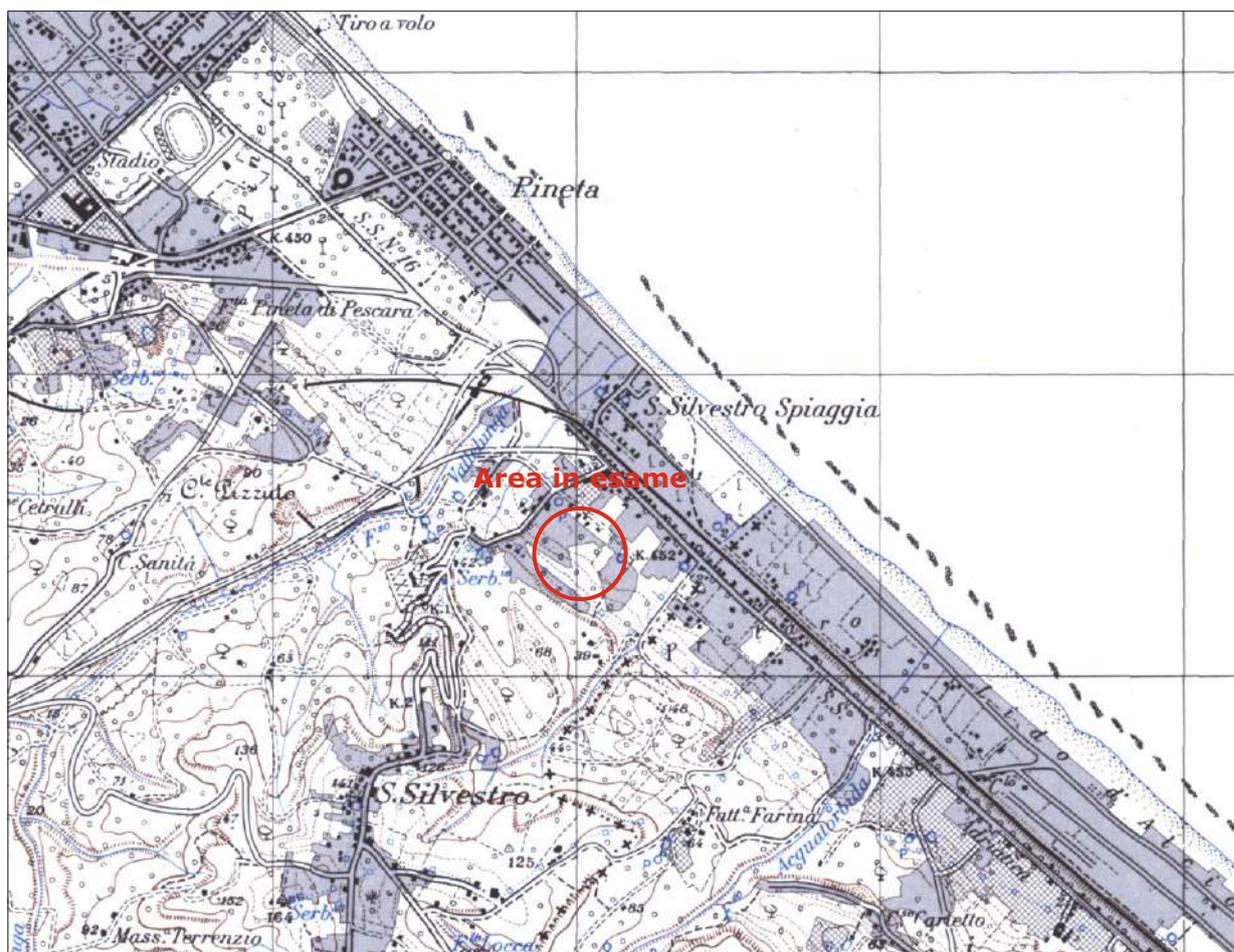
Bibliografia

- AGI (2005) – *Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica*. Linee guida.
- Bigi S., Calamita F., Cello G., Centamore E., Deiana G., Paltrinieri W., Ridolfi M. (1996) – *Evoluzione messiniano-pliocenica del sistema catena-avanfossa dell'area marchigiano-abruzzese esterna*. Studi Geologici Camerti vol. spec.1995/1, Camerino, 29-37.
- Bigi S., Calamita F., Centamore E. (1995) – *Caratteristiche geologico-strutturali dell'area abruzzese ad oriente del G. Sasso*: in "Geodinamica e tettonica attiva del sistema Tirreno-Appennino" a cura di Cello G., Deiana G., Pierantoni P.P., Studi Geologici Camerti vol. spec. 1995/2, Camerino, 67-76.
- Bigi S., Cantalamessa G., Centamore E., Didaskalou P., Dramis F., Farabollini P., Gentili B., Invernizzi C., Micarelli A., Nisio S., Pambianchi G., Potetti M. (1995) – *La fascia periadriatica marchigiano-abruzzese dal Pliocene medio ai tempi attuali: evoluzione tettonico-sedimentaria e geomorfologica*, Studi Geol. Camerti, vol. spec. 1995/1, Camerino, 37-49.
- Bigi S., Centamore E. & Nisio S. (1996/97) – *Caratteri geologico-strutturali dell'area pedeappenninica marchigiano-abruzzese durante il Pleistocene*. Studi Geologici Camerti, Vol. XIV, Camerino, 193-200.
- Bigi S., Centamore E. & Nisio S. (1997) – *Elementi di tettonica quaternaria nell'area pedeappenninica marchigiano-abruzzese*. Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences, Vol. 10 (2), Verona, 359-362.
- Bosi C., Messina P. (1992) – *Ipotesi di correlazione fra le successioni plio-pleistoceniche nell'Appennino laziale-abruzzese*, Studi Geologici Camerti vol. spec. 1991/2, Camerino, 257-263.
- Casnedi R., Crescenti U., Tonna M. (1984) – *Evoluzione dell'avanfossa adriatica meridionale nel Plio-Pleistocene sulla base di dati di sottosuolo*. Mem. Soc. Geol. It., Roma, 34.
- Centamore E., Cantalamessa G., Micarelli A., Potetti M., Berti D., Bigi S., Morelli C., Ridolfi M. (1991) – *Stratigrafia e analisi di facies dei depositi del Miocene e del Pliocene inferiore dell'avanfossa marchigiano-abruzzese e delle zone limitrofe*, Studi Geologici Camerti vol. spec. 1991/2, CROP 11, Camerino, 125-131.
- Currado C. & D'Ambrogio C. (2002) – *Plio-Pleistocene morphostructural evolution of Chieti sector in the Periadriatic Basin: an example of integrated analysis*. Mem. Soc. Geol. It., Vol. LVII, Roma, 501-508.
- Currado C. & Fredi P. (2000) – *Morphometric parameters of drainage basins and morphotectonic setting of eastern Abruzzo*. Mem. Soc. Geol. It., Vol. LV, pp. 411-419. Roma.
- Follador U. (1973) – *Paleogeografia del Pliocene e del Pleistocene dell'Italia centro-meridionale, versante adriatico*, Boll. Soc. Geol. It. 92, Roma.
- Ghisetti F. & Vezzani L. (1986) – *Caratteri stratigrafici e strutturali del settore orientale della catena del Gran Sasso*. Carta Geologica, scala 1:50000, Firenze.
- Ghisetti F. & Vezzani L. (1996) – *Geometrie deformative ed evoluzione cinematica dell'Appennino Centrale*, Studi Geologici Camerti vol. 24 (1996-1997), Camerino, 127-154.
- ISPRA, Servizio Geologico d'Italia – *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 e Note illustrative*, Foglio 351 Pescara.

ALLEGATI

CARTA TOPOGRAFICA

Stralcio dalla Carta d'Italia dell'I.G.M. - Foglio 351 Est
Scala 1:25.000



CARTA GEOLOGICA

Stralcio dalla Carta Geologica d'Italia del Progetto CARG
Foglio 351 Pescara - Scala originaria 1:50.000



LEGENDA

SUCCESSIONE DEL QUATERNARIO CONTINENTALE

DEPOSITI OLOCENICI

I depositi olocenici sono costituiti da una gran varietà di litofacies riferibili a depositi di frana, depositi alluvionali, coltri eluvio-colluviali, depositi eolici, depositi lacustri e palustri, depositi di spiaggia e depositi antropici. Il limite inferiore è sempre erosivo sui depositi delle successioni marine o sui sintemi pleistocenici della successione continentale; il limite superiore è costituito da una superficie deposizionale, in molti casi attiva.

Depositi di frana - Depositi poligenici in assetto caotico. In generale sono formati da litoti prevalentemente argillose e sabbiose o da blocchi conglomeratici e arenacei (oia₁).

Depositi alluvionali - Sabbie, ghiaie e limi fluviali, con livelli e lenti di argille e torbe, ghiaie e sabbie di conoidi alluvionali. I livelli ghiaiosi, prevalenti nella parte bassa, sono costituiti da ciasti di dimensione da centimetriche a decimetriche, localmente pluridecimetriche, poligenici, da sub-angolosi ad arrotondati, con intercalazioni di sabbie e limi-sabbiosi (oia₂).

Coltri eluvio-colluviali - Limi sabbiosi, limi argillosi e sabbie da grigiastri a giallastri a bruno-rossastri con ciasti centimetrici arenacei o calcarei dispersi all'interno di materiali fini residuali; sono presenti frequentemente concrezioni calcaree; sono in assetto caotico o disposti in lenti e livelli clino-stratificati conformemente ai versanti (oia₃).

Depositi eolici - Sabbie a granulometria medio-fine, ben classate, sciolte o debolmente addensate (oia₄).

Depositi lacustri e palustri - Peliti palustri e peliti sabbioso-ciottolose, terreni di bonifica e torbe (oia₅).

Depositi di spiaggia - Sabbie a granulometria medio - fine, sciolte o addensate, ghiaie con ciottoli eterometrici da arrotondati a sub-arrotondati, generalmente appiattiti (oia₆).

Depositi antropici - Depositi caotici eterometrici costituiti da ghiaia, sabbia, limo e argilla e da frammenti di manufatti.

In corrispondenza di cave di ghiaia dismesse sono costituiti dai residui, essenzialmente sabbioso-imosi, dell'attività estrattiva (oia₇).



subinterna di Chieti Scalo (AVM).
E' costituito da depositi alluvionali e da depositi e gneiss mista. Depositi alluvionali - Sabbie, limi e ghiaie, con stratificazione incrociata a basso angolo o pianoparallela, localmente massive, con lenti di argille e torbide; le ghiaie, prevalenti nella parte bassa del deposito, sono ben arrotondate, a ciasti poligenici (arenacei, calcarei e setoliferi), di dimensioni da centimetriche a decimetriche, immerse in una abbondante matrice sabbioso-limoso, sono riferibili ad ambiente fluviale. La sabbie prevalgono nella parte alta dei depositi e spesso sono in contatto netto con le sottostanti ghiaie. Lo spessore affiorante dei depositi è di 5-15 m. I depositi sono terrazzati a quote comprese tra i 5 e 15 m sul fondovalle attuale (AVM₁).

Deposito di origine mista - Ghiaie eterometriche e conglomerati debolmente cementati, con matrice sabbioso limosa da assente ad abbondante, in assetto caprico o con stratificazioni poco evidenti, di origine mista sia di natura alluvionale che legata all'azione della gravità. Affiorano lungo i versanti di fossi minori nell'area di Sili (AVM₂).

PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.

SUCCESSIONE MARINA DEL PLOCIENE SUPERIORE-PLEISTOCENE INFERIORE

FORMAZIONE DI MUTIGNANO

PLIOCENE SUPERIORE - PLEISTOCENE p.p.

associazione sabbioso-conglomeratica (FMT₁)

Sabbie ed arenarie di colore giallastro, frequentemente bitorbute, con intercalazioni di livelli di ghiaie e di conglomerati composti da ciottoli di qualche centimetro, sempre ben sciacquati ed embriacati, in prevalenza calcarei o, subordinatamente, silicei. Sia le sabbie che i conglomerati sono in genere stratificati in sottili tabulari al cui interno è possibile osservare stratificazione e laminazione incrociata a basso angolo e talora rippie simmetriche tipiche di ambiente di spiaggia. Localmente sono presenti livelli da millimetrici a centimetrici di peliti grigie. (Zone MNN19d-e? A nannofossili calcarei). Lo spessore varia da 5-10 m fino ad un massimo di 50 m.



associazione sabbioso-pellica (FMT₂)

Aterranza di sabbie e sabbie silicee di colore giallo-ocra, a diverso grado di cementazione, ed argille e argille silicee grigiastre sottilmente laminare. Lo spessore degli strati sabbiosi aumenta dal basso verso l'alto da sottile a medio ed il rapporto sabbia/argilla è pressoché pari a 1. E' presente una ricca macrofauna a bivalvi (Pecten, Chlamys, Ostrea) o gasteropodi di ambiente marino. Lo spessore varia da alcune decine di metri fino ad un massimo di 60-70 m. (Zone MNN19c-MNNd) e nannofossili calcarei).

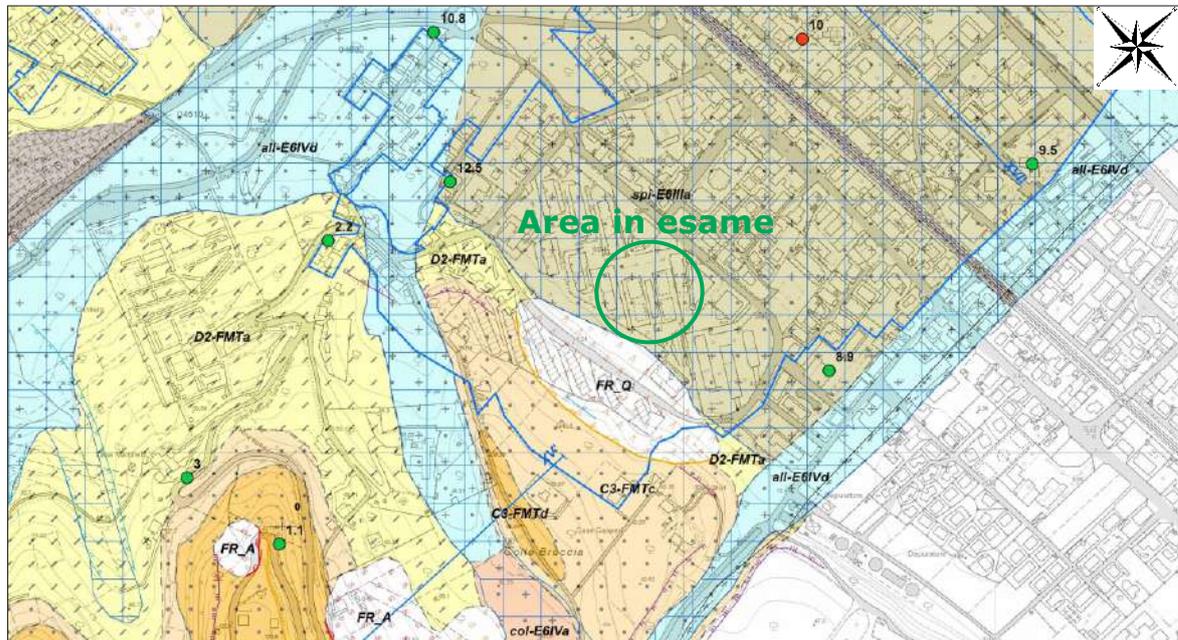
associazione pellico-sabbiosa (FMT₃)

Argille ed argille marnose di colore grigio con intercalazioni di sottili livelli sabbiosi e sabbioso-limosi fossiliferi; il rapporto sabbia/argilla è nettamente inferiore all'unità, il contenuto fossilifero, frequente soprattutto in corrispondenza degli orizzonti sabbiosi, è rappresentato da molluschi quali bivalvi, piccoli gasteropodi ed echinodermi che individuano un ambiente di offshore. Lo spessore massimo osservato è di circa 400 m. (Zone MNN18-MNN19c e nannofossili calcarei).



CARTA GEOLOGICO-TECNICA

Stralcio dalla Carta di Microzonazione Sismica di I livello del Comune di Pescara - Scala originaria 1:5.000



LEGENDA

Unità geologiche continentali

- ant-G - Depositi antropici
Materiale di riposto antropico, rilevati stradali, accumuli residuali di cava, colmate, etc. Età: Olocene.
- dis - Discarica
Discariche di rifiuti solidi urbani e di rifiuti misti. Età: Olocene.
- FR - Depositi di frana
Depositi originati dal movimento di masse causato principalmente dalla gravità, secondo cinematismi variabili quali, scivolamento roto-traslazionale, colamento, deformazioni superficiali lente, crollo, etc. Tali depositi, disposti in modo caotico e privi di strutture sedimentarie, derivano dal disfacimento dei sovrastanti litotipi affioranti (FMT) e sono costituiti da sabbie limose e limi argillosi talora con presenza più o meno abbondante di clasti eterogenei
Età: Olocene. (Fonte: Carta Geologica d'Italia CARG F.131 Pescara - Rusciadelli G. et. all., 2000)
- COL- Coltre eluvio colluviale
Coltre eluvio colluviale composta prevalentemente da sabbie fini, argille e limi con sporadici clasti ghiaiosi. Si rinvencono tipicamente orizzonti con abbondanti nuclei biancastri di riprecipitazione secondaria di carbonato di calcio (Calcineilli). Deriva generalmente dall'azione combinata dell'acqua e della gravità esercitata nei confronti del substrato geologico (FMT). Gli spessori sono compresi tra 3 e 15 m. Età: Olocene.
(Fonte: Carta Geologica d'Italia CARG F.131 Pescara - Rusciadelli G. et. all., 2000)
- VER - Depositi detritici di versante
Materiale detritico, generalmente sabbie e ghiaie limose. I clasti sono eterogenei a prevalenza calcarea, subarrotondati e subferici. Si rinvencono blocchi arenacei. Depositi derivanti principalmente dallo smantellamento del substrato geologico (FMT). Gli spessorisono compresi tra 3 e 20 m.
Età: Olocene.
(Fonte: Carta Geologica d'Italia CARG F.131 Pescara - Rusciadelli G. et. all., 2000)
- SPI - Depositi di spiaggia
Depositi di ambiente dunale e tidale, di retroduna o retrobarra, costituiti da sabbie limose e limi sabbiosi. In prossimità delle foci fluviali si hanno inclusioni di livelli e lenti argilloso-siltose e sabbioso-ghiaiose talvolta ricchi in materiale organico. Sono presenti macrofauna a bivalvi e gasteropodi e microfauna a nanofossili calcarei e foraminiferi.
Età: Olocene
(Fonte: Carta Geologica d'Italia CARG F.131 Pescara - Rusciadelli G. et. all., 2000)
- FMTa - Formazione di Mutignano - associazione pellico-sabbiosa
Argille ed argille marnose di colore grigio con intercalazioni di sottili livelli sabbiosi e sabbioso-limosi fossiliferi, il rapporto sabbia/argilla è nettamente inferiore a l'unità. Il contenuto fossilifero, frequente soprattutto in corrispondenza degli orizzonti sabbiosi, è rappresentato da bivalvi, piccoli gasteropodi ed echinodermi oltre a nanofossili calcarei e foraminiferi bentonici che individuano un ambiente di offshore.
Lo spessore massimo osservato è di circa 400 m.
Età: Pliocene superiore - Pleistocene inferiore.
(Fonte: Carta Geologica d'Italia CARG F.131 Pescara - Rusciadelli G. et. all., 2000)

Instabilità di versante

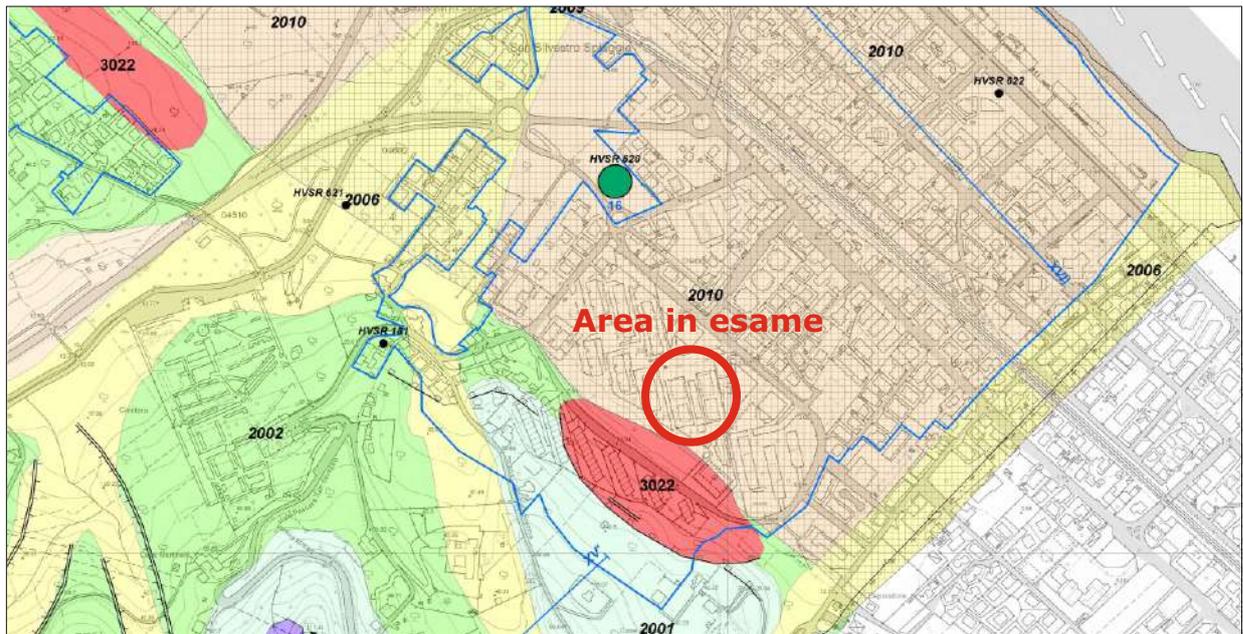
-  Scorrimento rotazionale/traslazionale - attiva
-  Scorrimento rotazionale/traslazionale - quiescente
-  Scorrimento rotazionale/traslazionale - inattiva
-  Scorrimento superficiale lento - attiva
-  Scorrimento superficiale lento - quiescente
-  Scorrimento superficiale lento - inattiva
-  Genesi complessa - attiva
-  Genesi complessa - quiescente

Elementi geologici e idrogeologici

-  Strati orizzontali e suborizzontali (0-10°).
-  Strati dritti.
-  Sondaggio che intercetta il substrato geologico con indicazione della profondità in metri dal p.c.
-  Sondaggio che non intercetta il substrato geologico con indicazione della profondità in metri dal p.c. raggiunta
-  Sondaggio o pozzo che intercetta la falda con indicazione della profondità in metri dal p.c.

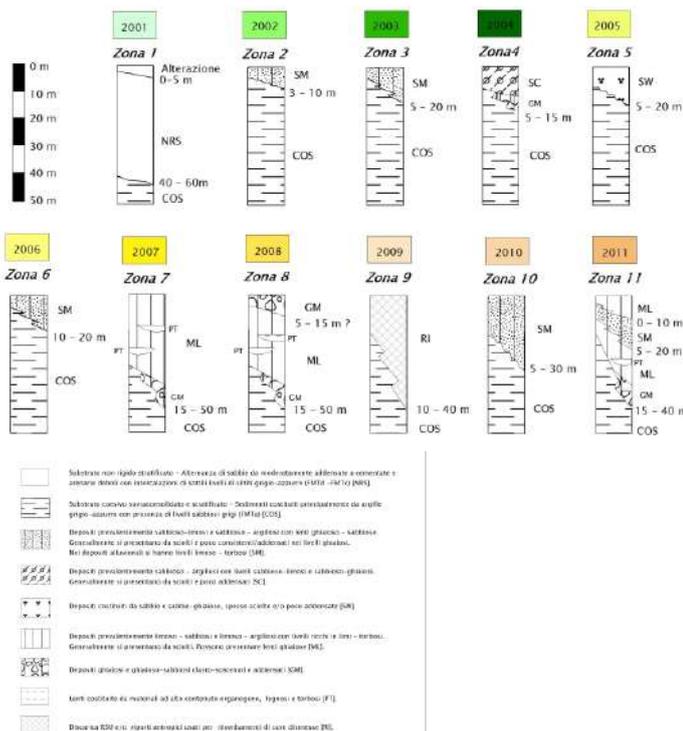
CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

Stralcio dalla Carta della Microzonazione Sismica di I livello del Comune di Pescara - Scala originaria 1:5.000



LEGENDA

Zone stabili suscettibili di amplificazione locali



Zone di attenzione per instabilità

- ZAFRA** - Zona di attenzione per instabilità di versante attivo
- ZAFRQ** - Zona di attenzione per instabilità di versante quietante
- ZAFRI** - Zona di attenzione per instabilità di versante inattivo
- ZALQ1** - Zona di attenzione per instabilità di liquefazione tipo 1 (Zona 2010)

Nota: zona della piana alluvionale del Fiume Pescara (Zona 2007 e 2011) e di Fiume Garone (Zona 2008) si ha la presenza di aree con possibili importanti variazioni tridimensionali alla scala di sito delle caratteristiche geotecniche dei materiali fini alluvionali (es. torbe e argille organiche), che potrebbero determinare fenomeni di cedimenti oltre a presenza di possibili lenti disciolti di materiale granulare potenzialmente liquefacibili.

Forme di superficie e sepolte

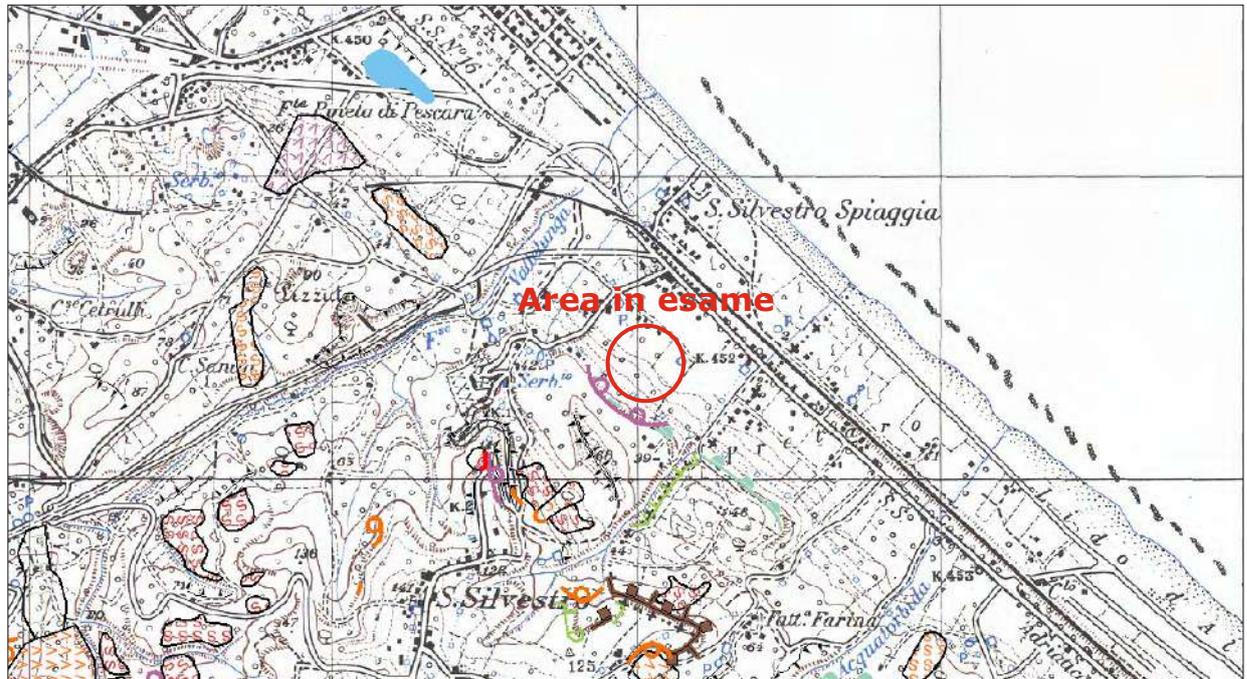
- Cresta
- Valle sepolta stretta C > 0,25
- Valle sepolta larga C < 0,25
- Scarpa sepolta (presunta)
- Orlo di scarpata morfologica > 20m
- Orlo di scarpata morfologica 10-20m

Altri simboli

- Traccia delle sezioni geologica - tecniche
- Perimetrazione del centro urbano
- Limite comunale

CARTA GEOMORFOLOGICA DEL PAI

Stralcio dal Geoportale della Regione Abruzzo
Scala 1:25.000

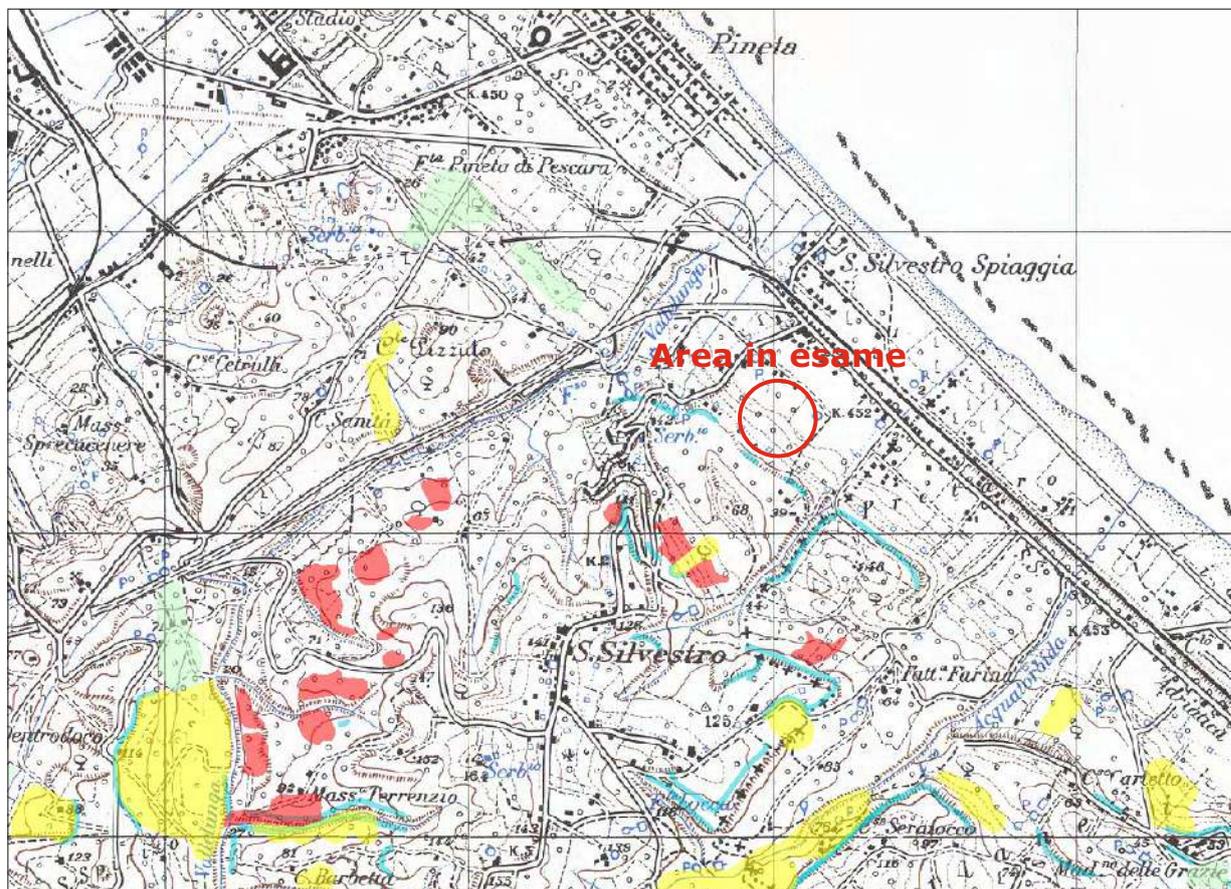


LEGENDA

		STATO DI ATTIVITA'			
		ATTIVO	QUIESCENTE	NON ATTIVO	
FORME, PROCESSI E DEPOSITI GRAVITATIVI DI VERSANTE	Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana				
	Trincea o fessura				
	Frattura di trazione				
	Versante interessato da deformazione profonda				
	Versante interessato da deformazioni superficiali lente				
	Corpo di frana di crollo e ribaltamento				
	Corpo di frana di scorrimento: (A) Traslativo (B) Rotazionale				
	Corpo di frana di colamento				
	Corpo di frana di genesi complessa (inclusi i fenomeni di trasporto e di massa)				
	Piccola frana o gruppo di piccole frane non classificate				
	Contropendenza significativa nel corpo di frana				
	FORME STRUTTURALI	Orlo di scarpata di faglia			
		Orlo di scarpata con influenza strutturale			
		Orlo di scarpata di linea di faglia			
Orlo di scarpata con influenza strutturale interessata da caduta di detrito					
FORME, PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI (SUPERFICIALI)	Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia				
	Alveo con erosione laterale o sponda in erosione				
	Alveo con tendenza all'approfondimento				
	Solco da ruscellamento concentrato				
	Superficie a catanchi e forme similari				
	Superficie con forme di dilavamento prevalentemente diffuso				
	Superficie con forme di dilavamento prevalentemente concentrato				
FORME E PROCESSI ANTROPICI	Orlo di scarpata artificiale				
	Terrazzamento agrario				
	Sbarramento				
	Lago artificiale				
FORME E PROCESSI MARINARI E COSTIERI	Orlo di scarpata di erosione marina				
	Cavit� sotterranee naturali e/o antropiche				

CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA DEL PAI

Stralcio dal Geoportale della Regione Abruzzo
Scala 1:25.000

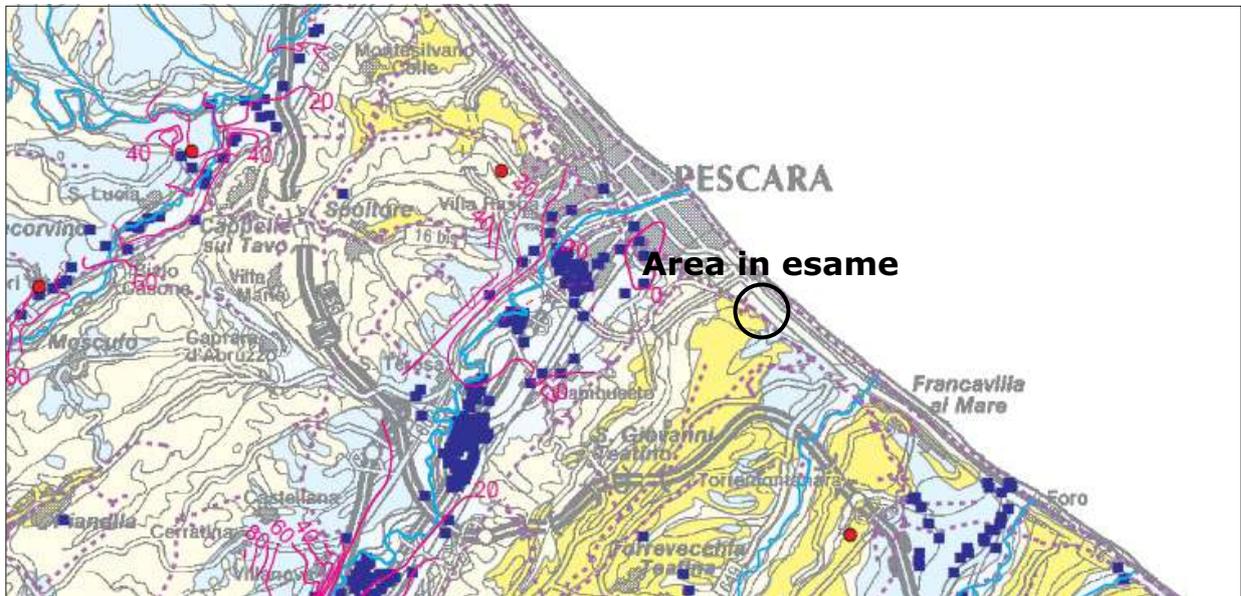


LEGENDA

- P1** PERICOLOSITA' MODERATA
 Aree interessate da Dissesti con bassa possibilità di riattivazione.
- P2** PERICOLOSITA' ELEVATA
 Aree interessate da Dissesti con alta possibilità di riattivazione.
- P3** PERICOLOSITA' MOLTO ELEVATA
 Aree interessate da Dissesti in attività o riattivati stagionalmente.
- PS** PERICOLOSITA' DA SCARPATA
 Aree interessate da Dissesti generati da Scarpate.

CARTA IDROGEOLOGICA

Stralcio dallo Schema Idrogeologico dell'Italia Centro Adriatica
Scala originaria 1:250.000

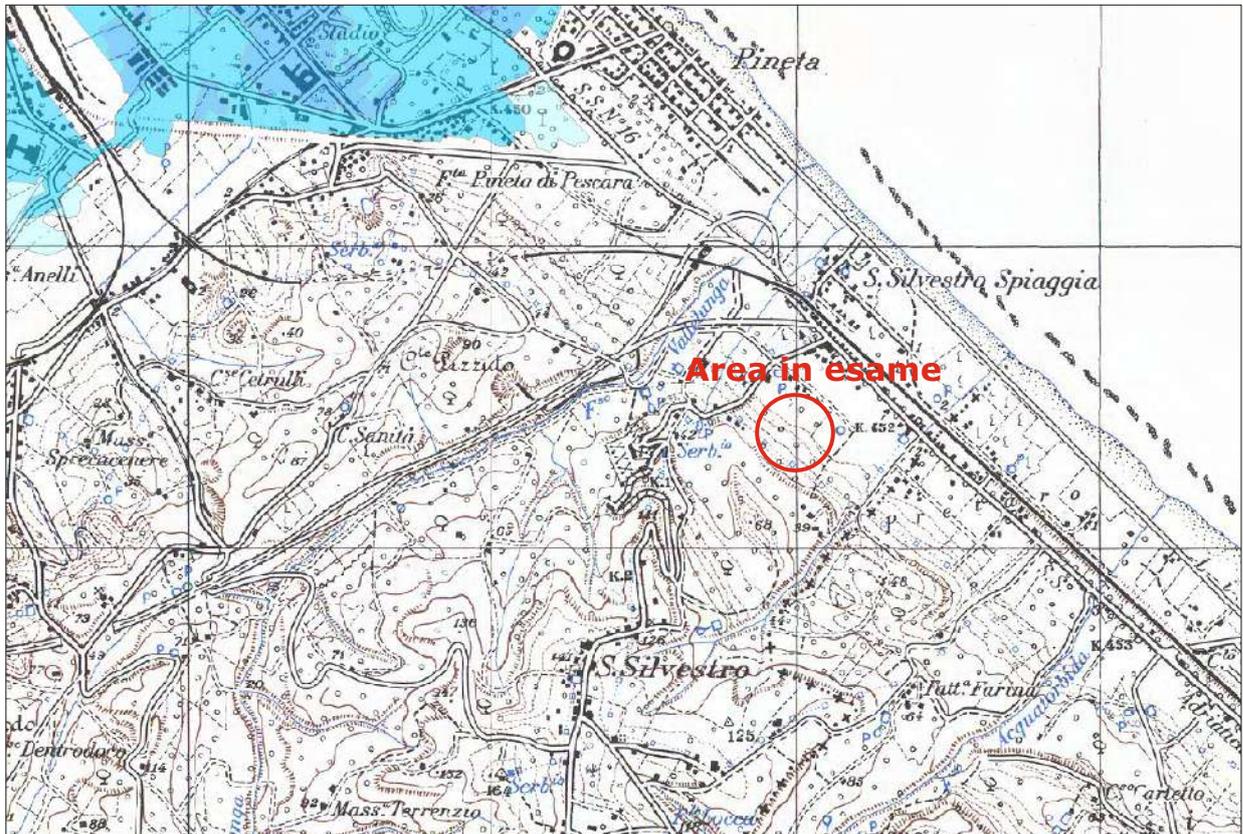


LEGENDA SEMPLIFICATA

- A** **A - DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI ED ATTUALI** (Pleistocene Sup. - Olocene)
I depositi recenti ed attuali sono costituiti da ghiaie con ampie lenti di limi-argillosi, limi-sabbiosi, sabbie e sabbie-ghiaiose. La distribuzione varia sensibilmente all'interno di ciascun corpo sedimentario, così come risultano molto variabili gli spessori tra le diverse pianure. In generale procedendo da monte verso valle si individuano due zone con caratteristiche idrogeologiche diverse: nella parte alta predominano gli acquiferi monostrato con corpi ghiaiosi, spesso affioranti in superficie, e coperture limoso-argillose e limoso-sabbiose generalmente poco spesse; nella parte bassa delle pianure si hanno invece situazioni molto differenziate con individuazione di acquiferi multistrato. Nelle principali pianure si riscontrano estesi e potenti corpi di depositi fini separati tra loro da corpi lenticolari ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi, mentre nelle pianure minori la situazione è inversa, con ampie lenti di materiali fini che separano corpi ghiaiosi relativamente più spessi. Il complesso è sede di importanti acquiferi le cui acque sono ampiamente utilizzate a scopi civili, industriali e agricoli. Nell'alto corso dei principali fiumi l'alveo è impostato sul substrato mesozoico e terziario, mentre nel tratto terminale lo stesso si imposta sui depositi alluvionali il cui substrato è costituito da terreni argilloso-marnosi plio-pleistocenici. Lo spessore risulta essere molto variabile, in generale tra i 10 e 20 metri nella parte alta della pianura ed un massimo di circa 45 metri in prossimità della foce. L'alimentazione della falda contenuta nel complesso nella parte bassa delle pianure è dovuta principalmente ai fiumi ed ai loro affluenti.
La trasmissività dei depositi più permeabili (ghiaioso-sabbiosi) varia in media da 10^{-2} a 10^{-4} m²/s; la conducibilità idraulica varia in media da 10^{-3} a 10^{-4} m/s, nei depositi prevalentemente limosi o limoso argillosi varia da 10^{-5} a 10^{-6} m/s. La circolazione è favorita dalla presenza di paleovalle a maggiore permeabilità relativa. L'oscillazione stagionale della piezometrica varia tra 1 e 3 m. La facies idrochimica principale è bicarbonato calcica con tenore salino variabile attorno a 0,6 g/l; in alcune zone della falda sono presenti acque cloruro sodiche e cloruro-sodico-solfatiche plioceniche e messiniane con tenori salini superiori talora a 3 g/l.
La vulnerabilità degli acquiferi del complesso è molto alta, la pericolosità potenziale di inquinamento, a causa dell'elevato sviluppo degli insediamenti industriali, della rete infrastrutturale, dell'attività produttiva e delle attività agricole, è estremamente elevata. Nelle porzioni costiere di alcuni fondovalle il cuneo salino risulta sviluppato oltre il naturale equilibrio.
- Piezometria delle pianure alluvionali (m s.l.m.)
- - - equidistanza di 5 m
— equidistanza di 10 m
- G3**
G2
G1 **G - PELITI ARENACEE** (Messiniano - Pleistocene Medio)
Il complesso è costituito dalla successione marina prevalentemente argillosa plio-pleistocenica (G1) al cui interno si intercalano a diversa altezza corpi arenacei, arenaceo-conglomeratici, arenaceo-pellici e conglomeratici (G2), spesso sede di acquiferi, dalla successione marnoso-argillosa della Gessoso Solfifera (G3) e dai depositi torbiditici pellico arenacei (inclusi nel sottocomplesso G1). Il complesso G svolge un ruolo di acquicludde nei confronti dei complessi alluvionali e tampona, a scala regionale, gli acquiferi carbonatici delle diverse idrostrutture con contatti sia stratigrafici che tettonici. Inoltre, rappresenta l'impermeabile di base di molte falde alluvionali e dei molti bacini lacustri artificiali per uso idroelettrico. E' sede di falde di modeste estensioni localizzate nelle intercalazioni più sabbiose e/o arenacee del complesso. Le falde vengono esclusivamente ricaricate dalle acque zenitali. I bassi valori di permeabilità del complesso possono venire influenzati positivamente dalla presenza di un'alta frequenza di livelli arenacei al loro interno e dalla densità di fratturazione. In generale il complesso può considerarsi prevalentemente impermeabile.
E' costituito da sedimenti terrigeni torbiditici caratterizzati, in genere, da una alternanza ritmica di prevalenti strati a granulometria più fine (argille ed argilliti, marne argillose, marne, marne calcaree) con banchi a granulometria più grossolana (arenarie, sabbie e silti prevalentemente calcaree).
I corpi arenacei (G2) presentano notevoli variazioni di spessore e tendono a chiudersi a lente nelle peliti sia in affioramento che in profondità, creando le condizioni per la formazione di acquiferi confinati. La presenza di acqua dolce in tali corpi, dà luogo nelle unità in affioramento a numerose sorgenti a regime stagionale e perenne, le cui portate minime possono superare anche 1 l/s. Il regime delle sorgenti è tipico di bacini poco profondi con modesti volumi immagazzinati e circolazione veloce. La facies idrochimica è bicarbonato-calcica con tenore salino generalmente superiore a 0,5 g/l ed arricchimenti in cloruri, sodio, magnesio e solfati. Le acque, utilizzate in passato a scopi idropotabili, risultano oggi generalmente inquinate. La vulnerabilità delle sorgenti è alta a causa degli apporti diretti di acque di pioggia circolanti nelle coperture eluvio-cultivabili presenti nei versanti e rapidamente veicolate alle sorgenti; la pericolosità potenziale di inquinamento è elevata nelle zone interessate da pratiche agricole e zootecniche e da insediamenti abitativi.
I differenti litotipi della successione marnoso argillosa gessoso solfifera sono dotati di permeabilità medio bassa e comunque variabile a seconda del grado di fratturazione generale e di carsismo dei gessi. La distribuzione spaziale risulta "a macchia di leopardo" con piccole superfici che in genere non superano alcuni km²; sole eccezioni sono l'area posta a nord del massiccio della Majella, che presenta una superficie di circa 45 km².
Dal complesso (G) ed in particolare dal sottocomplesso G3 emergono anche sorgenti mineralizzate a facies cloruro-sodica e solfatica (più raramente sulfurea) con tenore salino superiore anche a 5 g/l. Queste possono o meno essere associate a vulcanelli di fango. La genesi è legata alle acque plioceniche messiniane che risalgono, trasportate dai gas, lungo zone di frattura connesse ad elementi tettonici. Le sorgenti solfato calciche e sulfuree hanno genesi legata a processi di lisciviazione e messa in soluzione dei livelli gessosi messiniani (sorgenti di Caramanico Terme, Raiano e del Lavino a Decontra, rispettivamente in carta n. 65 e n. 69).

CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA DEL PSDA

Stralcio dal Geoportale della Regione Abruzzo
Scala 1:25.000



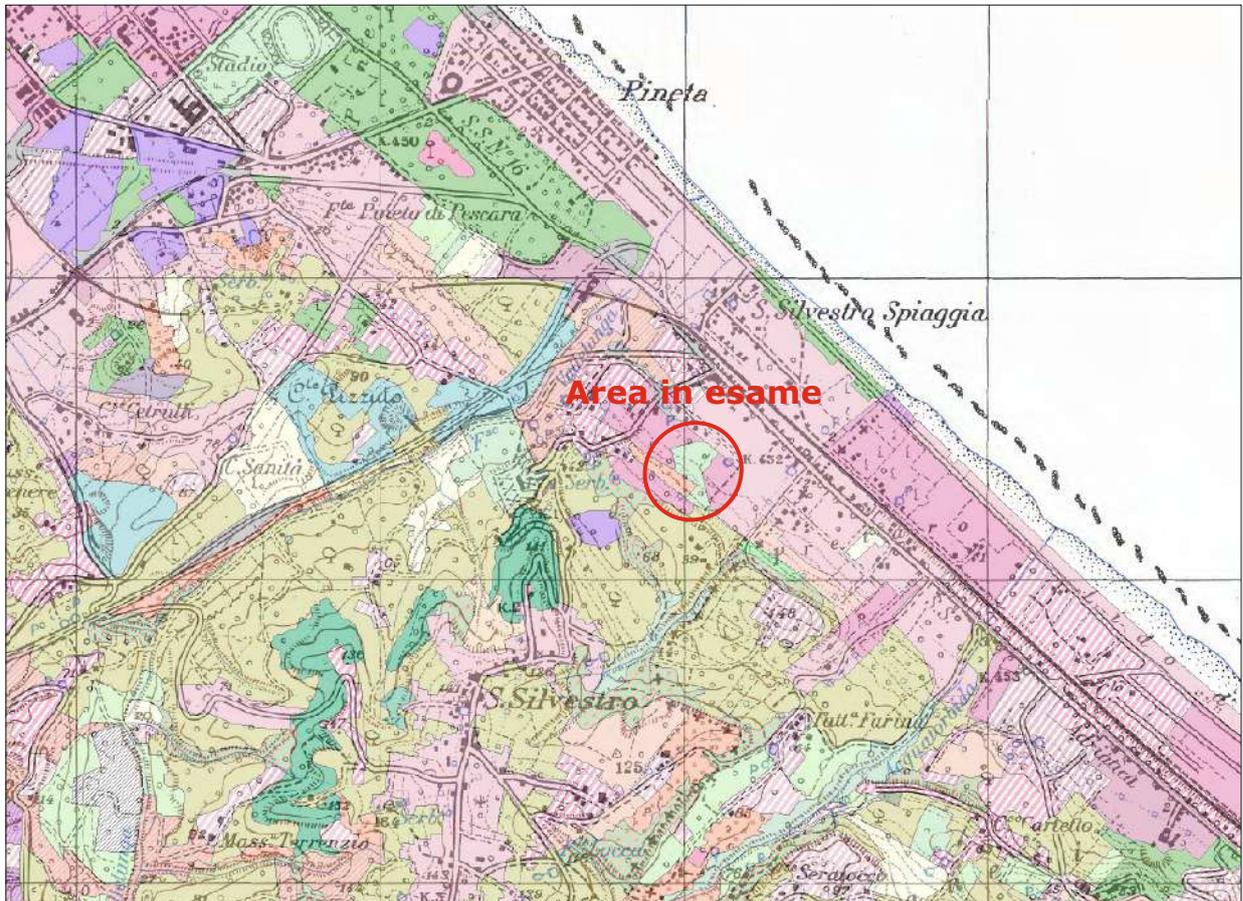
LEGENDA

Classi di pericolosità idraulica [Q50 - Q100 - Q200] (*)

	Pericolosità molto elevata $h_{50} > 1\text{m}$ $v_{50} > 1\text{m/s}$		Reticolo idrografico
	Pericolosità elevata $1\text{m} > h_{50} > 0.5\text{m}$ $h_{100} > 1\text{m}$ $v_{100} > 1\text{m/s}$		
	Pericolosità media $h_{100} > 0\text{m}$		
	Pericolosità moderata $h_{200} > 0\text{m}$		

CARTA DELL'USO DEL SUOLO

Stralcio dal Geoportale della Regione Abruzzo
Scala 1:25.000

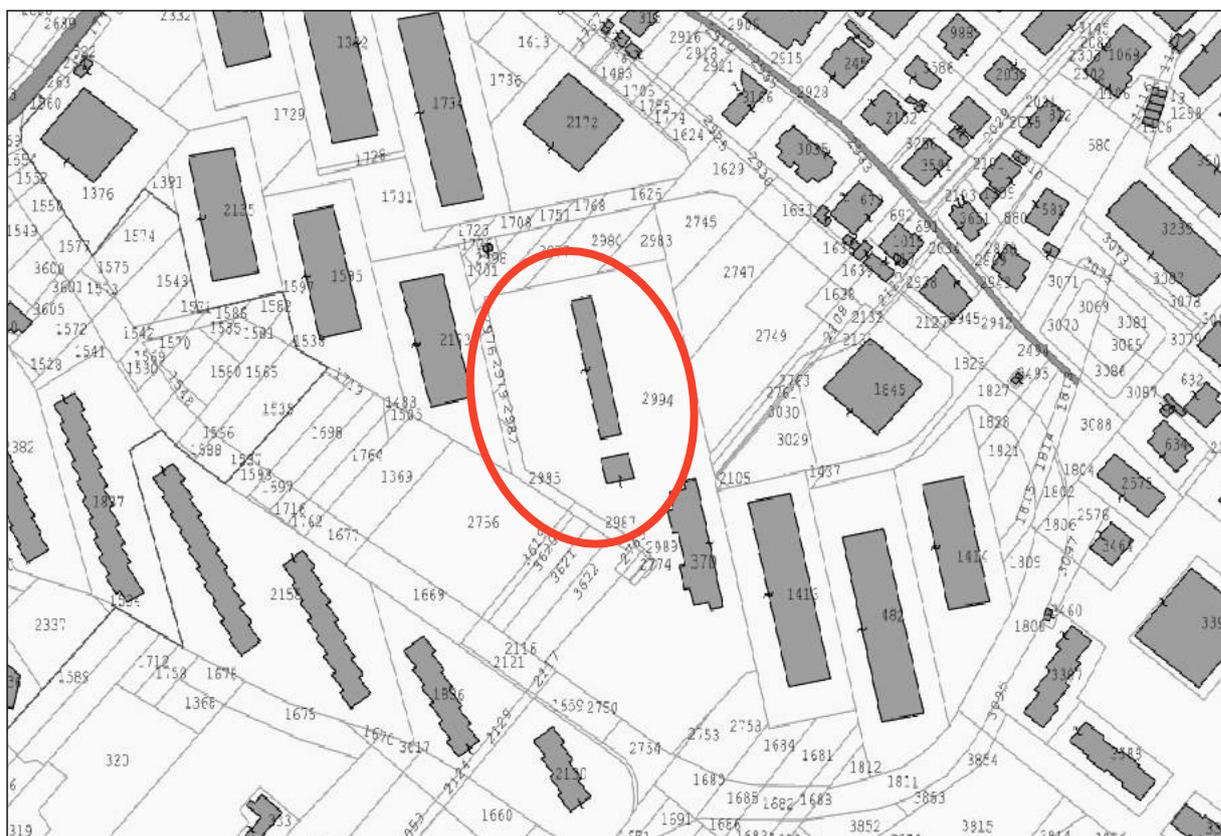


LEGENDA

 Aree sportive

PLANIMETRIA CATASTALE

Stralcio dal Foglio n.37D del Comune di Pescara
Scala originaria 1:2.000



LEGENDA



Particella catastale in esame

CARTA DELLE ACCLIVITÀ

Stralcio dal Geoportale della Regione Abruzzo
Scala 1:5.000

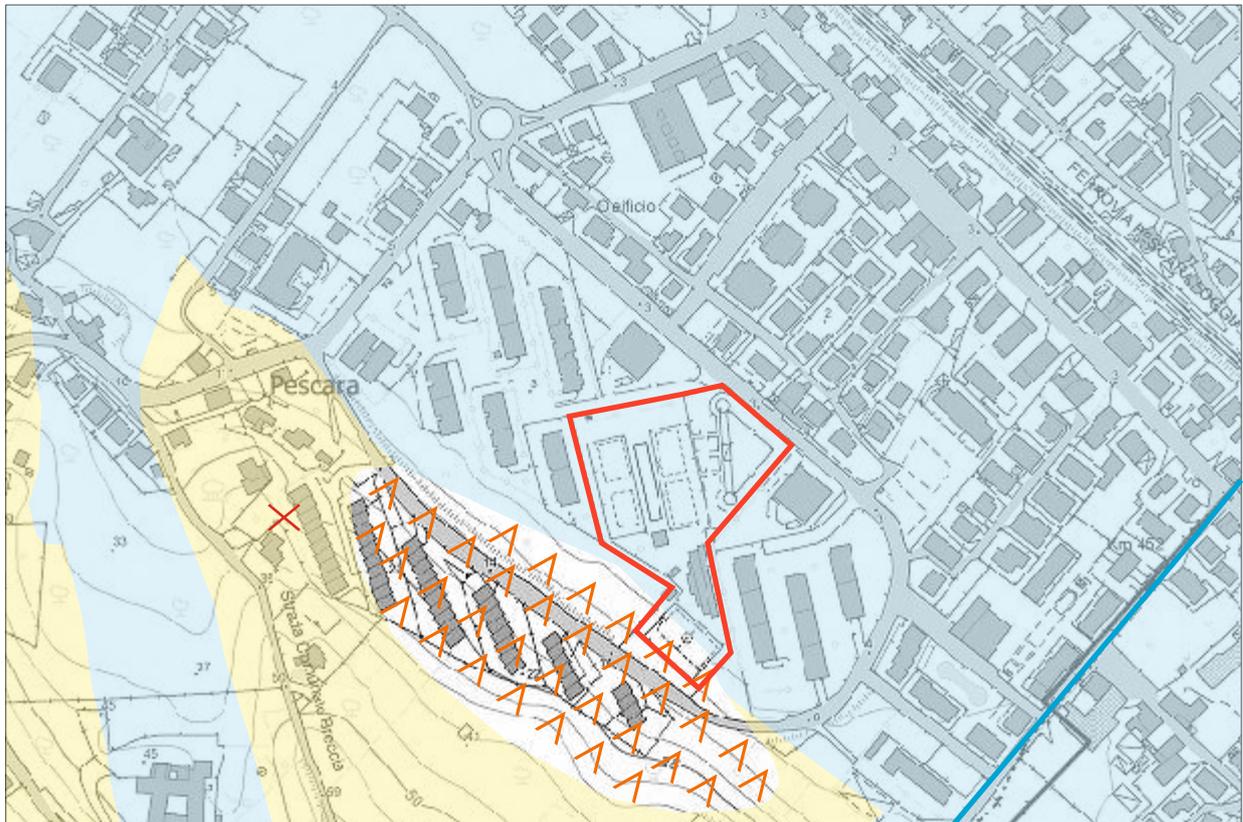


LEGENDA

- | | |
|---|----------------------|
|  | Acclività < 5° |
|  | Acclività di 5°-10° |
|  | Acclività di 10°-15° |
|  | Acclività > 15° |

CARTA GEOMORFOLOGICA DI DETTAGLIO

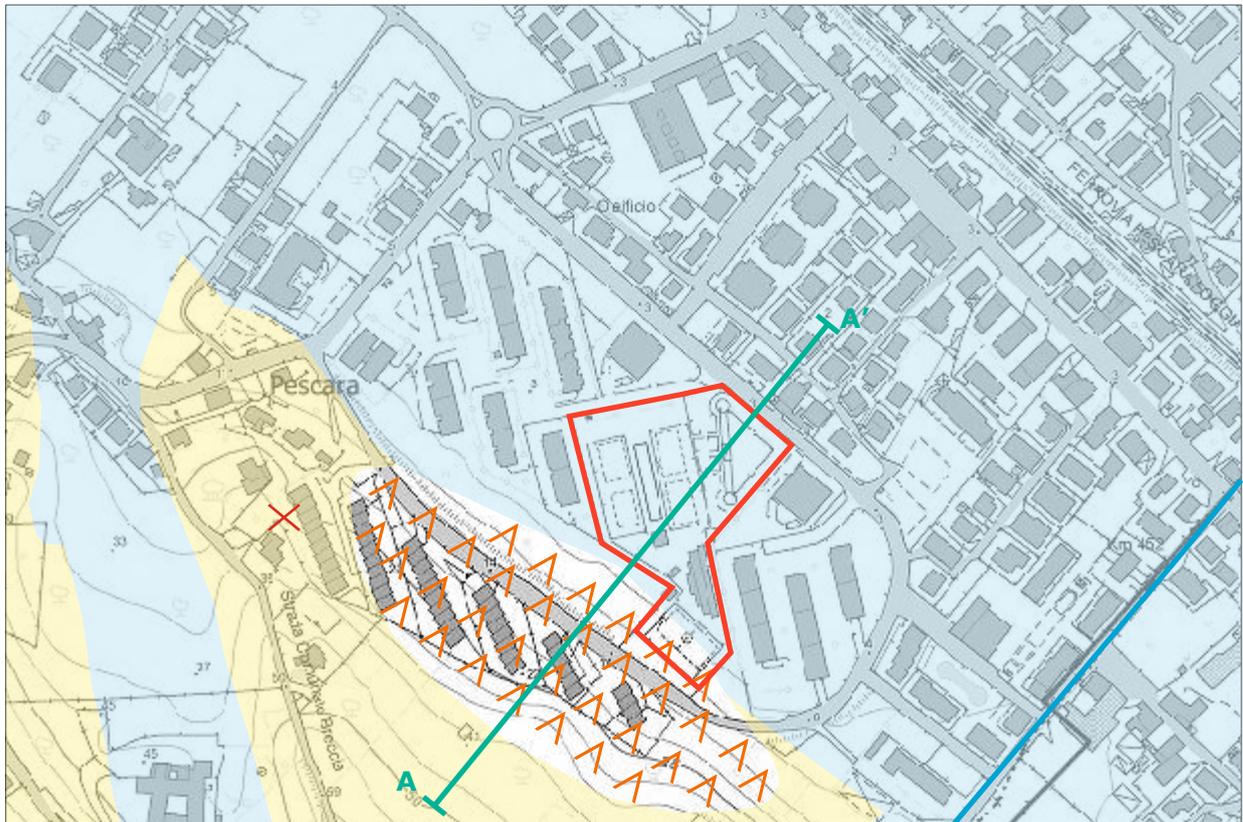
Scala 1:5.000

**LEGENDA**

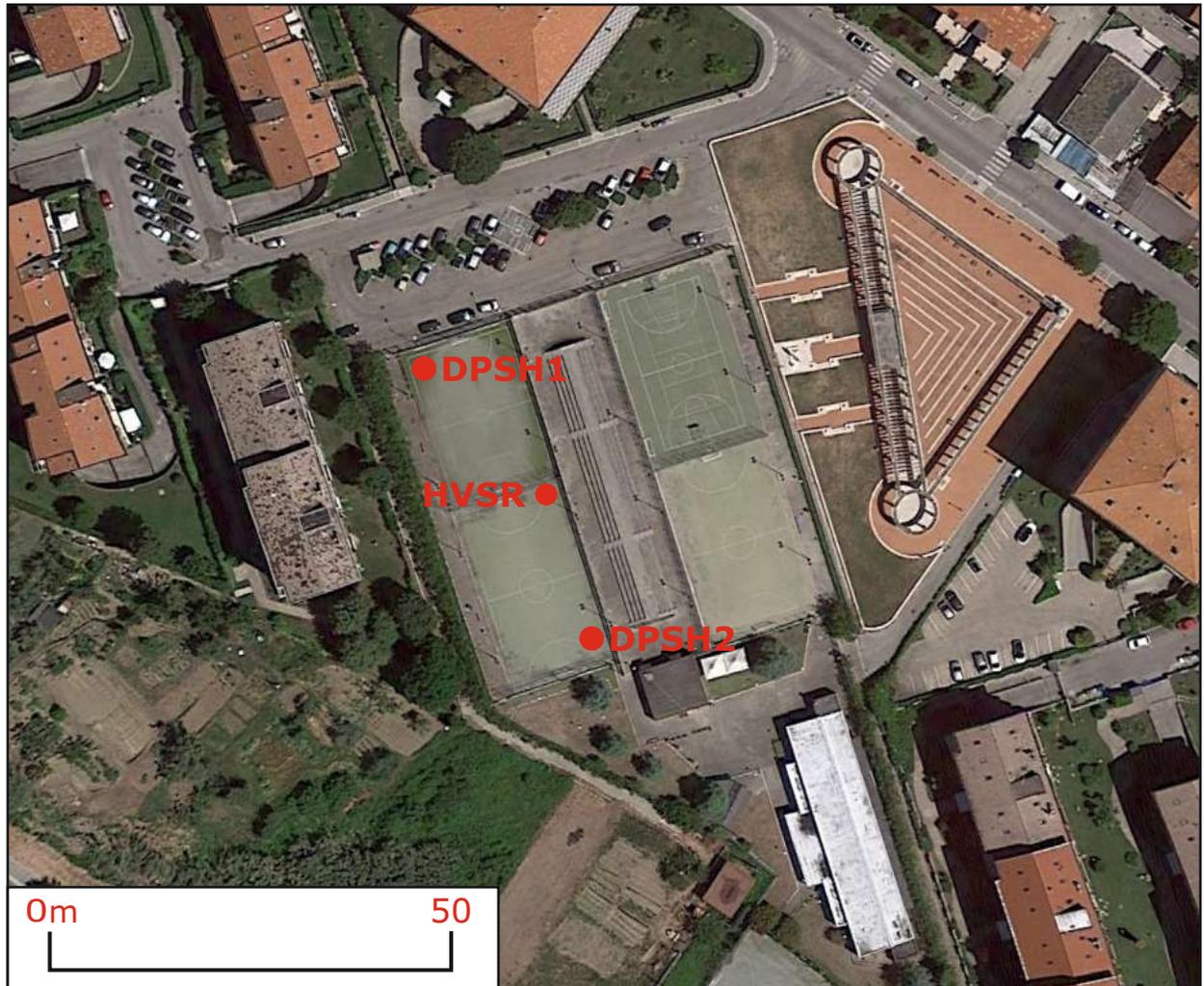
- | | |
|---|---|
|  | Corpo di frana di scorrimento rotazionale quiescente.
(Olocene) |
|  | Depositi alluvionali limoso-sabbiosi e sabbioso/ghiaiosi.
(Pleistocene Sup. - Olocene) |
|  | Substrato geologico limoso-argilloso debolmente sabbioso.
(Pleistocene sup.) |
|  | Stratificazione sub-orizzontale. |
|  | Canale tombato |
|  | Area in esame |

CARTA GEOLOGICA DI DETTAGLIO

Scala 1:5.000

**LEGENDA**

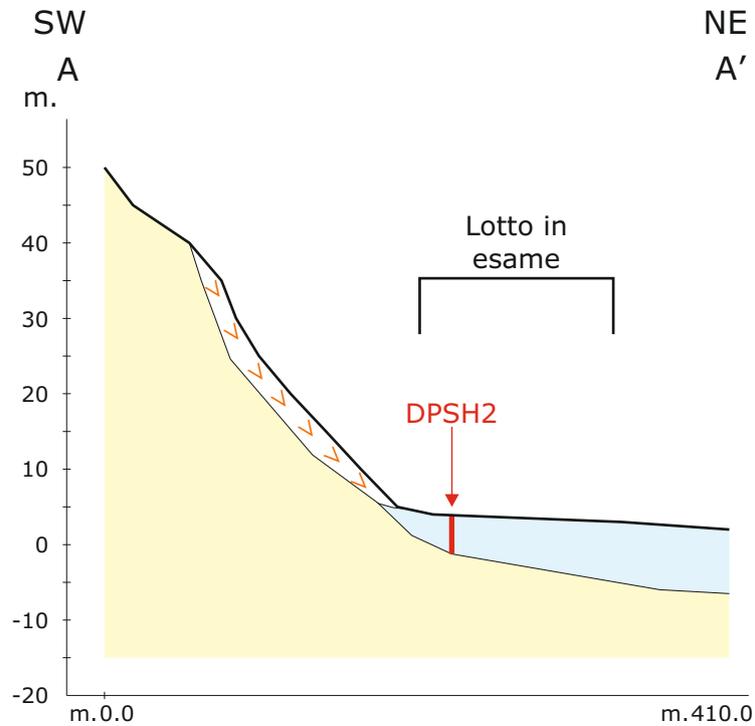
- | | |
|---|---|
|  | Corpo di frana di scorrimento rotazionale quiescente.
(Olocene) |
|  | Depositi alluvionali limoso-sabbiosi e sabbioso/ghiaiosi.
(Pleistocene Sup. - Olocene) |
|  | Substrato geologico limoso-argilloso debolmente sabbioso.
(Pleistocene sup.) |
|  | Stratificazione sub-orizzontale. |
|  | Canale tombato |
|  | Sezione geologica (vedi Allegato XV) |
|  | Area in esame |

CARTA DELLE INDAGINI**LEGENDA**

- **DPSH** Prova penetrometrica dinamica
- **HVSr** Prospezione sismica passiva HVSr

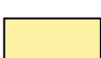
SEZIONE GEOLOGICA

Scala orizzontale 1:5.000 - Scala verticale 1:1.000



LEGENDA



-  Corpo di frana di scorrimento rotazionale quiescente. (Olocene)
-  Depositi alluvionali limoso-sabbiosi e sabbioso/ghiaiosi. (Pleistocene Sup. - Olocene)
-  Substrato geologico limoso-argilloso debolmente sabbioso. (Pleistocene sup.)
-  Prova penetrometrica dinamica
-  Area in esame

ALLEGATO XVI

Certificati prove penetrometriche dinamiche

**PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE****Committente: Dott. Geol. Lorenzo Pizzi**
Cantiere: Centro Sportivo Colle Breccia
Località: Via Luigi Polacchi – Pescara (PE)
Data di acquisizione: 21.04.2023**Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI**

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20,43 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,489
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60°
Standard	BS EN 22476-2:2005

Responsabile di Sito**Dott. Geol. Angelo Angelucci****Direttore Tecnico****Dott. Geol. Gianluca Maccarone****SOILTEST ITALIA SRL**
Via Torquato Scaraviglia, 28
66100 CHIETI
P.I. 02192910699

CERTIFICATO N. 265/2023
PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 21/04/2023
 Profondità prova 5.20 mt
 Falda rilevata
 Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (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	22	0.755	174.44	231.16	8.72	11.56
0.40	8	0.851	71.51	84.06	3.58	4.20
0.60	1	0.847	8.17	9.64	0.41	0.48
0.80	4	0.843	32.53	38.57	1.63	1.93
1.00	1	0.840	8.10	9.64	0.40	0.48
1.20	1	0.836	8.06	9.64	0.40	0.48
1.40	1	0.833	8.03	9.64	0.40	0.48
1.60	1	0.830	7.39	8.91	0.37	0.45
1.80	2	0.826	14.73	17.82	0.74	0.89
2.00	2	0.823	14.67	17.82	0.73	0.89
2.20	2	0.820	14.62	17.82	0.73	0.89
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	4	0.811	26.88	33.13	1.34	1.66
3.00	5	0.809	33.49	41.41	1.67	2.07
3.20	13	0.756	81.39	107.66	4.07	5.38
3.40	16	0.753	99.83	132.51	4.99	6.63
3.60	22	0.701	119.28	170.18	5.96	8.51
3.80	19	0.748	110.00	146.97	5.50	7.35
4.00	22	0.696	118.45	170.18	5.92	8.51
4.20	25	0.694	134.15	193.39	6.71	9.67
4.40	36	0.641	178.63	278.48	8.93	13.92
4.60	38	0.639	176.28	275.76	8.81	13.79
4.80	43	0.587	183.20	312.05	9.16	15.60
5.00	47	0.585	199.54	341.08	9.98	17.05
5.20	50	0.583	211.54	362.85	10.58	18.14



Foto Postazione DPSH1



CERTIFICATO N. 266/2023

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 21/04/2023
Profondità prova 11.00 mt
Falda rilevata
Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

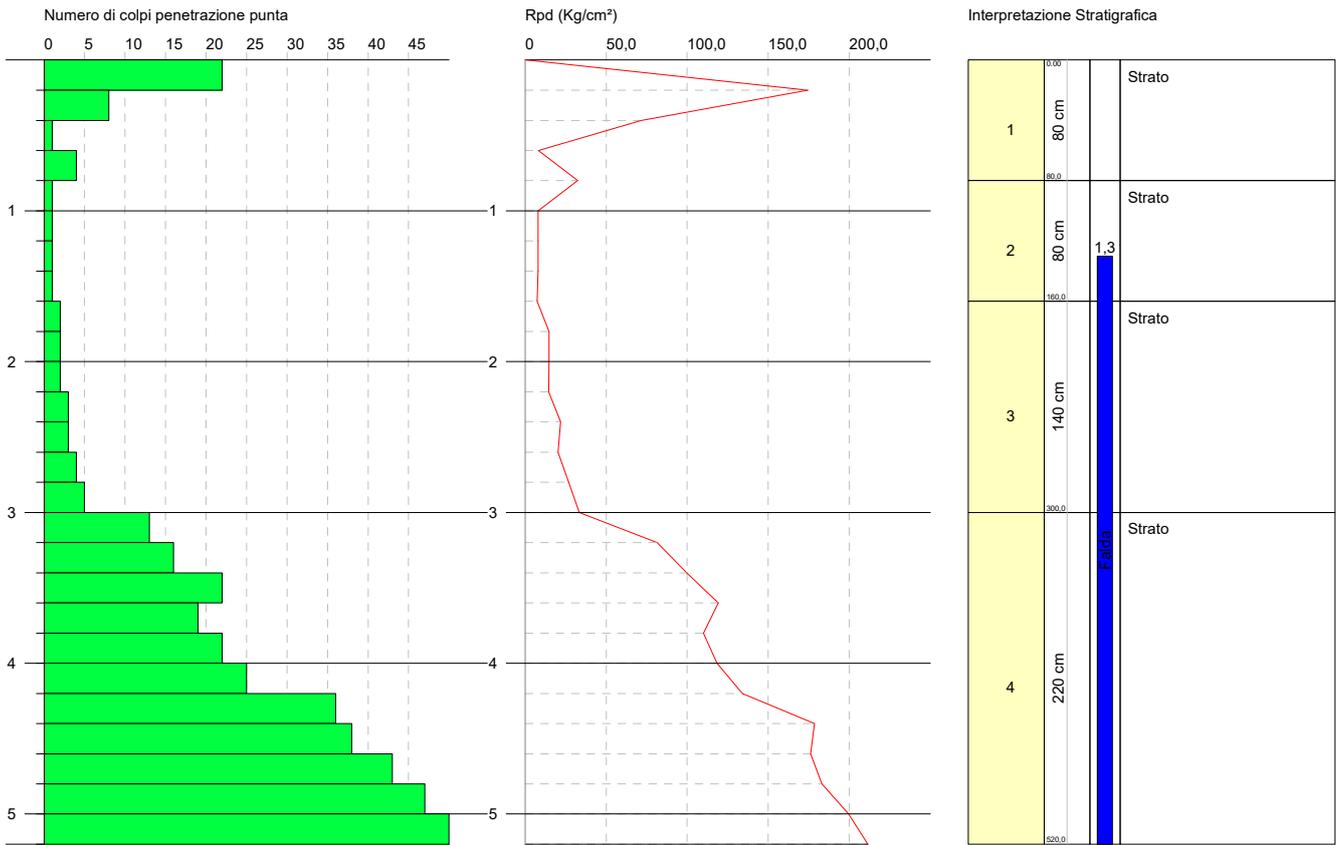
Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	31	0.705	229.52	325.73	11.48	16.29
0.40	14	0.801	117.80	147.10	5.89	7.36
0.60	10	0.847	81.68	96.43	4.08	4.82
0.80	5	0.843	40.66	48.22	2.03	2.41
1.00	3	0.840	24.29	28.93	1.21	1.45
1.20	2	0.836	16.13	19.29	0.81	0.96
1.40	1	0.833	8.03	9.64	0.40	0.48
1.60	1	0.830	7.39	8.91	0.37	0.45
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	3	0.820	21.92	26.73	1.10	1.34
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	7	0.811	47.04	57.97	2.35	2.90
3.00	9	0.809	60.27	74.54	3.01	3.73
3.20	8	0.806	53.40	66.25	2.67	3.31
3.40	7	0.803	46.57	57.97	2.33	2.90
3.60	12	0.801	74.34	92.83	3.72	4.64
3.80	18	0.748	104.21	139.24	5.21	6.96
4.00	28	0.696	150.75	216.59	7.54	10.83
4.20	28	0.694	150.25	216.59	7.51	10.83
4.40	24	0.691	128.37	185.65	6.42	9.28
4.60	24	0.689	120.04	174.17	6.00	8.71
4.80	29	0.687	144.60	210.45	7.23	10.52
5.00	28	0.685	139.19	203.19	6.96	10.16
5.20	12	0.783	68.19	87.08	3.41	4.35
5.40	6	0.781	34.01	43.54	1.70	2.18
5.60	7	0.779	37.27	47.84	1.86	2.39
5.80	8	0.777	42.50	54.67	2.12	2.73
6.00	12	0.775	63.60	82.01	3.18	4.10
6.20	13	0.724	64.30	88.84	3.21	4.44
6.40	14	0.722	69.08	95.68	3.45	4.78
6.60	16	0.720	74.43	103.33	3.72	5.17
6.80	16	0.719	74.26	103.33	3.71	5.17
7.00	19	0.717	88.00	122.70	4.40	6.13
7.20	19	0.716	87.81	122.70	4.39	6.13
7.40	20	0.714	92.24	129.16	4.61	6.46
7.60	21	0.663	85.18	128.54	4.26	6.43
7.80	23	0.661	93.10	140.78	4.65	7.04
8.00	25	0.660	100.98	153.02	5.05	7.65
8.20	25	0.659	100.77	153.02	5.04	7.65
8.40	25	0.657	100.57	153.02	5.03	7.65
8.60	27	0.656	103.03	157.07	5.15	7.85
8.80	31	0.605	109.05	180.34	5.45	9.02
9.00	33	0.603	115.85	191.97	5.79	9.60

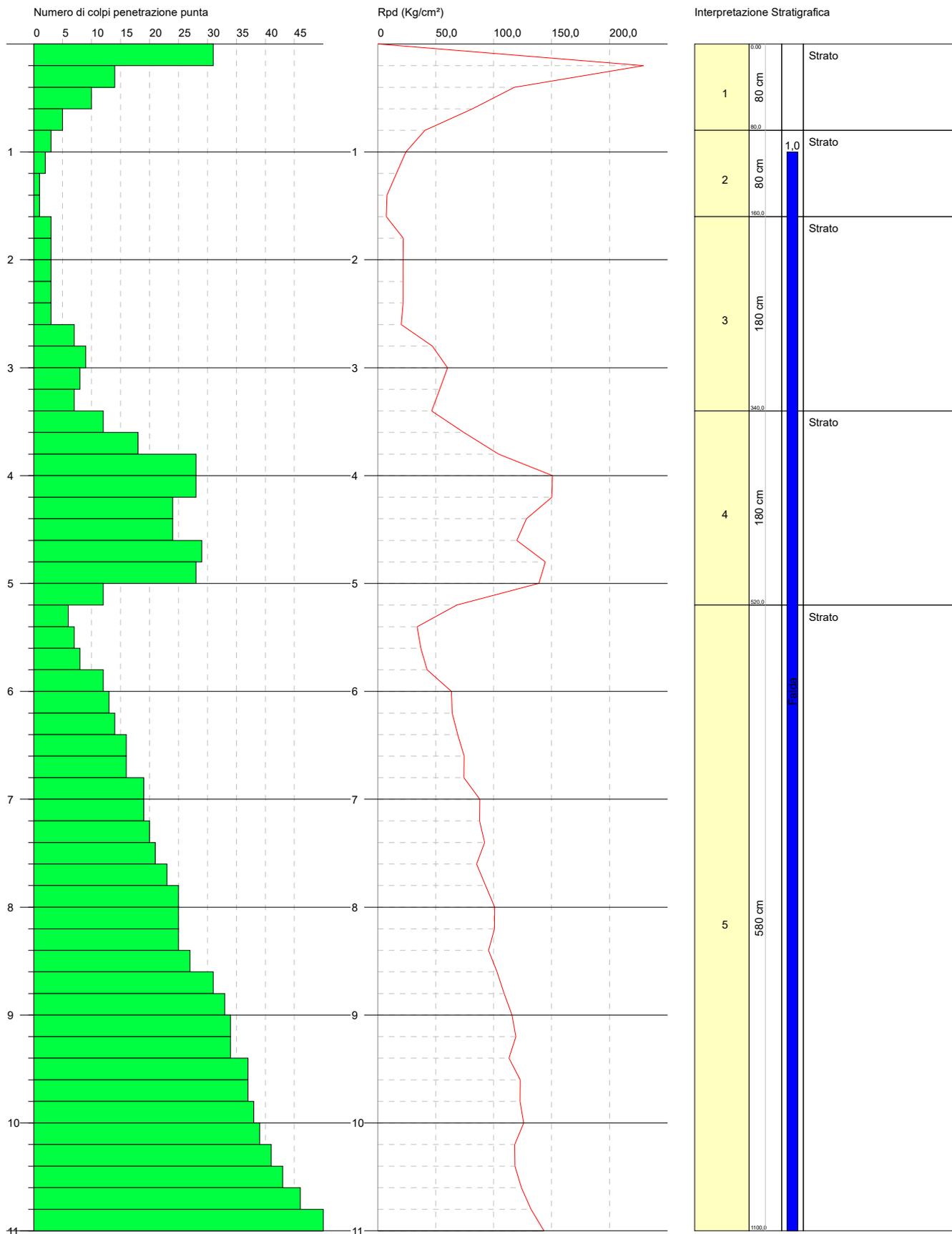
CERTIFICATO N. 266/2023

9.20	34	0.602	119.13	197.79	5.96	9.89
9.40	34	0.601	118.89	197.79	5.94	9.89
9.60	37	0.600	123.03	205.07	6.15	10.25
9.80	37	0.599	122.80	205.07	6.14	10.25
10.00	38	0.598	125.88	210.61	6.29	10.53
10.20	39	0.547	118.15	216.15	5.91	10.81
10.40	41	0.546	123.96	227.24	6.20	11.36
10.60	43	0.544	123.90	227.57	6.19	11.38
10.80	46	0.543	132.29	243.45	6.61	12.17
11.00	50	0.542	143.51	264.62	7.18	13.23



Foto Postazione DPSH2





PROVA ... Nr.1

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.8	8.75	90.86	Incoerente	1.48	1.88	0.06	1.47	12.88	Strato (1)
1,6	1	9,46	Incoerente	0	1,38	1,87	0,2	1,47	Strato (2)
3	3	25,65	Incoerente	0	1,72	1,92	0,31	1,47	Strato (3)
5.2	28.1	212.83	Incoerente	2.13	2.04	0.46	1.47	41.36	Strato (4)

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa secondo la correlazione di Skempton 1986

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Densità relativa (%)
Strato (1)	12,88	0,00-0,80	12,88	39,01
Strato (2)	1,47	0,80-1,60	1,47	10,79
Strato (3)	4,42	1,60-3,00	4,42	19,27
Strato (4)	41,36	3,00-5,20	28,18	61,6

Angolo di resistenza al taglio secondo la correlazione di Shioi-Fukuni 1982

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Angolo d'attrito (°)
Strato (1)	12,88	0,00-0,80	12,88	28,9
Strato (2)	1,47	0,80-1,60	1,47	19,7
Strato (3)	4,42	1,60-3,00	4,42	23,14
Strato (4)	41,36	3,00-5,20	28,18	35,56

Modulo Edometrico secondo la correlazione di Menzenbach e Malcev

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1)	12,88	0,00-0,80	12,88	83,60
Strato (2)	1,47	0,80-1,60	1,47	43,20
Strato (3)	4,42	1,60-3,00	4,42	53,65
Strato (4)	41,36	3,00-5,20	28,18	137,76

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Classificazione AGI
Strato (1)	12,88	0,00-0,80	12,88	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (2)	1,47	0,80-1,60	1,47	SCIOLTO
Strato (3)	4,42	1,60-3,00	4,42	POCO ADDENSATO
Strato (4)	41,36	3,00-5,20	28,18	ADDENSATO

Peso unità di volume saturo secondo la correlazione di Terzaghi-Peck 1948-1967

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (1)	12,88	0,00-0,80	12,88	1,94
Strato (2)	1,47	0,80-1,60	1,47	1,87
Strato (3)	4,42	1,60-3,00	4,42	1,88
Strato (4)	41,36	3,00-5,20	28,18	2,03

PROVA ... Nr.2

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0,8	15	154,37	Incoerente	2,03	1,99	0,08	1,47	22,08	Strato (1)
1,6	1,75	16,69	Incoerente	1,43	1,87	0,21	1,47	2,58	Strato (2)
3,4	5,11	43,17	Incoerente	1,77	1,93	0,33	1,47	7,52	Strato (3)
5,2	22,56	169,53	Incoerente	2,06	2,01	0,5	1,47	33,21	Strato (4)
11	23,85	142,74	Incoerente - coesivo	2,29	2,5	1,03	1,47	35,11	Strato (5)

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata secondo la correlazione di Schmertmann 1975

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Cu (Kg/cm ²)
Strato (5)	35,11	5,20-11,00	3.50

Modulo Edometrico secondo la correlazione di Stroud e Butler (1975)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Eed (Kg/cm ²)
Strato (5)	35,11	5,20-11,00	161.09

Classificazione AGI 1977

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Classificazione
Strato (5)	35,11	5,20-11,00	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume secondo la correlazione di Meyerhof

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato (5)	35,11	5,20-11,00	2.29

Peso unità di volume saturo secondo la correlazione di Meyerhof

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato (5)	35,11	5,20-11,00	2.50

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa secondo la correlazione di Skempton 1986

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Densità relativa (%)
Strato (1)	22,08	0.00-0,80	22,08	54.19
Strato (2)	2,58	0,80-1,60	2,58	14.09
Strato (3)	7,52	1,60-3,40	7,52	27.25
Strato (4)	33,21	3,40-5,20	24,105	56.85
Strato (5)	35,11	5,20-11,00	25,055	58.02

Angolo di resistenza al taglio secondo la correlazione di Shioi-Fukuni 198

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Angolo d'attrito (°)
Strato (1)	22,08	0.00-0,80	22,08	33.2
Strato (2)	2,58	0,80-1,60	2,58	21.22
Strato (3)	7,52	1,60-3,40	7,52	25.62
Strato (4)	33,21	3,40-5,20	24,105	34.02
Strato (5)	35,11	5,20-11,00	25,055	34.39

Modulo Edometrico secondo la correlazione di Menzenbach e Malcev

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1)	22,08	0.00-0,80	22,08	116.16
Strato (2)	2,58	0,80-1,60	2,58	47.13

Strato (3)	7,52	1,60-3,40	7,52	64.62
Strato (4)	33,21	3,40-5,20	24,105	123.33
Strato (5)	35,11	5,20-11,00	25,055	126.69

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Classificazione AGI
Strato (1)	22,08	0.00-0,80	22,08	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (2)	2,58	0,80-1,60	2,58	SCIOLTO
Strato (3)	7,52	1,60-3,40	7,52	POCO ADDENSATO
Strato (4)	33,21	3,40-5,20	24,105	ADDENSATO
Strato (5)	35,11	5,20-11,00	25,055	ADDENSATO

Peso unità di volume saturo secondo la correlazione di Terzaghi-Peck 1948-1967

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (1)	22,08	0.00-0,80	22,08	1.99
Strato (2)	2,58	0,80-1,60	2,58	1.87
Strato (3)	7,52	1,60-3,40	7,52	1.90
Strato (4)	33,21	3,40-5,20	24,105	2.01
Strato (5)	35,11	5,20-11,00	25,055	2.01

ALLEGATO XVII

Certificato prospezione sismica passiva HVSR

PROSPEZIONE HVSR1 CERTIFICATO N. 267/2023

Committente	Dott. Geol. Lorenzo Pizzi
Cantiere	<i>Centro Sportivo Colle Breccia</i>
Località	<i>Via Luigi Polacchi - Pescara (PE)</i>

Coordinate	<i>Lat. 42.442657°</i>
WGS84	<i>Long. 14.245457°</i>

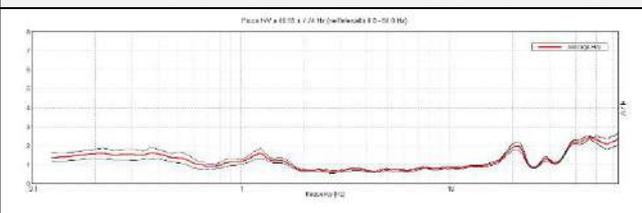
Resp.di Sito	<i>Dott. Geol. Lorenzo Pizzi</i>
Data	<i>21/04/2023</i>

Ns. Riferimento	C.00160-2023
-----------------	--------------

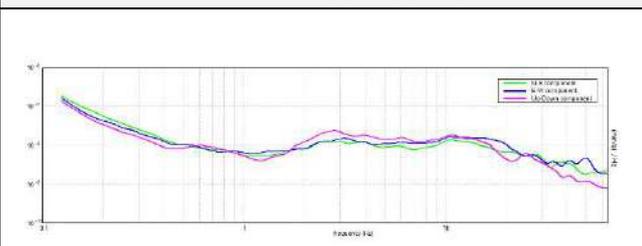
ELABORATI MISURE SISMICHE PASSIVE

Strumento: TRZ-0057/01-09
 Inizio registrazione: 21/04/23 10:40:25
 Fine registrazione: 21/04/23 11:00:25
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
 Durata registrazione: 0h20'00"
 Analizzato 60% tracciato (selezione manuale)
 Freq. campionamento: 128 Hz
 Lunghezza finestre: 20 s
 Tipo di lisciamento: Triangular window
 Lisciamento: 10%

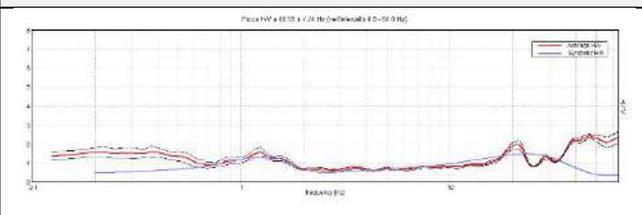
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



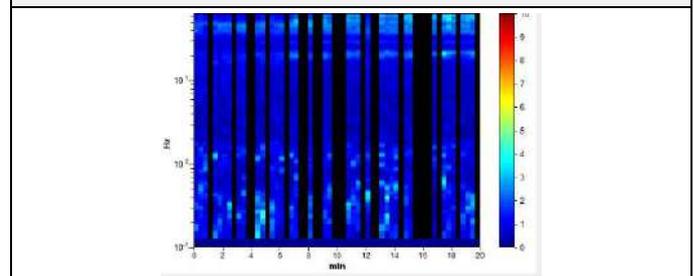
SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



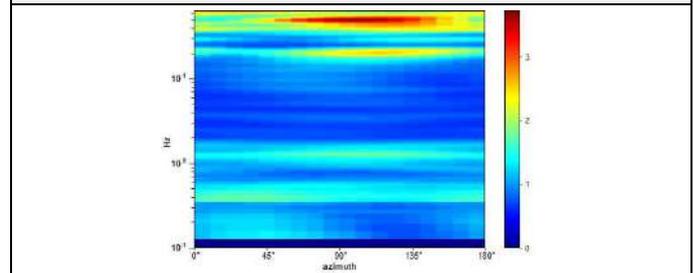
H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



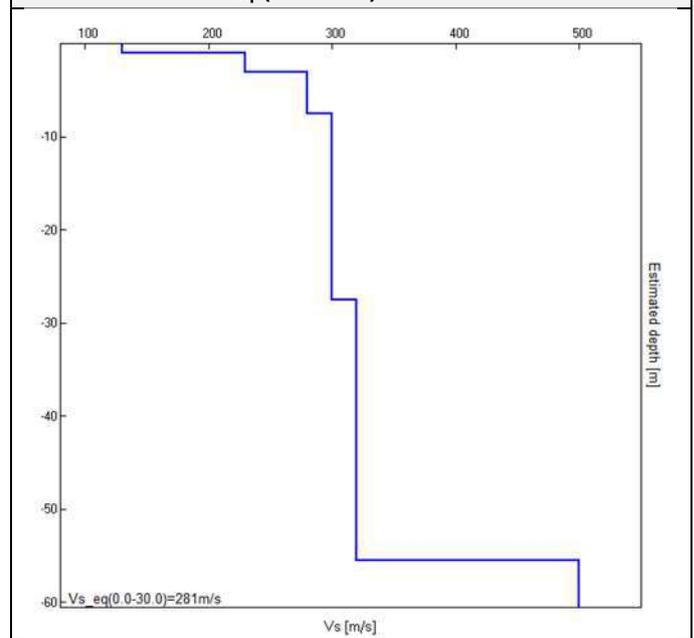
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITÀ TOTALE



$V_{seq} (0.0-30.0) = 281\text{m/s}$



PROFONDITÀ [m]	SPESSORE [m]	VS [m / s]
1.0	1.0	130
3.0	2.0	230
7.5	4.5	280
27.5	20.0	300
55.5	28.0	320
inf.	inf.	500

PROSPEZIONE HVSR1 CERTIFICATO N. 267/2023
LINEE GUIDA SESAME

Picco H/V a 46.59 ± 7.74 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$46.59 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$33547.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1304	OK	

Criteria per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	33.531 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.44 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.16619 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$7.74359 < 2.32969$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.0944 < 1.58$	OK	

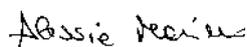
L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

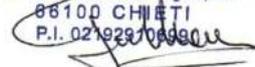
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

ELABORAZIONE

Dott. Geol. Alessia Marino


DIRETTORE TECNICO

Dott. Geol. Gianluca Maccarone

SOILTEST ITALIA SRL
 Via Torquato Scaraviglia, 28
 66100 CHIETI
 P.I. 02192910699


PROSPEZIONE HVSR1 CERTIFICATO N. 267/2023



Foto postazione HVSR1

ALLEGATO XVIII:

Verifica a liquefazione

METODI SEMPLIFICATI

1 - INTRODUZIONE

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 situ. La resistenza del deposito alla liquefazione viene quindi valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione

$$(1.0) F_S = \frac{CRR}{CSR}$$

dove CRR (Cyclic Resistance Ratio) indica la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e CSR (Cyclic Stress Ratio) la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

I metodi semplificati proposti differiscono fra loro soprattutto per il modo con cui viene ricavata CRR, la resistenza alla liquefazione. Il parametro maggiormente utilizzato è il numero dei colpi nella prova SPT anche se oggi, con il progredire delle conoscenze, si preferisce valutare il potenziale di liquefazione utilizzando prove statiche (CPT) o prove di misurazione delle onde di taglio Vs. Questi metodi sono in genere utilizzati per la progettazione di opere di media importanza.

I metodi di calcolo del potenziale di liquefazione adottati dal programma sono:

- 1) Metodo di Seed e Idriss (1982);
- 2) Metodo di Iwasaki et al. (1978; 1984);
- 3) Metodo di Tokimatsu e Yoshimi (1983);
- 4) Metodo di Finn (1985);
- 5) Metodo di Corté (1985);
- 6) Metodo di Robertson e Wride modificato (1997);
- 7) Metodo di Andrus e Stokoe (1998);
- 8) Metodi basati sull'Eurocodice 8 (ENV 1998-5);
- 9) Metodo basato sull'NTC 2008.

Il 'metodo di Iwasaki et al.' (1978, 1984) è stato proposto basandosi sulla osservazione che la severità dei danni prodotti dalla liquefazione ai manufatti è legata al volume di terreno liquefatto all'interno del deposito. Il metodo si basa su due quantità: il **fattore di resistenza (F_S)** e l'**indice di liquefazione (I_L)**. F_S si ottiene mediante la (1.0) e quando $F_S \leq 1$ lo strato di terreno è liquefacibile; mentre I_L , indicativo dell'estensione che il fenomeno della liquefazione può avere nel deposito, è ottenuto dalla espressione

$$(1.9) I_L = \int_0^{20} F W(z) dz$$

dove

$$F = 1 - F_S \quad \text{per } F_S \leq 1$$

$$F = 0 \quad \text{per } F_S > 1$$

$$W(z) = 10 - 0,5z$$

Per poter valutare la severità degli effetti viene proposta la scala della Tabella 2.

Il fattore correttivo r_d viene calcolato mediante la (1.4) e **MSF** come nel caso precedente.

Invece per la valutazione di CRR vengono proposte le seguenti espressioni ricavate da numerose prove di resistenza ciclica non drenata:

- per terreni con $0,04 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 0,6$

$$(2.0) CRR = 0,0882 \sqrt{\frac{N_m}{\sigma'_{vo} + 0,7}} + 0,225 \log_{10} \left(\frac{0,35}{D_{50}} \right)$$

- per terreni con $0,6 \text{ mm} \leq D_{50} \leq 1,5$

$$(2.1) CRR = 0,0882 \sqrt{\frac{N_m}{\sigma'_{vo} + 0,7}} - 0,05$$

dove D_{50} è il diametro dei granuli al 50% (in mm).

Tabella 2

Valori di I_L	Rischio di liquefazione
$I_L = 0$	Molto basso
$0 < I_L \leq 5$	Basso
$5 < I_L \leq 15$	Alto
$15 < I_L$	Molto alto

2 - CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE

DATI GENERALI

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1,25

FALDA

Profondità falda idrica 1.0 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0,121

Fattore amplificazione 2,563

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza $V_{s30}=180-360$

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1,5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (M_w) 6,37

Peak ground acceleration (PGA) 0,1815

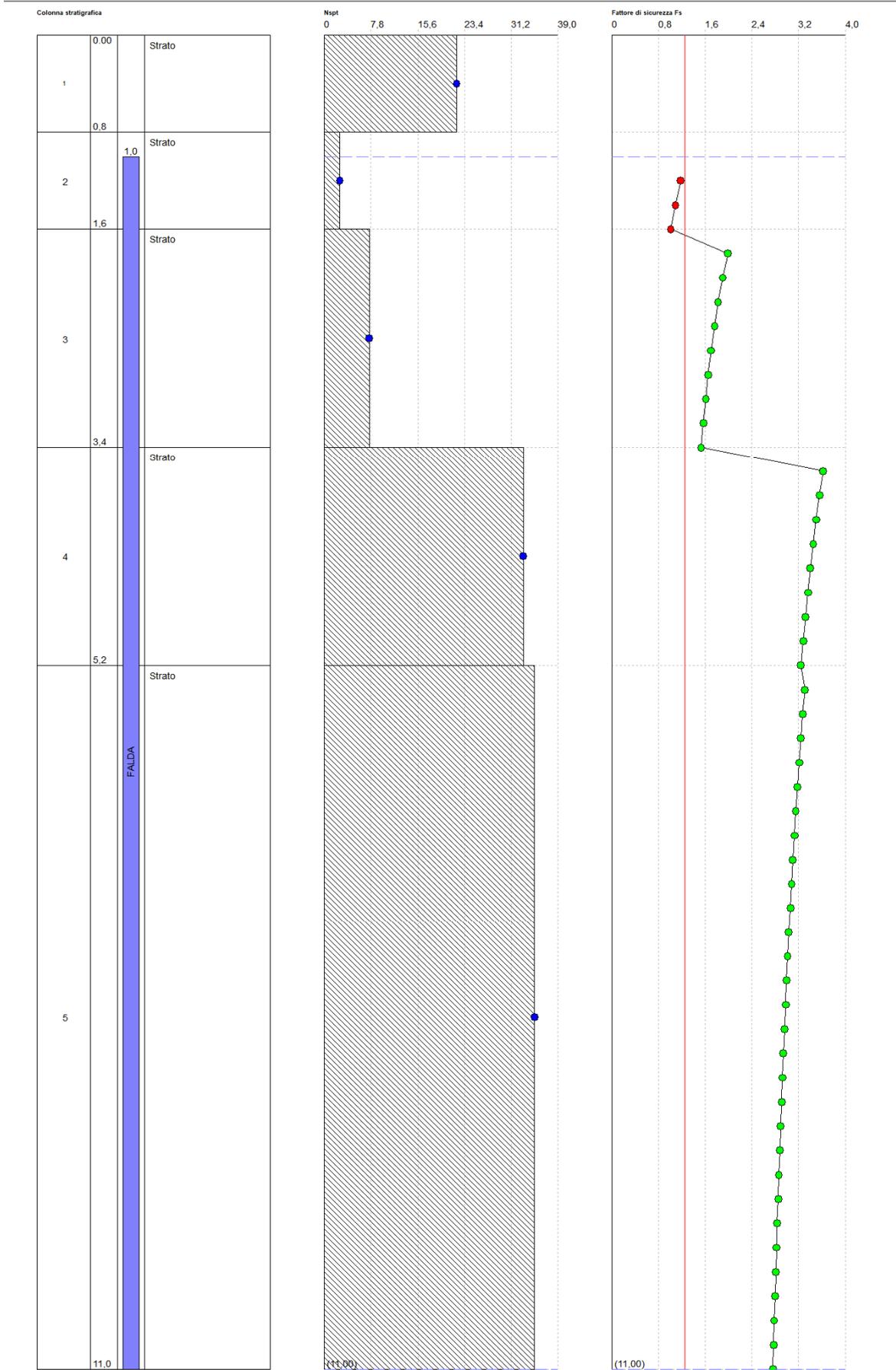
PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)
1	Strato	0	0,8	19,91	19,52	22,08	0,7
2	Strato	0,8	1,6	14,02	18,34	2,58	0,7
3	Strato	1,6	3,4	16,08	18,63	7,52	0,7
4	Strato	3,4	5,2	20,2	19,71	33,21	0,7
5	Strato	5,2	11	20,4	19,71	35,11	0,7

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza F_s	Suscettibilità di liquefazione	Rischio/indice di liquefazione
1,20	22,400	20,439	0,982	9,864E-02	0,084	1,18	suscettibile	-2,09
1,40	26,068	22,145	0,979	9,723E-02	0,090	1,09	suscettibile	-1,16
1,60	29,736	23,852	0,976	9,587E-02	0,095	1,01	suscettibile	-0,22
1,80	33,462	25,617	0,973	0,1966986	0,099	1,99	non suscettibile	Molto basso
2,00	37,188	27,381	0,970	0,1944214	0,102	1,90	non suscettibile	Molto basso
2,20	40,914	29,146	0,967	0,192206	0,105	1,82	non suscettibile	Molto basso
2,40	44,640	30,911	0,964	0,1900498	0,108	1,76	non suscettibile	Molto basso
2,60	48,366	32,675	0,961	0,1879503	0,111	1,70	non suscettibile	Molto basso
2,80	52,092	34,440	0,958	0,1859048	0,113	1,65	non suscettibile	Molto basso
3,00	55,818	36,205	0,955	0,1839112	0,114	1,61	non suscettibile	Molto basso

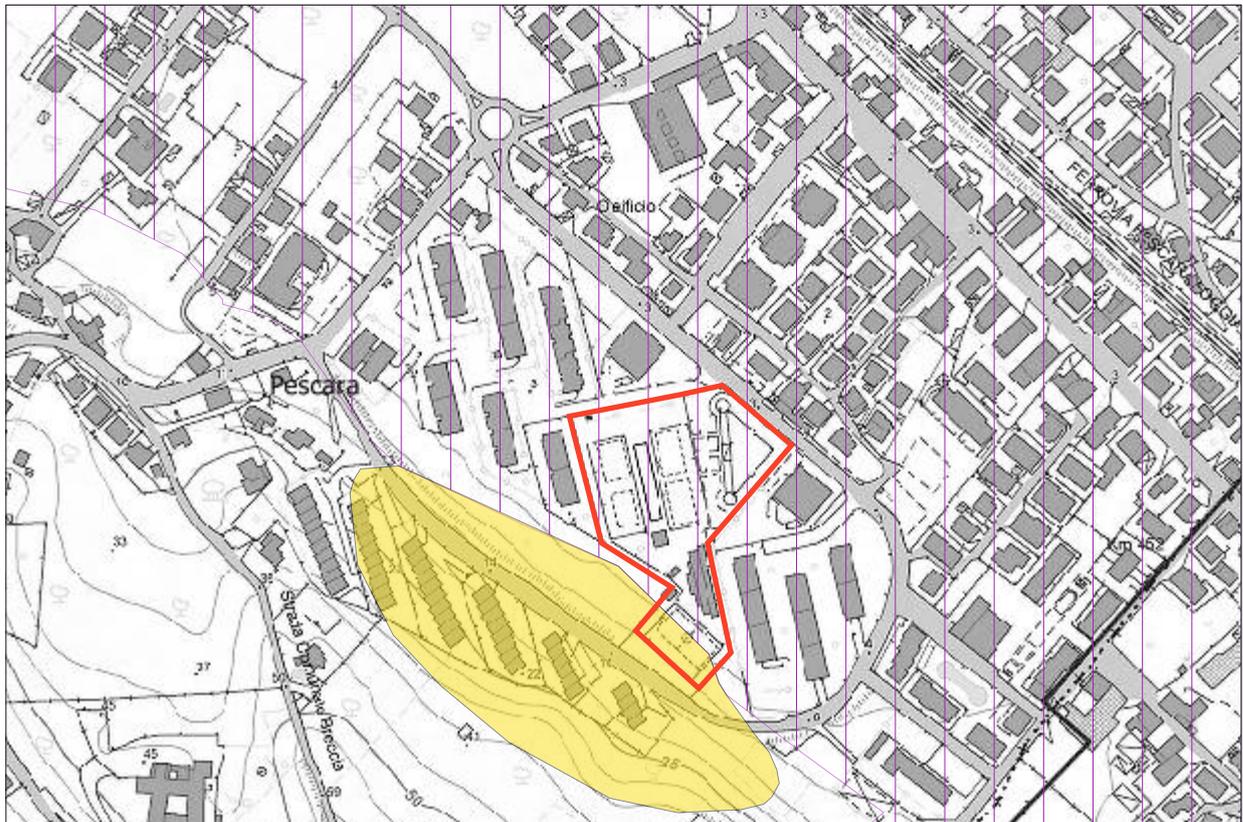
3,20	59,544	37,969	0,952	0,1819673	0,116	1,57	non suscettibile	Molto basso
3,40	63,270	39,734	0,949	0,1800711	0,117	1,53	non suscettibile	Molto basso
3,60	67,212	41,715	0,946	0,4291318	0,118	3,62	non suscettibile	Molto basso
3,80	71,154	43,695	0,943	0,4248893	0,119	3,56	non suscettibile	Molto basso
4,00	75,096	45,676	0,940	0,4207576	0,120	3,50	non suscettibile	Molto basso
4,20	79,038	47,657	0,937	0,4167318	0,121	3,45	non suscettibile	Molto basso
4,40	82,980	49,637	0,934	0,4128076	0,121	3,40	non suscettibile	Molto basso
4,60	86,922	51,618	0,931	0,4089807	0,122	3,36	non suscettibile	Molto basso
4,80	90,864	53,599	0,928	0,4052472	0,122	3,32	non suscettibile	Molto basso
5,00	94,806	55,579	0,925	0,4016034	0,123	3,28	non suscettibile	Molto basso
5,20	98,748	57,560	0,922	0,3980457	0,123	3,24	non suscettibile	Molto basso
5,40	102,690	59,541	0,919	0,4071112	0,123	3,31	non suscettibile	Molto basso
5,60	106,632	61,521	0,916	0,4036201	0,123	3,27	non suscettibile	Molto basso
5,80	110,574	63,502	0,913	0,4002078	0,124	3,24	non suscettibile	Molto basso
6,00	114,516	65,483	0,910	0,3968714	0,124	3,21	non suscettibile	Molto basso
6,20	118,458	67,463	0,907	0,393608	0,124	3,18	non suscettibile	Molto basso
6,40	122,400	69,444	0,904	0,3904151	0,124	3,15	non suscettibile	Molto basso
6,60	126,342	71,425	0,901	0,3872902	0,124	3,13	non suscettibile	Molto basso
6,80	130,284	73,405	0,898	0,3842309	0,124	3,10	non suscettibile	Molto basso
7,00	134,226	75,386	0,895	0,3812349	0,124	3,08	non suscettibile	Molto basso
7,20	138,168	77,367	0,892	0,3783	0,124	3,06	non suscettibile	Molto basso
7,40	142,110	79,347	0,889	0,3754243	0,124	3,03	non suscettibile	Molto basso
7,60	146,052	81,328	0,886	0,3726058	0,124	3,01	non suscettibile	Molto basso
7,80	149,994	83,309	0,883	0,3698425	0,124	2,99	non suscettibile	Molto basso
8,00	153,936	85,289	0,880	0,3671327	0,123	2,98	non suscettibile	Molto basso
8,20	157,878	87,270	0,877	0,3644747	0,123	2,96	non suscettibile	Molto basso
8,40	161,820	89,251	0,874	0,361867	0,123	2,94	non suscettibile	Molto basso
8,60	165,762	91,231	0,871	0,3593077	0,123	2,92	non suscettibile	Molto basso
8,80	169,704	93,212	0,868	0,3567957	0,123	2,91	non suscettibile	Molto basso
9,00	173,646	95,193	0,865	0,3543293	0,123	2,89	non suscettibile	Molto basso
9,20	177,588	97,173	0,862	0,3519073	0,122	2,88	non suscettibile	Molto basso
9,40	181,530	99,154	0,859	0,3495283	0,122	2,86	non suscettibile	Molto basso
9,60	185,472	101,135	0,856	0,3471909	0,122	2,85	non suscettibile	Molto basso
9,80	189,414	103,116	0,853	0,3448942	0,122	2,83	non suscettibile	Molto basso
10,00	193,356	105,096	0,850	0,3426369	0,122	2,82	non suscettibile	Molto basso
10,20	197,298	107,077	0,847	0,3404178	0,121	2,81	non suscettibile	Molto basso
10,40	201,240	109,058	0,844	0,3382359	0,121	2,80	non suscettibile	Molto basso
10,60	205,182	111,038	0,841	0,3360902	0,121	2,78	non suscettibile	Molto basso
10,80	209,124	113,019	0,838	0,3339797	0,120	2,77	non suscettibile	Molto basso
11,00	213,066	115,000	0,835	0,3319034	0,120	2,76	non suscettibile	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso



CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DEL TERRITORIO

Scala 1:5.000



LEGENDA

Pericolosità geomorfologica

- P1** PERICOLOSITA' MODERATA
Aree interessate da Dissesti con bassa possibilità di riattivazione.
- P2** PERICOLOSITA' ELEVATA
Aree interessate da Dissesti con alta possibilità di riattivazione.
- P3** PERICOLOSITA' MOLTO ELEVATA
Aree interessate da Dissesti in attività o riattivati stagionalmente.
- PS** PERICOLOSITA' DA SCARPATA
Aree interessate da Dissesti generati da Scarpare.

Pericolosità idraulica

Classi di pericolosità idraulica [Q50 - Q100 - Q200] (*)

	Pericolosità molto elevata $h_{50} > 1m$ $v_{50} > 1m/s$	 Reticolo idrografico
	Pericolosità elevata $1m > h_{50} > 0.5 m$ $h_{100} > 1m$ $v_{100} > 1m/s$	
	Pericolosità media $h_{100} > 0m$	
	Pericolosità moderata $h_{200} > 0m$	

Pericolosità sismica



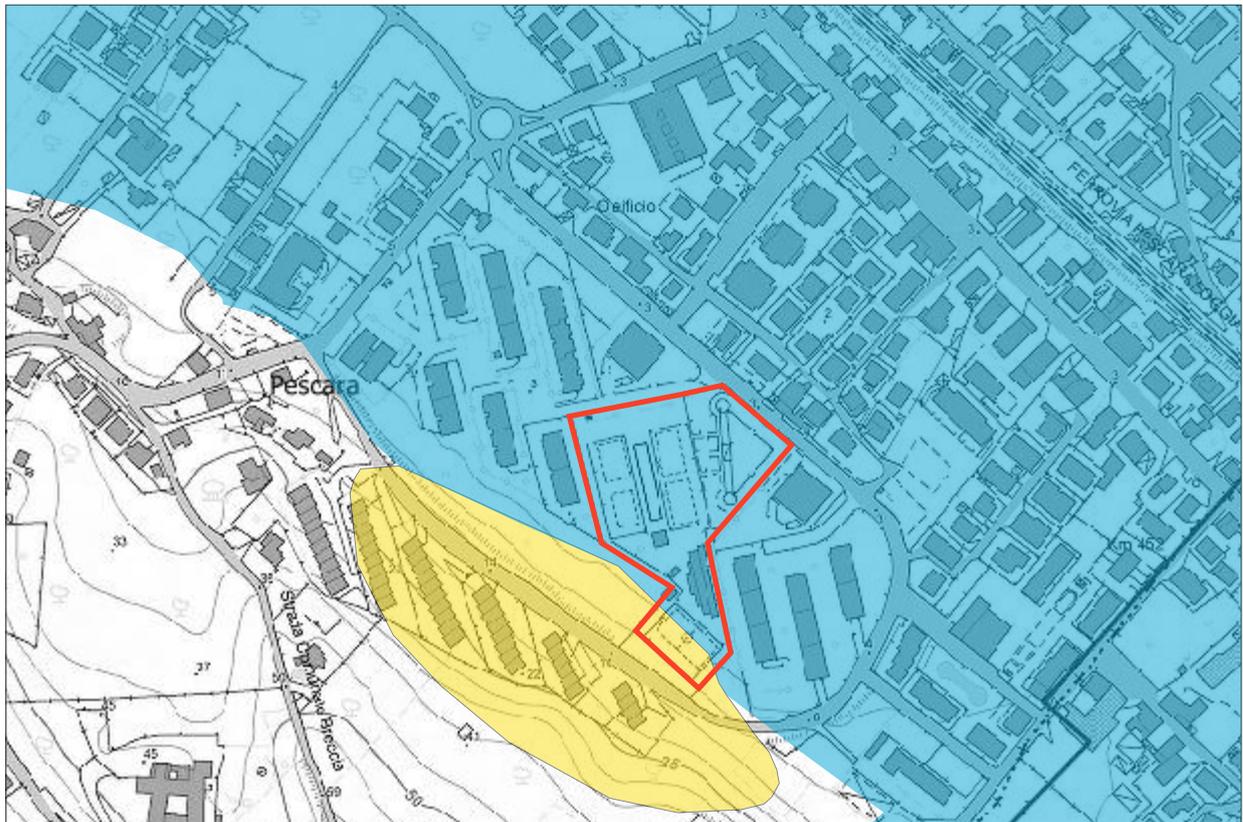
Area in esame



Zona stabile suscettibile di amplificazione locale

CARTA DELLA IDONEITÀ TERRITORIALE

Scala 1:5.000



LEGENDA

-  Zona idonea all'edificazione (assenza di elementi di pericolosità geomorfologica ed idraulica)
-  Zona idonea all'edificazione con accorgimenti costruttivi atti ad evitare eventuali fenomeni di liquefazione
-  Zona idonea all'edificazione con accorgimenti costruttivi tali da non risentire di eventuali fenomeni di instabilità del pendio
-  Zona non idonea all'edificazione a causa di problematiche geomorfologiche e/o idrauliche
-  Area in esame