



COMUNE DI  
**PESCARA - PE**



COMMITTENTE

**GALLERIE CENTRI COMMERCIALI S.R.L.**  
**CORSO MANTONE' 40**  
**PESCARA (PE)**  
**P.IVA 02230130680**

OGGETTO

**COMPARTO 8.24B**

COMUNE: PESCARA

PROVINCIA: PE

VIA: ENZO TORTORA

**PIANO URBANISTICO ESECUTIVO**

Descrizione elaborato:

**- PROGETTO OO.UU.**  
**- RELAZIONE GEOLOGICA**

Eseguito

FIRMA

SCALA

-

TAVOLA

TAV 11

Controllato

FIRMA

Approvato

FIRMA

12/06/2024

Codice File

DATA

STUDIO TECNICO

Arch. Francescoluigi Mazzilli



Via G. D'Annunzio, 60 65126 PESCARA (PE)  
Tel. 338.7213367- Fax 085.7992141  
mail: danielle@architettomazzilli.it  
pec: francescoluigi.mazzilli@archiworldpec.it

GEOLOGA

dott.ssa Graziella Ucci



Via G. D'Annunzio, 60 65126 PESCARA (PE)

## INDICE

1. PREMESSA	3
2. UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO	3
3. GEOLOGIA DELL'AREA	
3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	4
3.2 GEOLOGIA DELL'AREA IN STUDIO	5
4. SISMICA	
DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE SULLA BASE DEI RISULTATI DELLE INDAGINI EFFETTUATE	8
5. CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOTECNICHE DEI TERRENI E INDAGINI PENETROMETRICA	11
6. ANALISI DEI VINCOLI E DELLE PERICOLOSITA' GEOLOGICHE	19
7. CONCLUSIONI	20

## ALLEGATI

- *Stralcio della Carta Topografica Regionale, scala 1:17.000*
- *Stralcio della Carta Geologica, scala originale 1:50.000*
- *Stralcio della Carta Geologico-Tecnica del Comune di Pescara*
- *Sezione geologica*
- *Stralcio della Carta della Pericolosità del P.A.I. Regione Abruzzo*
- *Stralcio della Carta della Pericolosità del P.S.D.A. Regione Abruzzo*
- *Stralcio della Carta di Microzonazione Sismica del Comune di Pescara*
- *Report pericolosità sismica*
- *Relazione indagine sismica – MASW*
- *Verifica a Liquefazione*

## **1. PREMESSA**

La presente relazione geologica è stata redatta su incarico della Ditta GALLERIE CENTRI COMMERCIALI SRL con sede a Pescara in Corso Manthonè n.40 – P.IVA 02230130680.

È stato compiuto uno studio geologico con modellazione sismica e uno studio geologico tecnico per la valutazione del modello di volume significativo del sito destinatario dello studio di progettazione per la “PROPOSTA DEL PROGETTO OO.UU. COMPARTO 8.24B” nel Comune di Pescara.

Per la completa caratterizzazione della stratigrafia e delle caratteristiche geomeccaniche e geofisiche dei terreni sono state intraprese le seguenti attività:

- reperimento e consultazione del materiale bibliografico esistente in letteratura in merito all'area in esame;
- sopralluogo e rilievo geologico e geomorfologico dell'area interessata dal progetto;
- realizzazione di indagini geotecniche e geofisiche in situ;
- elaborazione dei dati e stesura della presente.

Questa relazione è stata redatta in conformità alla attuale normativa vigente N.T.C. 2018.

## **2. UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO**

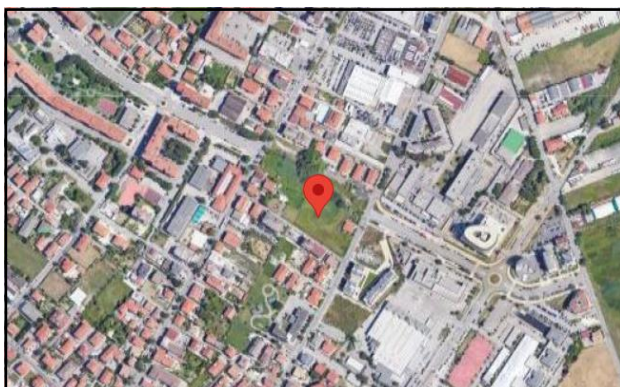
Le coordinate del sito oggetto dell'intervento sono le seguenti

*Coordinate WGS84(°): Latitudine 42.450269      Longitudine 14.205999*

Le carte entro cui è compresa l'area analizzata risultano le seguenti:

*Carta Geologica d'Italia, Foglio 351 PESCARA, Scala 1: 50.000;*

*Foglio Est della Carta Geologica dell'Abruzzo di Vezzani e Ghisetti, Scala 1:100.000;*



### **3. GEOLOGIA DELL'AREA**

#### **3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE**

Il territorio comunale di Pescara è stato interessato geologicamente da molteplici ambienti di sedimentazione, intesi questi ultimi, come complesso delle condizioni fisiche, chimiche e biologiche in cui il sedimento si accumula.

L'area del territorio comunale di Pescara è inserita, dal punto di vista tettonico-paleogeografico, nell'Unità tettonica denominata: Avanfossa periadriatica

Tale unità è costituita da una profonda depressione, allungata parallelamente all'attuale linea di costa che, durante il sollevamento della Catena Appenninica nel Pliocene, è stata sede di notevoli fenomeni di subsidenza.

In tale fossa si sedimentarono, quindi, materiali terrigeni a grana finissima, che generarono la Formazione definita in letteratura " Argille grigio-azzurre" attribuite al Plio-Pleistocene.

In continuità stratigrafica con le Argille siltose grigio-azzurre si depositarono materiali sabbioso-arenacei-conglomeratici, di ambiente di sedimentazione da marino a continentale a testimonianza del progressivo ritiro del mare dalla zona tra la fine del Pliocene e l'inizio del Quaternario; ciclo regressivo che termina con il deposito di una Unità conglomeratica affiorante nella zona del *Colle del Telegrafo*.

A partire dall'inizio del Quaternario, e cioè dal momento del definitivo ritiro del mare dall'area, il modellamento superficiale è causato da agenti completamente diversi e cioè: acque superficiali (corsi d'acqua), agenti meteorici chimico-fisici e la gravità.

L'attività di tali agenti è causa della formazione dei depositi alluvionali antichi terrazzati, dei depositi alluvionali recenti, dei depositi eluvio-colluviali e di quelli di piana costiera.

Tuttavia, la presenza quasi sistematica di un'unità ghiaiosa alla profondità variabile tra i mt 35.00 e 45.00 mt s.l.m. nella zona pianeggiante dell'area, sta ad indicare che la medesima è stata interessata, per un breve periodo, da una trasgressione marina che dovrebbe essere avvenuta nel Periodo "Flandriano".

### **3.2 GEOLOGIA DELL'AREA IN STUDIO**

La carta entro cui è compresa l'area analizzata risulta la seguente:

- Carta Geologica d'Italia, Foglio 351 PESCARA, Scala 1:50.000;

Il territorio di Pescara può essere suddiviso in quattro zone litostratigrafiche:

- ZONA A LITOFACIES MARINA
- ZONA A LITOFACIES DI PIANA COSTIERA
- ZONA A LITOFACIES LAGUNARE
- ZONA A LITOFACIES ALLUVIONALE

#### **CENNI STORICI:**

La suddivisione in facies sedimentarie prima schematizzata non è da ricondursi solo a periodi geologici ma anche a situazioni geografiche - storiche recenti.

Infatti, prima della costruzione delle mura di cinta della fortezza, elevata da Carlo V, il Fiume Pescara sfociava in mare con una doppia diramazione:

*La Palata*, che lambendo il pendio della collina di Fontanelle, arrivava al mare all'altezza della pineta Dannunziana;

*La Vallicella*, che partiva pressappoco dall'attuale Villa Raspa e finiva in mare nel tratto che oggi sarebbe compreso tra Via Diaz e la Rotonda di Corso Umberto I.

Con la costruzione della cinta poligonale bastionata, che fu ultimata nella seconda metà del secolo XVI, il Fiume fu avviato verso la foce in un solo alveo ma sia a destra che a sinistra restavano molte zone palustri.

Nel 1819 fu decisa l'opera di prosciugamento e bonifica di tali zone individuate negli stagni della *Palata e Vallicella Maggiore* in destra idrografica e nella palude della *Vallicella Minore* in sinistra.

Intorno al 1834 si provvide alla colmatura con sabbia di mare delle due Vallicelle nonché all'apertura di un canale che assoggettava al diretto influsso (del mare) lo stagno di *Palata*, il quale, perciò, prima si bonificò e poi finì col colmarsi.

**Studio di Geologia**

**Dott. Geol. Graziella Ucci**

Via G. D'Annunzio, 60 - 65010 Pescara (PE)

Tel. 338 3182260 Email : [grazy.ucci@gmail.com](mailto:grazy.ucci@gmail.com) - [graziella.ucci@pec.it](mailto:graziella.ucci@pec.it)

---

L'area oggetto di studio rientra nella “ ZONA A LITOFACIES ALLUVIONALE”

Il Fiume Pescara attualmente scorre, nel suo tratto terminale, interamente in sinistra idrografica, con comportamento anomalo rispetto a gran parte delle valli emiliane e marchigiane, dove gli alvei sono spostati prevalentemente in destra idrografica (U.Crescenti, 1972).

L'alternarsi di episodi di erosione e di deposito da parte del corso d'acqua ha causato la formazione di morfosculture a forma di ripiani definite: **Terrazzi fluviali**.

Si tratta, dunque, di antichi letti abbandonati dal Fiume, in seguito ad una fase erosiva, che ha provocato l'approfondimento dell'alveo, che si viene a trovare ad una quota più bassa, lasciando sulla sponda una spianata orlata da una scarpata.

I depositi presenti nell'area oggetto di studio appartengono quindi alle Unità geologiche Continentali appartenenti al *Sintema di Valle Majelama* e più precisamente al *Subsintema di Chieti Scalo*. (Ved. Carta Geologica d'Abruzzo in Allegato)

Essi sono costituiti da depositi limoso-sabbiosi e limoso- argillosi con presenza di livelli torbosi. Generalmente si presentano allo stato sciolto ed hanno uno spessore variabile dai 15 ai 30 m. Talvolta possono presentare livelli ghiaiosi.

La consultazione della carta Geologico – Tecnica (in allegato) redatta dal Comune di Pescara a supporto dello Studio di Microzonazione Sismica ha confermato la presenza di depositi appartenenti alla piana alluvionale e a terrazzi fluviali. Essi sono prevalentemente composti da lenti discontinue di limi argillosi e argille limose a forte componente organica e da livelli torbosi da poco consistenti a inconsistenti. Talvolta con presenza di lenti sabbioso-ghiaiose.

La base di tali depositi è costituita da un orizzonte ghiaioso addensato di origine fluvio-deltizia in contatto erosivo con il substrato geologico locale non rigido ad una profondità di circa 50 m. (Substrato costituito dalle argille siltose sovraconsolidate della Formazione Mutignano *FMTa*)

In allegato è riportata una Sezione geologica che descrive visivamente la situazione geologica dell'area oggetto di studio.

***Studio di Geologia***

***Dott. Geol. Graziella Ucci***

Via G. D'Annunzio, 60 - 65010 Pescara (PE)

Tel. 338 3182260 Email : [grazy.ucci@gmail.com](mailto:grazy.ucci@gmail.com) - [graziella.ucci@pec.it](mailto:graziella.ucci@pec.it)

---

L'area oggetto di studio presenta una morfologia pianeggiante e nell'area in studio non sono stati rilevati fenomeni significativi di instabilità, come d'altro canto evidenziato anche nella Cartografia del P.A.I. (Piano stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Abruzzo, Carta della pericolosità in allegato).

## 4. SISMICA

### DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE SULLA BASE DEI RISULTATI DELL'INDAGINE EFFETTUATA

Le “ Norme tecniche per le Costruzioni” N.T.C. 2018 disciplinano il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici soggetti ad azioni sismiche. Lo scopo delle norme è di assicurare che in caso di evento sismico sia protetta la vita umana, siano limitati i danni e rimangano funzionanti le strutture essenziali agli interventi di protezione civile.

In particolare, le costruzioni devono essere dotate di un livello di protezione antisismica differenziato in funzione della loro importanza e del loro uso, e quindi delle conseguenze più o meno gravi di un loro danneggiamento per effetto di un evento sismico. A tale scopo si istituiscono diverse categorie di importanza, a ciascuna delle quali è associato un fattore  $\theta$  di importanza. Tale fattore amplifica l'intensità dell'azione sismica di progetto rispetto al valore che per essa si assume per costruzioni di importanza ordinaria (azione sismica di riferimento). Il fattore di importanza si applica in ugual misura all'azione sismica di collasso e per lo stato limite di danno.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si definiscono le seguenti categorie di sottosuolo di fondazione:

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

Tabella 1 – Tab. 3.2.II degli aggiornamenti Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018)  
Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.



**Studio di Geologia**

**Dott. Geol. Graziella Ucci**

Via G. D'Annunzio, 60 - 65010 Pescara (PE)

Tel. 338 3182260 Email : [grazy.ucci@gmail.com](mailto:grazy.ucci@gmail.com) - [graziella.ucci@pec.it](mailto:graziella.ucci@pec.it)

---

Per la definizione della categoria di suolo di fondazione si è fatto riferimento all'approccio di tipo semplificato mediante l'esecuzione di una prova geofisica di superficie tipo MASW.

L'indagine geofisica di superficie effettuata, ubicata come da planimetria allegata ha dato i seguenti risultati:

<b>Risultati</b>						
<b>Profondità piano di posa [m]</b>	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00	11.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	192.18	200.23	209.12	218.81	229.45	241.17
<b>Categoria del suolo</b>	C	C	C	C	C	C

*Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore 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.***

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m , la velocità equivalente delle onde di taglio Vs equivalente è definita dal parametro Vs30.

Pertanto, dal calcolo Vs30 i terreni possono essere assimilati alla **categoria di suolo di fondazione C**, per profondità del piano di posa delle fondazioni comprese tra m. -1,0 e - 11,0 m. dal p.c. secondo gli aggiornamenti NTC D.M. 17 Gennaio 2018. (Ved. Relazione Sismica in allegato)

## **CATEGORIA TOPOGRAFICA**

Per quanto concerne la condizione topografica, la caratteristica morfologica del sito si identifica con la categoria T1 delle norme tecniche, ossia superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $\leq 15^\circ$

Tabella 3.2.IV delle N.T.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $> 15^\circ$
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 $> 30^\circ$

## 5. CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE E GEOTECNICHE DEI TERRENI

Per la ricostruzione della successione stratigrafica dei terreni interessati dall'opera e per la definizione dei principali parametri fisico – meccanici sono state eseguite N.2 Indagini penetrometriche di tipo dinamico spinte fino alla profondità massima di 7.0 m. dal p.c. inoltre sono stati presi a riferimento i valori riportati di seguito presi dalla Relazione Illustrativa a corredo dello Studio di Microzonazione Sismica messa a disposizione dal Comune di Pescara che tiene conto di risultati ottenuti da indagini geologiche più profonde.

I dati riguardanti la Stratigrafia ed i parametri geotecnici di cui sotto, sono stati ricavati sulla base di indagini geognostiche effettuate dal Comune stesso oppure da geologi ad esso collegati.

Di seguito i parametri geotecnici:

CITTA' DI PESCARA Dipartimento Tecnico Settore Programmazione del Territorio							
Pianura Alluvionale - terrazzo di terzo livello (ZONA 7 - Carta delle MOPS)							
spessore in metri	descrizione litologia	Parametri geotecnici	Parametri geofisici	falda	Codice nazionale	Codice regionale	CARG
15-50 Lo spessore minimo è riferito ai bordi della pianura alluvionale. Aumenta rapidamente verso il centro (vedi sezioni)	<b>Limi e limi sabbiosi</b> avana-giallastri poco addensati con livelli argillosi di colore grigio da bassa a media consistenza. Se la porzione fine è prevalente possono apparire superficialmente induriti per essiccazione fino alla profondità di tre-quattro metri. Al di sotto si rinvengono alternanze di livelli <b>argilloso-limosi e limoso-argillosi</b> con abbondanti resti vegetali, plastici, comprimibili, scarsamente consistenti contenenti livelli decimetri o nuclei torbosi e inclusi di ghiaio (spessori variabili tra 20m-30m). Nella parte basale si passa mediante livello <b>sabbioso debolmente limoso</b> grigio mediamente addensato (8-15m di spessore), con intercalazione di limi argillosi consistenti, a orizzonte <b>ghiaioso addensato</b> , con clasti eterometrici di natura prevalentemente calcarea, subarrotundati e subsferici, clastosostenuto con matrice sabbiosa (spessore frequente 4-5 m, spessore max 10 metri)	$y=1,70-1,90$ t/mc; $Q_c=0,6 - 1,5$ Mpa; $\phi=24,6^\circ$ ; $C_u=0,04-0,125$ MPa; NSpt = 4 - 10; $c'=0,003-0,006$ Mpa;  LIVELLO GHIAIOSO DI BASE: NSpt= 35 - 50 colpi; $y=2,00-2,10$ t/mc; $\phi=29^\circ-32^\circ$ ;	$V_s=100-200$ m/s;  LIVELLO GHIAIOSO di base: $V_s=400-500$ m/s	presenza di falda freatica a profondità compresa tra 1 e 3 m. La circolazione sotterranea delle acque è riferibile ad un sistema complesso multifalda contenuto nei numerosi e discontinui orizzonti più grossolani (paleovalvei, barre, depositi di rotta) e con falda in pressione nello strato ghiaioso basale	ML25tf; PT25tf; GM11tf	at3-F3Vd; at3-F5VIa (livello torboso) at3-E3Ib (livello ghiaioso);	AVM4b
	argilla limosa grigio azzurra da consistente a molto consistente con livelli centimetrici limoso-sabbiosi grigi, a volte con gusci e frammenti di bivalvi e gasteropodi, e livelli millimetrici di sabbia fine arrossata per ossidazione. Al contatto erosivo con l'orizzonte ghiaioso soprastante acquifero si presenta alterata per circa due metri. La consistenza aumenta generalmente gradualmente verso il basso	NSpt=10 - 40 colpi; $Q_c=8 - 10$ Mpa; $C'=0,65-0,7$ MPa; $y=1,95-2,05$ t/mc; $C_u=0,2-0,3$ Mpa; $\phi=23^\circ-25^\circ$ ;	$V_s=200-300$ m/s con graduale aumento verso il basso		COS	D2-FMTa	FMTa

**La prova penetrometrica dinamica** consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

### **Correlazione con N<sub>spt</sub>**

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N<sub>spt</sub> ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N<sub>spt</sub>. Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

**Studio di Geologia**

**Dott. Geol. Graziella Ucci**

Via G. D'Annunzio, 60 - 65010 Pescara (PE)

Tel. 338 3182260 Email : [grazy.ucci@gmail.com](mailto:grazy.ucci@gmail.com) - [graziella.ucci@pec.it](mailto:graziella.ucci@pec.it)

---

Dove:

$$\beta_i = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q<sub>spt</sub> è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M = peso massa battente;

M' = peso aste;

H = altezza di caduta;

A = area base punta conica;

δ = passo di avanzamento.

Le prove penetrometriche effettuate sono state spinte fino ad una profondità massima di 7,0 mt. circa dal p.c.

**Misurazioni - Prova D.P.**

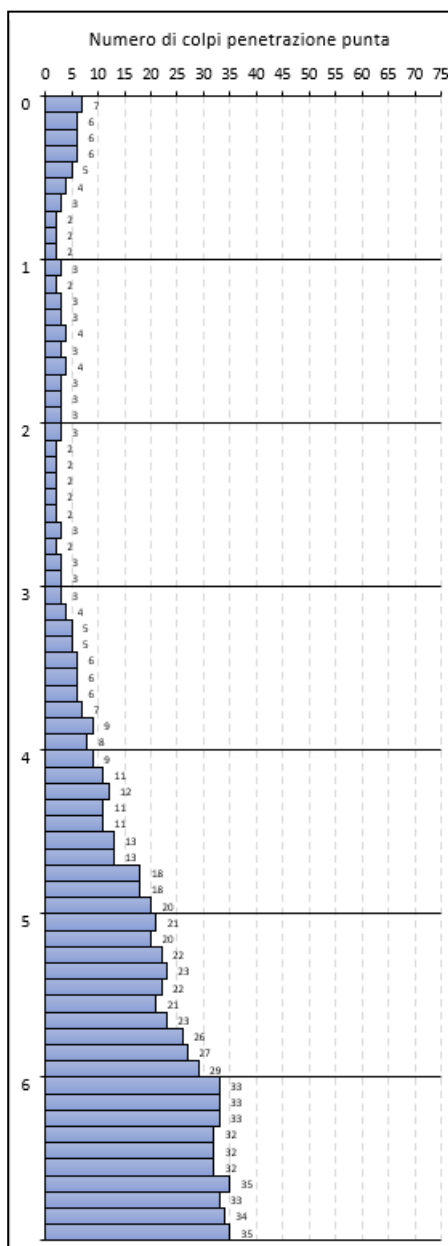
*Simbologia adottata*

z quota inizio misurazione espressa in m

N<sub>p</sub> numero di colpi alla quota z per l'infissione della punta

**PROVA PENETROMETRICA N. 1**

z	N <sub>p</sub>	Rpd (Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0	0
0,10	7	27,4
0,20	6	23,5
0,30	6	23,5
0,40	6	23,5
0,50	5	19,6
0,60	4	15,7
0,70	3	11,7
0,80	2	7,8
0,90	2	7,4
1,00	2	7,4
1,10	3	11,2
1,20	2	7,4
1,30	3	11,2
1,40	3	11,2
1,50	4	14,9
1,60	3	11,2
1,70	4	14,9
1,80	3	11,2
1,90	3	11,2
2,00	3	10,6
2,10	3	10,6
2,20	2	7,1
2,30	2	7,1
2,40	2	7,1
2,50	2	7,1
2,60	2	7,1
2,70	3	10,6
2,80	2	7,1
2,90	3	10,6
3,00	3	10,2
3,10	3	10,2
3,20	4	13,5
3,30	5	16,9
3,40	5	16,9
3,50	6	20,3
3,60	6	20,3
3,70	6	20,3
3,80	7	23,7
3,90	9	30,5
4,00	8	25,9
4,10	9	29,1
4,20	11	35,6
4,30	12	38,8
4,40	11	35,6
4,50	11	35,6
4,60	13	42,1
4,70	13	42,1
4,80	18	58,3
4,90	18	58,3
5,00	20	62,1
5,10	21	65,2
5,20	20	62,1
5,30	22	68,3
5,40	23	71,4
5,50	22	68,3
5,60	21	65,2
5,70	23	71,4
5,80	26	80,7
5,90	27	83,8
6,00	29	86,4
6,10	33	98,3
6,20	33	98,3
6,30	33	98,3
6,40	32	95,4
6,50	32	95,4
6,60	32	95,4
6,70	35	104,3
6,80	33	98,3
6,90	34	101,3
7,00	35	100,3

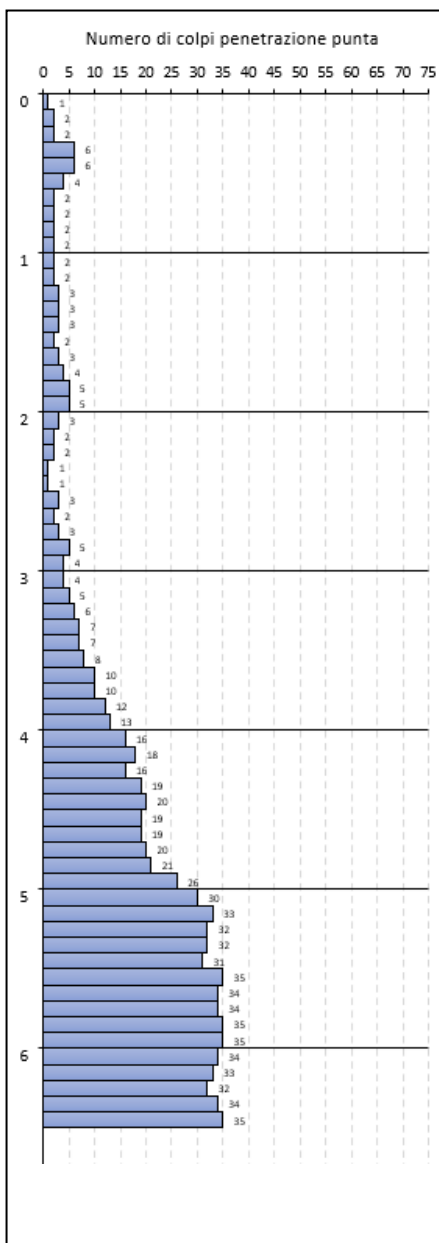


È stata riscontrata la presenza di acqua ad una profondità di 3.7m. dal p.c.

**PROVA PENETROMETRICA N. 2**

**z**                      **N<sub>p</sub>**

Profondità (m)	N colpi	Rpd (Kg/cm <sup>2</sup> )
0	0	0
0,10	1	3,9
0,20	2	7,8
0,30	2	7,8
0,40	6	23,5
0,50	6	23,5
0,60	4	15,7
0,70	2	7,8
0,80	2	7,8
0,90	2	7,4
1,00	2	7,4
1,10	2	7,4
1,20	2	7,4
1,30	3	11,2
1,40	3	11,2
1,50	3	11,2
1,60	2	7,4
1,70	3	11,2
1,80	4	14,9
1,90	5	18,6
2,00	5	17,7
2,10	3	10,6
2,20	2	7,1
2,30	2	7,1
2,40	1	3,5
2,50	1	3,5
2,60	3	10,6
2,70	2	7,1
2,80	3	10,6
2,90	5	17,7
3,00	4	13,5
3,10	4	13,5
3,20	5	16,9
3,30	6	20,3
3,40	7	23,7
3,50	7	23,7
3,60	8	27,1
3,70	10	33,8
3,80	10	33,8
3,90	12	40,6
4,00	13	42,1
4,10	16	51,8
4,20	18	58,3
4,30	16	51,8
4,40	19	61,5
4,50	20	64,7
4,60	19	61,5
4,70	19	61,5
4,80	20	64,7
4,90	21	68,0
5,00	26	80,7
5,10	30	93,1
5,20	33	102,4
5,30	32	99,3
5,40	32	99,3
5,50	31	96,2
5,60	35	108,6
5,70	34	105,5
5,80	34	105,5
5,90	35	108,6
6,00	35	104,3
6,10	34	101,3
6,20	33	98,3
6,30	32	95,4
6,40	34	101,3
6,50	35	104,3



È stata riscontrata la presenza di acqua ad una profondità di 5.0 m. dal p.c.



**Studio di Geologia**

**Dott. Geol. Graziella Ucci**

Via G. D'Annunzio, 60 - 65010 Pescara (PE)

Tel. 338 3182260 Email : [grazy.ucci@gmail.com](mailto:grazy.ucci@gmail.com) - [graziella.ucci@pec.it](mailto:graziella.ucci@pec.it)

---

**FOTO**



Relazione geologica



## UBICAZIONE INDAGINI EFFETTUATE

COMUNE DI PESCARA

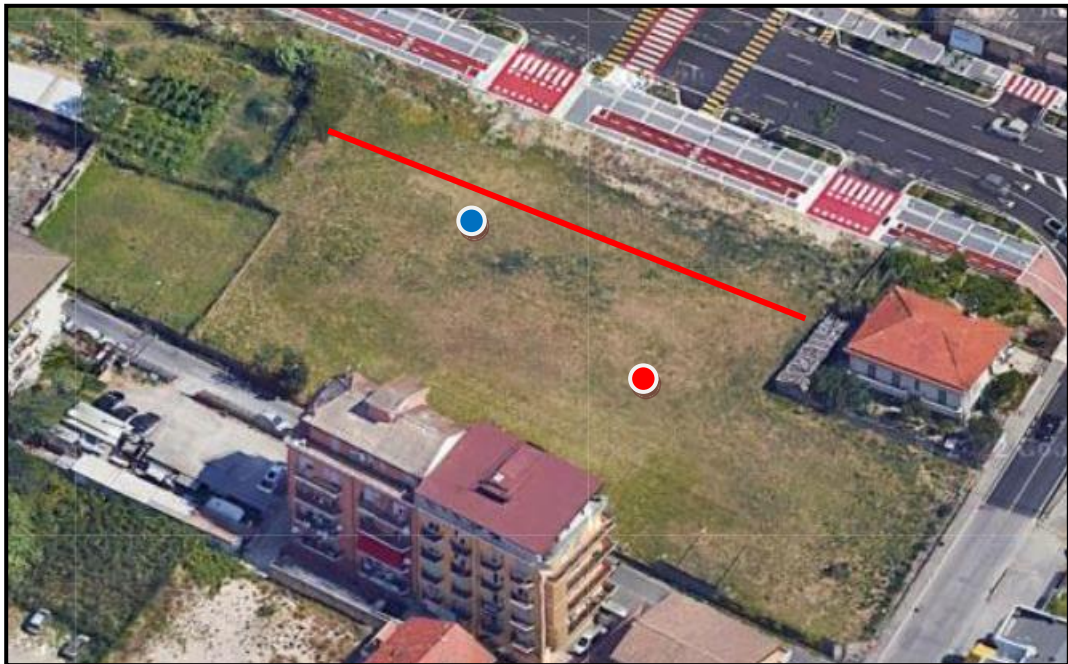


UBICAZIONE INDAGINE PENETROMETRICA N.1



UBICAZIONE INDAGINE PENETROMETRICA N.2

UBICAZIONE INDAGINE SISMICA MASW



Sulla base delle indagini effettuate è stato possibile riconoscere alcuni principali litotipi caratterizzati da peculiari parametri geotecnici, i cui valori caratteristici sono schematizzati come segue:

*STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI*

1) da mt. 0,0 a mt. 3,40

**Argille limose e limi argillosi scarsamente consistenti con possibile presenza di livelli torbosi**

<i>Peso di volume naturale del terreno</i>	$Y_n = 1.6 \text{ t/m}^3$
<i>Peso di volume saturo del terreno</i>	$Y_s = 1.8 \text{ t/m}^3$
<i>Angolo di attrito interno</i>	$\phi' = 21^\circ - 23^\circ$
<i>Coesione</i>	$c' = 0.10 \text{ Kg/cm}^2$
<i>Modulo Edometrico</i>	$Ed = 40 - 50 \text{ Kg/cm}^2$

2) da mt. 3,40 a mt. 4,70

**Limi sabbiosi poco consistenti**

<i>Peso di volume naturale del terreno</i>	$Y_n = 1.9 \text{ t/m}^3$
<i>Peso di volume saturo del terreno</i>	$Y_s = 2.0 \text{ t/m}^3$
<i>Angolo di attrito interno</i>	$\phi' = 25^\circ - 26^\circ$
<i>Coesione</i>	$c' = 0.10 \text{ Kg/cm}^2$
<i>Modulo Edometrico</i>	$Ed = 60 - 80 \text{ Kg/cm}^2$

3) da mt. 4,70 a mt. 7,00

**Limi sabbiosi e sabbie limose mediamente consistenti**

<i>Peso di volume naturale del terreno</i>	$Y_n = 1.9 \text{ t/m}^3$
<i>Peso di volume saturo del terreno</i>	$Y_s = 2.0 \text{ t/m}^3$
<i>Angolo di attrito interno</i>	$\phi' = 28^\circ - 30^\circ$
<i>Modulo Edometrico</i>	$Ed = 120 - 150 \text{ Kg/cm}^2$

Durante l'esecuzione delle indagini penetrometriche è stata intercettata la presenza di acqua ad una profondità di 3.7 m. circa dal p.c. trattasi probabilmente di una falda sospesa.

## **6. ANALISI DEI VINCOLI E DELLE PERICOLOSITÀ GEOLOGICHE**

### **PAI – PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO**

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini Idrografici di Rilievo Regionale Abruzzesi e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro "Fenomeni Gravitativi e Processi Erosivi" (PAI), disciplinato dall'autorità di bacino della regione Abruzzo, viene definito quale "strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato" (si veda art 17 della L. 183/89, Legge Quadro in materia di difesa del suolo).

Il PAI permette sostanzialmente una corretta gestione e pianificazione di aree con presenza di dissesti gravitativi e processi erosivi.

*L'area oggetto del presente lavoro NON RIENTRA all'interno di un'area Pericolosa.*

(Carta della Pericolosità PAI in allegato)

### **PSDA – PIANO STRALCIO DI DIFESA DALLE ALLUVIONI**

Il Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni, disciplinato dall'autorità di bacino della regione Abruzzo, quale stralcio del Piano di Bacino, è inteso come strumento di individuazione delle aree a rischio alluvionale e quindi, da sottoporre a misure di salvaguardia ma anche di delimitazione delle aree di pertinenza fluviale: il Piano è quindi funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive) il conseguimento di un assetto fisico dell'ambito fluviale compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli, industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali.

*L'area oggetto del presente lavoro NON RIENTRA all'interno di un'area Pericolosa*

(Carta della Pericolosità PSDA in Allegato)

### **VINCOLO IDROGEOLOGICO**

L'intero territorio nazionale è stato suddiviso in aree potenzialmente a rischio secondo le direttive del R.D.L. del 30 dicembre 1923 n° 3267 conosciuto come "legge forestale" al cui art.

## **Studio di Geologia**

**Dott. Geol. Graziella Ucci**

Via G. D'Annunzio, 60 - 65010 Pescara (PE)

Tel. 338 3182260 Email : [grazy.ucci@gmail.com](mailto:grazy.ucci@gmail.com) - [graziella.ucci@pec.it](mailto:graziella.ucci@pec.it)

---

1 si legge: “Sono sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici i terreni di qualsiasi natura e destinazione che (...) con danno pubblico possono subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque”.

L'area oggetto del presente NON RIENTRA all'interno di una zona vincolata.

## **7. CONCLUSIONI**

La presente relazione geologica è stata redatta su incarico della Ditta GALLERIE CENTRI COMMERCIALI SRL con sede a Pescara in Corso Manthonè n.40 – P.IVA 02230130680.

È stato compiuto uno studio geologico con modellazione sismica e uno studio geologico tecnico per la valutazione del modello di volume significativo del sito destinatario dello studio di progettazione per la “PROPOSTA DEL PROGETTO OO.UU. COMPARTO 8.24B” nel Comune di Pescara.

I depositi presenti nell'area oggetto di studio appartengono alle Unità geologiche Continentali appartenenti al *Sintema di Valle Majelama* e più precisamente al *Subsintema di Chieti Scalo*. (Ved. Carta Geologica d'Abruzzo in Allegato)

Essi sono costituiti da depositi limoso-sabbiosi e limoso-argillosi con presenza di livelli torbosi. Generalmente si presentano allo stato sciolto ed hanno uno spessore variabile dai 15 ai 30 m. Talvolta possono presentare livelli ghiaiosi.

La consultazione della carta Geologico – Tecnica (in allegato) redatta dal Comune di Pescara a supporto dello Studio di Microzonazione Sismica ha confermato la presenza di depositi appartenenti alla piana alluvionale e a terrazzi fluviali. Essi sono prevalentemente composti da lenti discontinue di limi argillosi e argille limose a forte componente organica e da livelli torbosi da poco consistenti a inconsistenti talvolta con presenza di lenti sabbioso-ghiaiose.

La base di tali depositi è costituita da un orizzonte ghiaioso addensato di origine fluvio-deltizia in contatto erosivo con il substrato geologico locale non rigido ad una profondità di circa 50 m.

(Substrato costituito dalle argille siltose sovraconsolidate della Formazione Mutignano FMTa)

In allegato è riportata una Sezione geologica che descrive visivamente la situazione geologica dell'area oggetto di studio.

**Studio di Geologia**

**Dott. Geol. Graziella Ucci**

Via G. D'Annunzio, 60 - 65010 Pescara (PE)

Tel. 338 3182260 Email : [grazy.ucci@gmail.com](mailto:grazy.ucci@gmail.com) - [graziella.ucci@pec.it](mailto:graziella.ucci@pec.it)

---

L'area oggetto di studio presenta una morfologia pianeggiante e nell'area in studio non sono stati rilevati fenomeni significativi di instabilità, come d'altro canto evidenziato anche nella Cartografia del P.A.I. (Piano stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Abruzzo, Carta della pericolosità in allegato).

Per la ricostruzione della successione stratigrafica dei terreni interessati dall'opera e per la definizione dei principali parametri fisico – meccanici sono state eseguite N.2 Indagini penetrometriche di tipo dinamico spinte fino alla profondità massima di 7,0 m. dal p.c.

A pag. 18 è possibile consultare la stratigrafia con i relativi parametri geotecnici individuati. Durante l'esecuzione delle indagini penetrometriche è stata intercettata la presenza di acqua ad una profondità di circa 3.7 m. dal p.c. trattasi probabilmente di una falda sospesa. La circolazione sotterranea delle acque è infatti riferibile ad un sistema complesso multifalda contenuto nei numerosi e discontinui orizzonti più o meno grossolani presenti.

Per la definizione della categoria di suolo di fondazione si è fatto riferimento all'approccio di tipo semplificato mediante l'esecuzione di una prova geofisica di superficie tipo MASW.

Dal calcolo Vs30 i terreni possono essere assimilati alla *categoria di suolo di fondazione C* per profondità del piano di posa delle fondazioni comprese tra m. -1,0 e - 11,0 m. dal p.c. secondo gli aggiornamenti NTC D.M. 17 Gennaio 2018.

Nella Carta di Microzonazione sismica del Comune di Pescara, l'area oggetto di studio risulta inserita all'interno di una zona di attenzione per rischio liquefazione.

Per cui, vista la presenza di terreni sabbiosi e la presenza della falda acquifera ad una profondità inferiore a 15 m. dal p.c. è richiesto un approfondimento relativamente alla verifica di instabilità per liquefazione.

A tal proposito, è stato eseguito uno studio per la verifica a liquefazione, eseguito mediante Software specifico ed utilizzando i dati ottenuti dalle indagini in situ effettuate (lo studio è consultabile in allegato).

Sulla base dei risultati ottenuti dallo studio, i depositi presenti nel sottosuolo non sono suscettibili a liquefazione.

**Studio di Geologia**

**Dott. Geol. Graziella Ucci**

Via G. D'Annunzio, 60 - 65010 Pescara (PE)

Tel. 338 3182260 Email : [grazy.ucci@gmail.com](mailto:grazy.ucci@gmail.com) - [graziella.ucci@pec.it](mailto:graziella.ucci@pec.it)

---

Concludendo, avendo rilevato che:

- Il sito in esame non è ubicato in un'area perimetrata come pericolosa dal PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO "Fenomeni gravitativi e processi erosivi"
- Il sito in esame non è ubicato in un'area perimetrata come pericolosa dal PIANO STRALCIO DI BACINO DI DIFESA ALLUVIONI
- In considerazione delle caratteristiche litologiche, morfologiche e strutturali riscontrate nell'area in esame, si può affermare che la stessa risulta idonea alla realizzazione delle opere previste nella "PROPOSTA DEL PROGETTO OO.UU. COMPARTO 8.24B"

Per quanto riguarda la tipologia fondazionale si rimanda la scelta di quella più idonea allo strutturista che effettuerà i calcoli tenendo conto del fatto che dalla analisi geologico-stratigrafica del sito è scaturita la presenza di terreni caratterizzati da scarse caratteristiche fisico meccaniche per cui sarà necessario impostare le fondazioni sull'orizzonte litologico più consistente oppure effettuare uno sbancamento che provvederà ad eliminare la porzione più scadente di terreno.

E' possibile quindi affermare che l'area in esame può ritenersi compatibile con l'intervento in progetto. Si rimane a disposizione per ogni eventuale chiarimento.

*Il Geologo*

*Dott.ssa Graziella Ucci*



*Studio di Geologia*

*Dott. Geol. Graziella Ucci*

Via G. D'Annunzio, 60 - 65010 Pescara (PE)

Tel. 338 3182260 Email : [grazy.ucci@gmail.com](mailto:grazy.ucci@gmail.com) - [graziella.ucci@pec.it](mailto:graziella.ucci@pec.it)

---

## **ALLEGATI :**

Cartografie ed Elaborati

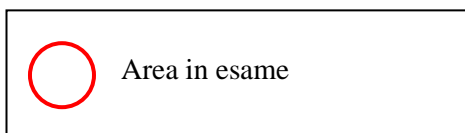


## STRALCIO DELLA CARTA TOPOGRAFICA REGIONALE

SCALA 1: 17.000



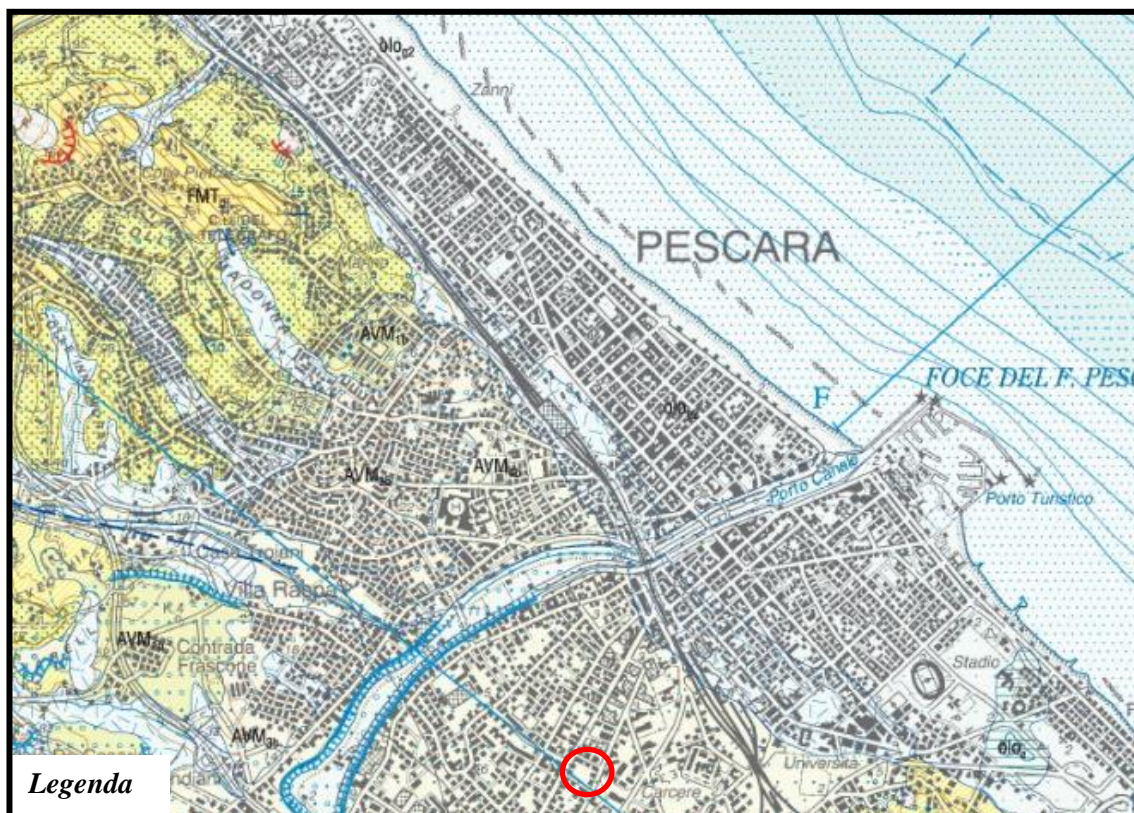
### *Legenda*





## STRALCIO della CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

Foglio N. 351 PESCARA - SCALA 1: 50.000



Olocene

### 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 litotipi prevalentemente argilloso e sabbiosi o da blocchi conglomeratici e arenaci ( $olo_{s1}$ ).

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 clasti di dimensione da centimetriche a decimetriche, localmente pluridecimetriche, poligenici, da sub-angolosi ad arrotondati, con intercalazioni di sabbie e limi-sabbiosi ( $olo_{s2}$ ).

Coltri eluvio-colluviali - Limi sabbiosi, limi argillosi e sabbie da grigiastri a giallastri a bruno-rossastri con clasti centimetrici arenacei e 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 ( $olo_{s3}$ ).

Depositi eolici - Sabbie a granulometria medio-fine, ben classate, sciolte o debolmente addensate ( $olo_{s4}$ ).

Depositi lacustri e palustri - Peliti palustri e peliti sabbioso-ciottolose, terreni di bonifica e torbe ( $olo_{s5}$ ).

Depositi di spiaggia - Sabbie a granulometria medio - fine, sciolte o addensate, ghiaie con ciottoli eterometrici da arrotondati a sub-arrotondati, generalmente appiattiti ( $olo_{s6}$ ).

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-limosi, dell'attività estrattiva ( $olo_{s7}$ ).



**SINTEMA DI VALLE MAIELAMA**

subsistema di Chieti Scalo (AVM<sub>4</sub>)

Conglomerati, sabbie e limi fluviali, a stratificazione pianoparallela e incrociata, con lenti di argille e torbe; sono terrazzati ad altezze sul fondovalle comprese tra 15 m e 25 m (fiumi Pescara e Alento) e tra 10 m e 25 m (F. Foro). Conglomerati a granulometria grossolana, clasto sostenuti, frequentemente poco organizzati, dei conoidi alluvionali dei versanti orientale e settentrionale della Maiella. La base non è osservabile in affioramento, se non ai margini del terrazzo, dove corrisponde al contatto erosivo sui depositi delle formazioni marine, o sui depositi dei sub-sintemi più antichi. Il tetto è costituito dalla superficie deposizionale della sommità del terrazzo, o dal contatto erosivo con i depositi olocenici. Lo spessore affiorante è di 15-30 m (AVM<sub>4b</sub>).

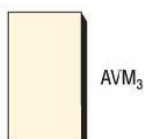
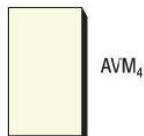
Detriti di falda calcarei eterometrici, generalmente ben stratificati, affioranti al piede dei versanti carbonatici della Maiella (AVM<sub>4a2</sub>).

*PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.*

subsistema di Vallemare (AVM<sub>3</sub>)

Conglomerati clasto sostenuti e sabbie limose fluviali. Affiorano lungo le valli dei fiumi Pescara e Foro, dove sono terrazzati ad altezze sul fondovalle comprese tra 30 m e 35 m (fino a 40 m sul F. Foro). Conglomerati a granulometria grossolana, clasto sostenuti, generalmente poco organizzati, riferibili a depositi di conoide alluvionale.

La base è costituita dalla superficie erosiva del contatto sui depositi delle formazioni marine, o sui depositi dei sub-sintemi più antichi. Il tetto è costituito dalla superficie deposizionale della sommità del terrazzo, o dal contatto erosivo con le unità quaternarie più recenti. Lo spessore è di 5-10 m. localmente maggiore nel caso dei depositi di conoide alluvionale (AVM<sub>3a</sub>).



b deposito alluvionale ghiaioso



b deposito alluvionale ghiaioso-sabbioso



b deposito alluvionale sabbioso



## MICROZONAZIONE SISMICA Carta geologico - tecnica

SCALA 1:5.000

Tav.: II

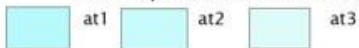
Base topografica: CTR 1:5.000 fornita dal Servizio Cartografico della Regione Abruzzo - Sistema di Riferimento Geografico WGS 1984 Fuso 33N

### REGIONE ABRUZZO

#### Comune di Pescara (PE)



AT - Depositi alluvionali terrazzati



I depositi appartenenti alla piana alluvionale e a terrazzi fluviali (at3) sono prevalentemente composti da lenti discontinue di limi - argillosi e argille limose a forte componente organica e livelli torbosi da poco consistenti a inconsistenti con lenti ghiaioso - sabbioso e sabbioso - ghiaioso moderatamente addensate. L'orizzonte superficiale è localmente indurito per essiccazione. Hanno uno spessore che varia da 40 a 50 metri con ispessimento verso est nel depocentro, fino ai 12 - 15 metri ai margini. I terrazzi fluviali più antichi (at1 - at2) sono principalmente costituiti da limi sabbiosi ed argille sabbiose moderatamente consistenti. Lo spessore varia dai 5 ai 20 metri. Il passaggio al sottostante substrato marino è in discordanza angolare ed erosivo; avviene in genere con un livello ghiaioso - sabbioso addensato. Età: Pleistocene medio - Pleistocene superiore

(Fonte: Carta Geologica d'Italia CARG F.131 Pescara - Rusciadelli G. et. all., 2000 )



F3Vd - Depositi limoso-argillosi ricchi di materiale organico poco consistenti della piana alluvionale. Verso il basso aumenta la frazione argillosa. Si rinvencono lenti di sabbie ghiaiose generalmente decimetriche mediamente addensate. La porzione superficiale si presenta localmente indurita per essiccazione. Depositi in ambiente fluvio - lacustre, di rotta e di barra, nel depocentro hanno uno spessore di circa 40 m e poggiano su un orizzonte basale di ghiaie calcaree addensate fluvio-deltizie.

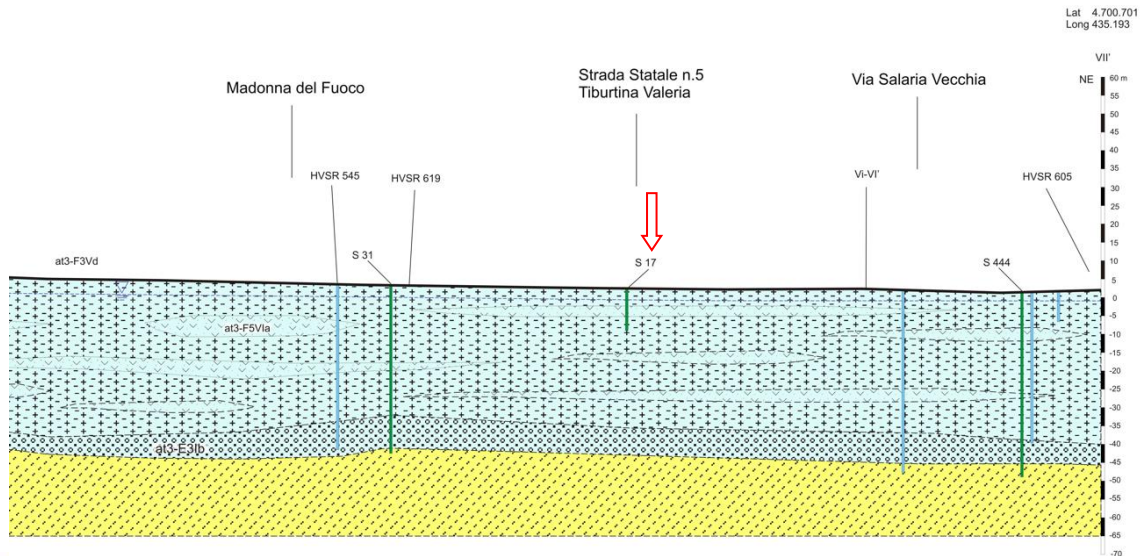


Valle sepolta stretta  $C > 0,25$



Valle sepolta larga  $C < 0,25$

## SEZIONE GEOLOGICA



### Substrato geologico non rigido



C3 - Alternanze di sabbie, sabbie cementate e arenarie deboli con intercalazioni di sottili livelli di siltiti grigio-azzurre. Generalmente presenta una stratificazione da media a sottile, con spessore max di 40 cm, a giacitura suborizzontale. La porzione superficiale (0-10 m circa) è spesso interessata da fenomeni di alterazione che ne indeboliscono i caratteri geotecnici. Le velocità delle onde sismiche Vs è superiore rispetto alla formazione sottostante e può raggiungere raramente gli 800 m/s.



D2 - Peliti costituite principalmente da argille siltose grigio-azzurre con presenza di sottili livelli sabbiosi grigi e giallo-ocra, arrossati per ossidazione. Generalmente la stratificazione è centimetrica, piano-parallela e lenticolare. La porzione superficiale (0-10 m circa) è spesso interessata da fenomeni di alterazione che ne indeboliscono i caratteri geotecnici. La velocità delle onde sismiche Vs è sempre inferiore a 800 m/s.



Area di studio

### Terreni di copertura



E3 Ib - Ghiaie e sabbie addensate e talvolta cementate con frazione fine interstiziale non coesiva. Si presentano in lenti e livelli sottili, talvolta possono presentare spessore massimo di circa 10 m.

E3 IVd - Sabbie e ghiaie, con presenza di abbondante materia organica dispersa, frazione fine interstiziale non coesiva e livelli discontinui di sabbie ghiaiose. Derivanti dalla messa in posto dei depositi alluvionali attuali. Presentano uno spessore variabile dai 10 ai 20 m.



E4 IVa - Depositi sabbioso-ghiaiosi, con saltuaria presenza di clasti di dimensioni maggiori dell'ordine decimetrico. Depositi di versante attuali. Presentano uno spessore variabile dai 5 ai 20 m.



E5 IVb - Sabbie debolmente limose a poco addensate a sciolte. Sono presenti lenti a prevalente componente fine coesiva. Derivano dalla messa in posto in ambiente tidale e fluvio-deltizio. Lo spessore aumenta verso il mare fino a raggiungere i 25 metri circa.



E6 IIIa - Alternanze di sabbie argillose e sabbie limose poco addensate, con presenza di lenti con clasti di dimensioni maggiori. Deposte in ambiente marino e/o fluvio-deltizio si rinvengono nella piana costiera, mentre di origine fluviale costituisce i terrazzi di I e II Ordine. In entrambe i casi lo spessore varia dai 5 ai 20 m.

E6 IVa - Depositi sabbioso-limosi e sabbioso-argillosi sciolti, con presenza di clasti di dimensioni maggiori. Derivanti dall'alterazione dei sedimenti del substrato. Lo spessore è molto variabile, raggiunge spesso i 10 m e localmente 20 m.

E6 IVb - Depositi sabbioso-limosi e limoso-sabbiosi debolmente argillosi scarsamente addensati. Si rinvengono lenti di sabbie-ghiaiose e lenti di materiale organico. Depositi in ambiente fluvio-deltizio. Poggiano su un orizzonte basale di ghiaie calcaree addensate fluvio-deltizie. Lo spessore medio di circa 40 m.



F3 Vd - Depositi limoso-argillosi ricchi di materiale organico poco consistenti della piana alluvionale. Verso il basso aumenta la frazione argillosa. Si rinvengono lenti di sabbie ghiaiose generalmente decimetriche mediamente addensate. La porzione superficiale si presenta localmente indurita per essiccazione. Depositi in ambiente fluvio-lacustre, di rotta e di barra, nel depocentro hanno uno spessore di circa 40 m e ooziano su un orizzonte basale di ghiaie calcaree addensate fluvio-deltizie.

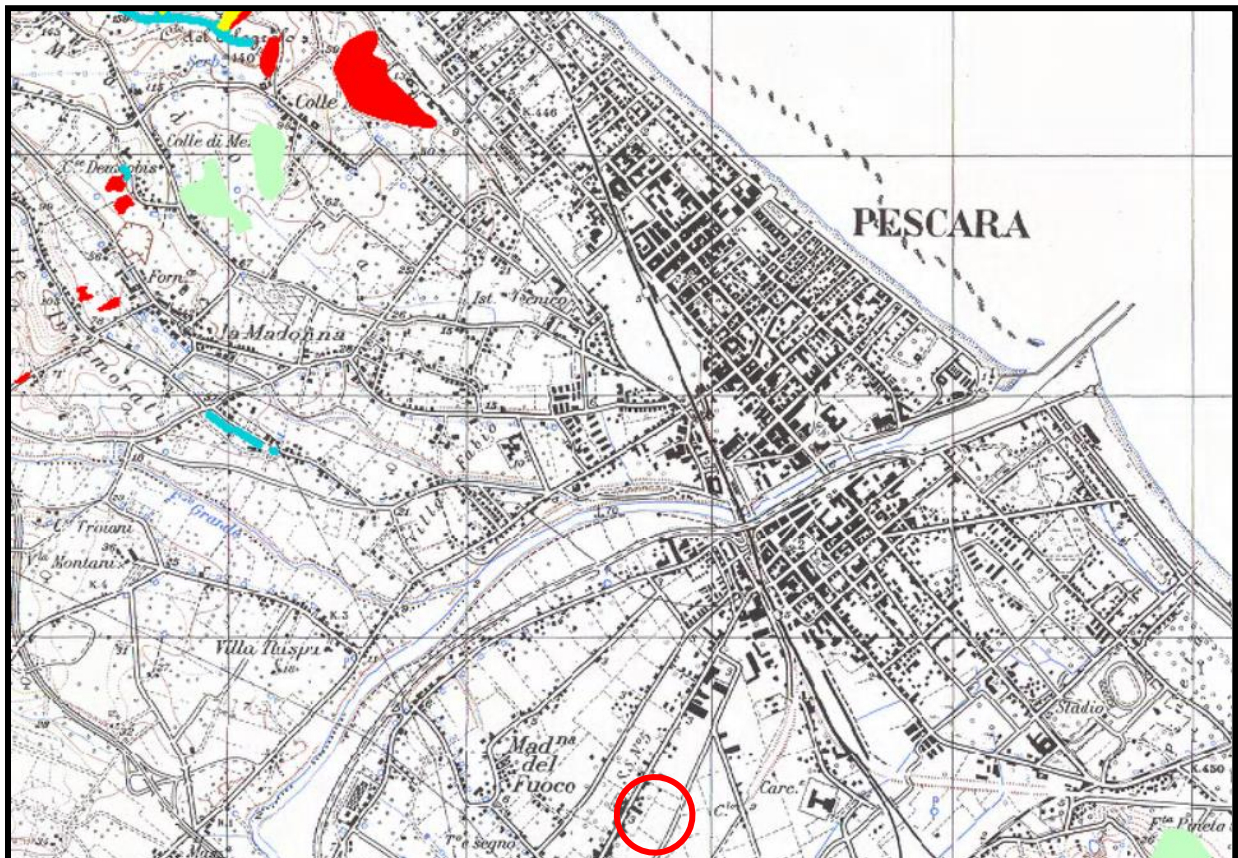



F5 VIa - Torbe ed altre terre fortemente organiche prive di consistenza in lenti o livelli dallo spessore di pochi metri.







## STRALCIO DELLA CARTA DELLA PERICOLOSITA'

da cartografia del PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO della  
Regione Abruzzo, Scala originale 1:25.000



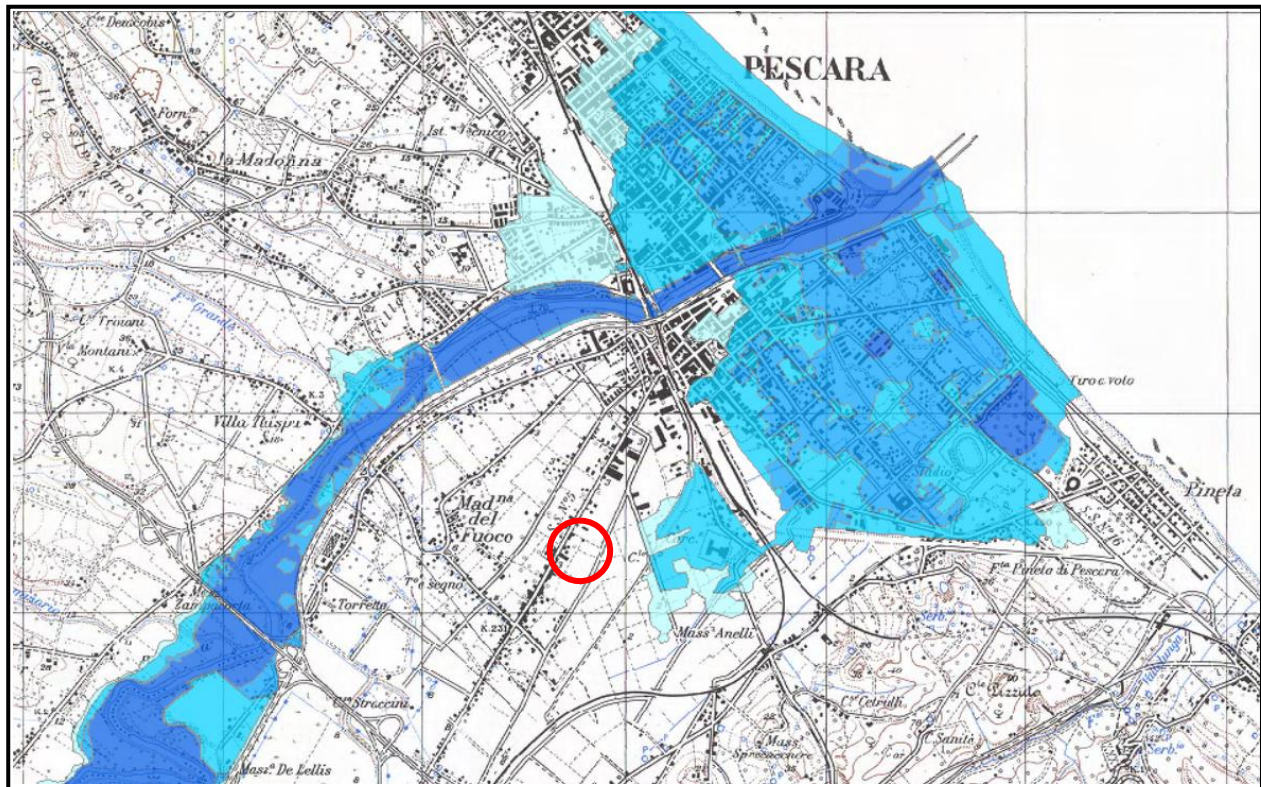
LIMITE TERRITORIO AUTORITA' DI BACINO 

### CLASSI DI PERICOLOSITA'

-  **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.

## PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI (PSDA) CARTA DELLA PERICOLOSITA'

della Regione Abruzzo, Stralcio della Cartografia in Scala originale 1:25.000

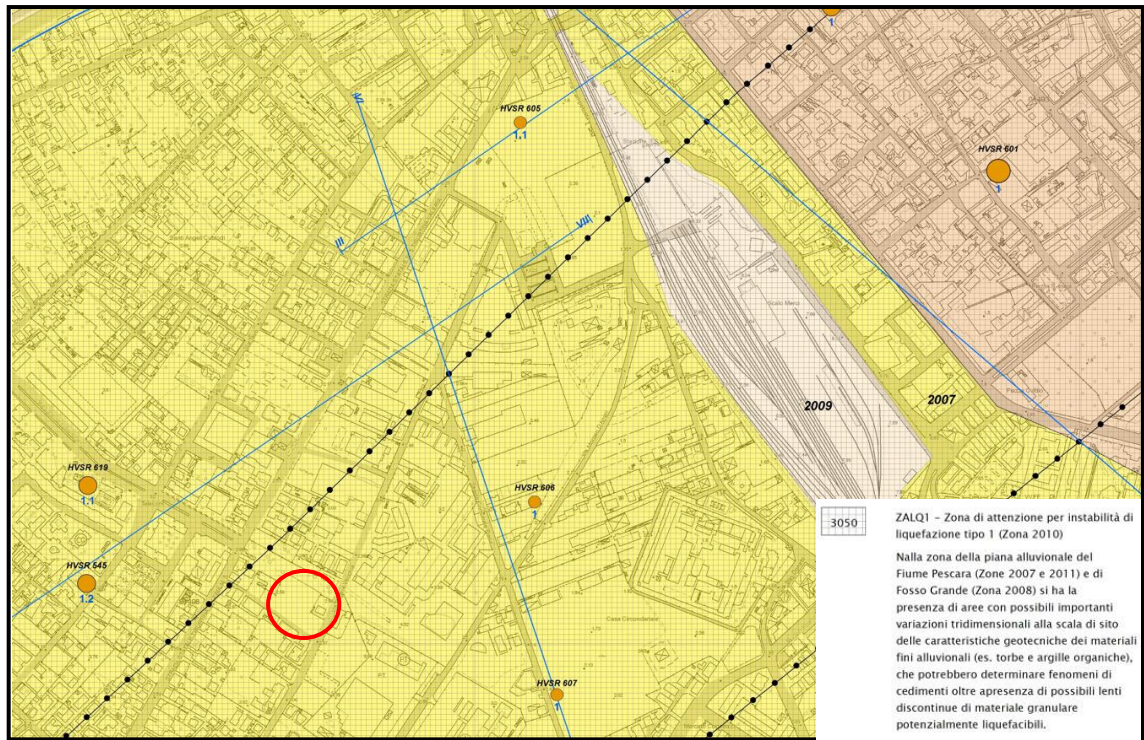


- P1 - pericolosità moderata
- P2 - pericolosità media
- P3 - pericolosità elevata
- P4 - pericolosità molto elevata



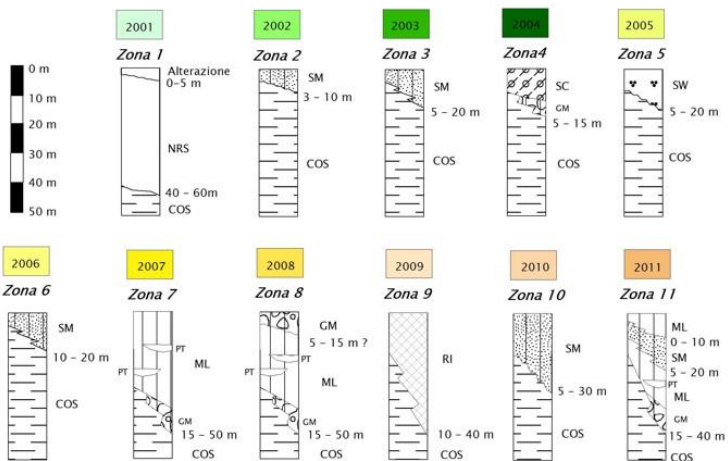
**MICROZONAZIONE SISMICA**  
 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica  
 con frequenze fondamentali di vibrazione  
 SCALA 1:5.000 Tav. II  
Base topografica: CTR 1:5.000 fornita dal Servizio Cartografico della Regione Abruzzo - Sistema di Riferimento Geografico WGS 1984 Fuso 33N

**REGIONE ABRUZZO**  
 Comune di  
**Pescara (PE)**



**Legenda**

**Zone stabili suscettibili di amplificazione locali**



Relazione geologica

- Substrato non rigido stratificato - Alternanza di sabbie da moderatamente addensate a cementate e arenarie deboli con intercalazioni di sottili livelli di silti grigio-azzurre (FMTd -FMTc) [NRS].
- Substrato coesivo sovraconsolidato e stratificato - Sedimenti costituiti principalmente da argille grigio-azzurre con presenza di livelli sabbiosi grigi (FMTa) [COS].
- Depositi prevalentemente sabbioso-limosi e sabbioso - argillosi con lenti ghiaioso - sabbiose. Generalmente si presentano da sciolti e poco consistenti/addensati nei livelli ghiaiosi. Nei depositi alluvionali si hanno livelli limoso - torbosi [SM].
- Depositi prevalentemente sabbioso - argillosi con livelli sabbioso-limosi e sabbioso-ghiaiosi. Generalmente si presentano da sciolti e poco addensati [SC].
- Depositi costituiti da sabbie e sabbie-ghiaiose, spesso sciolte e/o poco addensate [SW].
- Depositi prevalentemente limoso - sabbiosi e limoso - argillosi con livelli ricchi in limi - torbosi. Generalmente si presentano da sciolti. Possono presentare lenti ghiaiose [ML].
- Depositi ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi clasto-sostenuti e addensati [GM].
- Lenti costituite da materiali ad alto contenuto organogeno, legnosi e torbosi [PT].
- Discarica RSU e/o riporti antropici usati per riporti di cave dismesse [RI].

## Parametri sismici

determinati con **GeoStru PS**

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: Fondazioni

### Sito in esame.

latitudine: 42,451169 [°]

longitudine: 14,206787 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

### Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	26095	42,433030	14,167630	3793,7
Sito 2	26096	42,432610	14,235380	3124,7
Sito 3	25874	42,482610	14,235940	4235,7
Sito 4	25873	42,483020	14,168150	4752,6

### Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,045	2,470	0,284
Danno (SLD)	63	50	0,056	2,476	0,310
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,136	2,518	0,367
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,176	2,514	0,386



## Coefficienti Sismici Fondazioni

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s <sup>2</sup> ]	Beta [-]
SLO	1,500	1,590	1,000	0,013	0,007	0,658	0,200
SLD	1,500	1,550	1,000	0,017	0,008	0,820	0,200
SLV	1,490	1,460	1,000	0,049	0,024	1,991	0,240
SLC	1,430	1,440	1,000	0,060	0,030	2,469	0,240

Geostru

# Indagine sismica

## Easy MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

### Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- P-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- S-Trasversale: onda profonda di taglio;
- L-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- R-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

### Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (onde P, onde S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

### Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

### Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

#### Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

#### Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

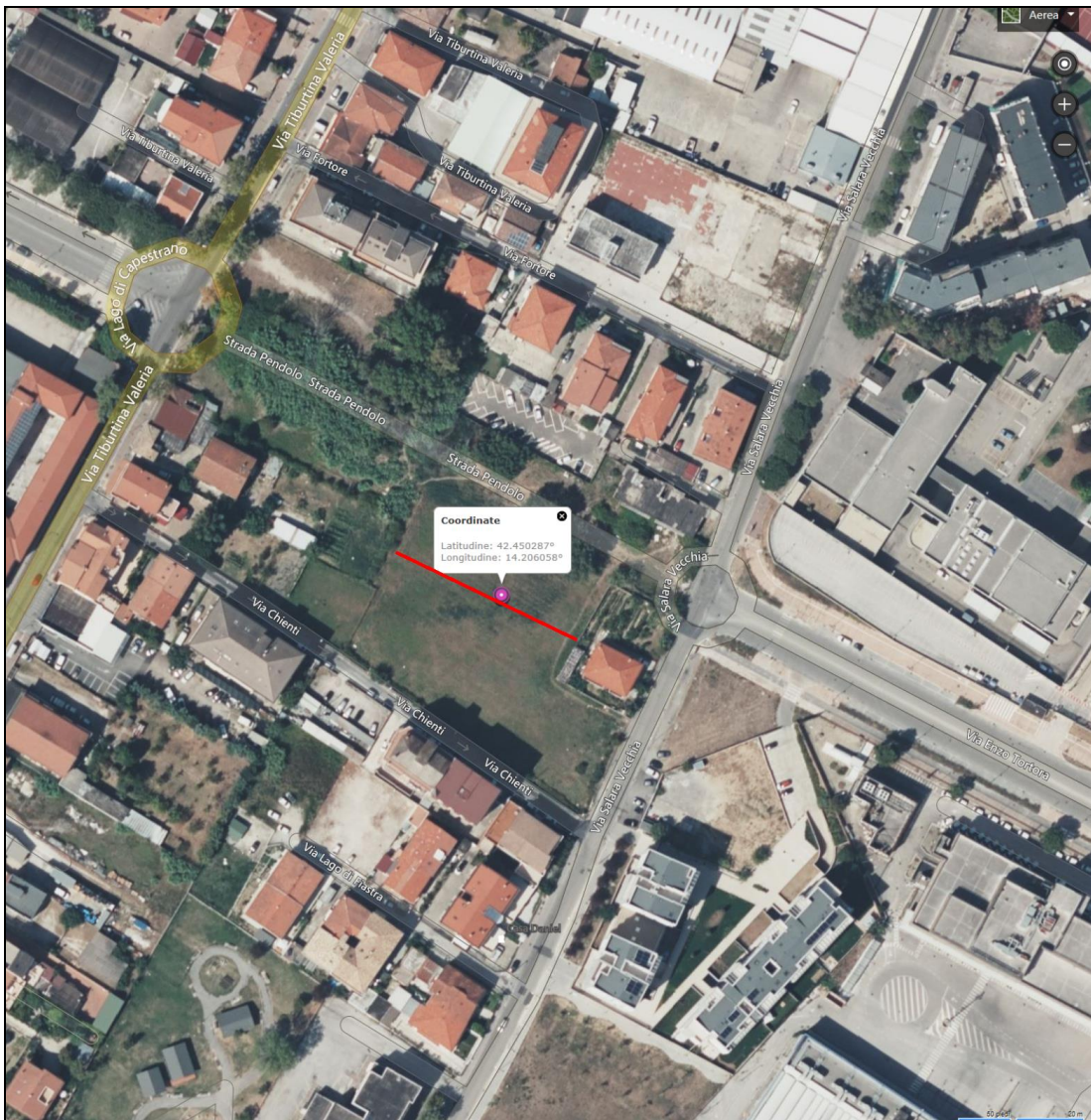
Foto stendimento sismico





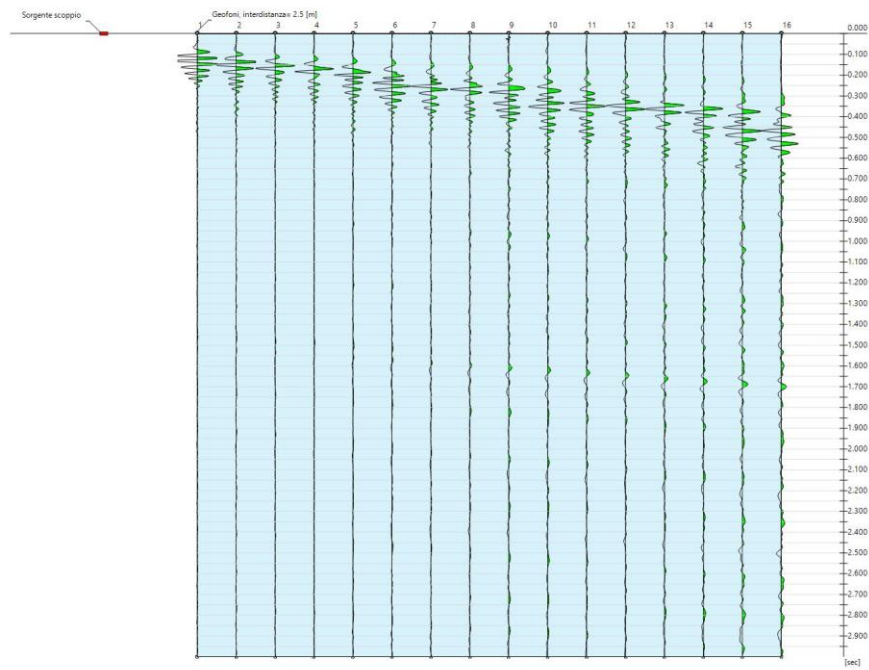
## Dati generali

<b>Zona</b>	Pescara strada pendolo via salara vecchia
<b>Data</b>	23/05/2024 06:47
<b>Latitudine</b>	42.4503
<b>Longitudine</b>	14.2061



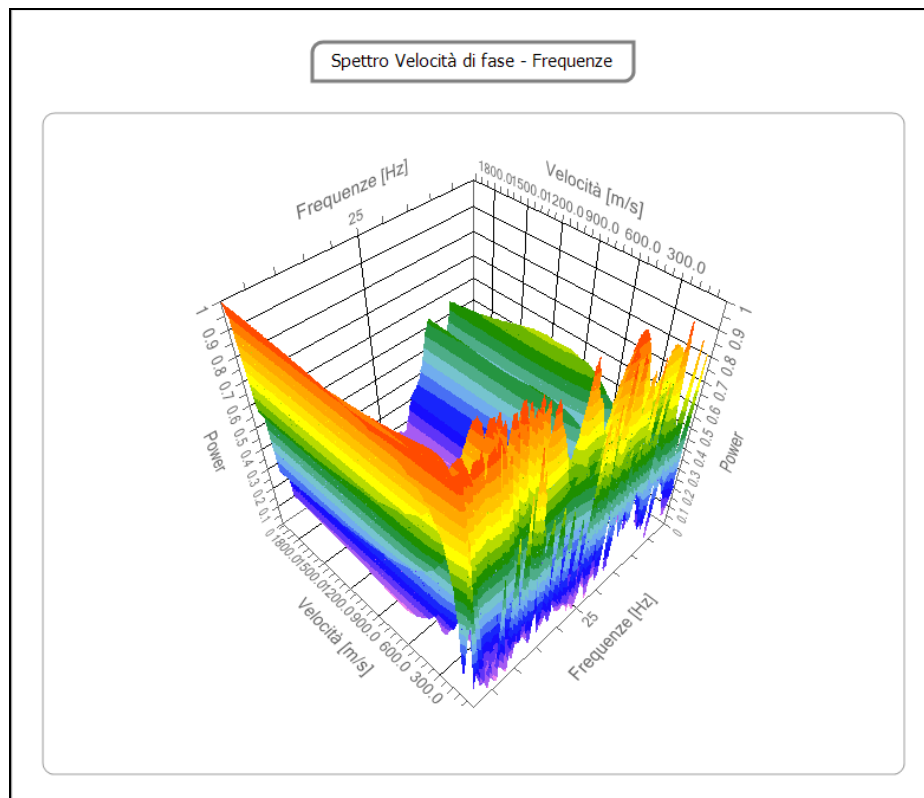
## Tracce

<b>N. tracce</b>	16
<b>Durata acquisizione</b> [msec]	3000.0
<b>Interdistanza geofoni</b> [m]	2.5
<b>Periodo di campionamento</b> [msec]	1.00



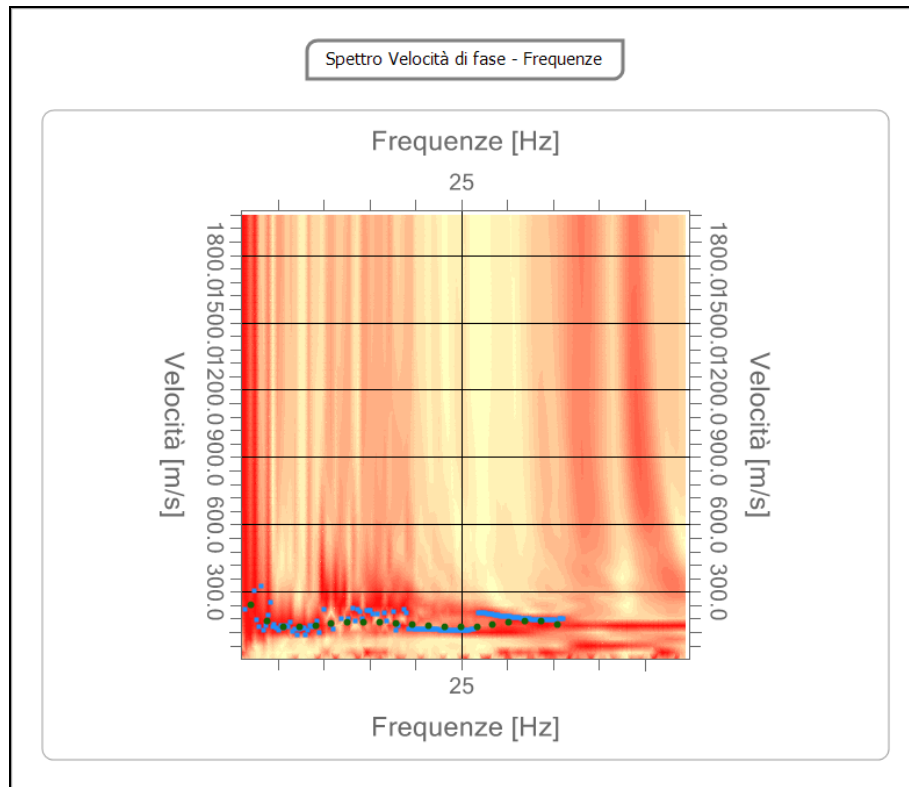
## Analisi spettrale

<b>Frequenza minima di elaborazione [Hz]</b>	1
<b>Frequenza massima di elaborazione [Hz]</b>	50
<b>Velocità minima di elaborazione [m/sec]</b>	1
<b>Velocità massima di elaborazione [m/sec]</b>	2000
<b>Intervallo velocità [m/sec]</b>	1



### Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	2.1	243.0	0
2	3.8	170.8	0
3	5.6	144.3	0
4	7.3	144.1	0
5	9.1	150.0	0
6	10.9	156.9	0
7	12.6	161.9	0
8	14.4	163.6	0
9	16.1	161.8	0
10	17.9	157.3	0
11	19.7	151.6	0
12	21.4	146.3	0
13	23.2	142.0	0
14	24.9	142.0	0
15	26.7	146.0	0
16	28.4	153.4	0
17	30.2	162.4	0
18	32.0	169.4	0
19	33.7	169.1	0
20	35.5	153.4	0



**Inversione**

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		4.91	4.91	1800.0	0.20	No	274.6	168.1
2		10.43	5.52	1800.0	0.20	No	274.7	168.2
3		17.37	6.93	1800.0	0.20	No	275.3	168.6
4		24.13	6.77	1800.0	0.20	No	279.6	171.2
5		32.48	8.35	1800.0	0.20	No	578.6	354.3
6		oo	oo	1800.0	0.20	No	590.6	361.7

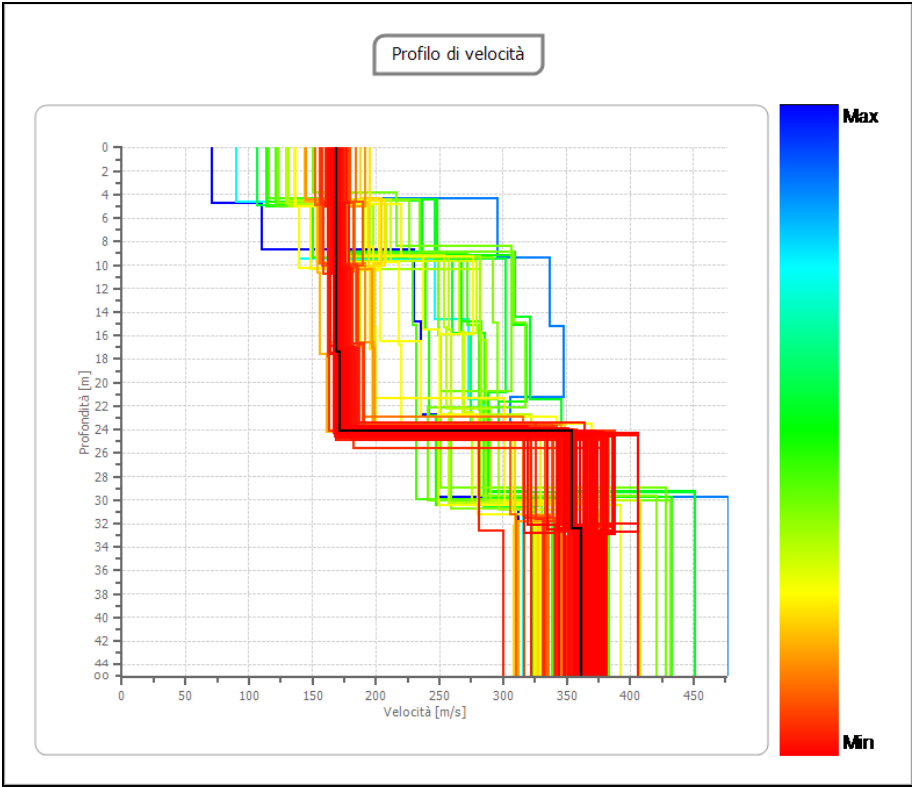
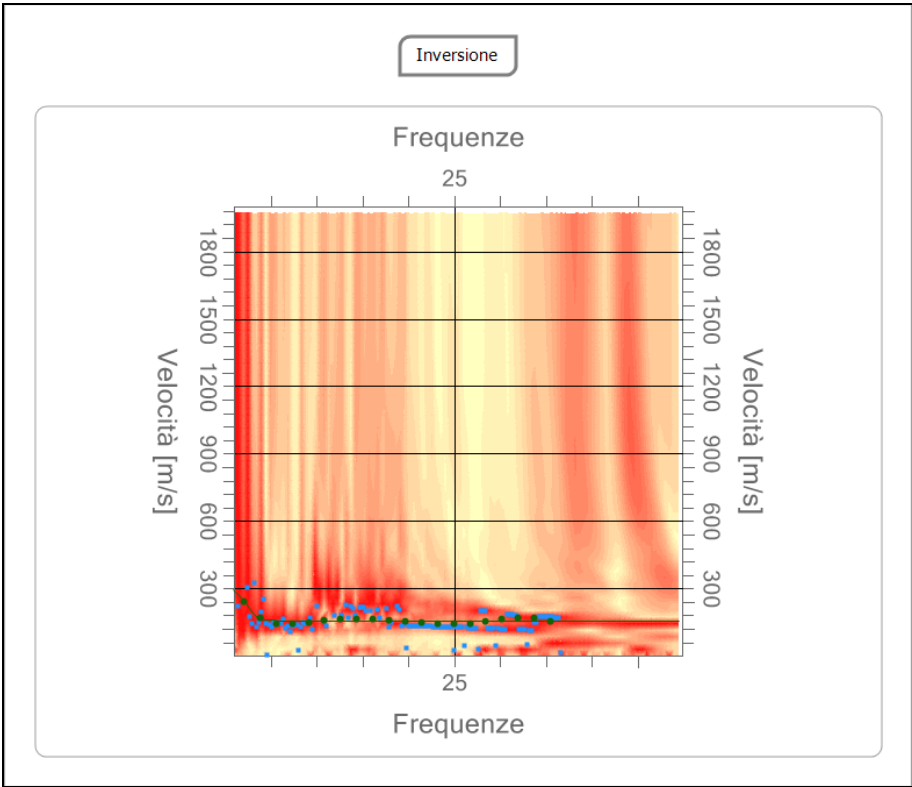
Percentuale di errore

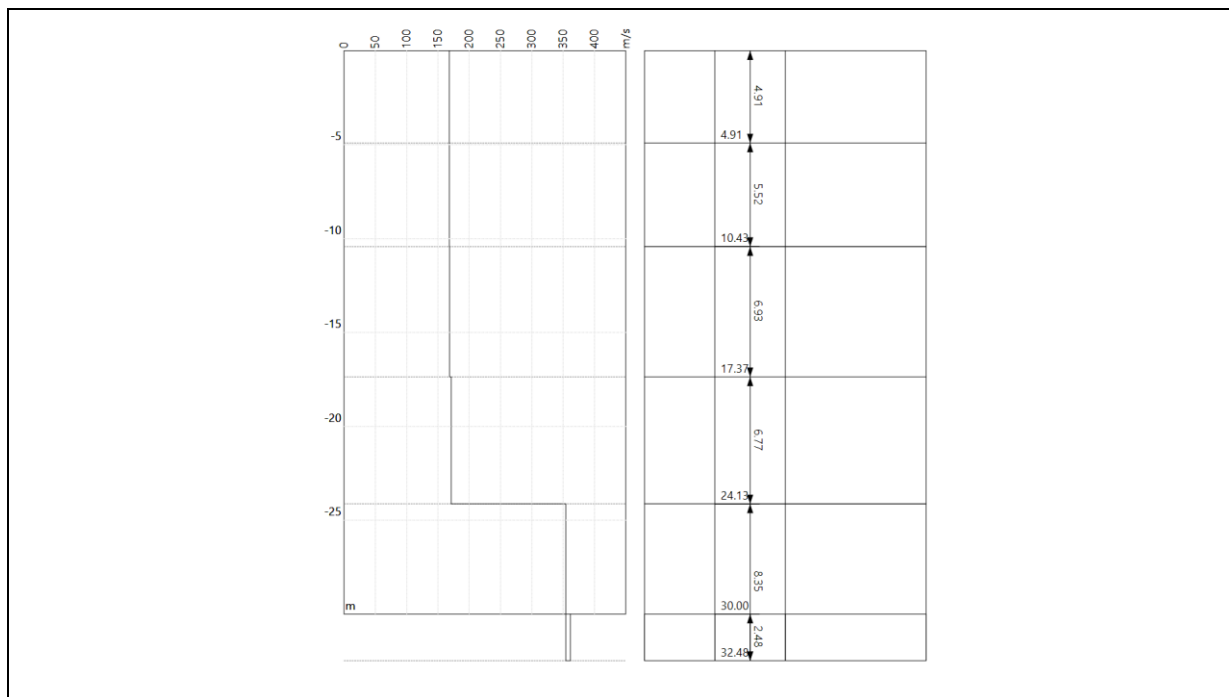
0.295 %

Fattore di disadattamento della soluzione

0.056







## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00	11.00
<b>Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)</b>	192.18	200.23	209.12	218.81	229.45	241.17
<b>Categoria del suolo</b>	C	C	C	C	C	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

### Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	4.91	4.91	168.14	274.57	1800.00	0.20	50.89	135.70	67.85	122.13	66	317.99
2	10.43	5.52	168.24	274.73	1800.00	0.20	50.95	135.86	67.93	122.28	19	318.92
3	17.37	6.93	168.58	275.30	1800.00	0.20	51.16	136.42	68.21	122.78	10	322.22
4	24.13	6.77	171.23	279.61	1800.00	0.20	52.77	140.73	70.37	126.66	7	348.42
5	32.48	8.35	354.30	578.57	1800.00	0.20	225.95	602.54	301.27	542.28	N/A	N/A
6	oo	oo	361.68	590.62	1800.00	0.20	235.46	627.91	313.95	565.12	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

Loreto Aprutino il 23/05/2024

Il Tecnico



## Indice

Dati generali .....	3
Tracce .....	4
Analisi spettrale .....	5
Curva di dispersione .....	6
Inversione .....	7
Risultati .....	9
Altri parametri geotecnici .....	10
Indice .....	11



# VERIFICA A LIQUEFAZIONE

La verifica è stata eseguita in accordo con le vigenti normative tecniche, in particolare con il Testo Unico per le Costruzioni (NTC 2018, con relative circolari applicative 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 05/08/2015 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").

La verifica a liquefazione è stata svolta sulla base dei dati bibliografici e dei dati geotecnici e sismici desunti dai risultati delle indagini svolte in sito, consistite nella realizzazione di n° 2 prove penetrometriche dinamiche e di n°1 Indagine sismica di superficie tipo MASW.

## 1. 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.

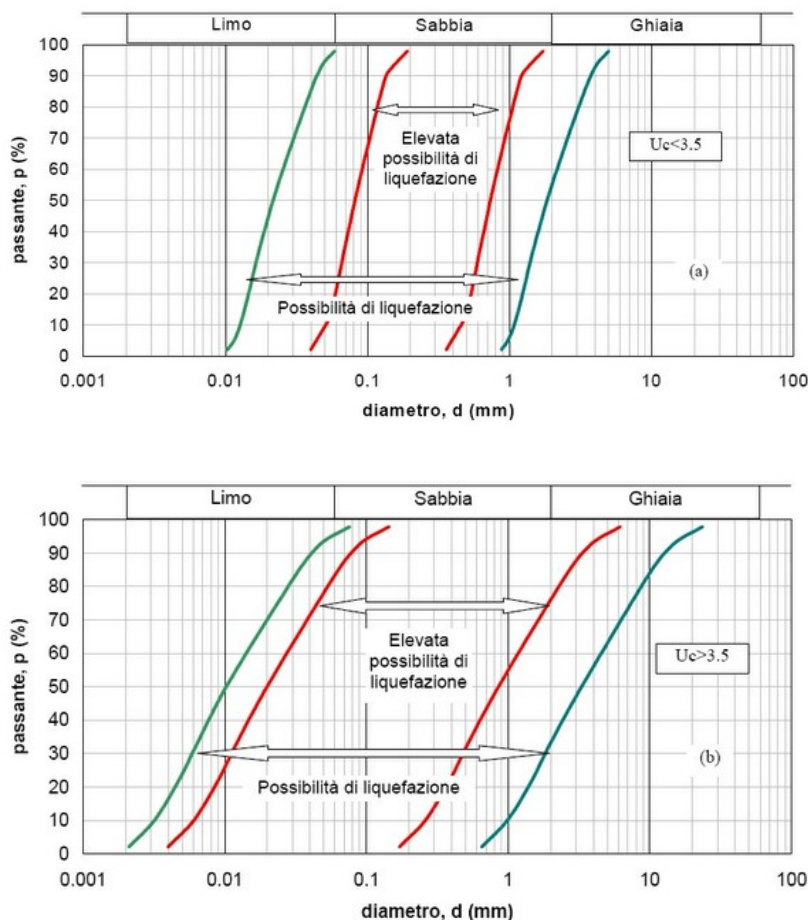
Gli effetti della liquefazione in condizioni di free field sono i cedimenti della superficie del terreno, inoltre la sovrappressione dell'acqua trova sfogo verso l'alto, dando luogo a rapidi fenomeni di filtrazione che si manifestano in getti d'acqua con formazione di vulcanelli di sabbia intorno alle 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  $H_1 > H_2$ .

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:

1. eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5;
2. accelerazione massima attesa in superficie in condizioni free-field minore di 0,1g;
3. accelerazione massima attesa in superficie in condizioni free-field minore di 0,15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie: - frazione di fine,  $FC$ , superiore al 20%, con indice di plasticità  $PI > 10$ ; -  $FC \geq 35\%$  e resistenza  $(N_1)_{60} > 20$ ; -  $FC \leq 5\%$  e resistenza  $(N_1)_{60} > 25$ , dove  $(N_1)_{60}$  è il valore normalizzato della resistenza penetrometrica della prova SPT, definito dalla relazione:  $(N_1)_{60} = NSPT \cdot CN$ , in cui il coefficiente  $CN$  è ricavabile dall'espressione:  $CN = (Pa / \sigma'_v)^{0.5}$ , essendo  $Pa$  la pressione atmosferica e  $\sigma'_v$  la tensione efficace verticale;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella seguente Figura, nel caso di materiale con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  o  $U_c > 3,5$ ;
5. profondità media stagionale della falda superiore ai 15 m dal piano campagna.



**Figura 1** - 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 con il metodo di *Kayen et al. (2013)*.

Come dati di input sono stati inseriti quelli ricavati dalla bibliografia disponibile e dalle indagini geotecniche e sismiche eseguite.

In particolare, come input sono stati inseriti i seguenti dati:

magnitudo momento  $M_w$  di 6,37 relativa alla zona sismogenetica 918 (sorgente sismogenetica composita medio-Marchigiana/Abruzzese);

falda acquifera alla profondità di 3,7 m dal p.c.;

accelerazione massima al suolo  $a_{max}/g$  di 0,136 ricavata dalla  $a_{max}$  relativa allo stato limite di vita (SLV), ottenuto per un'opera di classe d'uso II (opere ordinarie) 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  $i \leq 15^\circ$ ).

I risultati della verifica indicano che *i depositi presenti nel sottosuolo non sono suscettibili di liquefazione.*

## VERIFICA A LIQUEFAZIONE: RELAZIONE DI CALCOLO

con metodo di *Kayen et al. (2013)*

ZONA SIMOGENETICA		918	MEDIO-MARCHIGIANA/ABRUZZ.		$M_w = 6,37$		
CORDINATE DEI VERTICI:							
longitudine	latitudine	distanza (km)					
12,116509	43,793972	225					
12,270123	44,106453	241					
13,541156	43,294296	108					
14,181002	42,474834	3					
14,372491	42,149933	36					
14,279234	41,857189	66					
13,151796	43,028217	107					
12,116509	43,793972	225					
PUNTO RICHIESTO: <b>PESCARA (PE)</b>							
longitudine	latitudine						
<b>14,2</b>	<b>42,45</b>						
		Profondità (m)		Peso di volume totale $g$ (kN/m <sup>3</sup> )	Pressione dei pori $u$ (kPa)	Pressione verticale totale $\sigma_{vo}$ (kPa)	Pressione verticale efficace $\sigma'_{vo}$ (kPa)
Strato	da (m)	a (m)					
1	0,00	3,40		16,00	0	54,4	54,4
2	3,40	4,70		19,00	10	79,1	69,1
3	4,70	7,00		19,00	33	123	89,8

**Zona Sismogenetica 918**

Strato	Profondità (m)		Magnitudo momento M <sub>W</sub>	Accelerazione max al suolo a <sub>max</sub> /g	Pressione verticale totale σ <sub>vo</sub> (kPa)	Pressione verticale efficace σ' <sub>vo</sub> (kPa)	Velocità onde di taglio V <sub>s</sub>
	da (m)	a (m)					
1	0,00	3,40	6,37	0,136	54,4	54,4	168,1
2	3,40	4,70	6,37	0,136	79,1	69,1	168,1
3	4,70	7,00	6,37	0,136	123	89,8	168,2

**COEFFICIENTE SICUREZZA LIQUEFAZIONE (FSL) = (CRR)<sub>7,5</sub> / (CSR)<sub>7,5</sub>**

Spessore strato (m)	Profondità		Coefficiente di sicurezza alla liquefazione FSL	Profondità mezzeria (m)	Funzione F(z)	Funzione W(z)	Calcolo
	da (m)	a (m)					
0,8	0	3,4	3,347	1,7	0	9,15	0
0,6	3,4	4,7	2,374	4,05	0	7,975	0
1,6	4,7	7	1,632	5,85	0	7,075	0

L'indice del potenziale di liquefazione,  $I_L$ , è definito dalla seguente relazione:

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

in cui  $z$  è la profondità dal piano campagna in metri e  $w(z) = 10 - 0.5z$

Ad una data quota  $z$  il fattore  $F(z) = F$  vale:

$$F = 1 - F_L \text{ se } F_L \leq 1.0$$

$$F = 0 \text{ se } F_L > 1.0$$

dove  $F_L$  è il fattore di sicurezza alla liquefazione alla quota considerata.

- $0 < I_L \leq 5$  il rischio di liquefazione è basso
- $5 < I_L \leq 15$  il rischio di liquefazione è elevato
- $I_L > 15$  il rischio di liquefazione è estremamente elevato

Risultati della Verifica:

**Indice potenziale liquefazione:  $I_L = 0$**

I risultati della verifica indicano che **i depositi presenti nel sottosuolo non sono suscettibili di liquefazione.**