

Dott. Umberto Biferi - Geologo

Via Colle Patito, 7 - 64026

Roseto degli Abruzzi - Italy

Tel: 085 8936148 | Mobile: 347 3215686

umberto.biferi@geologiabruzzo.org

umberto.biferi@epap.sicurezzapostale.it

PIANO DI LOTTIZZAZIONE DI INIZIATIVA PRIVATA
PROGETTO DI ATTUAZIONE SUB-COMPARTO IN VIA LUNGOMARE TRIESTE
COMUNE DI ROSETO DEGLI ABRUZZI - TE
TACCONELLI PASQUALE



RELAZIONE GEOLOGICA e MICROZONAZIONE SISMICA PUNTUALE
EX LEGGE 64/1974 ART.13 - D.P.R. 380/2001 ART.89

Roseto degli Abruzzi, Novembre 2021



Dott. Umberto Biferi - Geologo

INDICE

1. PREMESSA	4
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3. STUDI PREGRESSI	6
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE	7
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE.....	12
6. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO LOCALE	17
7. SISMICITA' DELL'AREA	25
8. INDAGINI SVOLTE	34
8.1 PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (DPSH).....	36
8.2 MICROTREMORI (HVSR - NAKAMURA).....	40
9. MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO	43
9.1. SUCCESSIONE STRATIGRAFICA LOCALE.....	43
9.2 FALDA ACQUIFERA	44
9.3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	45
9.4 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CATEGORIA TOPOGRAFICA	47
9.5 METODO SEMPLIFICATO PER LA STIMA DEI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE.....	49
10. MICROZONAZIONE SISMICA	53
11. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	61

TAVOLE & ALLEGATI

TAV.1 Tavoletta IGM "141 IV NO Pineto" - scala 1:25.000

TAV.2 Carta Tecnica Regionale - scala 1:10.000

TAV.3 Carta Geologica del Comune di Roseto Degli Abruzzi (PRG, 2001) - scala 1: 7.500

TAV.4 Carta Geomorfologica del Comune di Roseto Degli Abruzzi (PRG, 2001) - scala 1: 7.500

PAI e PSDA

TAV.5 Carta Geomorfologica (PAI, Abruzzo) su base IGM – scala 1: 13.000

TAV.6 Carta della Pericolosità Geomorfologica (PAI, Abruzzo) su base IGM – scala 1: 13.000

TAV.7 Carta della Pericolosità Idraulica (PSDA Abruzzo) su base CTR - scala 1:10.000

Microzonazione Sismica di Livello I

TAV.8 Carta delle Indagini Geotecniche e sismiche in sito – scala 1:5.000

TAV.9 Carta Geologico Tecnica – scala 1:5.000

TAV.10 Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica - scala 1: 5.000

Indagini Geotecniche e Sismiche in Sito

ALL.1 Report Prova Penetrometrica dinamica superpesante
(DPSH, prof. 10.2 m, 12.11.2021)

ALL.2 Report Misura Sismica Passiva a Stazione singola
(HVSr, 30 min, 12.11.2021)

1. PREMESSA

Su incarico del Sig. TACCONELLI PASQUALE, è stato eseguito, a supporto del Progetto di attuazione Sub - Comparto in Via Lungomare Trieste (*prot. 17570 del 12.05.2021, Progettista Arch. Bruno Di Emidio, Via Spaventa 46, Roseto degli Abruzzi*), su richiesta del Comune di Roseto degli Abruzzi – Settore I Servizio I – settore Urbanistica – Edilizia privata (Rif. Prot. n.0018613 del 20.05.2021), lo *Studio Geologico* per il rilascio del *parere di compatibilità geomorfologica* (ex Legge 64/1974 art.13 - D.P.R 380/2001 art.89).

Ai fini dell'elaborazione di un adeguato quadro conoscitivo e quindi della caratterizzazione geologica, geomorfologica, idrogeologica, geotecnica e sismica dell'area interessata dal *progetto di attuazione Sub - Comparto* è stata eseguito un attento rilevamento geologico della zona supportato da una ricerca bibliografica e cartografica con raccolta, analisi ed interpretazione di tutti i dati geologici, geomorfologici, idrogeologici e geologico-tecnici e sismici tratti sia dalla letteratura scientifica che da studi inediti prodotti dallo scrivente.

In data 28.07.2021 Rif. Prot. N.28694, il Dipartimento Infrastrutture, Trasporti – Servizio genio Civile TERAMO, per il parere di cui al D.P.R. 6-6-2001 n.380 art.89, ex art.12 della L. 02.02.1974 n.64, ha richiesto:

- Relazione Geologica Puntuale
- Microzonazione Sismica puntuale di livello 1

Per ottemperare alla richiesta è stata eseguita in data 12.11.2021 un'indagine geotecnica e sismica puntuale che ha permesso di ricostruire l'assetto litostratigrafico, litotecnico e sismico sito specifico.

Il presente documento integra e sostituisce quello precedentemente inviato.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Legge 2 febbraio 1974, n.64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"
- D.M. 11/3/1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle opere di fondazione".
- Circolare Min. LL.PP. 24/9/1988 n. 30483 "Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- Associazione Geotecnica Italiana - Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche - Giugno 1977.
- Associazione Geotecnica Italiana - Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - Gennaio 1994.
- O.P.C.M. n.3274 del 20/03/2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*" - G.U. n.105 del 08/05/2000.
- O.P.C.M. n.3519 del 28/04/2006 "*Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche. e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*" - G.U. n.108 del 11/05/2006.
- D.M. 14/01/2008 "*Norme Tecniche per le Costruzioni*".
- Circolare n. 617 del 02/02/2009 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "*Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni"* (G.U. n.47 del 26.02.2009, supplemento ordinario n.27).
- D.M. 17/01/2018 "*Norme Tecniche per le Costruzioni*".

3. STUDI PREGRESSI

ADAMOLI L. (1998) - *Studio dell'ambiente geologico, geomorfologico ed idrogeologico della Provincia di Teramo*. Amministrazione Provinciale di Teramo. Collana Territorio e Ambiente, vol. n.2, p.117.

ADAMOLI L., ANGELINI M., BIFERI G., BIFERI U. (2001) - *Studio geologico, geomorfologico ed idrogeologico del territorio comunale di Roseto degli Abruzzi - Variante al Piano Regolatore Generale vigente*. Amministrazione Comunale di Roseto degli Abruzzi.

BIFERI U. (2015-2017) - *Studio di Microzonazione del territorio comunale urbanizzato del Comune di Roseto degli Abruzzi*. Regione Abruzzo (studio validato dalla Regione Abruzzo).

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 geologici Camerti, Vol. Spec. 1995/1, 37-49.

BIGI S., CENTAMORE E. & NISIO S. (1996-97) - *Caratteri geologico-strutturali dell'area pedeappenninica marchigiano-abruzzese durante il Pleistocene*. Studi Geologici Camerti, XIV, 193-200.

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

L'area in studio fa parte del settore più orientale e recente dell'edificio tettonico dell'Appennino centrale, strutturatosi essenzialmente nel Miocene superiore - Pleistocene inferiore, in seguito all'evoluzione del sistema orogenico catena avanfossa - avampaese, con migrazione delle deformazioni compressive dalle aree occidentali più interne verso quelle orientali adriatiche. Su tale sistema si sovrappone, a partire dal Pleistocene basale, la tettonica distensiva.

In particolare, il settore più orientale, noto in letteratura come bacino periadriatico, si è impostato a partire dalla fine del Pliocene inferiore quando, con la strutturazione in catena del più occidentale ed antico bacino del Cellino, si è avuta la formazione di un "bacino satellite" lungo la fascia periadriatica e dell'avanfossa adriatica nel settore esterno più orientale.

Al di sopra delle torbiditi silicoclastiche di avanfossa della Formazione Cellino del Pliocene inferiore, pertanto, affiora in trasgressione e con una netta discordanza angolare, la Formazione Mutignano, depositatasi nel suddetto "bacino satellite" nell'intervallo Pliocene medio p.p. - Pleistocene inferiore p.p.. Il fondale di tale bacino era articolato sia per la presenza di due dorsali longitudinali (Bellante - Cellino Attanasio e Campomare - Montesilvano), localizzate sul fronte di altrettanti sovrascorrimenti originatisi durante l'acme della fase orogenica del Pliocene inferiore, sia per la presenza di sistemi di faglie trasversali ed oblique che frammentavano il bacino marino stesso in una serie di depressioni minori caratterizzate da subsidenza differenziata (CASNEDI, 1986; 1991; CASNEDI & SERAFINI, 1994; CENTAMORE et alii, 1990; 1993; 1997; ORI et alii, 1991).

Relativamente all'area più orientale del "bacino satellite", cioè quella di più stretto interesse per il presente studio, il progressivo basculamento verso ENE della fascia periadriatica ha condizionato non solo la fisiografia del bacino, ma anche la dinamica deposizionale. La Formazione Mutignano, infatti, mostra al suo interno variazioni di facies e di spessore, e sequenze sedimentarie caratterizzate da frequenti discordanze angolari più o meno marcate e da lacune sedimentarie, legate essenzialmente alla tettonica sinsedimentaria.

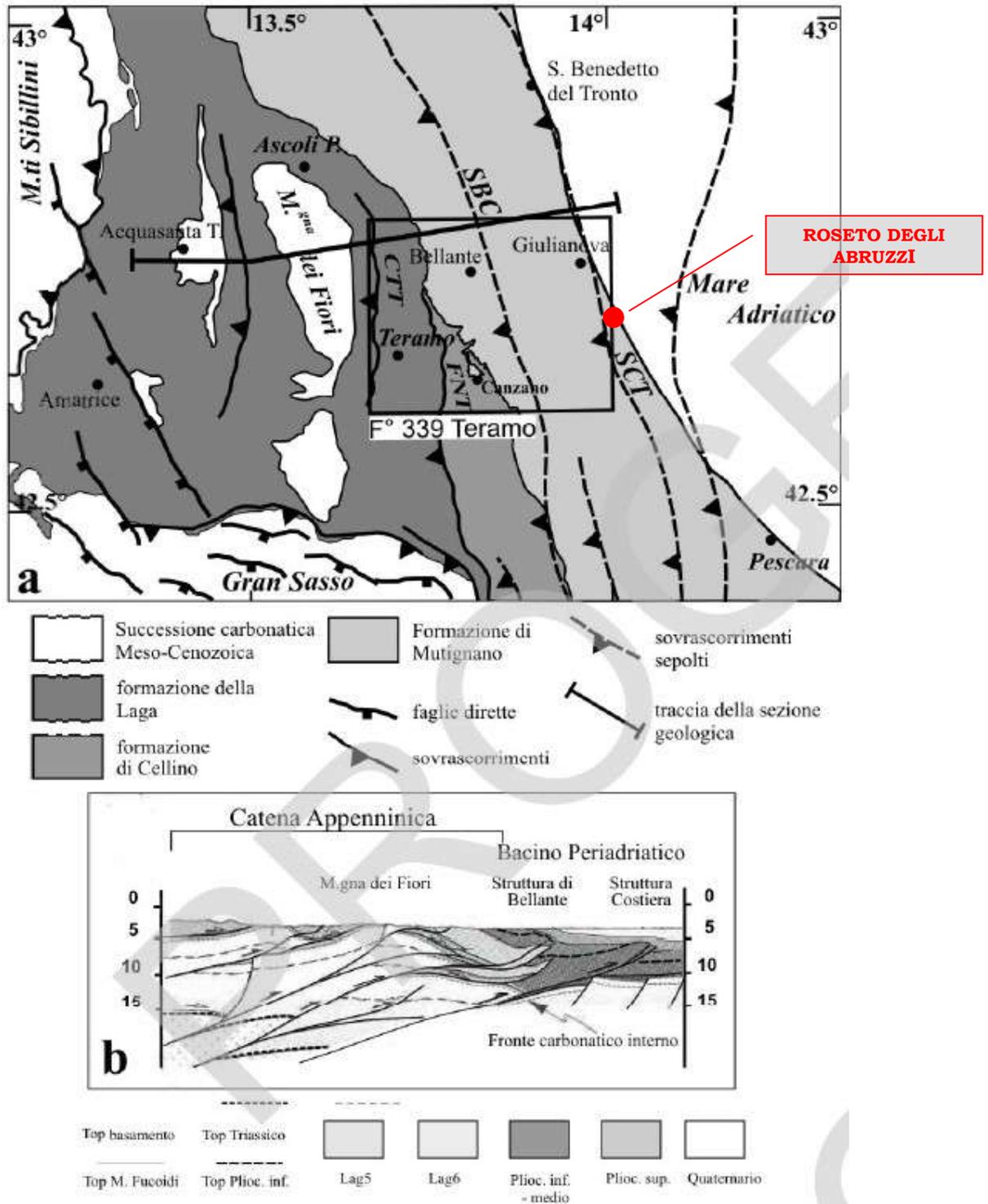
La successione marina della Formazione di Mutignano, di diverse centinaia di metri di spessore, è costituita da prevalenti peliti di piattaforma, con sottili intercalazioni sabbiose che aumentano progressivamente di numero e di spessore verso l'alto, dove talora assumono una geometria lenticolare. Verso la base, sono presenti intercalazioni di corpi lenticolari amalgamati, molto spessi, costituiti da ortoconglomerati prevalentemente calcarei a granulometria variabile ed in matrice sabbiosa. I depositi di chiusura del ciclo sedimentario presenti al tetto di questa successione marina danno origine a corpi tabulari debolmente immergenti verso ENE, e sono costituiti da sabbie e conglomerati riferibili ad un ambiente di transizione da marino a continentale (CANTALAMESSA et alii, 1986; BIGI et alii, 1995; 1996).

I depositi terrigeni tardo-orogenici della Formazione Mutignano sono in parte ricoperti da sedimenti continentali quaternari costituiti essenzialmente da: sedimenti alluvionali recenti e terrazzati antichi, depositi fluvio-deltizi, sedimenti recenti ed attuali della piana costiera, depositi vari di copertura.

I lineamenti tettonici regionali, infine, sono caratterizzati da un generale assetto a monoclinale dei depositi della Formazione Mutignano, con blande immersioni verso E e NE, e costituiscono il risultato di eventi deformativi che si sono succeduti a partire dal Pliocene inferiore.

Le deformazioni tettoniche hanno portato prima alla costruzione delle catene montuose interne fino alla più orientale struttura costiera (dorsale Campomare -Montesilvano), nota in letteratura come Struttura Costiera Thrust Front, che si estende nel sottosuolo e rappresenta pertanto il fronte esterno della catena, e poi, particolarmente nel Pleistocene inferiore, al sollevamento ed al progressivo e continuo basculamento verso ENE della fascia periadriatica, ed allo sviluppo di sistemi di faglie che suddividono la fascia stessa in un insieme di blocchi caratterizzati da prevalenti movimenti verticali differenziati.

Il sollevamento regionale del Quaternario è responsabile dell'alto tasso di erosione dell'area periadriatica, e gli associati sistemi di faglie hanno condizionato notevolmente l'andamento del reticolo idrografico ed in molti casi, l'attività recente di molte di esse, assieme alle variazioni climatiche ed alle oscillazioni eustatiche, hanno favorito l'innescio di fenomeni gravitativi (BIGI et alii, 1996; 1997).



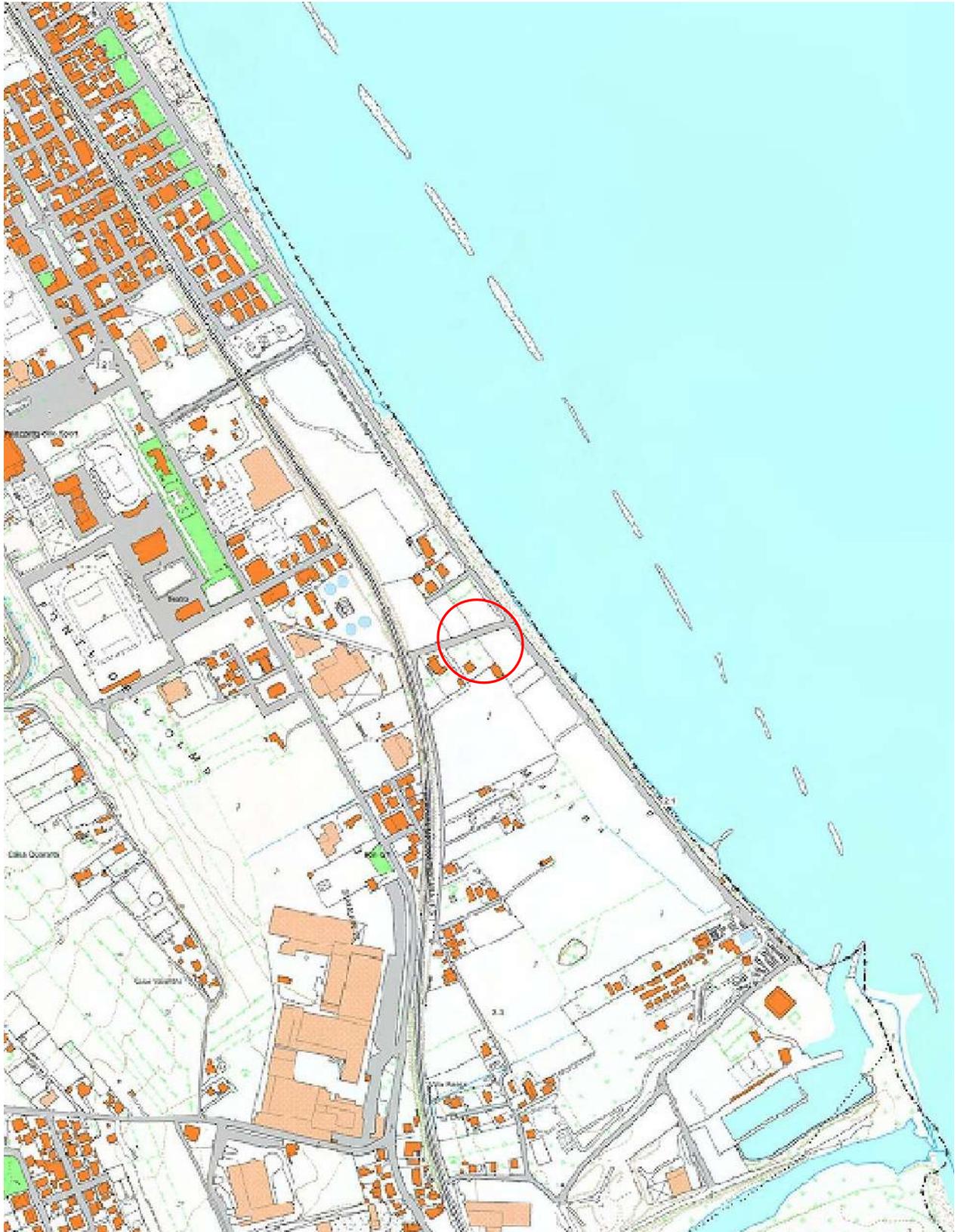
a) Schema strutturale del settore Marchigiano Abruzzese esterno; b) Sezione geologica (SCISCIANI & MONTEFALCONE, 2005) attraverso le principali strutture regionali che ricadono nel Foglio 339 (da: Note Illustrative della Carta Geologica D'Italia, scala 1:50.000 - F.339 Teramo).

TAV.1 Stralcio Tavoleta IGM "141 IV NO Pineto" - scala 1:25.000



○ Area in studio (Sub Comparto Tacconelli)

TAV.2 STRALCIO CARTA TECNICA REGIONALE - SCALA 1:10.000



○ Area in studio (Sub Comparto Tacconelli)

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE

L'area in studio, con riferimento alla cartografia ufficiale I.G.M., ricade nella *Tavoletta IV quadrante NW (Pineto) del Foglio n°141 (Pescara) della Carta d'Italia* in scala 1:25.000 (TAV.1) ed è sita ad una quota di 1.5 m s.l.m.m., ai margini orientali della piana costiera di Roseto degli Abruzzi tra la *linea ferroviaria Ancona-Pescara*, a circa 100 m verso ovest e *Via Lungomare Trieste* e la *linea di riva a 30 m ad est, in sinistra idrografica del Fiume Vomano, a 700 metri dal suo foce, posta a sud* (TAV.2).

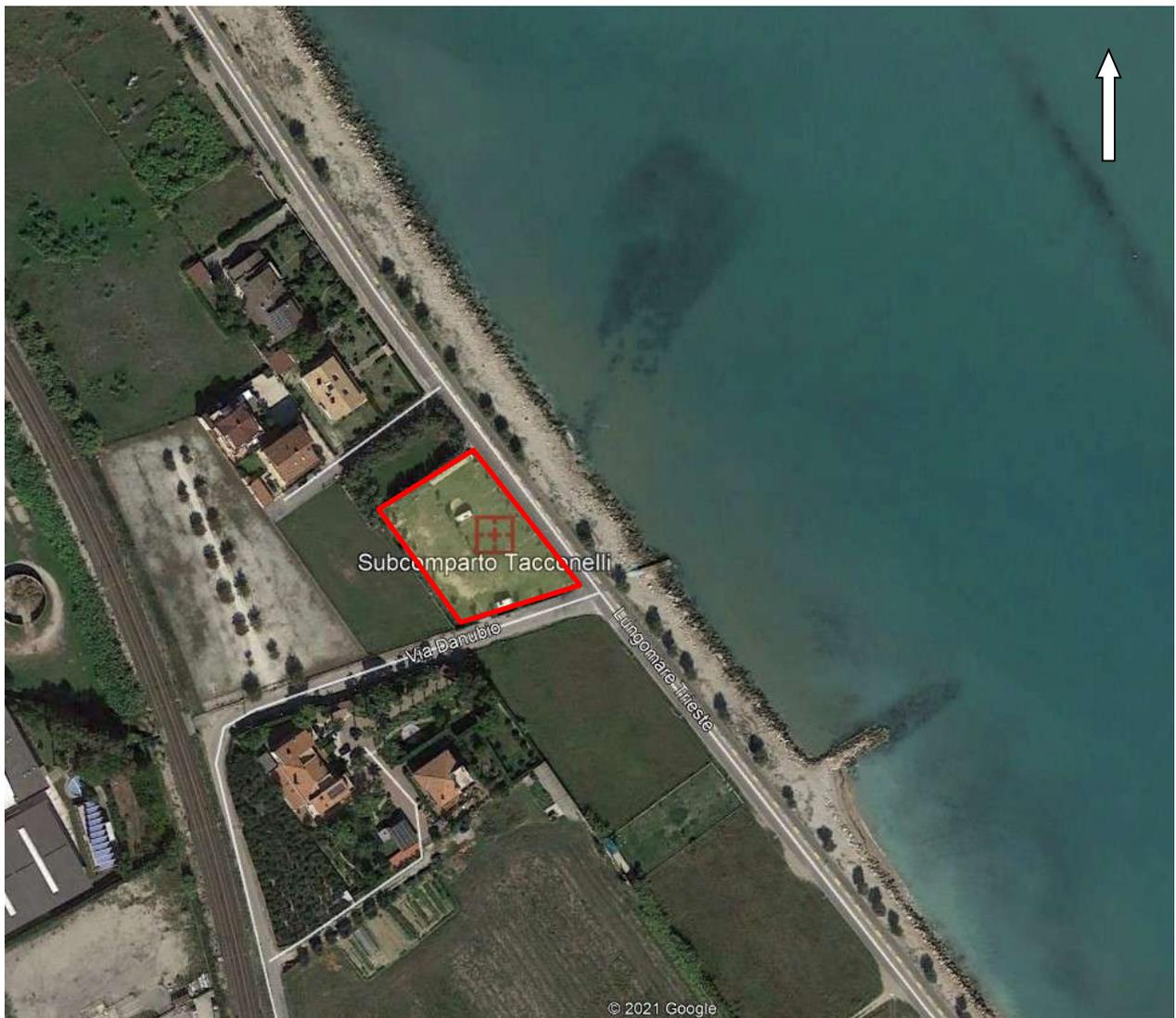


Fig.1 Immagine satellitare (da Google Earth), con indicato il limite del sub-comparto Tacconelli.

Le *coordinate geografiche* (sistema di riferimento WGS84) che identificano il centro del sub comparto, sono: Lat. 42.661866, Long. 14.030366.

L'area in esame è geologicamente caratterizzata da una *successione marina Plio-Pleistocenica (Formazione di Mutignano - FMT)* costituita da sedimenti fini di piattaforma con sovrastanti depositi sabbioso-conglomeratici di chiusura del ciclo sedimentario, smantellati dai più recenti processi di modellamento del paesaggio ed affioranti come lembi isolati alle quote più elevate (*dorsale di Montepagano*), alla quale seguono *sedimenti continentali quaternari* caratterizzati, limitatamente all'area in esame, dai *Sedimenti attuali e recenti della Piana Costiera (Olocene)*.

In accordo con i criteri adottati dal *Progetto CARG*, distinguiamo le seguenti *associazioni di facies* della *Formazione Mutignano (Pliocene superiore - Pleistocene medio)*:

- *Associazione pelitica (FMTa)*: la litofacies è caratterizzata da argille marnose grossolanamente stratificate, internamente laminate con sporadici orizzonti millimetrici o centimetrici di sabbie fini e limi; il progressivo aumento verso l'alto del tenore di sabbia e limo è marcato da una variazione cromatica dal grigio al beige - giallastro. Lo spessore è stato valutato in almeno 200 m.
- *Associazione conglomeratica-sabbiosa (FMTb)*: la litofacies è caratterizzata nella porzione basale, da sabbie gialle a grana media o grossa, debolmente cementate, con intercalati strati e lenti variamente estese di ghiaie più o meno cementate. Verso l'alto prevalgono i conglomerati debolmente cementati, costituiti da ciottoli calcarei e subordinatamente arenacei, ben arrotondati, fortemente eterometrici (da 0,5 a circa 80 cm) ed immersi in un'abbondante matrice sabbiosa giallastra (es: *placca sommitale di Montepagano*, spesso complessivamente non più di 40 metri).

L'*associazione di facies pelitica* della *Formazione Mutignano* è ricoperta, in discordanza erosiva, dai *depositi continentali olocenici* riferibili, in questa zona, ad un *ambiente deposizionale di tipo fluviale e di tipo marino di ambiente litorale*, in particolare distinguiamo:

- *depositi alluvionali (olo_{b1}) - Olocene*. Litologicamente sono costituiti da ciottoli eterometrici (da ghiaie sottili fino a grossi blocchi) di natura prevalentemente calcarea e calcareo-marnosa, subordinatamente arenacea e conglomeratica, tra i

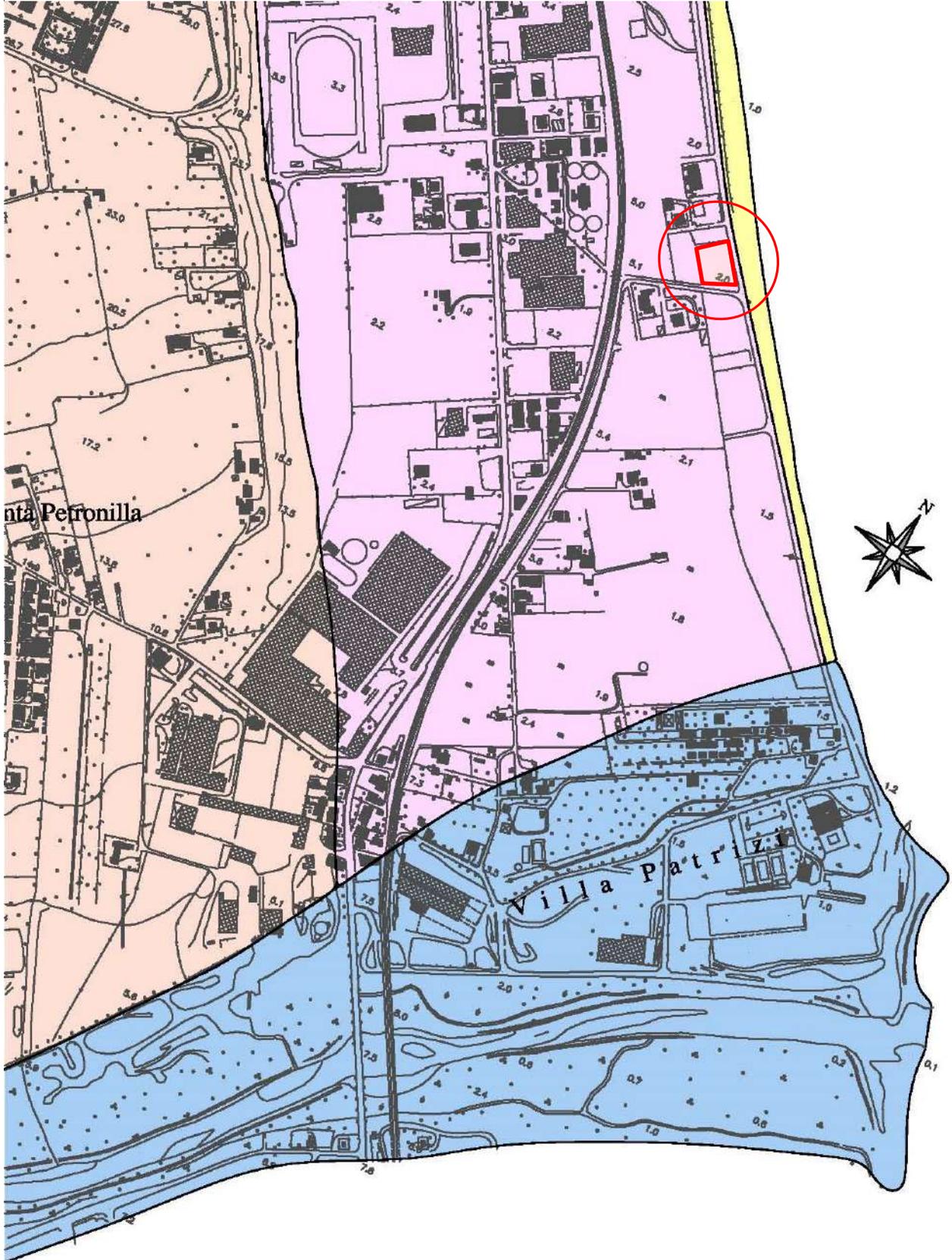
quali si interpone una frazione più fina a grana sabbiosa e/o sabbioso-limosa.

Spessore medio circa 8 metri.

- Depositi di spiaggia (*olog₂*): si tratta di depositi continentali di ambiente litorale litologicamente formati da sabbie a granulometria medio-fine con abbondanti bioclasti, sciolte o addensate, a luoghi da sabbie-ghiaiose e ghiaie con ciottoli eterometrici da arrotondati a sub-arrotondati, generalmente appiattiti. Affiorano in una fascia che dalla linea di costa si estende verso i primi rilievi collinari per un'ampiezza media di circa 500 m. In linea generale, lo spessore varia da qualche metro ai piedi dei versanti collinari ed aumenta fino circa 9 ÷ 10 metri muovendosi verso la linea di riva.

Nella TAV.3 si riporta uno stralcio della *Carta Geologica del Comune di Roseto degli Abruzzi* (Adamoli L., Angelini M., Biferi G., Biferi U. - PRG 2001), con indicata la posizione della zona in studio.

TAV.3 CARTA GEOLOGICA del COMUNE di ROSETO DEGLI ABRUZZI - scala 1:7.500



LEGENDA CARTA GEOLOGICA

Depositi continentali del Quaternario

-  Sedimenti di spiaggia attuali (Olocene)
-  Sedimenti recenti della piana costiera (Olocene)
-  Depositi alluvionali attuali e depositi deltizi (Olocene)
-  Terrazzo alluvionale recente di fondovalle (Olocene)

Depositi marini del Plio-pleistocene

Formazione Mutignano

-  Argille sabbiose (Pleistocene inferiore p.p.)

-  Area in studio (Sub comparto Tacconelli)

6. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO LOCALE

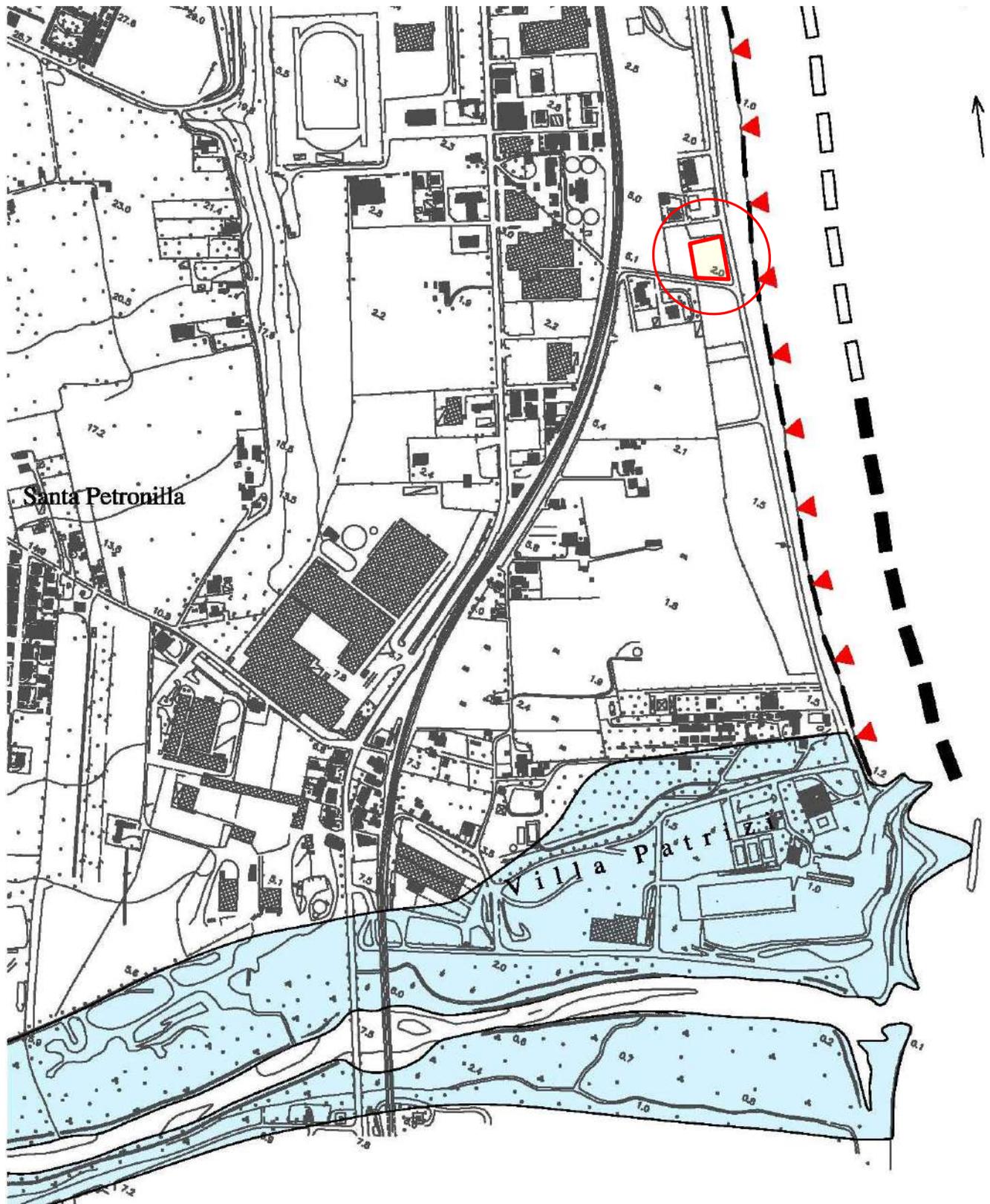
L'area in studio ad una quota di circa 1.5 m slm si colloca su di una zona pianeggiante leggermente digradante verso EST, in sinistra idrografica del Fiume Vomano, la cui zona di foce si trova a 700 metri a sud.

Il limite est dell'intero comparto è delimitato dalla Via Lungomare Trieste e dalla linea di riva, posta a circa 30 m, con tendenza all'arretramento e per questo motivo rinforzata con massi ciclopici.

Nella TAV.4 si riporta uno stralcio della *Carta Geomorfologica del Comune di Roseto degli Abruzzi (Adamoli L., Angelini M., Biferi G., Biferi U. - PRG 2001)*, con indicata la posizione la zona in studio.

Di seguito anche gli stralci della cartografia del *PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)* su base IGM ingrandita alla scala 1:13.000 della *Regione Abruzzo (TAV.5 Carta Geomorfologica; TAV.6 Carta della Pericolosità Geomorfologica)* e la *Carta della Pericolosità Idraulica* del *PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI* della Regione Abruzzo su base CTR alla scala 1:10.000 (TAV.7), con indicata la posizione dell'area in studio, che risulta non soggetta a fenomeni di alluvionamento.

TAV.4 CARTA GEOMORFOLOGICA del COMUNE di ROSETO DEGLI ABRUZZI
scala 1:7.500



Segue LEGENDA

LEGENDA GEOMORFOLOGICA

Processi, forme e depositi per acque correnti superficiali

 Area esondabile

Processi costieri

 Litorale con tendenza evolutiva all'arretramento

 Litorale con tendenza all'arretramento attualmente impedita da opere di difesa

 Verso del trasporto solido netto lungo riva

 Trasporto sedimentario nullo

Opere di difesa longitudinali

 Scogliere soffolte

 Scogliere emergenti

 Scogliere aderenti

 Area in studio (Sub comparto Tacconelli)

TAV.5 CARTA GEOMORFOLOGICA del PAI su base IGM – scala 1:13.000

(DPCM 19/06/2019, G.U n.194 del 20/08/2019)



Area in studio

segue LEGENDA

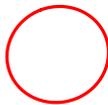
LEGENDA CARTA GEOMORFOLOGICA PAI (rif. TAV.5, pag.20)

				STATO DI ATTIVITA'		
				ATTIVO	QUIESCENTE	NON ATTIVO
FORME, PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI						
Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia						
FORME E PROCESSI MARINO - COSTIERU						
Orlo di scarpata di erosione marina						

LEGENDA CARTA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA PAI (rif. TAV.6, pag.22)

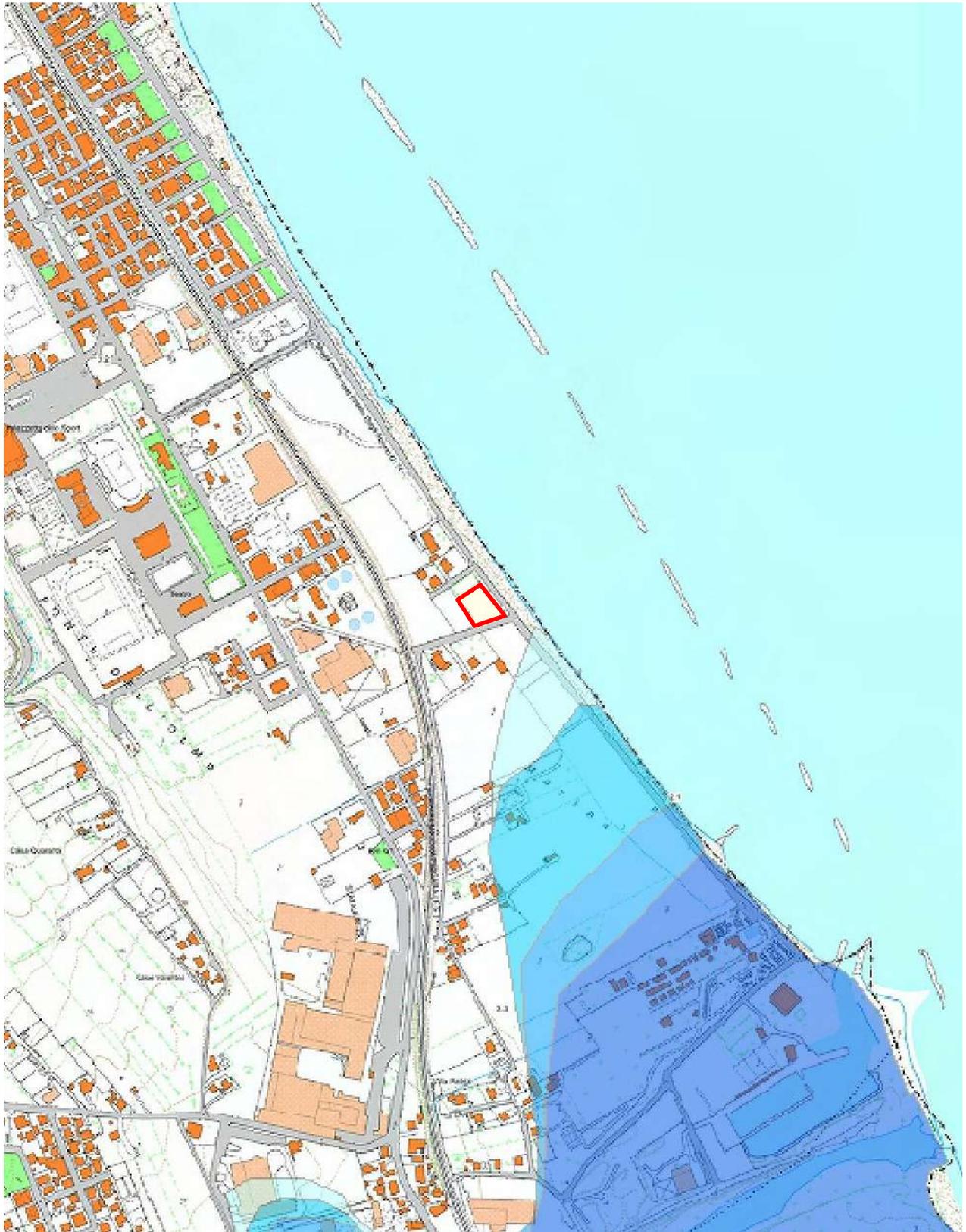
<i>CLASSE DI PERICOLOSITA'</i>	
	P3 – Pericolosità Molto Elevata Aree interessate da Dissesti in attività o riattivati stagionalmente
	P2 – Pericolosità Elevata Aree interessate da Dissesti con alta possibilità di riattivazione
	P1 – Pericolosità Moderata Aree interessate da Dissesti con bassa possibilità di riattivazione
	Pscarpate – Pericolosità da Scarpate Aree interessate da Dissesti tipo Scarpate
	Aree in cui non sono stati rilevati Dissesti

TAV.6 CARTA DELLA PERICOLOSITA' del PAI su base IGM – scala 1:13.000
(DPCM 19/06/2019, G.U n.194 del 20/08/2019)



Area in studio – Sub Comparto Tacconelli

**TAV.7 CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA del PSDA
su base CTR – scala 1:10.000**



Area in Studio – Sub Comparto Tacconelli

LEGENDA CARTA PERICOLOSITA' IDRAULICA del PSDA (rif. TAV.7)

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 $h_{200} > 0\text{m}$		

Si individuano 4 classi di pericolosità idraulica (molto elevata, elevata, media, moderata)

PERICOLOSITA' IDRAULICA	CONDIZIONI IDRAULICHE
Molto elevata	Riferimento: evento di piena con $Tr = 50$ anni $h_{50} > 1\text{m}$ oppure $v_{50} > 1\text{m/s}$
Elevata	Riferimento: eventi di piena con $Tr = 50$ anni e con $Tr = 100$ anni $1\text{m} > h_{50} > 0.5\text{m}$ oppure $h_{100} > 1\text{m}$ oppure $v_{100} > 1\text{m/s}$
Media	Riferimento: evento di piena con $Tr = 100$ anni $h_{100} > 0\text{m}$
Moderata	Riferimento: evento di piena con $Tr = 200$ anni $h_{200} > 0\text{m}$

L'area in studio non risulta alluvionabile.

7. SISMICITA' DELL'AREA

La *pericolosità sismica di base di una data zona* è data dalla *probabilità che, in un certo intervallo di tempo, si verifichino forti terremoti* che possono produrre danni e quindi dalla *frequenza* con cui questi avvengono e dall'*intensità* che raggiungono. In termini probabilistici, dalla *possibilità che un valore prefissato di pericolosità* - espresso da un parametro di moto del suolo (es: accelerazione massima *PGA - Peak Ground Acceleration* - o grado di intensità macrosismica) *venga superato in un dato sito entro un fissato periodo di tempo.*

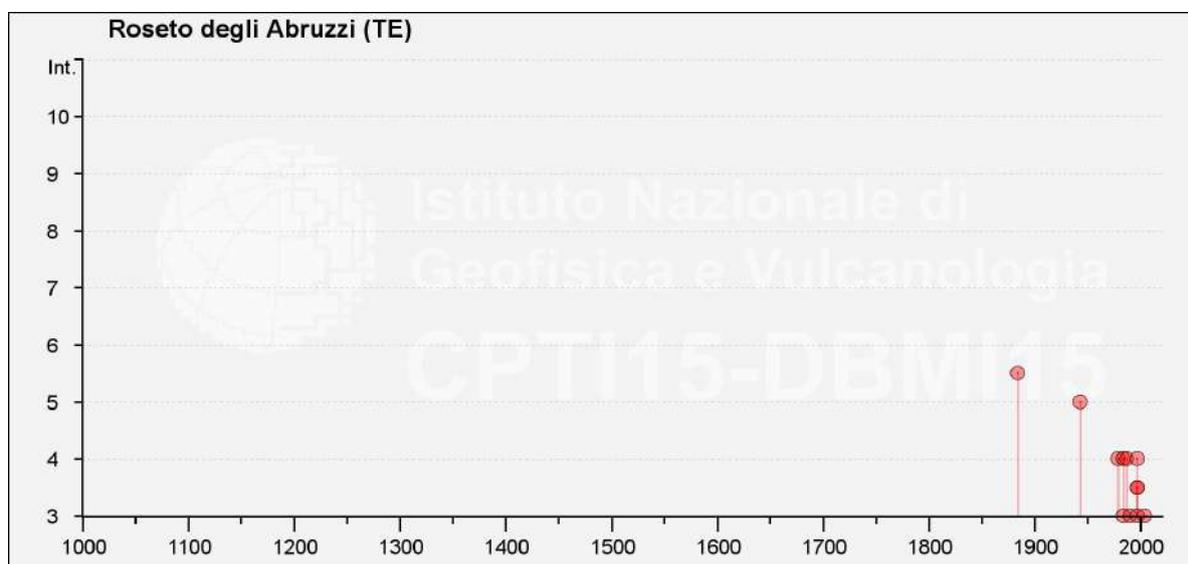
Le caratteristiche sismiche, indicate come componenti della *pericolosità sismica di base*, sono quelle considerate per definire la *zonazione della classificazione sismica nazionale* che esprime la sismicità di un'area sulla base dei terremoti avvenuti in epoca storica e della distanza dalle potenziali sorgenti sismogenetiche, inoltre la pericolosità sismica viene definita come il *probabile livello di scuotimento al suolo*, espresso in termini di accelerazione massima connesso al verificarsi di un determinato terremoto.

Il suolo di riferimento viene considerato caratterizzato da un profilo stratigrafico di *categoria "A"* (O.P.C.M. 20 marzo 2003 n. 3274; punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005; O.P.C.M. 28 aprile 2006 n° 3519; cap. 3.2.2 del D.M. 14/01/2008), cioè formato da *"formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi, caratterizzati da valori di $V_{s30} > 800$ m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m".*

Il Comune di Roseto degli Abruzzi (*codice istat 2001: 13067037*) è classificato, secondo l'O.P.C.M. 20 marzo 2003 *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"* integrata con il D.M. pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.29 del 04/02/2008 e successivo O.P.C.M. 28 aprile 2008 n°3519 *"Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone"* (G.U. n.108 del 11/05/2006), come ZONA SISMICA 3, con PGA (Peak Ground Acceleration) fra 0,05 e 0,15 g.

Dall'esame del *Data Base Macrosismico Italiano DBMI15* dei terremoti (a cura di M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>) utilizzato per la compilazione del *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15* dell'INGV, si evince che l'area in studio è caratterizzata da una SISMICITÀ BASSA, CHE PUÒ ESSERE SOGGETTA A SCUOTIMENTI MODESTI.

Storia Sismica di Roseto degli Abruzzi			
Place ID	IT_56897	Provincia	Teramo
Coordinate (lat, lon)	42.675, 14.016	Regione	Abruzzo
Comune (ISTAT 2015)	Roseto degli Abruzzi	N. di eventi riportati	22



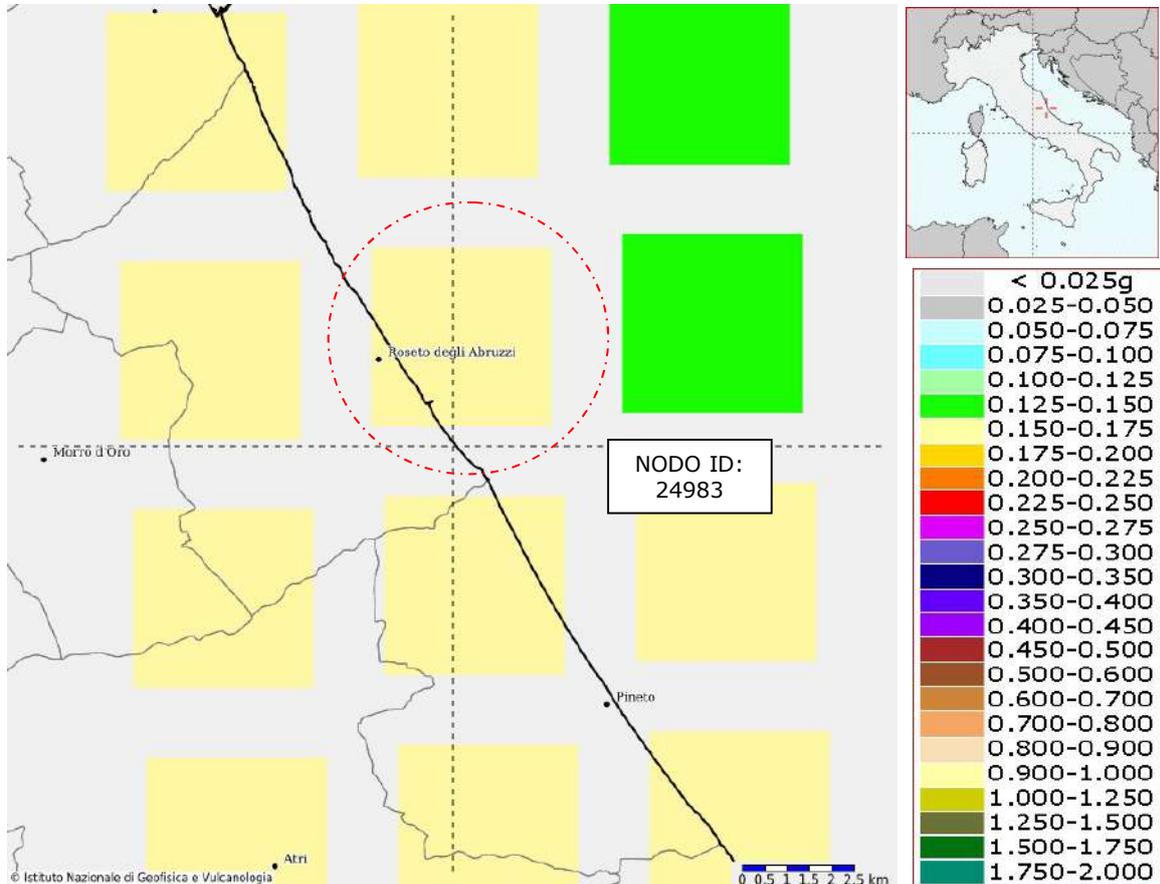
Intensità	Anno Me Gi Ho Mi	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
5-6	1884 01 10	Atri	12	5-6	4.63
5	1943 10 03 08 28 2	Ascolano	170	8	5.67
D	1950 09 05 04 08	Gran Sasso	386	8	5.69
NF	1960 03 16 01 52 4	Monti della Laga	81	5	4.44
NF	1963 01 25 05 27	Monti Sibillini	30	5	4.31
NF	1969 09 26 23 40 3	Teramano	97	5	4.39
4	1979 09 19 21 35 3	Valnerina	694	8-9	5.83
4	1984 05 07 17 50	Monti della Meta	912	8	5.86

PROGETTO DI ATTUAZIONE SUB-COMPARTO IN VIA LUNGOMARE TRIESTE – TACCONELLI PASQUALE

3	1984 05 11 10 41 4	Monti della Meta	342	7	5.47
NF	1986 10 13 05 10 0	Monti Sibillini	322	5-6	4.46
4	1987 09 04 16 42 4	Costa Marchigiana	75	6	4.66
3	1990 05 05 07 21 2	Potentino	1375		5.77
NF	1992 07 16 05 38 5	Chietino	107	5-6	4.22
NF	1992 08 25 02 25 4	Aquilano	63	5	4.11
NF	1996 07 09 10 23 0	Costa abruzzese- marchigiana	45		4.20
4	1997 09 26 00 33 1	Appennino umbro- marchigiano	760	7-8	5.66
3-4	1997 09 26 09 40 2	Appennino umbro- marchigiano	869	8-9	5.97
3-4	1997 10 03 08 55 2	Appennino umbro- marchigiano	490		5.22
3	1997 10 14 15 23 1	Valnerina	786		5.62
NF	2003 03 29 17 42 1	Adriatico centrale	68		5.43
NF	2004 11 25 06 21 1	Adriatico centrale	13		5.25
3	2004 12 09 02 44 2	Teramano	213	5	4.09
Intensità	Anno Me Gi Ho Mi	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw

Di seguito si riportano le MAPPE INTERATTIVE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DEL SITO IN STUDIO con Coordinate WGS84: 42.661866 - 14.030366 (fonte: C. Meletti e F. Martinelli - *Mappe Interattive di pericolosità sismica - INGV, Sezione di Milano*).

I valori espressi in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno [PGA, *Peak Ground Acceleration - picco di accelerazione orizzontale del suolo, definita anche come $a(g)$ dall'OPCM 3519/2006*], con probabilità d'eccedenza del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi orizzontali ($V_{s30} > 800$ m/s) sono di **0,150 ÷ 0,175 g**

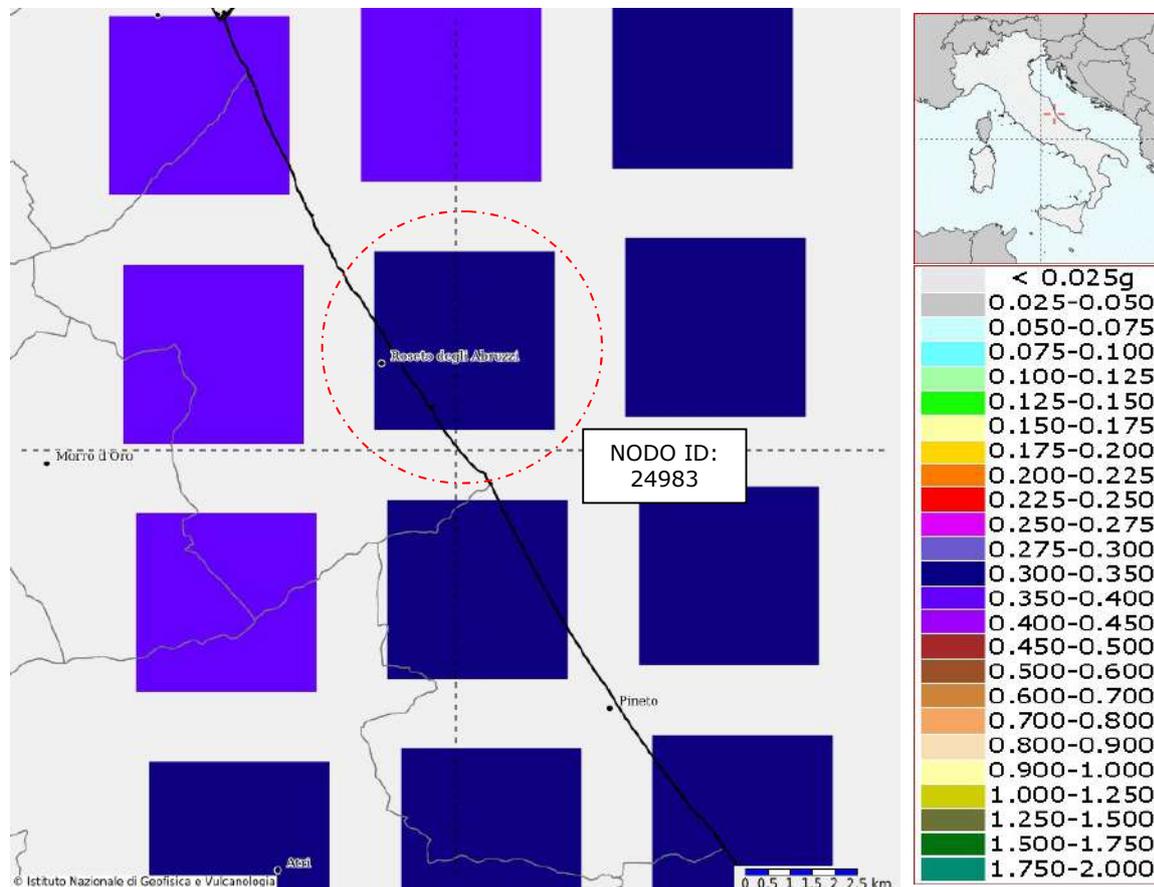


Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale con indicata l'area in esame/punto griglia, (O.P.C.M del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b) espressi in termini di accelerazione massima del suolo [PGA – $a(g)$] con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat A, punto 3.2.1. del D.M. 14.09.2005) (fonte INGV: <http://esse1.mi.ingv.it/>)

NOTA BENE:

l'unità di misura è **g**, vale a dire l'accelerazione di gravità, corrispondente a 9.8m/sec².

I valori espressi in termini di *Spettro di risposta Elastico in funzione del periodo T [SA* (accelerazione in funzione del periodo di vibrazione), definito $Se(T)$ in NTC18], con probabilità d'eccedenza del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi orizzontali ($V_{s30} > 800$ m/s) sono di **0,300 ÷ 0,350 g**.



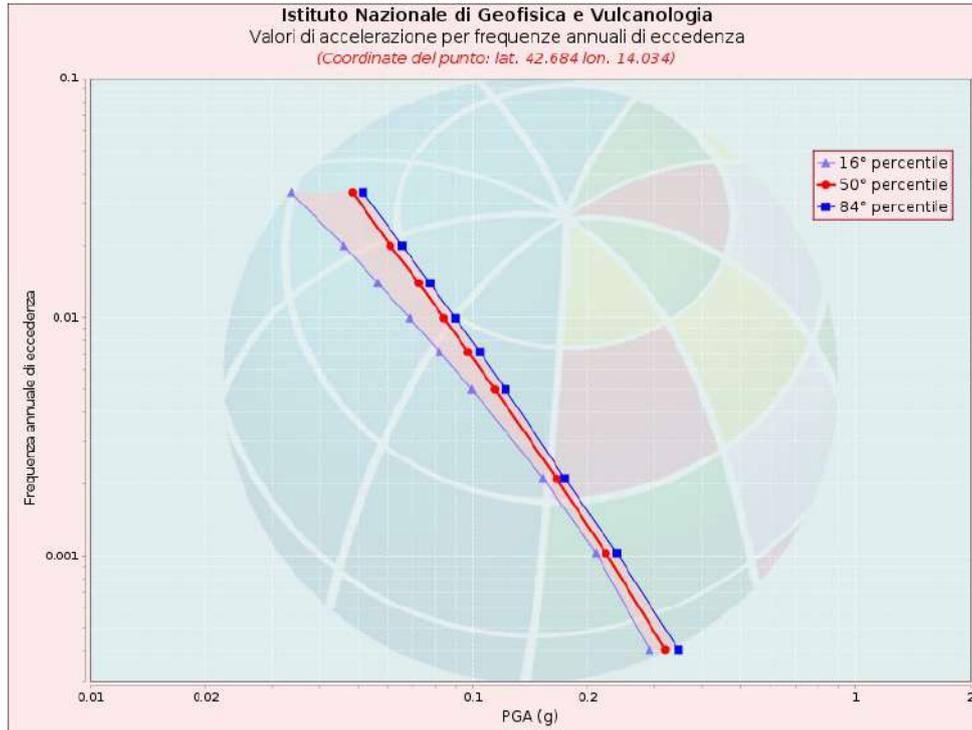
Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale con indicata l'area in esame/punto griglia, (O.P.C.M del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b) espressi in termini di Spettro di risposta Elastico in funzione del periodo T ($Se(T)$), in accelerazione con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat A, punto 3.2.1. del D.M. 14.09.2005) .(fonte INGV: <http://esse1.mi.ingv.it/>).

NOTA BENE:

l'unità di misura è **g**, vale a dire l'accelerazione di gravità, corrispondente a $9.8\text{m}/\text{sec}^2$.

Di seguito, per il nodo del reticolo ID: 24983 - Latitudine: 42.684 - Longitudine: 14.034 prossimo alla zona in studio, si riporta la *Curva di pericolosità*, gli *Spettri a pericolosità uniforme* e la *Disaggregazione*.

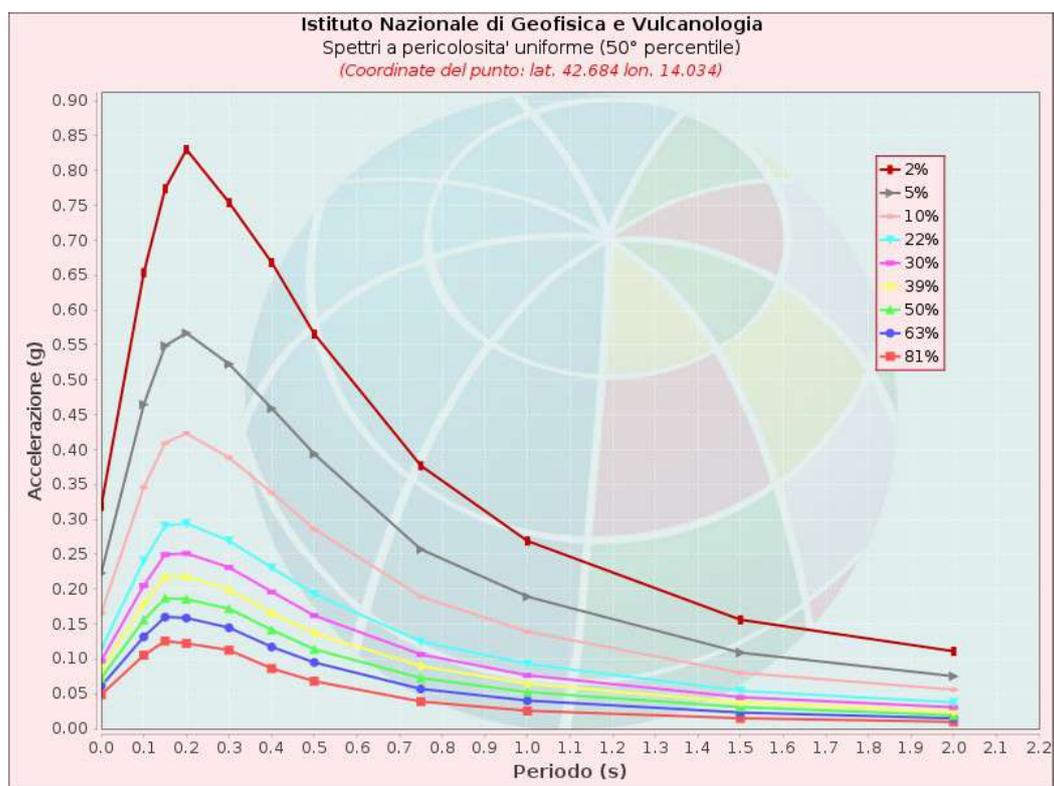
Curva di pericolosità



Frequenza annuale di ecc.	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.290	0.319	0.345
0.0010	0.210	0.223	0.238
0.0021	0.153	0.166	0.174
0.0050	0.100	0.114	0.122
0.0071	0.082	0.097	0.104
0.0099	0.069	0.084	0.090
0.0139	0.057	0.072	0.077
0.0199	0.046	0.061	0.065
0.0332	0.034	0.049	0.052

La pericolosità è l'insieme dei valori di scuotimento (in questo caso per la PGA) per diverse frequenze annuali di eccedenza (valore inverso del periodo di ritorno). La tabella riporta i valori mostrati nel grafico, relativi al valore mediano (50mo percentile) ed incertezza, espressa attraverso il 16° e l'84° percentile.

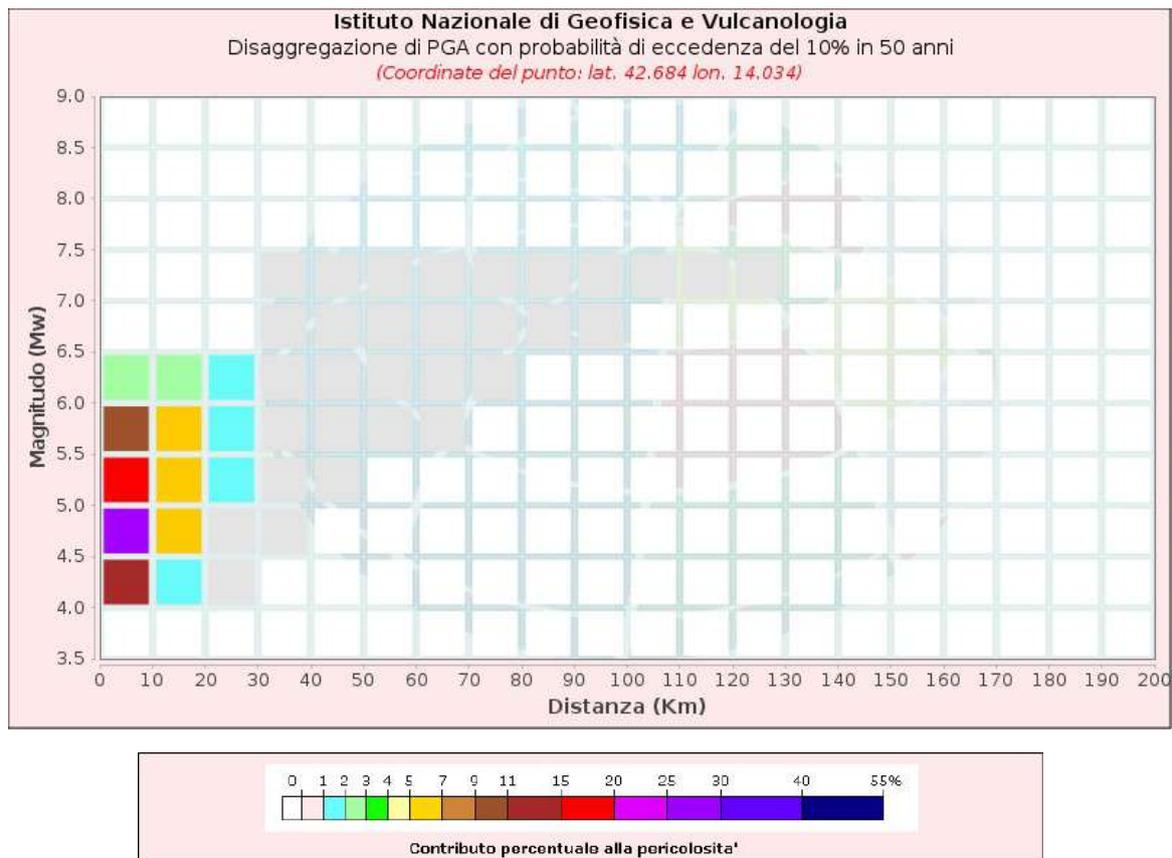
Spettri a pericolosità uniforme



Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)											
PoE	Accelerazione (g)										
in 50	Periodo (s)										
anni	0.0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
2%	0.319	0.654	0.774	0.830	0.754	0.668	0.566	0.377	0.269	0.156	0.111
5%	0.223	0.465	0.549	0.567	0.523	0.459	0.394	0.257	0.189	0.109	0.075
10%	0.166	0.346	0.409	0.423	0.388	0.338	0.286	0.189	0.139	0.080	0.056
22%	0.114	0.241	0.290	0.294	0.269	0.231	0.193	0.125	0.093	0.054	0.038
30%	0.097	0.205	0.249	0.251	0.231	0.196	0.162	0.106	0.076	0.045	0.030
39%	0.084	0.179	0.218	0.218	0.199	0.165	0.137	0.090	0.064	0.037	0.024
50%	0.072	0.156	0.187	0.186	0.172	0.141	0.114	0.072	0.052	0.031	0.019
63%	0.061	0.132	0.160	0.159	0.145	0.117	0.095	0.057	0.040	0.023	0.015
81%	0.049	0.105	0.125	0.122	0.112	0.086	0.068	0.039	0.025	0.015	0.010

Gli spettri indicano i valori di scuotimento calcolati per 11 periodi spettrali, compresi tra 0 e 2 secondi. La PGA corrisponde al periodo pari a 0 secondi. Il grafico è relativo alle stime mediane (50mo percentile) proposte dal modello di pericolosità. I diversi spettri nel grafico sono relativi a diverse probabilità di eccedenza (PoE) in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico.

Disaggregazione



Il grafico rappresenta il contributo percentuale delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità del nodo, rappresentata in questo caso dal valore della PGA mediana, per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

La tabella seguente riporta i valori mostrati nel grafico ed i valori medi di magnitudo, distanza ed epsilon della sorgente che *maggiormente contribuisce alla pericolosità sismica del sito in studio ossia il cosiddetto "terremoto di scenario"*

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni											
Distanza in Km	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	12.1000	25.4000	17.2000	10.0000	2.6500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	1.6000	5.4700	6.5100	6.0700	2.8600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0183	0.4460	1.3300	1.9900	1.4200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0036	0.1900	0.6570	0.6870	0.1060	0.0825	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0060	0.1660	0.4250	0.4490	0.3880	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0182	0.1620	0.3360	0.3440	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0323	0.1930	0.2460	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0012	0.0882	0.1630	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0271	0.0931	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0029	0.0285	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0071	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0024	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi: magnitudo = 5.18 ; distanza = 10.2 ; epsilon = 0.673

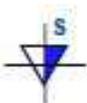
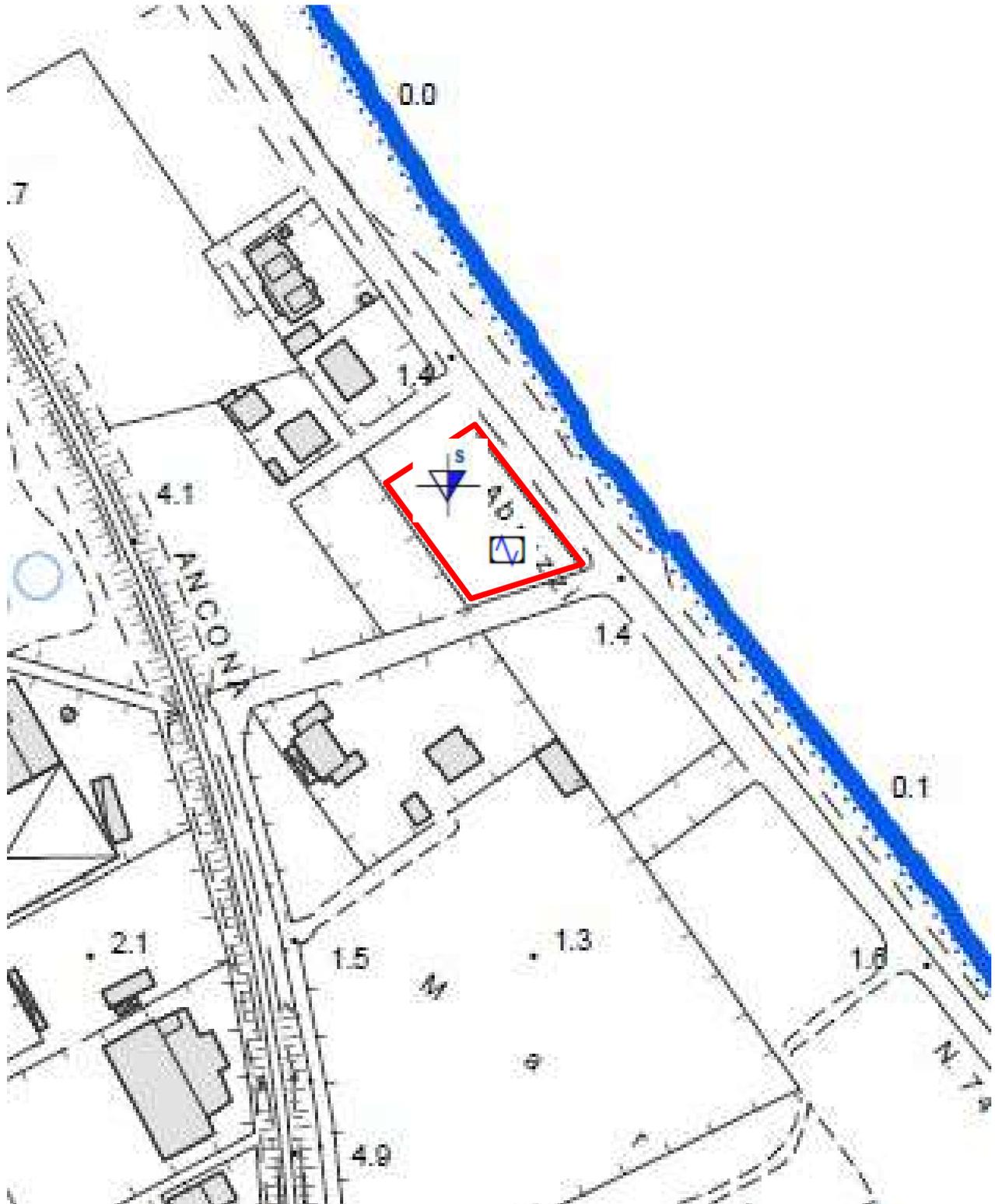
8. INDAGINI SVOLTE

Per definire il modello geologico di sottosuolo è stata eseguita una specifica indagine geognostica in sito che in funzione della limitata estensione del sito e l'assetto geomorfologico locale pianeggiante (es: piana costiera), è consistita in:

- n°1 *prova penetrometrica dinamica superpesante (DPSH)* spinta fino ad una profondità di 10.2 m (DP.1) dal piano campagna attuale in modo da ricostruire indirettamente la successione stratigrafica locale, definire la profondità della falda acquifera e la caratterizzazione geotecnica dei terreni;
- n°1 *misura di sismica passiva a stazione singola tipo HVSR (Microtremori)* della durata di 30 minuti per valutare la frequenza di risonanza del terreno ($F_0 - A_0$) e stimare la velocità delle onde S ($V_{S\ eq}$).

L'ubicazione delle prove eseguite è riportata nella FIG.2 PLANIMETRIA UBICATIVA INDAGINE GEOTECNICA E SISMICA IN SITO – scala 1:2.500

FIG.2 PLANIMETRIA UBICATIVA INDAGINE GEOTECNICA E SISMICA IN SITO
scala 1:2.500



Prova Penetrometrica dinamica continua DPSH spinta fino alla profondità di 10.2 m per la caratterizzazione litostratigrafica e litotecnica sito specifica. (rif. ALL.1)



Misura Sismica Passiva a stazione singola per la misura della frequenza di risonanza di sito (rif. ALL.2)

8.1 PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (DPSH)

La prova penetrometrica dinamica continua del tipo DPSH (*Procedura ISSMFE, 1988 - Raccomandazioni AGI, 1977*) è stata eseguita in data 12.11.2021 utilizzando un penetrometro mod. PAGANI TG 63/200 kN (*Foto n.1*).



Foto n.1_Postazione della prova penetrometrica DP.1 (10.2 m - 12.11.2021)

La prova penetrometrica consiste nell’infingere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all’estremità di un’asta di acciaio, prolungabile con l’aggiunta di successive aste.

L’infissione avviene per battitura, facendo cadere da un’altezza costante (0.75 m) un maglio di dato peso (63.5 Kg). Si contano i colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza stabilita (20 cm). La resistenza del terreno è funzione inversa della penetrazione per ciascun colpo e, diretta, del numero di colpi (N_{DP}) per una data penetrazione.

Risultato e interpretazione della prova DPSH

La *Valutazione della Resistenza dinamica alla punta (Rpd)* viene calcolata secondo la cosiddetta *Formula degli Olandesi*:

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

dove:

- Rpd = resistenza dinamica punta
- A = area
- M = peso massa battente
- H = altezza caduta
- N = numero di colpi
- e = infissione media per colpo (δ / N)
- δ = avanzamento (penetrazione)
- P = peso totale aste e sistema battuta.

L'elaborazione della penetrometria (*Dynamic Probing - GeoStru Software*) è nell'ALL.1, mentre di seguito si riporta il grafico $N_{colpi}/prof$ e $R_{pd}/prof$ con l'interpretazione stratigrafica (FIG.3) e la tabella riassuntiva dei parametri geotecnici più significativi (Tab.3).

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DP1
 Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: Tacconelli Pasquale
 Descrizione: Indagine Geotecnica
 Localita': Via Lungomare Trieste - Roseto degli Abruzzi TE

12-11-2021

Scala 1:75

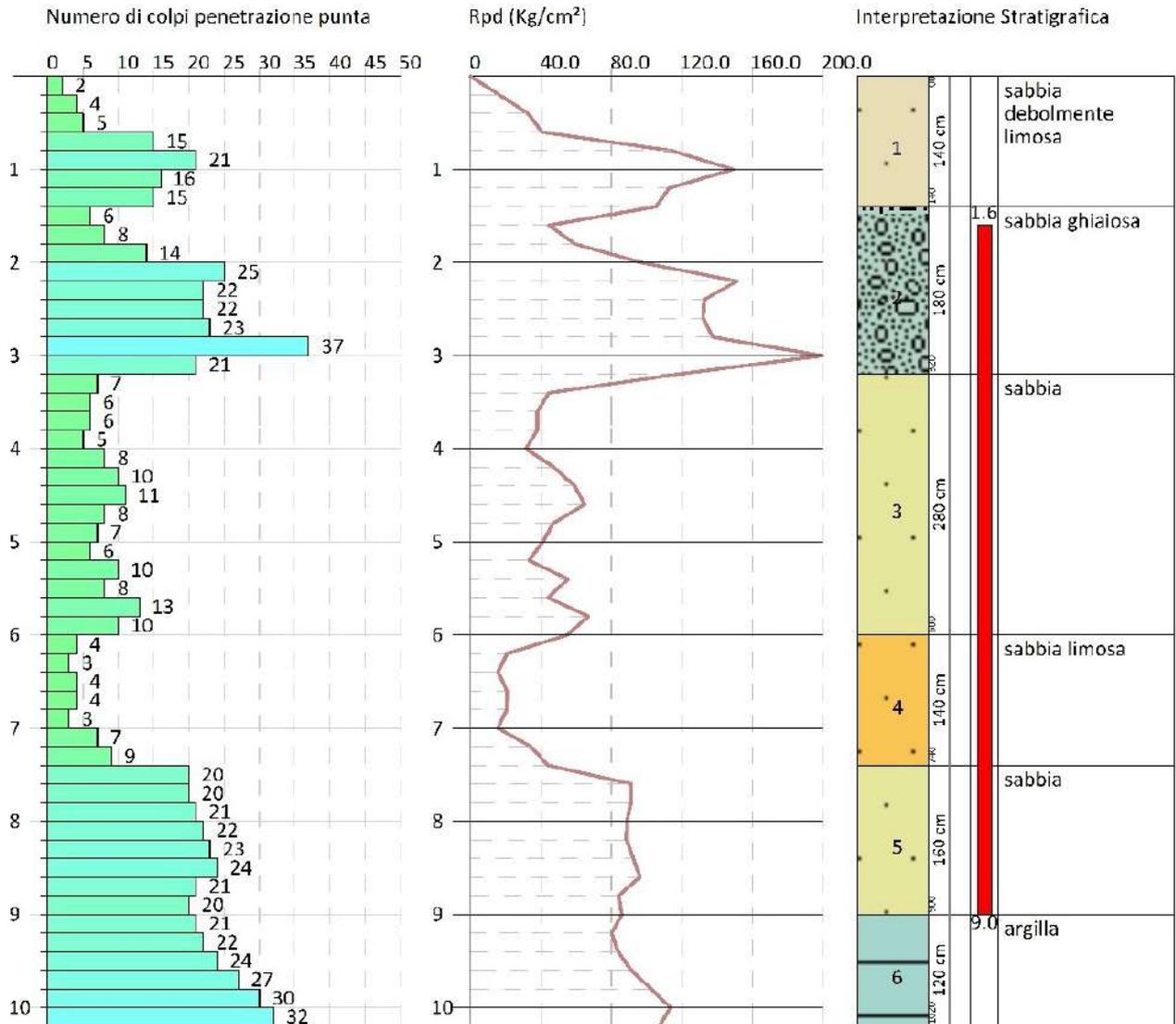


FIG 3_ Grafico Penetrometrico (N_colpi/prof - Rpd/prof): DP.1 prof. 10.2 m)
 con l'interpretazione stratigrafica.

ID	Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
(1)	1.4	11.14	104.27	I	0.13	1.48	16.45	sabbia debolmente limosa
(2)	3.2	19.78	166.93	I	0.38	1.53	30.2	sabbia ghiaiosa
(3)	6	8.21	60.85	I	0.61	1.56	12.84	sabbia
(4)	7.4	4.86	31.95	I	0.81	1.59	7.75	sabbia limosa
(5)	9	21.38	132.97	I	0.95	1.62	34.59	sabbia
(6)	10.2	26	150.82	I-C	1.92	1.63	42.33	argilla

ID	Prof. Strato (m)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Densità relativa (%)	Angolo d'attrito (°)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo di Young (Kg/cm ²)	Cu (Kg/cm ²)	Classificazione AGI
(1)	1.4	1.92	1.96	49.69	31.93	111.37	197.40	---	MODERATAMENTE ADDENSATO
(2)	3.2	2.14	2.04	59.18	36.06	172.69	362.40	---	ADDENSATO
(3)	6	1.85	1.94	34.81	30.85	95.27	154.08	---	MODERATAMENTE ADDENSATO
(4)	7.4	1.78	1.93	22.29	29.33	72.57	93.00	---	POCO ADDENSATO
(5)	9	2.07	2.01	44.44	34.44	148.59	297.54	---	ADDENSATO
(6)	10.2	2.5	2.5	---	39.7	423.30	507.96	2.86	ESTREM. CONSISTENTE

TAB.3 _Tabella riassuntiva risultanze Prova Penetrometrica Dinamica continua DPSH

8.2 MICROTREMORI (HVSr - NAKAMURA)

La prova sismica eseguita, comunemente nota con il termine *misura H/V*, fu applicata per la prima volta da *Nogoshi e Igarashi (1970)* e resa popolare da *Nakamura (1989)*. Si tratta di una valutazione sperimentale dei rapporti di ampiezza spettrale fra le componenti orizzontali (H) e verticale (V) delle vibrazioni ambientali sulla superficie del terreno misurati in un punto con un apposito sismometro a tre componenti, da cui il termine HVSr (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) o prova "di Nakamura".

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un tromometro digitale mod. "Tromino Zero" (*Micromed SpA*) (Foto n.2) contenente al suo interno tre velocimetri elettrodinamici ortogonali tra loro ad alta definizione, con intervallo di frequenza compreso tra 0.1 e 256 Hz i cui dati vengono misurati in una scheda di memoria interna da 512 Mb e successivamente elaborati in ufficio con il software "Grilla", secondo le Linee Guida del Progetto Europeo SESAME (*Site Effects Assessment Using Ambient Excitations*).



Foto n.2 Tromometro digitale

L'uso esplorativo della *misura di microtremore* è quello di individuare le aree dove esistono *fenomeni di risonanza sismica* dando indicazioni sulle frequenze interessate dal fenomeno e quindi *fornire indicazioni qualitative e relative sull'entità del contrasto di impedenza responsabile del fenomeno di risonanza*.

Per quanto riguarda l'interpretazione del *grafico H/V* ci si è basati sulle indicazioni descritte nel testo "*Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola*; D. Albarello, S. Castellaro (*Supplemento alla rivista trimestrale Ingegneria Sismica, Anno XXVIII - n.2-2011*).

In linea generale, vengono individuate tre *classi di qualità* della misura ottenuta:

- *Classe A: curva H/V affidabile e interpretabile per stazionarietà, isotropia, assenza di disturbo, plausibilità fisica, robustezza statistica;*
- *Classe B: curva H/V sospetta (da interpretare)*
- *Classe C: curva H/V scadente e di difficile interpretazione (non va utilizzata).*

Per le sole *Classi A e B*, vengono definite due *sottoclassi*:

- *Tipo 1: presenta almeno un picco "chiaro" secondo i criteri SESAME: possibile risonanza.*
- *Tipo 2: non presenta picchi "chiaro" nell'intervallo di frequenze di interesse: assenza di risonanza.*

Successivamente vengono distinte quelle con ampiezza:

- *$H/V > 3$ → alto contrasto di impedenza;*
- *$2 < H/V < 3$ → basso contrasto di impedenza*
- *Ampiezza $H/V < 2$ → non è presente un contrasto di impedenza*

Risultato e interpretazione della misura

Sulla base dei criteri sopra descritti si riporta una tabella che riassume le risultanze della misurazione di microtremore acquisita ed i valori di *frequenza fondamentale* e *ampiezza del primo picco H/V* (f_0 ; A_0) (FIG.4):

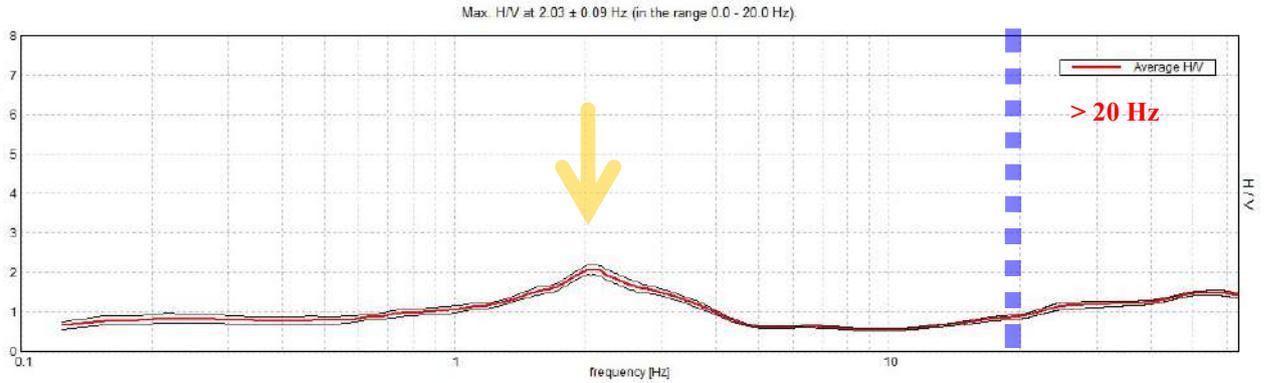


FIG.4 - Curva Sperimentale H/V ottenuta in sito.

La linea a tratto BLU indica il limite della frequenza 20 Hz, oltre il quale il picco registrato non produce effetti di amplificazione.

La freccia indica il primo picco.

N° HV1	Quota m. slm	T	L	C	Classe	Tipo	f_0 (Hz)	A_0	Contrasto d'impedenza
1	1.5	20'	92%	20%	A	1	2.03	2.07	ASSENTE

dove:

T (time): durata temporale della misura;

L (length): lunghezza della traccia registrata dopo aver eliminato i valori anomali;

C (clean): percentuale di lisciamento

f_0 : frequenza del primo picco

A_0 : ampiezza del primo picco

Nell'ALL.2, il Certificato della Prospezione Sismica Passiva tipo HVSR eseguita.

9. MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

9.1. SUCCESSIONE STRATIGRAFICA LOCALE

La successione dei terreni in profondità è stata ricostruita indirettamente confrontando le risultanze della penetrometria con un recente scavo per la realizzazione della platea di fondazione di un costruendo complesso immobiliare distante circa 500 m verso N-NW ed inserito nello stesso contesto geomorfologico.

La stratigrafia locale del sottosuolo, a partire dall'alto verso il basso, è:

PROFONDITÀ	LITOLOGIA
- dal p.c. a 1.4 m	<u>COLTRE COLLUVIALE</u> Limo sabbioso e/o sabbia limosa, moderatamente addensata
- da 1.4 m a 3.4 m	<u>DEPOSITI GHIAIOSI DELLA PIANA COSTIERA (Acquifero)</u> Ghiaia con sabbia e/o sabbia ghiaiosa, addensata
- da 3.4 m a 9.0 m	<u>DEPOSITI SABBIOSI E SABBIOSO LIMOSI DELLA PIANA COSTIERA (Acquifero)</u> Sabbia a granulometria medio fine giallastra con a luoghi intercalazioni lentiformi dello spessore massimo variabile da 1 a 1.5 m di sabbie limose grigiastre, poco addensate; deposito nel complesso da moderatamente addensato ad addensato.
- da 9.0 m a >> 30 m	<u>SUBSTRATO GEOLOGICO NON RIGIDO (Acquiclude)</u> Argilla sabbiosa di colore grigio-azzurro, sottilmente stratificata con più o meno sottili livelli sabbiosi a granulometria finissima di colore grigio. da molto consistente ad estremamente consistente

9.2 FALDA ACQUIFERA

I *depositi della piana costiera* formano l'acquifero della zona. Al loro interno è presente la falda idrica sotterranea alimentata dalle piogge dirette e dal Fiume Vomano.

Il livello statico della falda acquifera, tende a collimare con quello del mare, quindi a profondità variabili da - 1.0 a - 1.5 m dal p.c.

In data 12.11.2021, il livello statico misurato a fine prova durante la fase di estrazione delle este si colloca a:

- 1.6 m dal p.c. attuale

9.3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Sulla base delle risultanze della prova eseguita, distinguiamo i seguenti LIVELLI GEOTECNICI ($X_M \approx X_K$), a cui il Progettista può fare riferimento per il suo modello di interazione terreno/struttura:

LIVELLO GEOTECNICO N.1

Litologia: limi sabbiosi (coltre colluviale)

Profondità: da 0.0 m a 1.4 m; Spessore: 1.4 m

Comportamento Geotecnico: Incoerente

Classificazione AGI: moderatamente addensato

Parametro	γ	γ_{SAT}	Dr	Φ	Eed	Ey
U.M.	t/m ³	t/m ³	%	°	Kg/cm ²	Kg/cm ²
X_M	1.9	1.9	49	30	110	190

LIVELLO GEOTECNICO N.2

Litologia: sabbia ghiaiosa (depositi olocenici)

Profondità: da 1.4 m a 3.2 m; Spessore: 1.8 m

Comportamento Geotecnico: Incoerente

Classificazione AGI: addensato

Parametro	γ	γ_{SAT}	Dr	Φ	Eed	Ey
U.M.	t/m ³	t/m ³	%	°	Kg/cm ²	Kg/cm ²
$X_M \approx X_K$	2.0	2.0	59	36	170	350

LIVELLO GEOTECNICO N.3

Litologia: sabbie prevalenti con intercalazioni limose (depositi olocenici)

Profondità: da 3.2 m a 7.4 m; Spessore: 4.2 m

Comportamento Geotecnico: Incoerente

Classificazione AGI: moderatamente addensato

Parametro	γ	γ_{SAT}	Dr	Φ	Eed	Ey
U.M.	t/m ³	t/m ³	%	°	Kg/cm ²	Kg/cm ²
$X_M \approx X_K$	1.8	1.9	30	29	80	120

LIVELLO GEOTECNICO N.4

Litologia: sabbie prevalenti con intercalazioni limose (depositi olocenici)

Profondità: da 3.2 m a 7.4 m; Spessore: 4.2 m

Comportamento Geotecnico: Incoerente

Classificazione AGI: moderatamente addensato

Parametro	γ	γ_{SAT}	Dr	Φ	Eed	Ey
U.M.	t/m ³	t/m ³	%	°	Kg/cm ²	Kg/cm ²
$X_M \approx X_K$	2.0	2.0	44	34	140	280

LIVELLO GEOTECNICO N.5

Litologia: argilla sabbiosa (substrato plio-pleistocenico)

Profondità: >>30 m; Spessore: nd

Comportamento Geotecnico: Coesivo

Classificazione AGI: molto consistente

Parametro	γ	γ_{SAT}	Cu	Eed	Ey
U.M.	t/m ³	t/m ³	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²
$X_M \approx X_K$	2.5	2.5	2.8	420	500

Legenda Parametri:

γ	Peso unità di volume (t/m ³)	Φ	Angolo di attrito (°)
γ_{SAT}	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Eed	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Dr	Densità Relativa	Ey	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Cu	Coesione non drenata (Kg/cm ²)		

9.4 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CATEGORIA TOPOGRAFICA

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, la normativa (*Par 3.2.2 delle NTC 2018*) definisce le seguenti *categorie di sottosuolo* a cui si può fare riferimento per valutare la *risposta sismica locale con approccio semplificato*:

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
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>Depositi 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>Depositi 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.

In base ai valori di V_s è possibile ricavare la categoria di suolo di fondazione, secondo la seguente formula:

$$V_{s_e} = H / \sum (h_{i,N} / V_{s,i})$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (m) e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti fino ad H che rappresenta la profondità del substrato sismico con $V_s > 800$ m/s.

Il tipo di stratigrafia che le *tecniche di sismica passiva* possono restituire si basa sul concetto di contrasto di impedenza. *Per strato si intende un'unità distinta da quella soprastante/sottostante a causa di un contrasto di impedenza, ossia il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.*

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. Si stabilisce una relazione fra lo spessore h dello strato sovrastante, la velocità media delle onde S all'interno di quest'ultimo (V_s) e la frequenza fondamentale f dello strato, nella forma:

$$f = V_s / 4H \quad (1)$$

Si riporta il grafico della *Curva H/V Sperimentale (Average H/V)* sovrapposto alla *Curva H/V Sintetica (Synthetic H/V)* (FIG.5) e relativa tabella riassuntiva applicando la (1) alle risultanze della misura sperimentale:

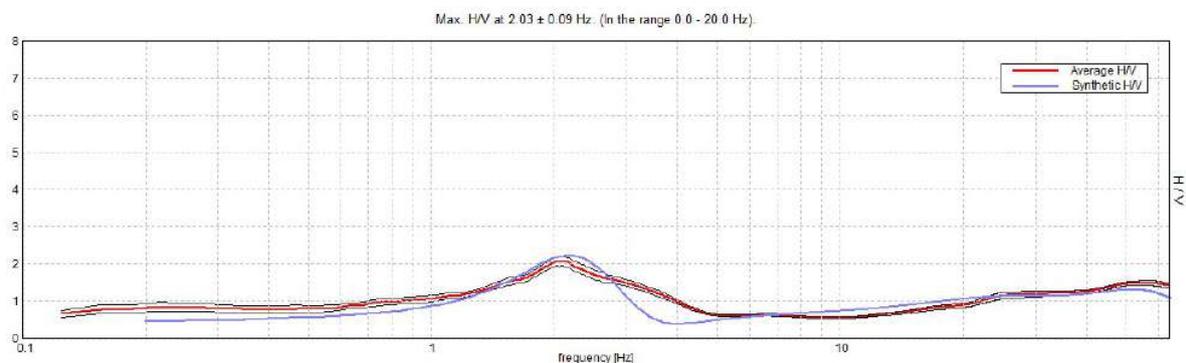


FIG.5_ Curva H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

SISMOSTRATI	HVSr – Passamonti Danilo SP19 – loc.tà Capo Le Coste, Morro D’Oro			
	Profondità alla base dello strato	Spessore (m)	V _s (m/s)	V _{se} (m/s) riferito al p.c.
1	0.80	0.80	176	363
2	3.50	2.70	312	
3	41.50	38.00	381	
4	inf.	inf.	710	

In riferimento alla tabella 3.2.II delle NTC 2018, alle risultanze della misura sismica e alle caratteristiche litostratigrafiche della zona, la CATEGORIA DI SOTTOSUOLO, consigliata è:
C – Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori 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.

In riferimento Cap. 3.2.2 delle Norme Tecniche sulle Costruzioni (DM 17.01.2018 e smi) e alla tabella 3.2.III:

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

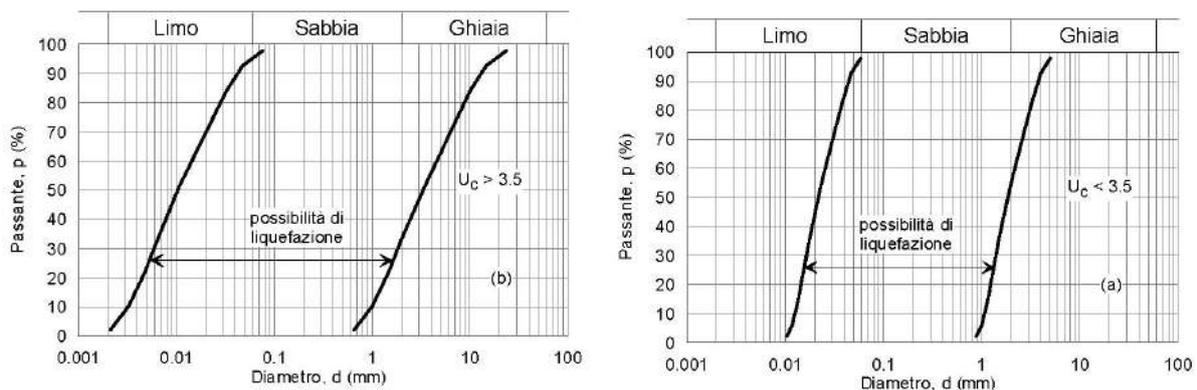
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq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

la CATEGORIA TOPOGRAFICA è: **T1**

9.5 METODO SEMPLIFICATO PER LA STIMA DEI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

In riferimento allo Studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 del Comune di Roseto degli Abruzzi, l'area del Sub Comparto Tacconelli ricade in una *Zona di Attenzione per Fenomeni di Liquefazione* di tipo 1, intendendo *quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni drenate (es: eventi sismici)*. La Normativa prevede che la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti condizioni:

- 1) accelerazioni massime attese al piano compagna, in condizioni di free field, $< 0.1g$;
- 2) profondità media stagionale della falda > 15 m dal p.c.;
- 3) depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$
- 4) distribuzione granulometrica esterna a quella indicata in Fig.13



Nel caso in studio nessuna delle condizioni di cui sopra è soddisfatta ed essendo il terreno di fondazione formato da *strati estesi o lenti di sabbie sotto falda*, occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione alla profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili.

I *metodi semplificati per la stima dei fenomeni di liquefazione* 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.

La *resistenza del deposito alla liquefazione* viene valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione:

$$FS = CRR/CSR$$

dove:

- CRR (Cyclic Resistance Ratio): *resistenza del terreno alla liquefazione*
- CSR (Cyclic Stress Ratio): *sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma*

Determinazione del CSR (Cyclic Stress Ratio)

Il parametro CSR (*resistenza alla liquefazione*), per terremoti di magnitudo pari a 7.5, è definito con l'equazione semiempirica proposta da Seed e Idriss (1971):

$$CSR_{7.5} = \tau_{av} / \sigma'_{vo} - 0.65 \cdot a_{max}/g \cdot \sigma_{vo} / \sigma'_{vo} \cdot r_d$$

dove:

- τ_{av} = *valore medio definito come 0.65 τ_{max}*
- a_{max} = *accelerazione massima in superficie (cm/sec²)*
- g = *accelerazione di gravità (980 cm/sec²)*
- σ_{vo} = *tensione litostatica verticale totale (Kg/cm²)*
- σ'_{vo} = *tensione litostatica verticale efficace (Kg/cm²)*
- r_d = *coefficiente di riduzione delle tensioni*

Con l'equazione di r_d uguale a:

$$rd = 1 - 0,015 \cdot z \quad [\text{Metodo di Seed e Idriss (1982)}]$$

con z = *profondità espressa in metri dal piano campagna allo strato considerato*

Determinazione di CRR (Cyclic Resistance Ratio)

La *resistenza alla liquefazione CRR* viene calcolata in funzione della Magnitudo, del numero di colpi, della pressione verticale effettiva, della densità relativa.

Di seguito sulla base dei casi di terreni in cui si è avuta liquefazione e non liquefazione durante i terremoti, si riportano le *curve CRR* (curve base semplificate) che si riferiscono tutte a sabbie pulite, con contenuto di parte fine minore o uguale al 5%, rappresentando pertanto le curve di riferimento per la procedura di calcolo (Fig.13)

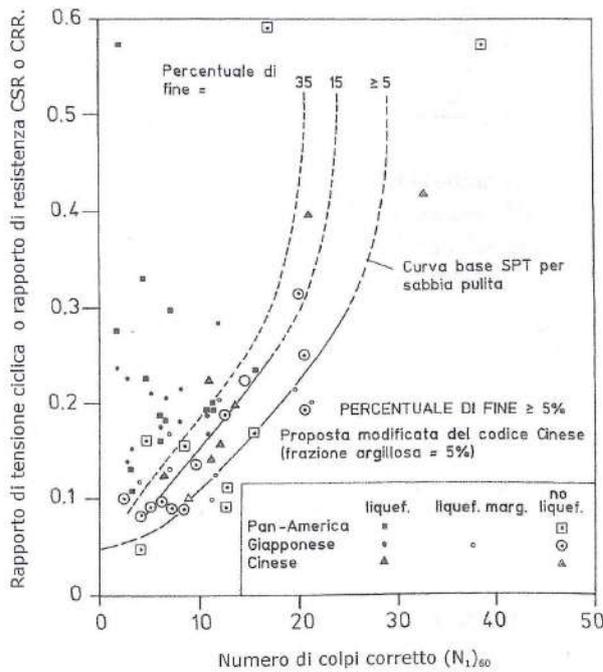


Fig.13
 Curve di Seed et al.
 (1985)
 per il calcolo del rapporto
 di resistenza ciclica
 (CRR_{7.5}) dai risultati di
 prove SPT

Magnitudo Scaling Factor (MSF)

Per terremoti di magnitudo diversa da 7.5, è necessario inserire un coefficiente correttivo MSF (Magnitudo Scaling Factor), applicato per convenzione alla capacità di resistenza alla liquefazione (CRR) e non al carico sismico (CSR). Di seguito, una tabella in cui per vari autori, si riporta la correlazione tra le diverse magnitudo (M_w) e il coefficiente correttivo MSF:

Magnitudo M_w	MSF (Magnitudo Scaling Factor)
	Seed H. B. e Idriss I. M. (1982)
5.5	1.43
6.0	1.32
6.5	1.19
7.0	1.08
7.5	1.00
8.0	0.94
8.5	0.89

Secondo il metodo semplificato di Seed e Idriss (1971), se $FS = CRR/CSR < 1,25$ è possibile che avvengano fenomeni di liquefazione.

Si riporta la tabella (Tab.4) con i valori di $FS_{liquefazione}$ calcolati con il *Metodo Semplificato di Seed e Idriss (1971)*, sulla base dei dati sperimentali della penetrometria eseguita:

ID	Prof. Strato (m)	Spessore (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione	Fs liquefazione
(1)	0.0 ÷ 1.4	1.4	11.14	104.27	I	0.13	1.48	16.45	sabbia debolmente limosa	--
(2)	1.4 ÷ 3.2	1.8	19.78	166.93	I	0.38	1.53	30.2	sabbia ghiaiosa	>10
(3)	3.2 ÷ 6.0	2.8	8.21	60.85	I	0.61	1.56	12.84	sabbia	1.136
(4)	6.0 ÷ 7.4	1.4	4.86	31.95	I	0.81	1.59	7.75	sabbia limosa	0.81
(5)	7.4 ÷ 9.0	1.6	21.38	132.97	I	0.95	1.62	34.59	sabbia	4.787
(6)	9.0 ÷ ND	>>30	26	150.82	I-C	1.92	1.63	42.33	argilla	--

Tab.4_ Resistenza del deposito alla liquefazione (FS) alle diverse profondità calcolato con il metodo semplificato di Seed e Idriss, 1971.

Dall'analisi della tabella si evince che lo strato sabbioso (3) e sabbioso-limoso (4) posto ad una profondità compresa tra 3.2 m e 7.4 m e a spessore di 4.2 m, presenta un valore di FS variabile da 1.14 a 0.8, quindi < 1.2 (deposito liquefacibile a seguito di un evento sismico $M > 5.5$).

Tuttavia, considerando che storicamente non si sono registrati fenomeni di liquefazione in questa zona della piana costiera rosetana a seguito di eventi sismici, si può affermare che i terreni in generale, non sono suscettibili di liquefazione.

Pertanto, ai fini della stabilità nei confronti della liquefazione (rif par.7.11.3.4 NTC2018), la verifica può essere esclusa.

10. MICROZONAZIONE SISMICA

Il Comune di Roseto degli Abruzzi è dotato dello Studio di Microzonazione Sismica di I livello redatto dallo scrivente e validato dalla Regione Abruzzo, pertanto in riferimento alle Linee Guida Regionali ver. 1.0 per le indagini e studi da eseguire a corredo degli strumenti urbanistici ai fini del rilascio del parere di compatibilità geomorfologica (ex legge 64/1974 art.13 - D.P.R. 380/2001 (allegato A come parte integrante della deliberazione n.108 del 22.02.2018), si può fare riferimento a detto Studio.

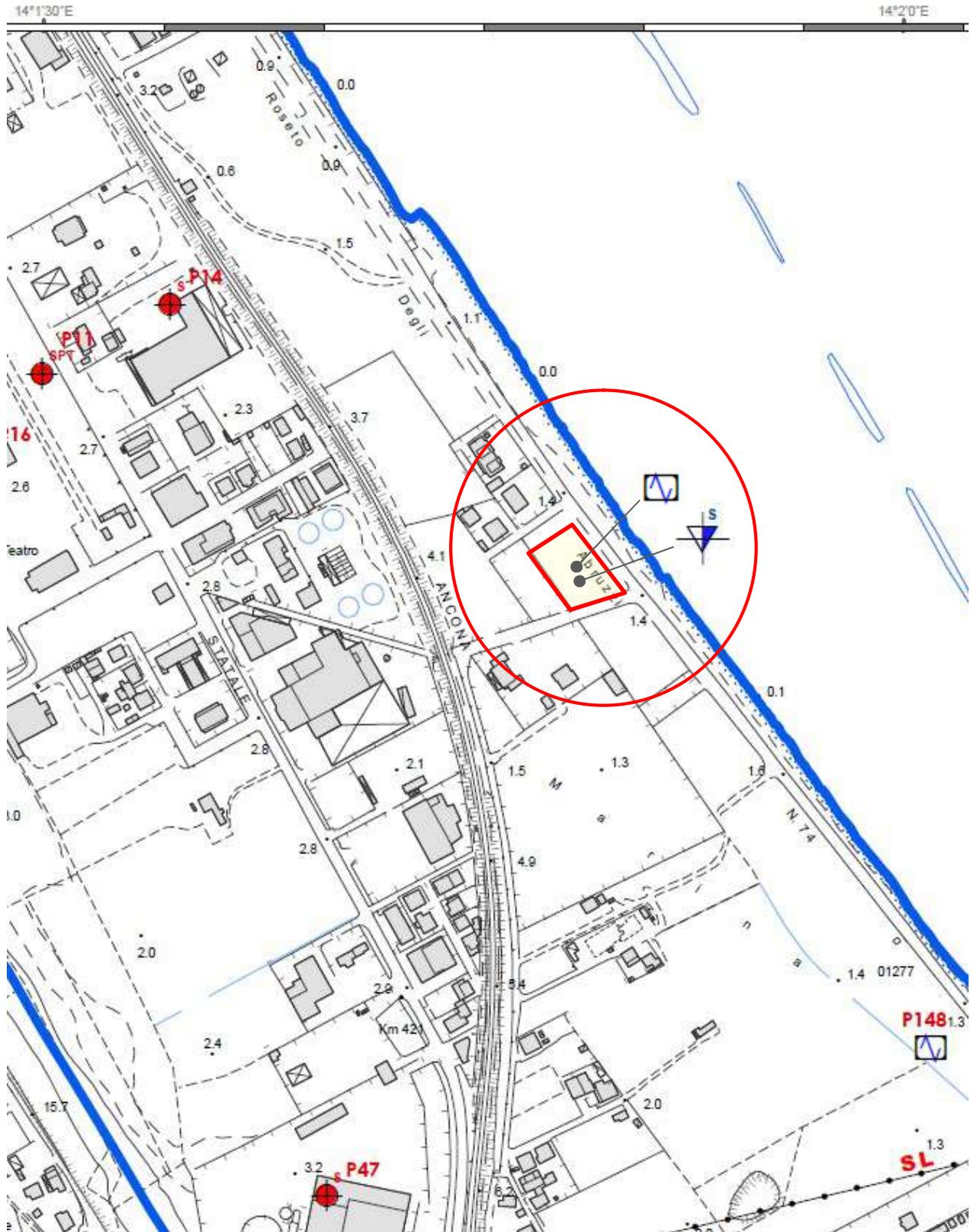
Di seguito si riporta la seguente cartografia tematica integrata con i risultati delle indagini svolte in sito che permette di definire la Microzonazione Sismica puntuale, così come richiesta dal Genio Civile:

TAV.8 - CARTA DELLE INDAGINI in scala 1:5.000 con indicate le indagini geotecniche e geofisiche eseguite in passato (da: Archivio Studio Biferi, Roseto) nel territorio limitrofo e i punti in cui sono state realizzate le nuove indagini geotecniche (DPSH) e sismiche (Misure di Microtremori – HVSR)

TAV.9 - CARTA GEOLOGICO TECNICA in scala 1:5.000 nella quale sono riportate le informazioni geologiche, geomorfologiche, litotecniche e idrogeologiche raccolte nel corso del rilevamento di campagna e a seguito delle risultanze delle indagini eseguite ex novo

TAV.10 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS) e DELLE FREQUENZE DI RISONANZA in scala 1:5.000 che individua le microzone per le quali possono essere ipotizzati, a seguito di un evento sismico, diversi tipi di effetti di amplificazione o di attenzione per l'instabilità.

TAV. 8 CARTA DELLE INDAGINI - scala 1:5000



segue LEGENDA

LEGENDA CARTA DELLE INDAGINI



Sondaggio a carotaggio continuo che intercetta il substrato



Sondaggio a carotaggio continuo che intercetta il substrato con prova penetrometrica in foro (SPT)



Sondaggio a carotaggio continuo



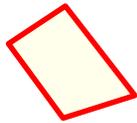
Prova penetrometrica dinamica superpesante (DPSH)



Stazione microtremore a stazione singola (HVSR)

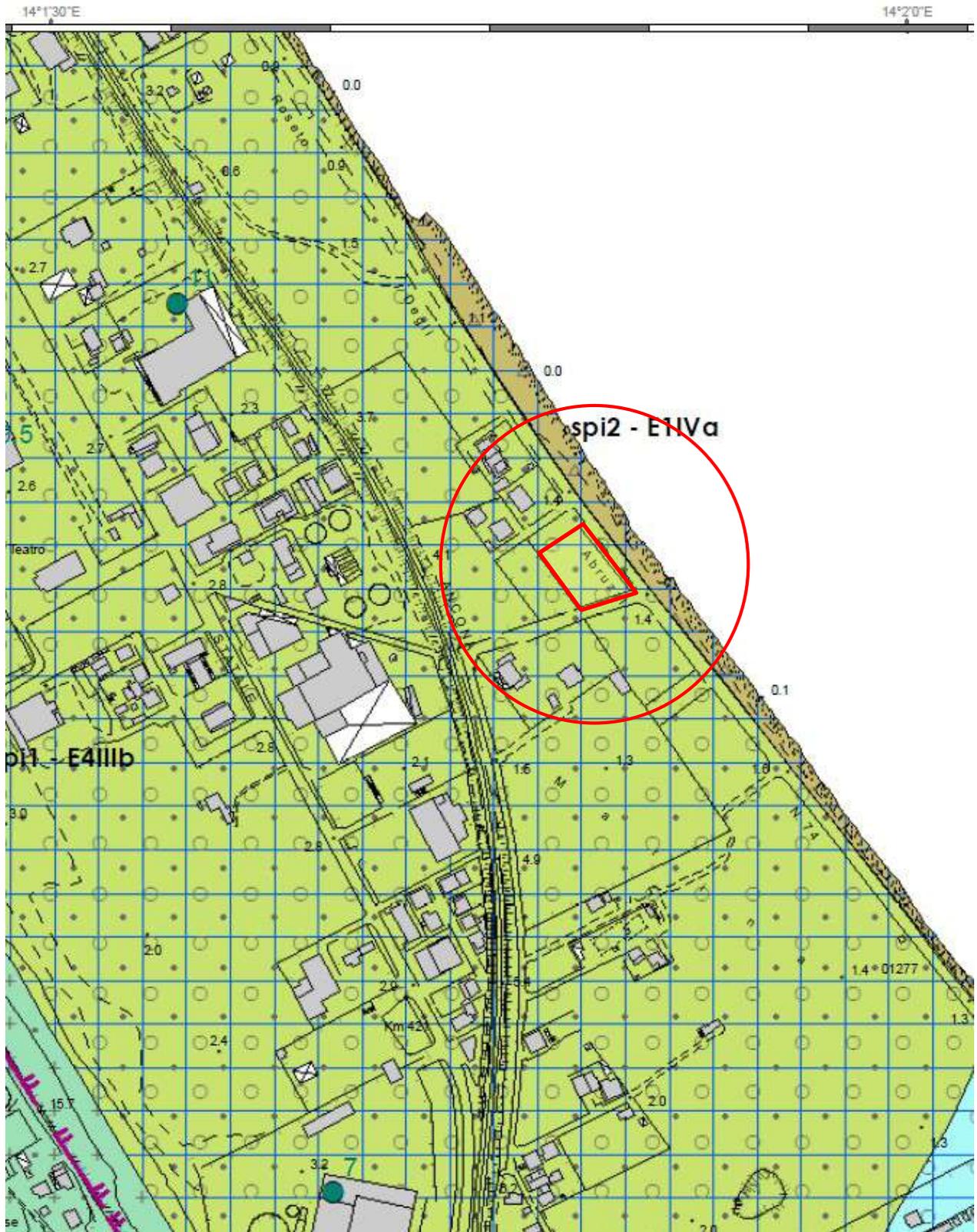


Profilo sismico a riflessione



Area in studio (Sub comparto Tacconelli)

TAV. 9 CARTA GEOLOGICO *TECNICA* - scala 1:5000

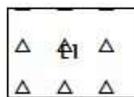


Segue LEGENDA

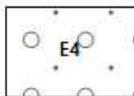
LEGENDA CARTA GEOLOGICO-TECNICA

UNITA GEOLOGICHE CONTINENTALI - TERRENI DI COPERTURA

 <p style="text-align: center;">all</p>	<p>all - Deposito alluvionale e fluviale Ciottoli eterometrici (da ghiaie sottili fino a grossi blocchi) di natura prevalentemente calcarea e calcareo - marnosa, subordinatamente arenacea e conglomeratica, tra i quali si interpone una frazione più fina a grana sabbiosa e/o sabbioso-limosa. Spessore varia da 3 a 15 m. OLOCENE - ATTUALE</p>	 <p style="text-align: center;">at5</p>	<p>at 5 - Deposito alluvionale terrazzato Deposito alluvionale terrazzato a quote comprese tra 15 ÷ 40 m e 50 ÷ 60 m, formato da ghiaie calcaree e in misura minore arenacee e silicee, eterometriche in abbondante matrice sabbiosa; verso l'alto aumenta la componente limosa-sabbiosa a discapito di quella ghiaiosa. Spessore variabile da 10 a 15 m. PLEISTOCENE superiore</p>
 <p style="text-align: center;">spi2</p>	<p>spi 2 - Deposito di spiaggia Sedimenti prevalentemente sabbiosi a tratti ghiaioso-sabbiosi o ghiaiosi della spiaggia attuale, ai quali in profondità si intercalano livelli e lenti di limi sabbiosi e/o argillosi, e sabbie a grana fina in corrispondenza delle aree dove un tempo erano presenti le dune costiere. Spessore varia da 10 a 12 m. OLOCENE - ATTUALE</p>		
 <p style="text-align: center;">spi1</p>	<p>spi 1 - Deposito di spiaggia Sedimenti sabbiosi a granulometria medio-fine e ghiaioso-sabbiosi con elementi calcarei eterometrici arrotondati di diametro variabile da 1 a 3 cm; a luoghi intercalazioni di limi-sabbiosi e/o limi-argillosi, riferibili ad ambienti di paludi costiere. Spessore variabile da 5 a 10 m. OLOCENE</p>		



E1 - Ciottoli e blocchi.



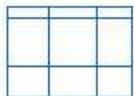
E4 - Ghiaia - sabbiosa.

STATO DI ADDENSAMENTO

- I - Addensato
- II - Moderatamente addensato
- III - poco addensato
- IV - Sciolta

PRESENZA DI INCLUSI

- a) frammenti lapidei di dimensioni maggiori
- b) frazione fine interstiziale non coesiva
- c) frazione fine interstiziale coesiva, ma non sufficiente ad alterare il carattere granulare



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

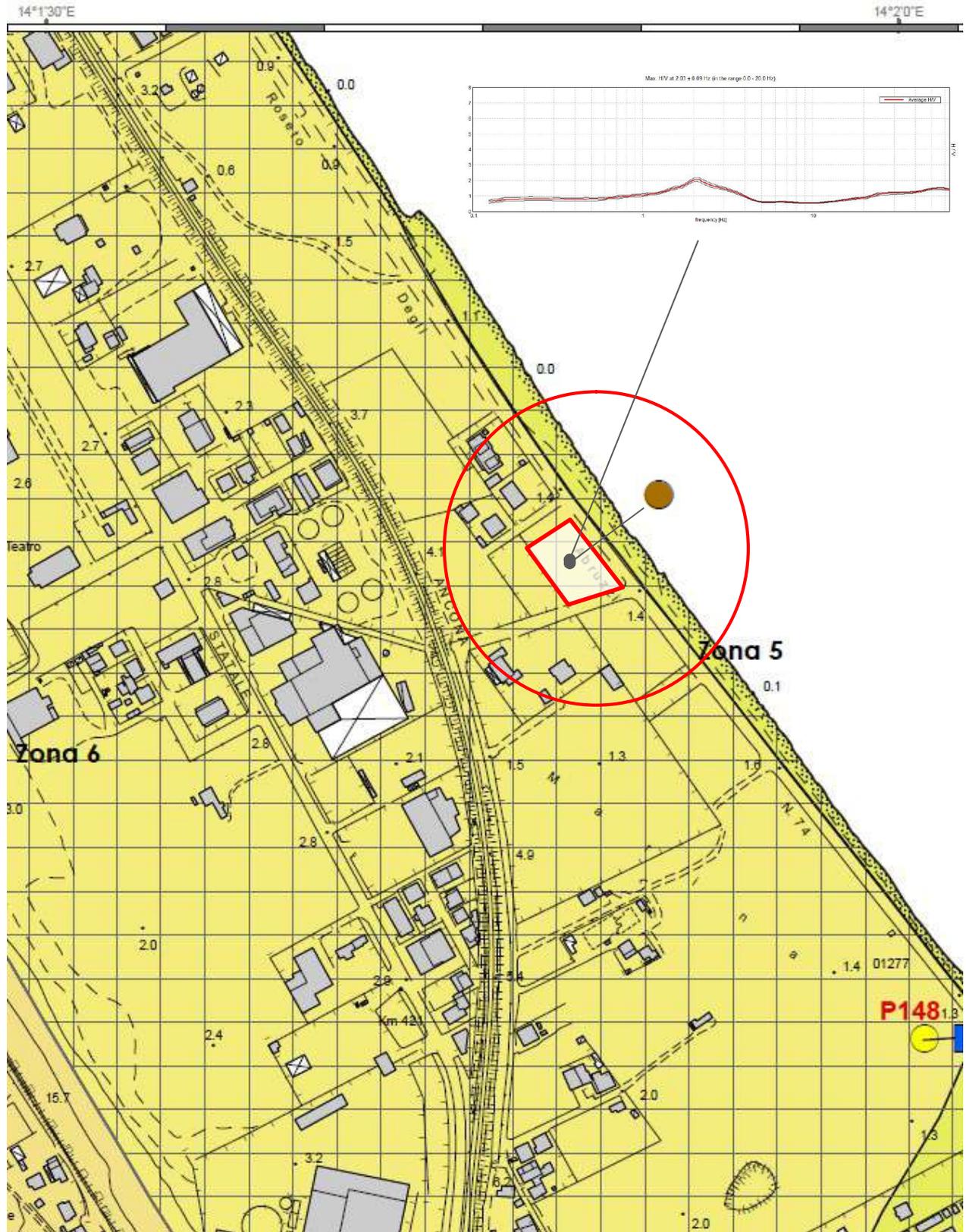


Profondità (m) substrato raggiunto da sondaggio o pozzo



Area in studio (Sub comparto Tacconelli)

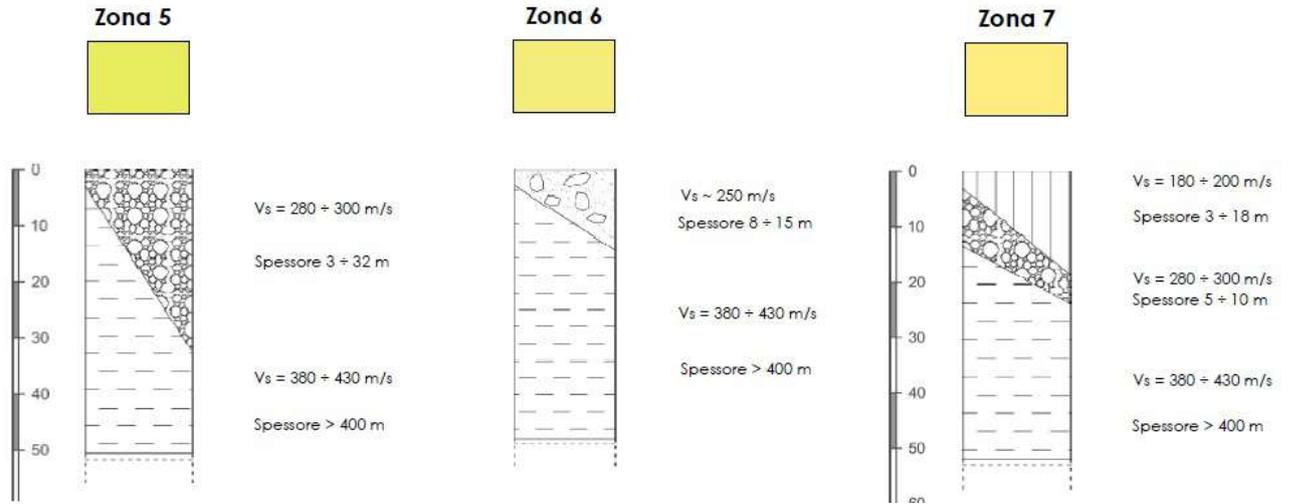
TAV.10 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA E DELLE FREQUENZE DI RISONANZA - scala 1:5000



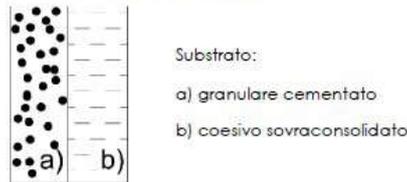
Segue LEGENDA

LEGENDA CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI



INFORMAZIONI SUL SUBSTRATO



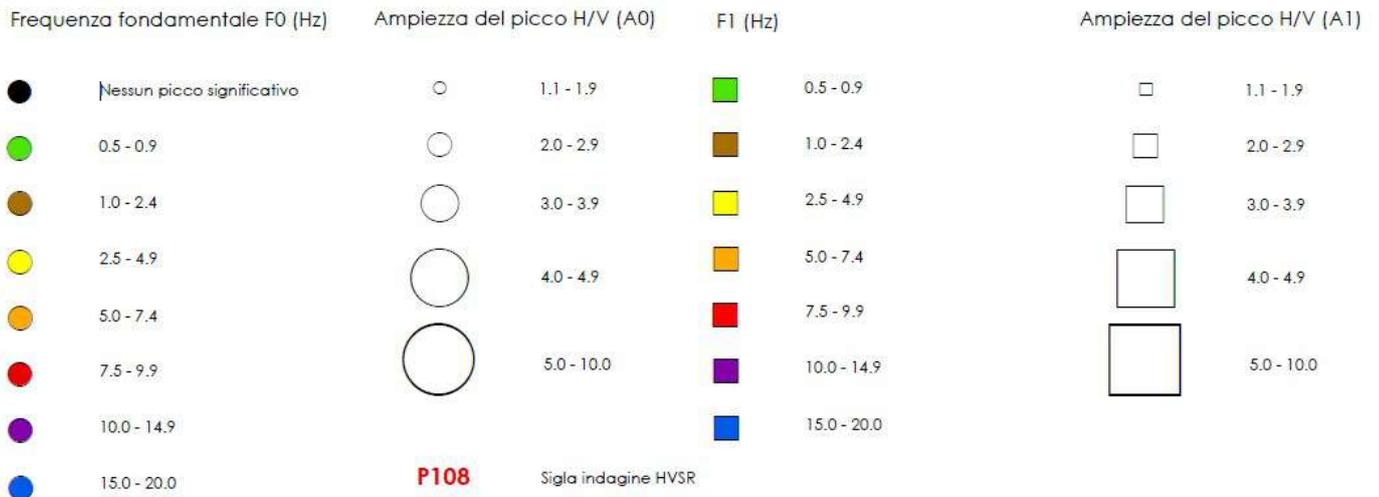
LEGENDA DEI TERRENI DI COPERTURA



ZONA DI ATTENZIONE PER INSTABILITA'

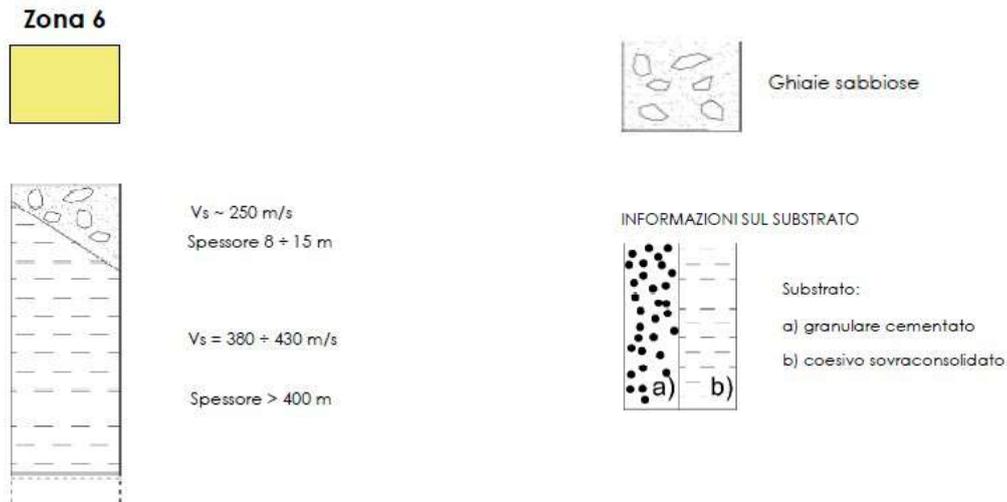


FREQUENZE DI RISONANZA



L'area in studio si caratterizza dalla seguente *microzona*:

- **ZONA STABILE SUSCETTIBILE DI AMPLIFICAZIONI LOCALI (ZONA 6)**: nelle quali sono attese amplificazioni del moto per effetto della situazione litostratigrafica (*terreni di copertura sabbiosi, ghiaioso sabbiosi e sabbiosi con intercalazioni limose con spessore complessivo di 9 m a partire dal p.c. su di un substrato geologico non rigido litologicamente formato da argilla sabbiosa*).



Sulla base dei dati sperimentali della penetrometria eseguita, è stato calcolato il *Fattore di Sicurezza alla Liquefazione* utilizzando il *metodo semplificato di Seed & Idriss (1971)* da cui si evince che, lo strato sabbioso (3) e sabbioso-limoso (4) posto ad una profondità compresa tra 3.2 m e 7.4 m e a spessore di 4.2 m, presenta un valore di FS variabile da 1.14 a 0.8, quindi < 1.2 (deposito liquefacibile a seguito di un evento sismico $M > 5.5$).

Tuttavia, considerando che:

- da misura sperimentale HVSR, la frequenza di risonanza di sito (F_0) è 2.03 Hz con Ampiezza (A_0) è 2.07 quindi contrasto di impedenza basso;
- la categoria di sottosuolo è C ($V_{seq} = 363$ m/s);
- storicamente non si sono registrati fenomeni di liquefazione in questa zona della piana costiera rosetana a seguito di eventi sismici;

si può affermare che i terreni che caratterizzano l'area del Sub Comparto Tacconelli, non sono suscettibili di liquefazione.

11. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dal rilevamento geologico e geomorfologico eseguito, dall'analisi ed interpretazione di tutti i dati geologici, idrogeologici, geologico-tecnici e sismici raccolti dallo scrivente riguardanti l'area di pertinenza del Sub-Comparto "Tacconelli Pasquale", oltre alle risultanze dell'indagine geotecnica e sismica puntuale si può affermare che il progetto di attuazione è compatibile con le condizioni geomorfologiche del territorio.

Roseto degli Abruzzi, 18.11.2021

Dott. Umberto Biferi – Geologo

A handwritten signature in black ink, which appears to read "Umberto Biferi", is written over a circular blue stamp. The stamp contains the text "ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE ABRUZZI" around the perimeter, "Dott. Geol. Umberto BIFERI" in the center, and a globe icon at the bottom.

Si allegano:

ALL.1 Report Prova Penetrometrica dinamica superpesante

(DPSH, prof. 10.2 m, 12.11.2021)

ALL.2 Report Misura Sismica Passiva a Stazione singola

(HVSr, 30 min, 12.11.2021)

ALL.1

REPORT PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH

Committente: TACCONELLI PASQUALE

Descrizione: INDAGINE GEOTECNICA

Località: SUB-COMPARTO TACCONELLI - LUNGOMARE TRIESTE, ROSETO DEGLI ABRUZZI

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

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	51 mm
Area di base punta	20.43 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	5.5 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	1.00 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N (20)
Coeff. Correlazione	variabile con prof
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90°

dott. geol. Umberto Biferi
N.277 OGRA



SE.GEO. del dott. U.BIFERI

Via Colle Patito 7
64026 Roseto d.A. - TE
C.F.: BFRMRT73R12A488S
P.I.: 00935430678



PROVA DP.1

Strumento utilizzato: DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data: 12-11-2021

Profondità prova: 10.20 mt

Falda rilevata: - 1.6 m

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	2	0.855	16.43	19.22	0.82	0.96
0.40	4	0.851	32.71	38.45	1.64	1.92
0.60	5	0.847	40.71	48.06	2.04	2.40
0.80	15	0.793	114.38	144.18	5.72	7.21
1.00	21	0.740	149.32	201.85	7.47	10.09
1.20	16	0.786	112.86	143.54	5.64	7.18
1.40	15	0.783	105.35	134.57	5.27	6.73
1.60	6	0.830	44.65	53.83	2.23	2.69
1.80	8	0.826	59.31	71.77	2.97	3.59
2.00	14	0.773	97.11	125.60	4.86	6.28
2.20	25	0.720	151.42	210.27	7.57	10.51
2.40	22	0.717	132.70	185.03	6.63	9.25
2.60	22	0.714	132.16	185.03	6.61	9.25
2.80	23	0.711	137.62	193.44	6.88	9.67
3.00	37	0.659	204.97	311.19	10.25	15.56
3.20	21	0.706	117.36	166.23	5.87	8.31
3.40	7	0.803	44.52	55.41	2.23	2.77
3.60	6	0.801	38.04	47.50	1.90	2.37
3.80	6	0.798	37.92	47.50	1.90	2.37
4.00	5	0.796	31.51	39.58	1.58	1.98
4.20	8	0.794	47.47	59.81	2.37	2.99
4.40	10	0.791	59.17	74.76	2.96	3.74
4.60	11	0.789	64.90	82.24	3.25	4.11
4.80	8	0.787	47.08	59.81	2.35	2.99
5.00	7	0.785	41.08	52.33	2.05	2.62
5.20	6	0.783	33.27	42.50	1.66	2.12
5.40	10	0.781	55.32	70.83	2.77	3.54
5.60	8	0.779	44.15	56.66	2.21	2.83
5.80	13	0.727	66.96	92.07	3.35	4.60
6.00	10	0.775	54.92	70.83	2.75	3.54
6.20	4	0.774	20.82	26.91	1.04	1.35
6.40	3	0.772	15.58	20.19	0.78	1.01
6.60	4	0.770	20.73	26.91	1.04	1.35
6.80	4	0.769	20.69	26.91	1.03	1.35
7.00	3	0.767	15.49	20.19	0.77	1.01
7.20	7	0.766	34.34	44.86	1.72	2.24
7.40	9	0.764	44.07	57.67	2.20	2.88
7.60	20	0.713	91.34	128.16	4.57	6.41
7.80	20	0.711	91.16	128.16	4.56	6.41
8.00	21	0.660	88.80	134.57	4.44	6.73
8.20	22	0.659	88.62	134.57	4.43	6.73

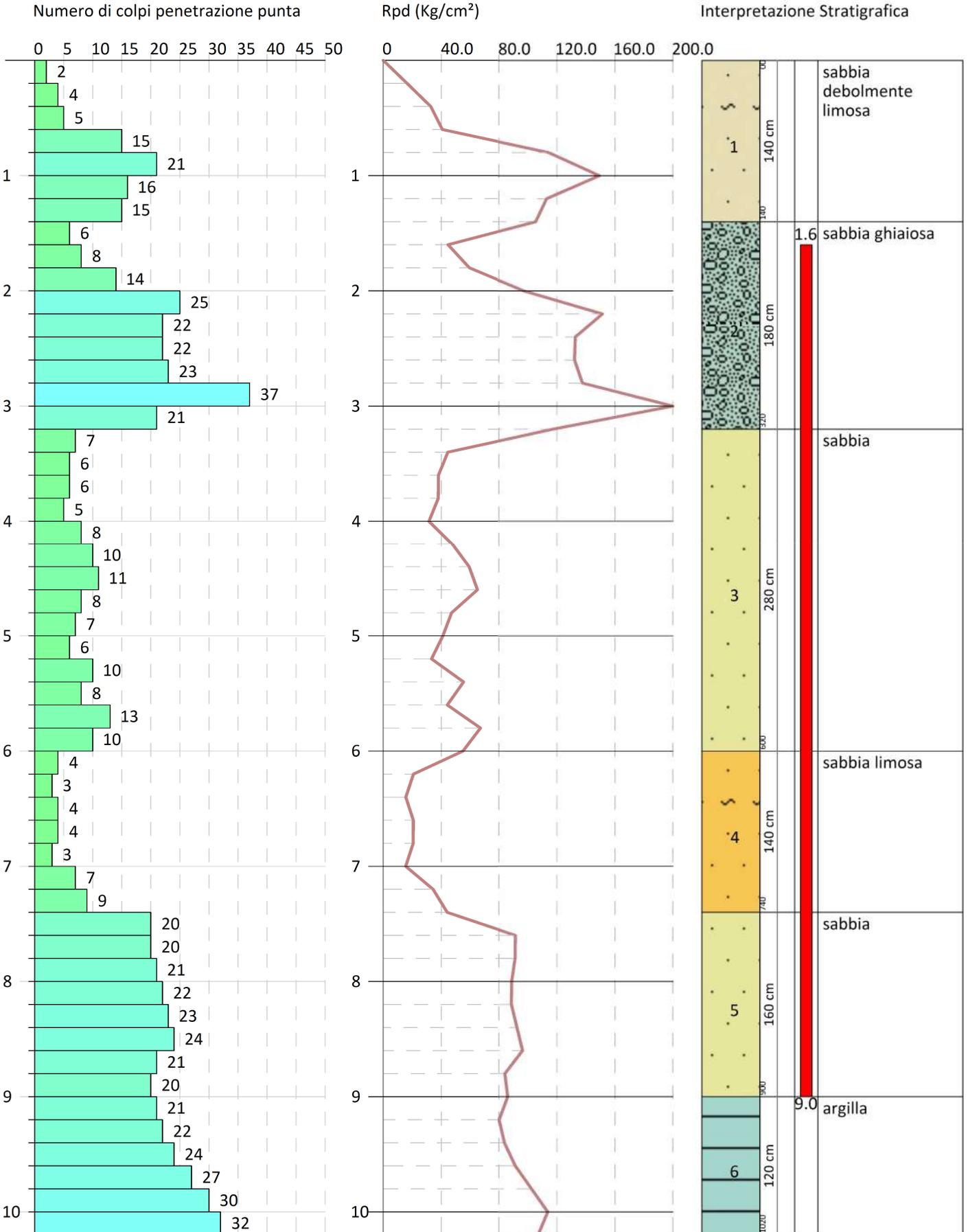
8.40	23	0.657	92.47	140.69	4.62	7.03
8.60	24	0.656	96.30	146.80	4.81	7.34
8.80	21	0.655	84.10	128.45	4.21	6.42
9.00	20	0.703	86.06	122.34	4.30	6.12
9.20	21	0.652	80.15	122.87	4.01	6.14
9.40	22	0.651	83.81	128.72	4.19	6.44
9.60	24	0.650	91.27	140.42	4.56	7.02
9.80	27	0.649	102.50	157.97	5.12	7.90
10.00	30	0.648	113.69	175.53	5.68	8.78
10.20	32	0.597	107.05	179.43	5.35	8.97

ID	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
(1)	1.4	11.14	104.27	I	1.92	1.96	0.13	1.48	16.45	sabbia debolmente limosa
(2)	3.2	19.78	166.93	I	2.14	2.04	0.38	1.53	30.2	sabbia ghiaiosa
(3)	6	8.21	60.85	I	1.85	1.94	0.61	1.56	12.84	sabbia
(4)	7.4	4.86	31.95	I	1.78	1.93	0.81	1.59	7.75	sabbia limosa
(5)	9	21.38	132.97	I	2.07	2.01	0.95	1.62	34.59	sabbia
(6)	10.2	26	150.82	I - C	2.5	2.5	1.92	1.63	42.33	argilla

I = Incoerente

C = Coesivo

I - C = Incoerente - coesivo



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI - TERRENI INCOERENTI

Densità relativa - Gibbs & Holtz (1957)

ID	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Densità relativa (%)
(1)	16.45	0.00-1.40	16.45	49.69
(2)	30.20	1.40-3.20	30.20	59.18
(3)	12.84	3.20-6.00	12.84	34.81
(4)	7.75	6.00-7.40	7.75	22.29
(5)	34.59	7.40-9.00	24.80	44.44
(6)	42.33	9.00-10.20	42.33	46.06

Angolo di resistenza al taglio - Japanese National Railway

ID	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Angolo d'attrito (°)
(1)	16.45	0.00-1.40	16.45	31.93
(2)	30.20	1.40-3.20	30.20	36.06
(3)	12.84	3.20-6.00	12.84	30.85
(4)	7.75	6.00-7.40	7.75	29.33
(5)	34.59	7.40-9.00	24.80	34.44
(6)	42.33	9.00-10.20	42.33	39.7

Modulo di Young - Schmertmann (1978)

ID	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Modulo di Young (Kg/cm ²)
(1)	16.45	0.00-1.40	16.45	197.40
(2)	30.20	1.40-3.20	30.20	362.40
(3)	12.84	3.20-6.00	12.84	154.08
(4)	7.75	6.00-7.40	7.75	93.00
(5)	34.59	7.40-9.00	24.80	297.54
(6)	42.33	9.00-10.20	42.33	507.96

Modulo Edometrico - Menzenbach e Malcev

ID	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
(1)	16.45	0.00-1.40	16.45	111.37
(2)	30.20	1.40-3.20	30.20	172.69
(3)	12.84	3.20-6.00	12.84	95.27
(4)	7.75	6.00-7.40	7.75	72.57
(5)	34.59	7.40-9.00	24.80	148.59
(6)	42.33	9.00-10.20	42.33	226.79

Classificazione AGI - Classificazione A.G.I

ID	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Classificazione AGI
(1)	16.45	0.00-1.40	16.45	MODERATAMENTE ADDENSATO
(2)	30.20	1.40-3.20	30.20	ADDENSATO
(3)	12.84	3.20-6.00	12.84	MODERATAMENTE ADDENSATO
(4)	7.75	6.00-7.40	7.75	POCO ADDENSATO
(5)	34.59	7.40-9.00	24.80	ADDENSATO
(6)	42.33	9.00-10.20	42.33	ADDENSATO

Peso unità di volume - Meyerhof 1951

ID	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Peso Unità di Volume (t/m ³)
(1)	16.45	0.00-1.40	16.45	1.92
(2)	30.20	1.40-3.20	30.20	2.14
(3)	12.84	3.20-6.00	12.84	1.82
(4)	7.75	6.00-7.40	7.75	1.65
(5)	34.59	7.40-9.00	24.80	2.07
(6)	42.33	9.00-10.20	42.33	2.21

Peso unità di volume saturo - Terzaghi

ID	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
(1)	16.45	0.00-1.40	16.45	1.96
(2)	30.20	1.40-3.20	30.20	2.04
(3)	12.84	3.20-6.00	12.84	1.94
(4)	7.75	6.00-7.40	7.75	1.90
(5)	34.59	7.40-9.00	24.80	2.01
(6)	42.33	9.00-10.20	42.33	2.12

Modulo di Poisson - (A.G.I.)

ID	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Poisson
(1)	16.45	0.00-1.40	16.45	0.32
(2)	30.20	1.40-3.20	30.20	0.29
(3)	12.84	3.20-6.00	12.84	0.33
(4)	7.75	6.00-7.40	7.75	0.34
(5)	34.59	7.40-9.00	24.80	0.31
(6)	42.33	9.00-10.20	42.33	0.27

Modulo di deformazione a taglio dinamico - Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)

ID	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	G (Kg/cm ²)
(1)	16.45	0.00-1.40	16.45	691.81
(2)	30.20	1.40-3.20	30.20	1002.75
(3)	12.84	3.20-6.00	12.84	594.63
(4)	7.75	6.00-7.40	7.75	436.79
(5)	34.59	7.40-9.00	24.80	888.93
(6)	42.33	9.00-10.20	42.33	1232.51

Velocità onde di taglio - Ohta e Goto (1978)

ID	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Velocità onde di taglio (m/s)
(1)	16.45	0.00-1.40	16.45	123.36
(2)	30.20	1.40-3.20	30.20	172.39
(3)	12.84	3.20-6.00	12.84	169.97
(4)	7.75	6.00-7.40	7.75	167.47
(5)	34.59	7.40-9.00	24.80	212.94
(6)	42.33	9.00-10.20	42.33	240.8

Liquefazione - Seed e Idriss (1971)

ID	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Fs liquefazione
(1)	16.45	0.00-1.40	16.45	--
(2)	30.20	1.40-3.20	30.20	>10
(3)	12.84	3.20-6.00	12.84	1.136
(4)	7.75	6.00-7.40	7.75	0.81
(5)	34.59	7.40-9.00	24.80	4.787
(6)	42.33	9.00-10.20	42.33	--

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico) - Robertson 1983

ID	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Qc (Kg/cm ²)
(1)	16.45	0.00-1.40	16.45	32.90
(2)	30.20	1.40-3.20	30.20	60.40
(3)	12.84	3.20-6.00	12.84	25.68
(4)	7.75	6.00-7.40	7.75	15.50
(5)	34.59	7.40-9.00	24.80	49.59
(6)	42.33	9.00-10.20	42.33	84.66

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI - TERRENI COESIVI

Coesione non drenata - Terzaghi-Peck

ID	NSPT	Prof. Strato (m)	Cu (Kg/cm ²)
(6)	42.33	9.00-10.20	2.86

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico) - Robertson (1983)

ID	NSPT	Prof. Strato (m)	Qc (Kg/cm ²)
(6)	42.33	9.00-10.20	63.50

Modulo Edometrico - Buisman-Sanglerat

ID	NSPT	Prof. Strato (m)	Eed (Kg/cm ²)
(6)	42.33	9.00-10.20	423.30

Modulo di Young - D'Appollonia ed altri 1983

ID	NSPT	Prof. Strato (m)	Ey (Kg/cm ²)
(6)	42.33	9.00-10.20	423.30

Classificazione AGI (1977)

ID	NSPT	Prof. Strato (m)	Classificazione
(6)	42.33	9.00-10.20	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume - Meyerhof

ID	NSPT	Prof. Strato (m)	Peso unità di volume (t/m ³)
(6)	42.33	9.00-10.20	2.50

Peso unità di volume saturo - Meyerhof

ID	NSPT	Prof. Strato (m)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
(6)	42.33	9.00-10.20	2.50

Velocità onde di taglio - Ohta e Goto (1978)

ID	NSPT	Prof. Strato (m)	Velocità onde di taglio (m/s)
(6)	42.33	9.00-10.20	263.67



Penetrometro PAGANI TG63 / 200 kN sulla postazione di prova
DP1 (prof. 10.2 m; 12.11.2021) al centro dell'area di pertinenza del Sub Comparto TACCONELLI

ALL.2

**REPORT
MISURA SISMICA PASSIVA
A STAZIONE SINGOLA (30 min)**

Committente: TACCONELLI PASQUALE

Descrizione: INDAGINE SISMICA

Località: SUB-COMPARTO TACCONELLI - LUNGOMARE TRIESTE, ROSETO DEGLI ABRUZZI

Caratteristiche Tecniche-Strumentali: TROMINO zero (Micromed - MOHO)

Tromometro digitale mod.: "Tromino Zero" (Micromed SpA)

Velocimetri: n.3 elettrodinamici ortogonali tra loro ad alta definizione

Intervallo di frequenza compreso tra: 0.1 ÷ 256 Hz

Registrazione: scheda di memoria interna da 512 Mb

Elaborazione: offsite software "Grilla"

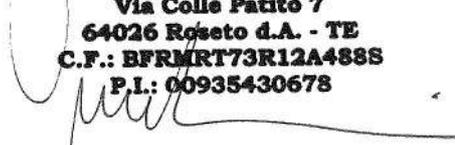
Rif: Linee Guida SESAME (Site Effects Assesment Using Ambient Exitations)

dott. geol. Umberto Biferi
N.277 OGRA



SE.GEO. del dott. U.BIFERI

Via Colle Patito 7
64026 Roseto d.A. - TE
C.F.: BFRMRT73R12A488S
P.I.: 00935430678



**HV1 - SUBCOMPARTO TACCONELLI - LUNGOMARE TRIESTE
COMUNE DI ROSETO DEGLI ABRUZZI**

Instrument: TRZ-0181/01-12

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 12/11/21 17:09:48 End recording: 12/11/21 17:39:48

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h30'00". Analyzed 92% trace (manual window selection)

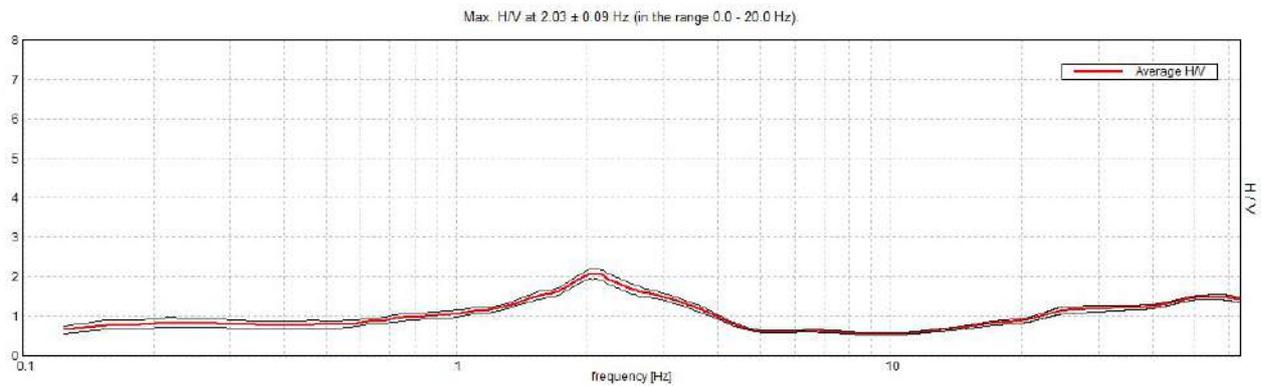
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

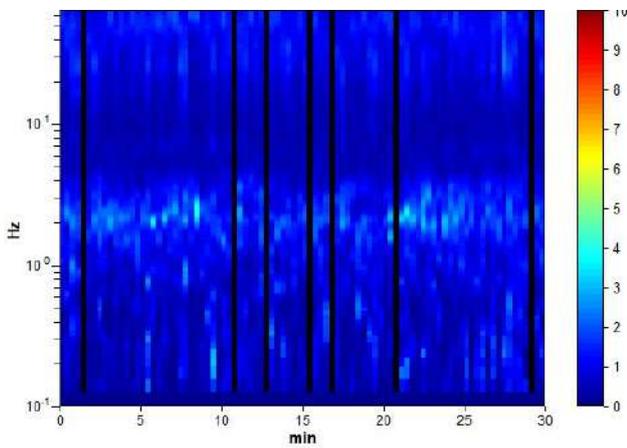
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 20%

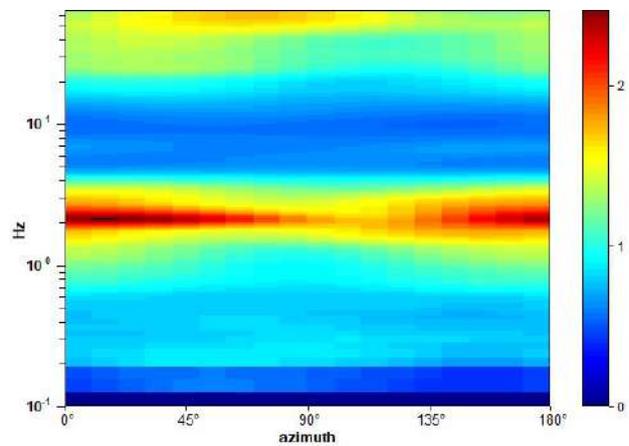
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



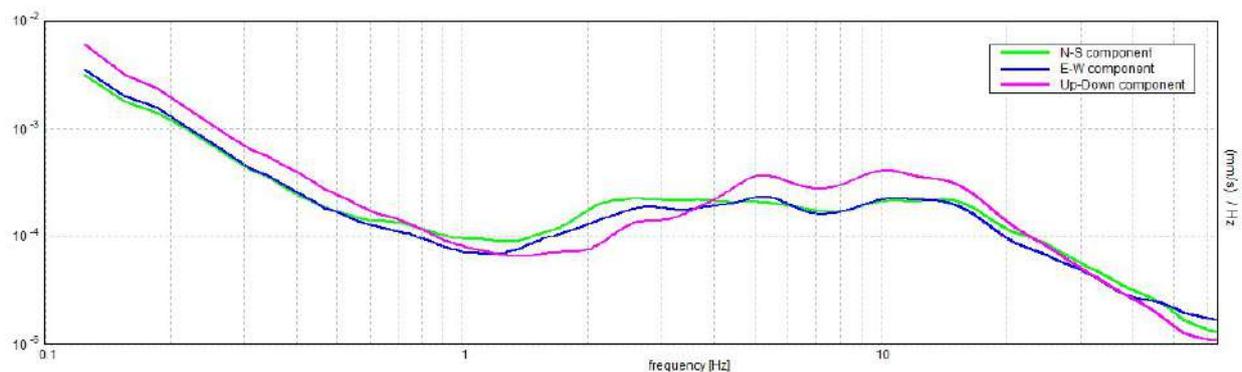
H/V TIME HISTORY



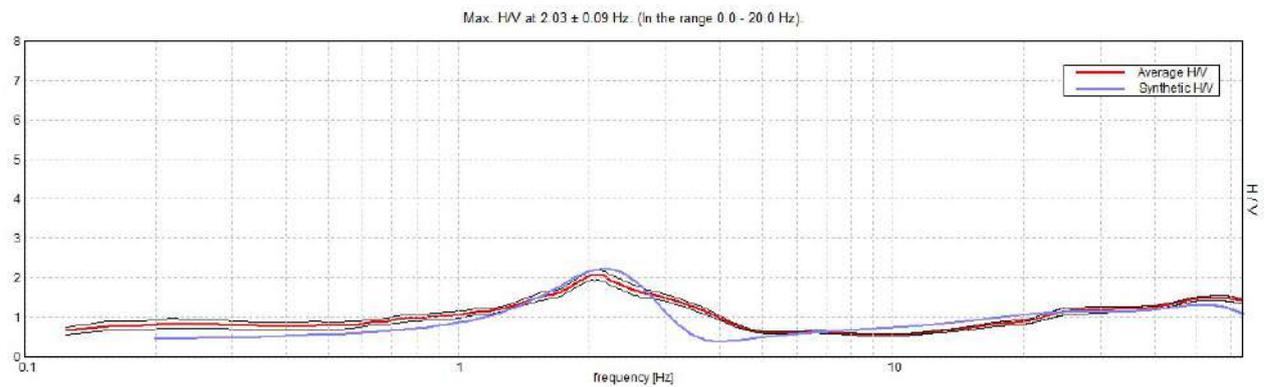
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA

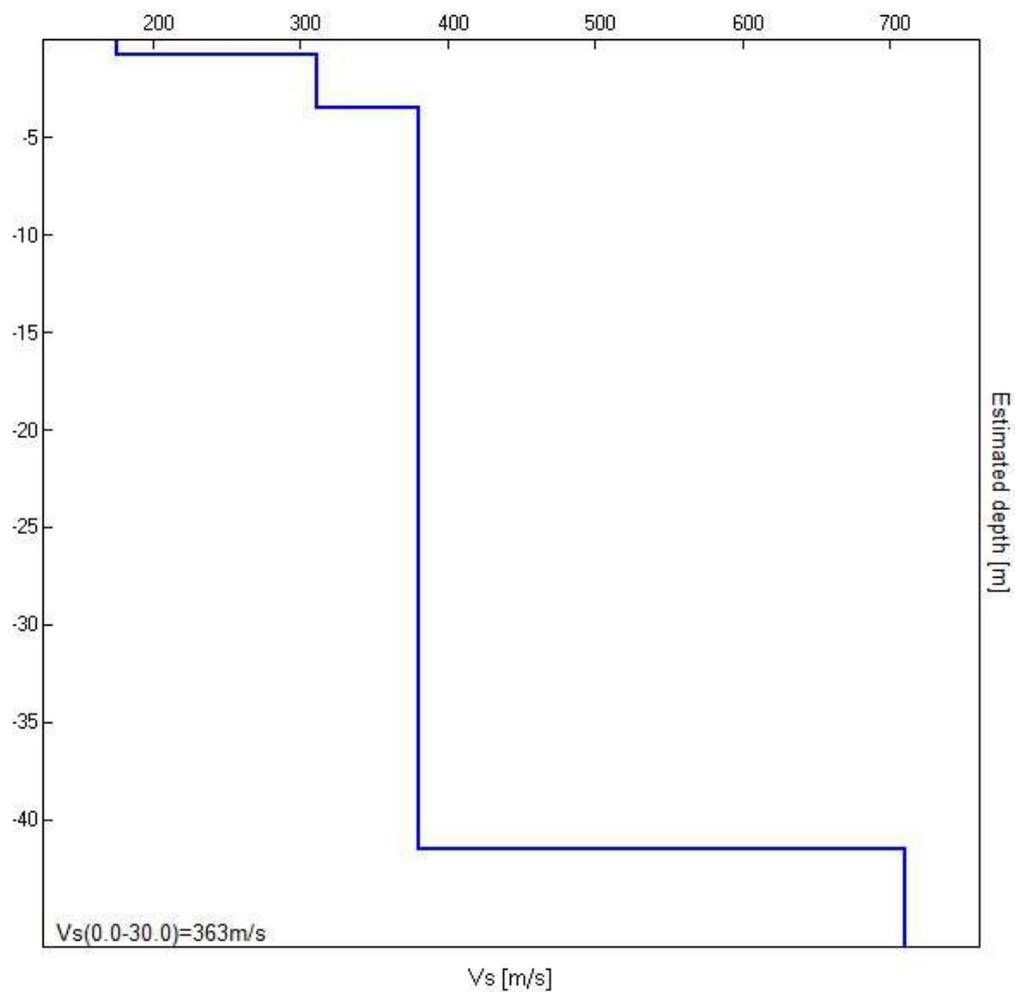


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.80	0.80	176	0.42
3.50	2.70	312	0.42
41.50	38.00	381	0.45
inf.	inf.	710	0.45

Vs (0.0-30.0) = 363m/s



[According to the SESAME, 2005 guidelines.]

Max. H/V at 2.03 ± 0.09 Hz (in the range 0.0 - 20.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	2.03 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	3371.9 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 98 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.906 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.906 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.07 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04381 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.08899 < 0.10156	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1266 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [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
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



Tromino TRZ-0181/01-12 sulla postazione di misura H/V (12.11.2021)



Immagine satellitare con indicate le coordinate della postazione di misura H/V (12.11.2021)