

**COMUNE DI PONTECAGNANO - FAIANO  
(SALERNO)**



**Febbraio 2023**

**RELAZIONE GEOLOGICA E DI  
COMPATIBILITA' DEGLI INTERVENTI**

**STUDIO GEOLOGICO RELATIVO AI LAVORI DI  
"REALIZZAZIONE NUOVO ASILO NIDO VIA MAR  
MEDITERRANEO – CASE PARRILLI"**

*Committente: Comune di Pontecagnano Faiano*

**Geologo**  
**Dott. Gerardo Ferrante**

A circular professional stamp for Gerardo Ferrante, a geologist. The stamp contains the text "ORDINE DEI GEOLOGI", "dr. geol.", "GERARDO FERRANTE", and "Albo n. 1876". Below the stamp is a handwritten signature in blue ink.

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b>	<b>Pag. 2</b>
<b>2. DESCRIZIONE DELL' INTERVENTO</b>	<b>Pag. 3</b>
<b>3. PROGRAMMA D'INDAGINE</b>	<b>Pag. 4</b>
<b>4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b>	<b>Pag. 5</b>
<b>5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE</b>	<b>Pag. 10</b>
<b>6. MODELLAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA</b>	<b>Pag. 13</b>
<b>7. IDROGEOLOGIA E IDROGRAFIA</b>	<b>Pag. 16</b>
<b>8. INDAGINI GEOGNOSTICHE</b>	<b>Pag. 18</b>
<b>9. MODELLAZIONE GEOSTRATIGRAFICA E LITOTECNICA</b>	<b>Pag. 22</b>
<b>10. CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEI TERRENI</b>	<b>Pag. 23</b>
<b>11. SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE</b>	<b>Pag. 25</b>
<b>12. MORFOLOGIA E ANALISI DELLA STABILITÀ</b>	<b>Pag. 27</b>
<b>13. RISCHIO IDROGEOLOGICO E COMPATIBILITÀ DEGLI INTERVENTI</b>	<b>Pag. 28</b>
<b>14. MODELLAZIONE SISMICA DELL'AREA</b>	<b>Pag. 30</b>
<b>15. RIEPILOGO E CONCLUSIONI</b>	<b>Pag. 38</b>

### **ALLEGATI CARTOGRAFICI**

- Carta Aerofotogrammetrica IGM 25.000
- Carta Aerofotogrammetrica CTR 5000
- Carta Catastale 1: 2000
- Planimetria e Sezioni di Progetto
- Carta Geolitologica in scala 1: 5.000
- Carta Geomorfologica in scala 1: 5.000
- Stralcio Carta della Pericolosità da Frana
- Stralcio Carta del Rischio da Frana
- Stralcio Carta della Pericolosità Idraulica

### **ALLEGATI - INDAGINI GEOGNOSTICHE**

- Prova Penetrometrica "DPSH"
- Prove Geotecniche di Laboratorio
- Indagine Sismica "H.V.S.R."

## 1. PREMESSA

Il sottoscritto **Geologo Gerardo Ferrante**, iscritto all'Ordine dei Geologi della Campania n°1876, con studio professionale in Contursi Terme (Sa), in via Principe Umberto n.29, a seguito della determinazione n. 1193 del 29/08/2024 e stipula "Contratto MEPA" (RDO N° 4546042) controfirmata in data 02.09.2024, ha ricevuto incarico dal Comune di Pontecagnano Faiano per uno studio geologico da allegare al progetto di: "*Realizzazione Nuovo Asilo Nido Via Mar Mediterraneo – Case Parrilli*" - CUP F65E24000080006 - CIG. B2CADACBFC.

Nella presente relazione sono presi in esame i seguenti aspetti geo-morfologici e geologico-tecnici:

- definizione del contesto geologico, geolitologico e strutturale, geomorfologico, idrogeologico dell'area in oggetto e di un suo congruo intorno, rapportato all'ambito geomorfologico nel quale si inseriscono eventuali fenomeni potenziali e/o reali di dissesto, rilevati dal "PSAI" (Piano Stralcio Assetto Idrogeologico) redatto dall'A.d.B. Destra Sele (attualmente confluita nell'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico Meridionale);
- disamina delle problematiche geologico-tecniche connesse alla tipologia degli interventi previsti in progetto;
- definizione delle eventuali prescrizioni volte a garantire la stabilità globale dell'insieme manufatto-pendio e/o manufatto-terreno di fondazione;
- definizione della "modellazione sismica" dell'area, come previsto dalle NTC2018 - norme tecniche per le costruzioni".

Il raggiungimento dei suddetti obbiettivi ha previsto, preliminarmente, una fase di raccolta dati relativi a studi geologici di piano e di progetti, pubblicazioni varie e segnalazioni su eventuali dissesti idro-geomorfologici presenti nell'area.

In particolare sono stati consultati:

- le varie cartografia tematiche in scala 1:25000 e in scala 1: 5000 allegate al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico;
- lo studio geologico allegato al P.R.G del Comune di Montecorvino Pugliano (Sa) nonché studi già condotti nell'area dal sottoscritto e/o da altri tecnici, commissionati dallo stesso ente e privati.

La seconda fase, dedicata al rilevamento di campagna, l'analisi dei dati della campagna geognostica eseguita in sito dalla società GEOSEVI s.a.s. su incarico dell'UTC del comune di Pontecagnano Faiano, ha consentito l'acquisizione di nuove informazioni geologiche e litostratigrafiche e la verifica di quelle preesistenti. Detta fase è stata esplicata, con sopralluoghi sull'area d'investigazione, mirando l'osservazione al rilevamento idro-geo-morfologico attraverso la visione e localizzazione di eventuali punti d'acqua (pozzi) presenti nelle vicinanze nonché alla prospezione geologica, sismica e geotecnica.

Concludendo è stata affrontata la fase di restituzione dei dati geologico-tecnici con la definizione del modello geologico del sottosuolo propedeutico alla definizione del modello geotecnico del sottosuolo ed alle verifiche di sicurezza agli stati limite (S.L.U., S.L.E.).



La presente relazione è stata redatta ai sensi dei seguenti riferimenti di normativa:

- **Legge nr. 64 del 02/02/1974:** Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- **D.M. LL.PP. del 11/03/1988:** Norme tecniche 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.
- **Decreto n. 381 dell'11 giugno 2003 della Giunta Regionale della Campania, del "PIANO STRALCIO DI BACINO PER LA TUTELA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO" (L.183/1989 e L.365/2000 e successive modifiche e integrazioni)**
- **Eurocodice 8 (1998)** - Indicazioni progettuali per la resistenza di contenimento ed aspetti geotecnici Parte 5 – Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)
- **Eurocodice 7.1 (1997)** - Progettazione geotecnica – Parte I: Regole generali. – UNI
- **Eurocodice 7.2 (2002)** - Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI
- **Eurocodice 7.3 (2002)** Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove in sito (2002). UNI
- **Decreto Ministeriale del 14 Gennaio 2008** (G.U. n. 29 del 4/02/2008)  
"Norme Tecniche per le Costruzioni." Entrato in vigore nel 1° luglio 2009 a seguito del terremoto dell'Aquila dell'Aprile 2009.
- **Circolare n. 617 del 2 Febbraio 2009** (G.U. n.47 del 26/02/2009 – Supplemento ordinario n.27)  
"Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. del 14 Gennaio 2008"
- **Decreto Ministeriale 17-01-2018** – Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni (GU n.42 del 20 febbraio 2018 – S.O. n.8)
- **CIRCOLARE n.7 C.S.LL.PP del 21 gennaio 2019**, (G.U. n.35 del 11/02/2019 – Supplemento ordinario n.5).

## 2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il progetto in esame prevede la realizzazione del nuovo asilo nido comunale in via Mare Mediterraneo del Comune di Pontecagnano Faiano (PD), in un contesto poco distante dal centro di Pontecagnano, abbastanza costruito con prevalenza di edifici a destinazione residenziale.

L'asilo nido sarà servito dalla viabilità comunale di via Mare Mediterraneo mediante apposita rampa in leggera pendenza, utile a vincere il dislivello di circa 1.00 m tra la strada ed il lotto, mentre l'accesso carrabile avverrà da quello già esistente su Via Mar Tirreno. Verso il passaggio pedonale di via Mare Mediterraneo è prevista un'area di parcheggi dedicati da realizzare in adiacenza della stessa strada. Retrostante all'area di parcheggio e d'ingresso pedonale del nuovo asilo nido, nello stesso lotto di terreno, a poca distanza dall'area d'intervento, insiste già un corpo di fabbrica ove è ubicata la scuola primaria "Gianni Rodari". L'impianto planimetrico della scuola, che rappresenta anche l'elemento identificativo del luogo, è su un unico livello e si articola con una forma regolare con direzione Est/Ovest. Il progetto per la realizzazione del nuovo plesso scolastico consiste nella costruzione di un nuovo edificio con caratteristiche performanti dal punto di vista funzionale, strutturale, energetico, integrato architettonicamente con il contesto circostante, improntato sui valori della sostenibilità ambientale. L'intervento si concluderà con la sistemazione delle aree esterne, in parte a verde e in parte pavimentate.



complete dei relativi sottoservizi (linee acque nere, linee acque bianche, linee di adduzione idriche, linee elettriche, etc.).

### 3. PROGRAMMA D'INDAGINE

Per definire in maniera particolareggiata le caratteristiche geologico-tecniche delle litologie presenti, è stato svolto un programma d'indagine rapportato all'entità e alla complessità dell'intervento nell'ambito geologico-geomorfologico esistente e delle conoscenze pregresse. Le indagini in sito, eseguite per l'occasione, sono state realizzate, su incarico dell'UTC del comune di Pontecagnano Faiano, dalla società GEOSEVI s.a.s.

La campagna geognostica è stata incaricata, concordata e condivisa dal RUP arch. Giovanni Landi del Comune di Pontecagnano Faiano con la società GEOSEVI s.a.s.

Essa è consistita in:

- **N.1 sondaggio penetrometrico con “Penetrometro Dinamico-Statico DPSH TG 63-100”** della “PAGANI GEOTECHNICAL EQUIPMENT” di Piacenza, opportunamente ubicato nell'area d'intervento;
- **n°1 indagine di sismica passiva a stazione singola HVSR (microtremore ambientale)**; al fine di fornire una stima affidabile della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo (modo fondamentale e predominante di oscillazione e di valutare la categoria di sottosuolo (stima del parametro VS,eq)
- **N. 1 prelievo di campione indisturbato**;
- **Prove geotecniche di laboratorio** eseguite sul sopraindicato campione di terreno estratto con il **DPSH TG 63-100** . Le prove geotecniche su campione indisturbato sono state realizzate nel laboratorio geotecnico della **ISOGEA s.r.l. di Scafati** con “Concessione Ministeriale decreto n° 7474 del 27/07/2012” così come previsto dalla recente normativa (Decreto Ministeriale 17-01-2018 - Testo Unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni);

**Le sopra indicate indagini sono state integrate con dati estratti dalla bibliografia scientifica edita e inedita disponibile e la raccolta di dati geologici e geotecnici inerenti a studi già condotti nell'area dal sottoscritto e/o da altri tecnici; in particolare sono stati presi di riferimento sondaggi geognostici e indagini dirette e indirette eseguite in occasione degli studi geologici allegato al P.R.G. del Comune di Pontecagnano Faiano (SA) ed al più recente progetto: *Linea Salerno - Pontecagnano Aeroporto Completamento Metropolitana di Salerno Tratta Arechi - Pontecagnano Aeroporto.***

## 4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il Comune di Pontecagnano Faiano, in provincia di Salerno, situa alla propaggine dei Monti Picentini, costituendone il prolungamento meridionale della stessa struttura, nell'estremità nord-occidentale della Piana del Sele. Il territorio comunale di Pontecagnano Faiano si estende per circa 37.18 kmq ed è situato ai margini della Piana del Sele. Esso è caratterizzato da una morfologia che, topograficamente, può essere suddiviso in due porzioni; una parte meridionale ed orientale che confina rispettivamente con i comuni di Bellizzi e Montecorvino Pugliano, la quale estendendosi verso sud ed ovest con i confini di Battipaglia e del Mar Tirreno, è caratterizzata da una morfologia prevalentemente subpianeggiata e quote topografiche variabili da un minimo di 4.0 m s.l.m. ad un massimo di 45 m s.l.m.; una porzione settentrionale, di cui fa parte il centro urbano di Faiano (circa 150 mt s.l.m.), che si estende a nord fino al confine del comune di Montecorvino Pugliano, caratterizzata da una morfologia collinare, pendenze variabili in relazione alla litologia affiorante e quote topografiche che raggiungono un massimo di circa 345 mt s.l.m. verso loc. S.Tecla.

L'area d'interesse è ubicata nella zona meridionale del territorio comunale, a quota circa 20 mt s.l.m., alla via Mar Mediterraneo, ad ovest e a poca distanza dalla scuola elementare Gianni Rodari. Cartograficamente il settore di interesse ricade nella Carta Geologica d'Italia Foglio 185 Salerno, nella tavoletta IGM Battipaglia- foglio N°467 scala 1:25000, mentre in scala di maggior dettaglio è compresa nei F. 467151 della Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:5000. Il sito in questione, inoltre, è individuabile catastalmente al Foglio n°7, particella n°1852 del Comune di Pontecagnano Faiano.



Fig. 1 – Inquadramento Territoriale



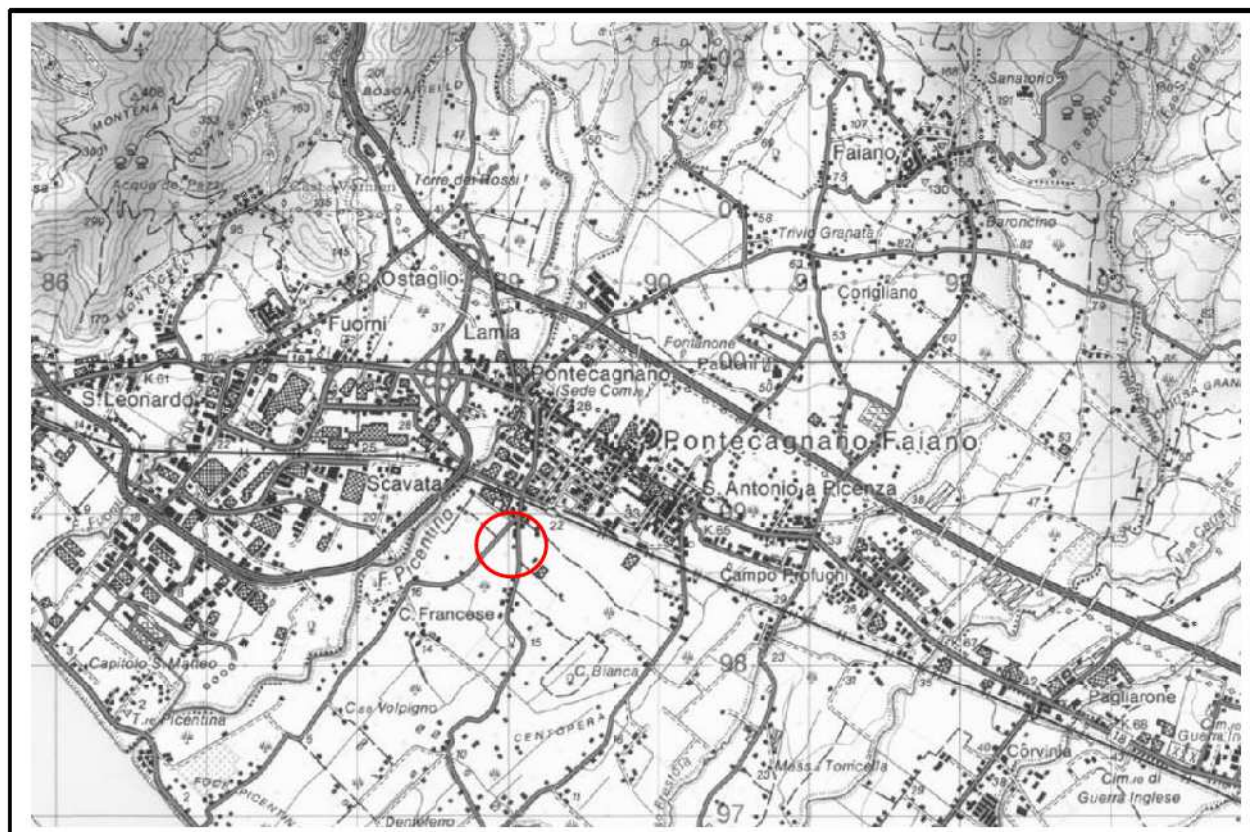


Fig. 2 – Inquadramento generale “Cartografia IGM 50000”

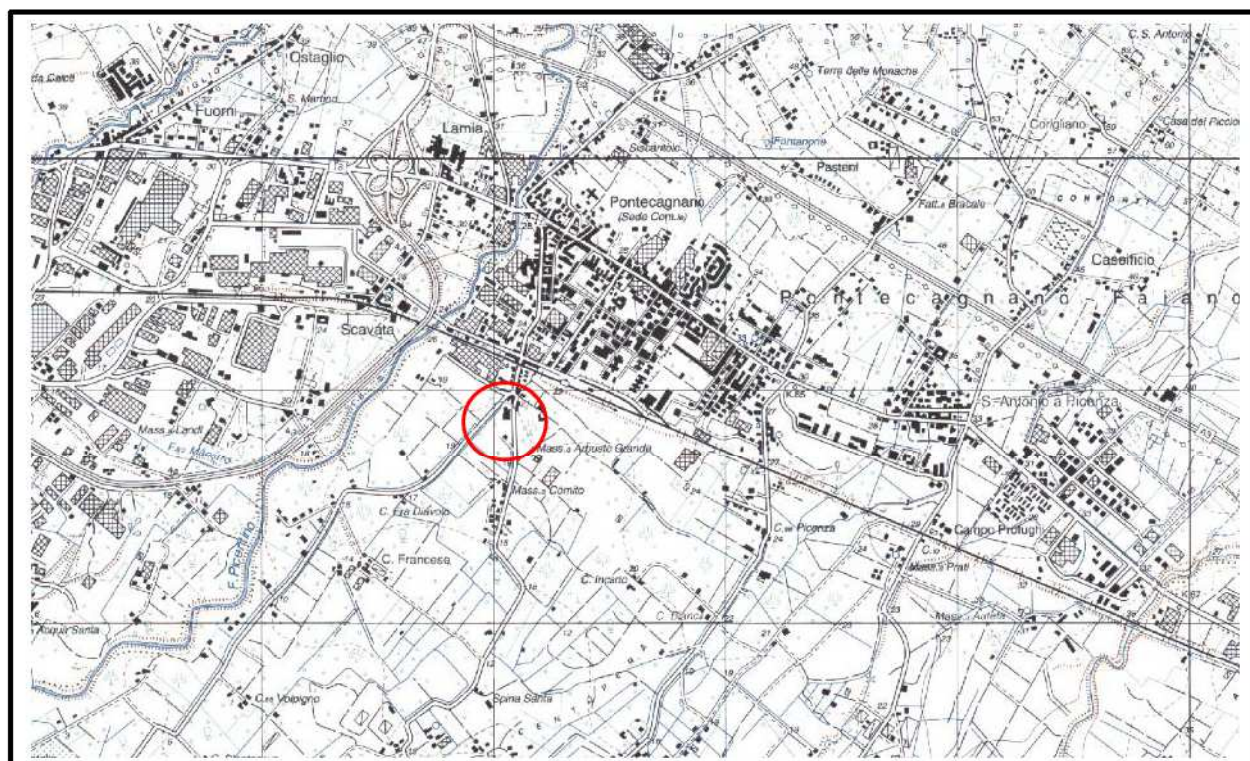


Fig. 3 – Inquadramento generale “Cartografia IGM 25000”





Fig. 4 – Sovrapposizione Ortofoto – DTM – Curve di livello a 5 mt, per la rappresentazione 3D del territorio con cerchiato in rosso l'area oggetto di studio

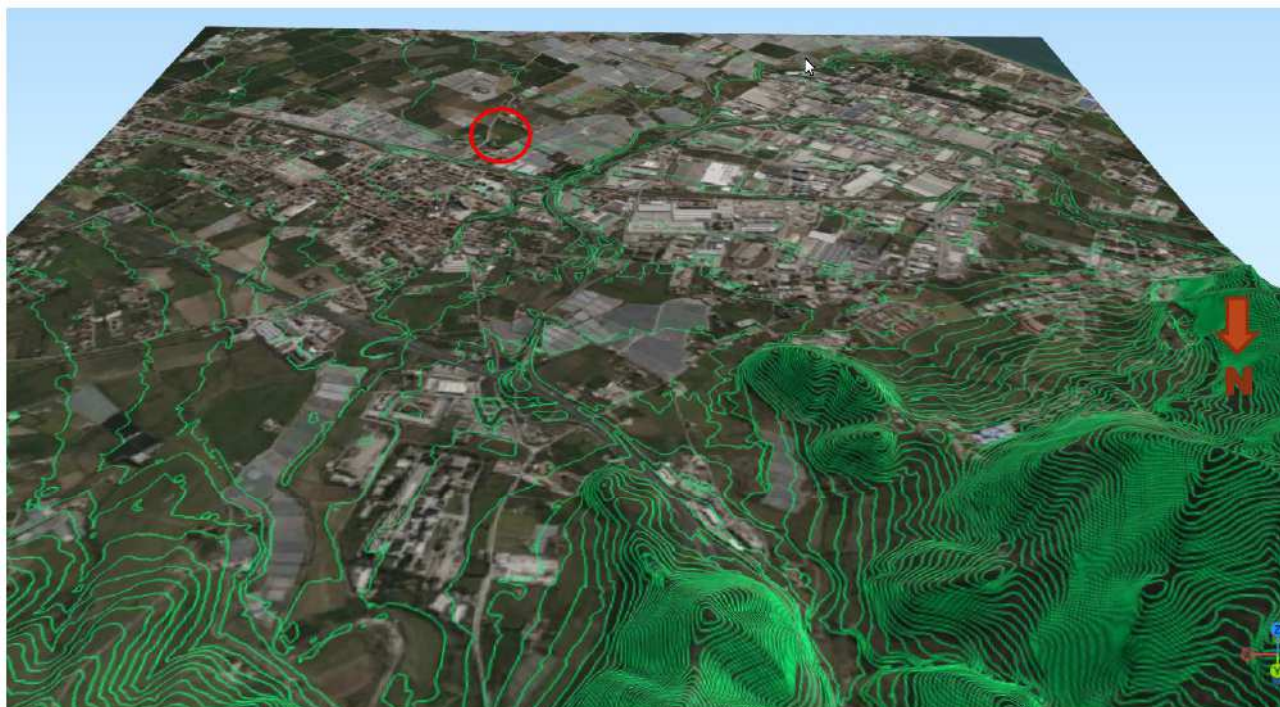


Fig. 5 – Sovrapposizione Ortofoto – DTM – Curve di livello a 5 mt, per la rappresentazione 3D del territorio con cerchiato in rosso l'area oggetto di studio





Fig. 6 – Sovrapposizione Ortofoto - DTM - Curve di livello a 5 mt, per la rappresentazione 3D del territorio con cerchiato in rosso l'area oggetto di studio



Fig. 7 – Ubicazione area di interesse su Bing Maps con sovrapposizione progetto nuovo asilo nido





Fig. 8 – Ubicazione Catastale - ortofoto su “Geoportale della Provincia di Salerno”: foglio n.7 part. n. 1852



Fig. 9 – foto dell'area d'intervento



## 5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE

L'assetto geolitologico generale dell'area è riportato nella Carta Geologica Regionale "Battipaglia – 467 SE" in scala 1:25.000, redatta nell'ambito del Progetto CARG "Carta Geologica d'Italia – 1:50.000". L'area in studio si colloca nell'ambito del settore centro settentrionale dell'ampia Piana del Sele, in sinistra orografica del fiume Picentino. Tale piana corrispondente una depressione strutturale costiera di forma sub-triangolare, rappresenta un'area subsidente, individuata forse già a partire dal Messiniano ed attiva per tutto il corso del Quaternario. A partire dal Messiniano e per tutto il Pliocene, mentre il settore occidentale rimaneva sommerso, quello orientale, in emersione, era sottoposto per un lungo periodo all'azione degli agenti erosionali che determinavano la formazione di superfici ad elevato grado di maturità morfologica, attualmente presenti in lembi alla sommità degli alti morfologici che bordano la Piana. La struttura assunse la sua stabile morfologia solo dopo i fenomeni surrettivi legati alla neotettonica plio-quaternaria, nel corso della quale si ebbe la produzione di potenti depositi detritici in facies alluvionale, che si accumularono nel graben in forte subsidenza dal Pleistocene superiore. La complessa evoluzione neotettonica della Piana del Sele e dei suoi massicci bordieri, infatti, si riflette anche nelle caratteristiche dei sedimenti che la colmano i quali, da prevalentemente alluvionali, durante il Pleistocene Inferiore e Medio, diventano poi prevalentemente marini-costieri durante il Pleistocene Sup. e l'Olocene; ciò è dovuto essenzialmente all'attenuarsi, in quest'ultimo periodo, dei grandi movimenti neotettonici ed al prevalere delle oscillazioni glacio-eustatiche. Il Pleistocene Inf. nella Piana del Sele è caratterizzato da imponenti accumuli di depositi alluvionali rappresentati dalle colline di Giovi-Montena e di Sala Abbagnano, ad est di Salerno e dalle colline di Montecorvino Pugliano – S. Tecla ed Eboli – Battipaglia.

Al Pleistocene Medio sono da ascrivere i depositi travertinosi di Pontecagnano Faiano e le grandi conoidi alluvionali di Battipaglia, Eboli, e Campagna, prevalentemente riferibili alla formazione dei Conglomerati di Eboli. Verso nord del territorio comunale, infatti, affiorano le ampie placche di travertino di età pleistocenica note con il nome di "Travertini di Pontecagnano" (130.000 anni fa), disposte lungo una faglia tettonica che in senso nordovest/ sud-est solca la fascia a monte del paese moderno. Le fasi di erosione, trasporto e deposizione legate all'azione dei corsi d'acqua hanno determinato un'ampia variabilità litologica in termini di spessori e granulometria sia in senso verticale che orizzontale dei terreni costituenti le diverse formazioni geolitologiche. L'alternanza di strati e lenti a differente potenza e granulometria è legata all'opera di erosione, trasporto e deposizione dei corsi d'acqua, determinando così un'estrema variabilità sia in senso orizzontale che verticale dei tipi litologici costituenti la formazione.

Il sito di interesse situa nell'area di piana alluvionale ed è costituita da sedimenti di età compresa tra l'inizio del Pleistocene medio e l'Olocene. Le facies che caratterizzano questo gruppo di sedimenti sono molto eterogenee spaziando dagli ambienti tipicamente alluvionali a quelli transizionali e, infine, a quelli marini costieri. Tali depositi sono costituiti essenzialmente da alternanze lenticolari di limi, sabbie, ghiaie ed argille terrose e/o torbose, spesso ricoperti da materiale vulcanico legato all'attività del Somma-Vesuvio.

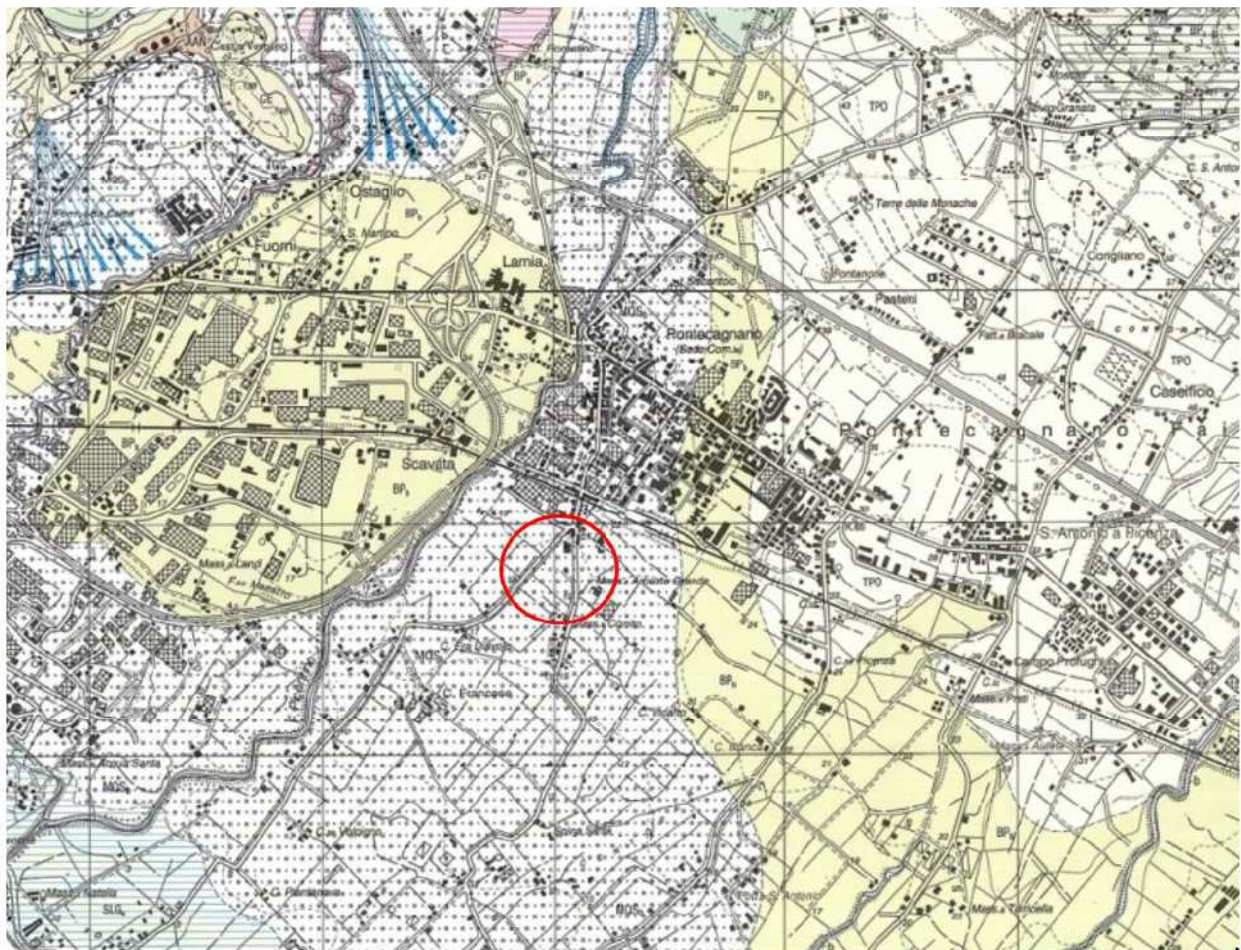
I complessi litologici presenti sul territorio comunale sono ascrivibili a formazioni prevalentemente continentali nella parte più settentrionale, e formazioni terrigene alluvionali nella restante parte del territorio comunale fino al litorale; le successioni stratigrafiche possono essere così schematizzate:

- **L'unità della Piattaforma Campano-Lucana** di età mesozoica, formata da calcari grigi-bianchi e avana, raramente conglomeratici, che costituiscono l'ossatura dei retrostanti rilievi dei M. Picentini che bordano a nord il graben della Piana del Sele
- **L'unità delle Argille Varicolori Paleogeniche**, sovrapposte tettonicamente ai calcari, costituita da un'alternanza di calcari marnosi, marne calcaree e marne, con intercalazioni di argille scagliose ed argilliti di colore grigio plumbeo; essa affiora intorno all'abitato di Faiano;



- **Conglomerati di Eboli**, pleistocenici, costituiti da puddinghe e brecce ad elementi calcareo-dolomitici in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa, di età plio-pleistocenica; essi ricoprono le unità precedenti e sono tettonicamente sovrapposti alle argille scagliose varicolori; affiorano poco più a nord di Faiano;
- **Travertini pleistocenici**, mediamente compatti ed in parte sabbiosi, in eteropia di facies con i depositi conglomeratici; su di essi sorge l'abitato di Faiano, risultano quasi sempre ricoperti da una coltre terrosa spesso mista a materiale ghiaioso ad elementi travertinosi di spessore variabile.
- **Depositi alluvionali** di età Pleistocenica-Olocenica costituiti da sedimenti di natura fluviale, torrentizia, palustre e piroclastici, che nel corso del Plio-Pleistocene hanno colmato la depressione strutturale della Piana essi sono costituiti da dune, sabbie e limi con intercalazioni di sabbia ghiaiosa (Olocene), che si rinvencono in località Magazzeno e lungo il litorale, alteranti a limi sabbioso argillosi e argille limose e sabbie di riferibili all'intervallo Olocene-Pleistocene.

Dall'analisi della "Carta Geologica" (Prog. Carg), emerge quanto già descritto: nell'area in oggetto affiorano i depositi detritico-alluvionali attribuiti, dalla bibliografia scientifica esistente, al Sintema Masseria Acqua Santa di età Pleistocene-Pliocene, ovvero depositi di conoide e fluvio-lacustre costituiti da ghiaie e sabbie poligeniche, fluviali, con sporadici episodi pelitici. Ghiaie calcaree in matrice piroclastica, spesso intercalazioni di livelli di colluvioni piroclastiche (vedi stralcio carta geologica).





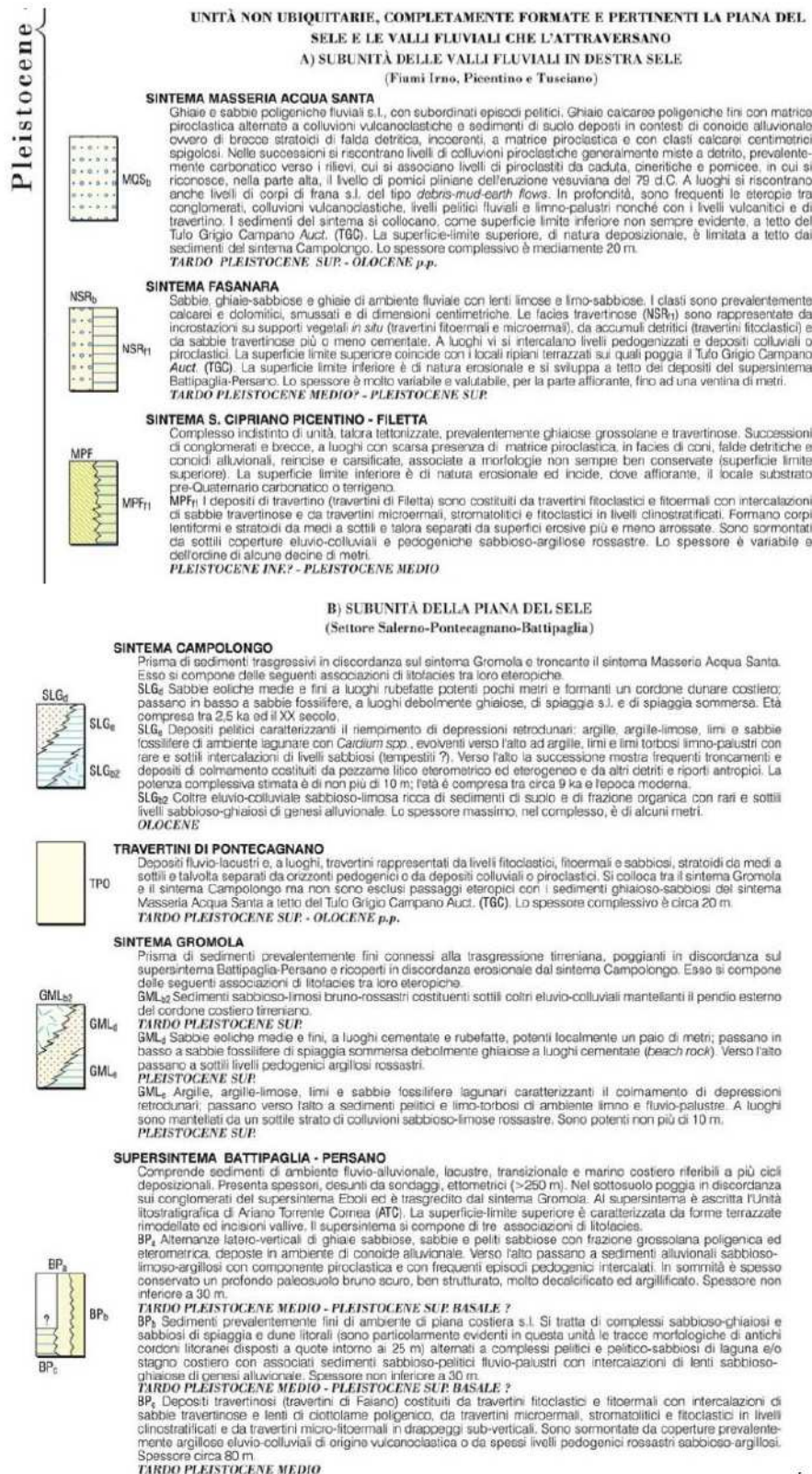


Figure 10,11 – Foglio n.467\_SALERNO “Progetto Carg” con stralcio della legenda



## 6. MODELLAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

L'area in studio si colloca a quota circa 20 mt s.l.m, nel settore sud occidentale del comprensorio, in una fascia sub-pianeggiante, caratterizzata da pendenze medie inferiori a 5°, morfologicamente identificata con un'ampia area di accumulo di depositi alluvionali e /o detritico alluvionali (Conoide Alluvionale), legati al disfacimento delle brecce, dei conglomerati, dei travertini, dei nuclei litoidi inglobati nelle argille e alle azioni di trasporto e accumulo operata in parte dai principali corsi d'acqua in zona, quali il Torrente Asa ed il Torrente Rialto, ad W il fiume Picentino, che solcano l'intero comprensorio (v. Fig. stralcio Carta Morfologica). Le forme morfologiche rappresentate sono riferite, quindi, alle azioni di modellamento e dilavamento fluviale con ampie superfici subpianeggianti allo stato attuale completamente obliterate dalle trasformazioni antropiche che hanno interessato negli anni il territorio. Tale assetto conferisce una naturale stabilità all'area per condizioni topografiche e per l'assenza di fattori predisponenti a fenomeni gravitativi.

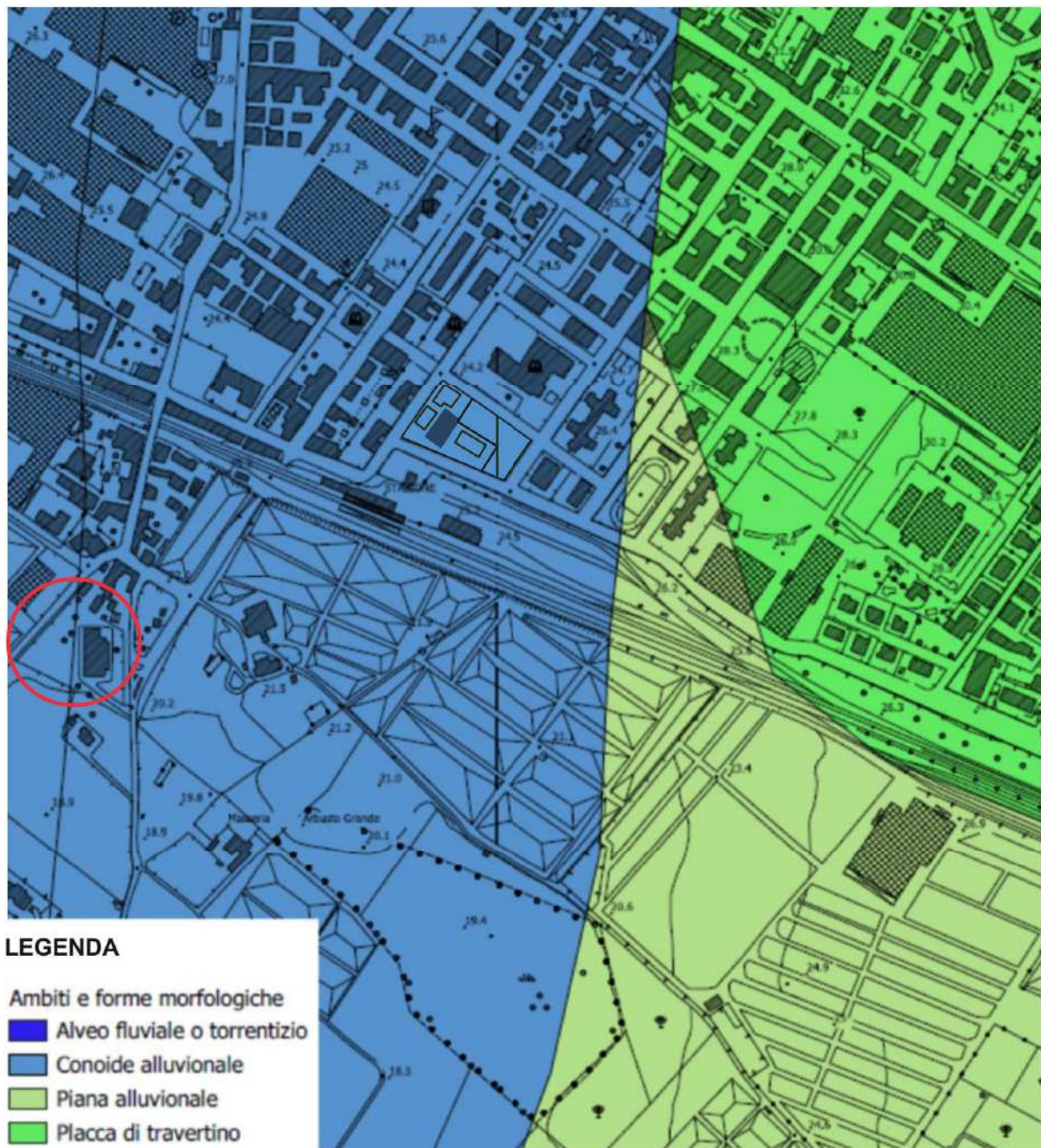


Figure 12 – Stralcio Carta Geomorfologica

Il sito d'intervento si ubica in sinistra idrografica del fiume Picentino, in un'area di fondovalle, caratterizzata dal punto di vista litologico da terreni costituiti da alternanza di sabbie, limi a argille, ghiaie in matrice limoso argillosa e/o limoso sabbiosa riferiti ai complessi litologici "Depositi Alluvionali Antichi e Recenti": Tali litotipi affiorano estesamente nella porzione meridionale. Di fatto, essi rappresentano i prodotti di colmata della depressione tettonica nota come "Piana del Sele".

Litologicamente in quest'area, infatti, sono presenti alternanze latero-verticali di livelli, strati e/o corpi lentiformi di depositi a granulometria variabile dalle argille ai limi alle sabbie, ghiaie e ciottoli di natura poligenica. In sommità, la formazione è ricoperta da uno suolo di colore marrone e marrone scuro talora molto decalcificato ed argillificato; argille e limi di colore marrone contenenti tracce di sostanza organica decomposta e piroclastica. Nel deposito di colorazione nocciola si osservano talora screziature grigiastre e ossidazioni ocracee determinate dalla presenza di noduli di ferro e manganese. Quanto osservato risulta caratteristico di un ambiente sedimentario nel quale si alternano emersioni o presenza di acque basse ossigenate che inducono condizioni ossidanti responsabili delle colorazioni marroni dei sedimenti, a fasi di sedimentazione in ambiente asfittico tipico di acque più profonde e stagnanti che provocano un ambiente prevalentemente riducente e responsabili delle colorazioni leggermente grigiastre dei medesimi sedimenti limo-argillosi. Entro tale sequenza vi è la presenza di strati e banchi sabbiosi o limo sabbiosi generalmente dotati di una modesta continuità laterale.

Nell'area in esame, nei primi circa 6.0-9.0mt sono presenti depositi a prevalente composizione limo-sabbiosa e sabbiosa con interstrati limosi e pelitici e raramente ghiaiosi e ciottolosi appartenenti al Sintema Masseria Acqua Santa. Generalmente al disotto dei sedimenti del Sintema Masseria Acqua Santa, nei sondaggi presi di riferimento, si rinvencono depositi appartenenti al Supersintema Battipaglia-Persano, costituiti da livelli e strati sabbiosi e ghiaiosi, nonché i Travertini pleistocenici, da mediamente compatti a molto compatti, in eteropia di facies con i depositi conglomeratici.

La giacitura di tali corpi sedimentari risulta quasi sempre sub-orizzontale con passaggi dall'uno all'altro, sia verticali sia orizzontali, puramente casuali. (V. Fig. 12 stralcio Carta Geolitologica) :



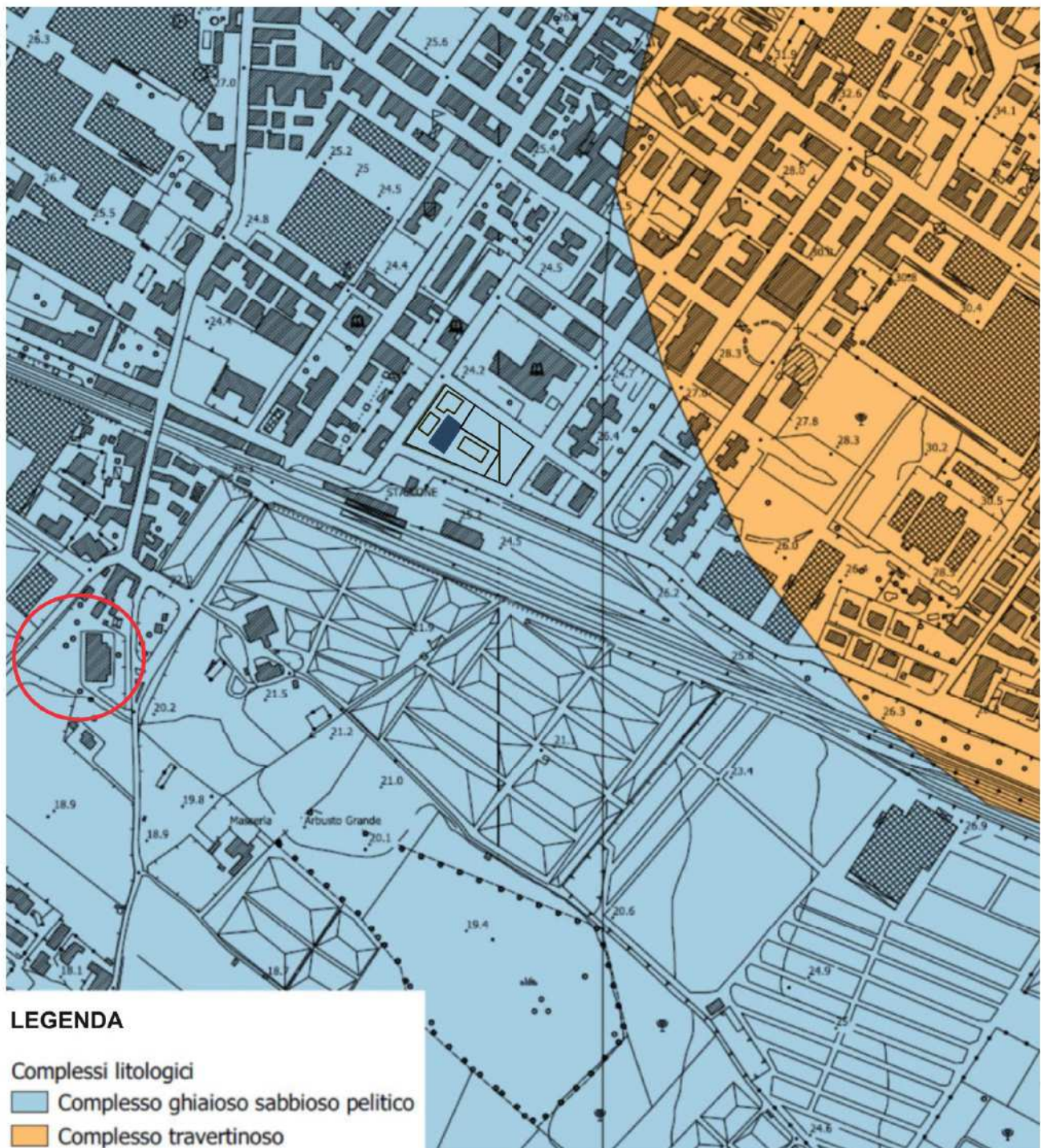


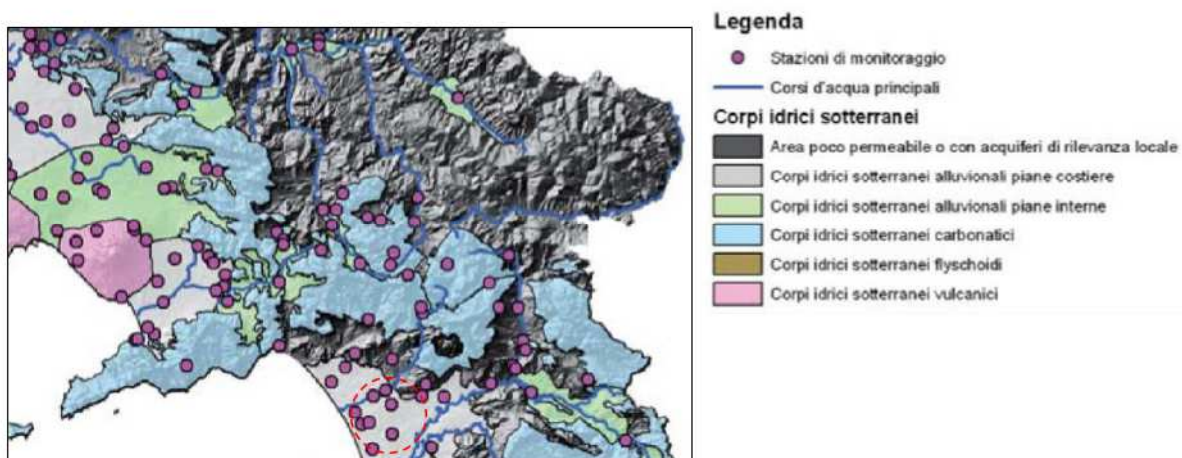
Figure 13 – Stralcio Carta Geolitologica



## 7. IDROGEOLOGIA E IDROGRAFIA

Per quanto riguarda l'idrografia superficiale, nell'area di interesse si individuano modeste incisioni, quali il Torrente Asa ed il Torrente Rialto, e ad ovest il fiume Picentino. Tra i bacini del Picentino e del Lama è disposto quello del fiume Asa che ha origine nella fascia pedemontana dei monti Picentini. Il reticolo idrografico si presenta poco denso e intrecciato; gli alvei sono abbastanza stabili e i corsi d'acqua provenienti dalla parte alta hanno cessato la loro tipica attività erosiva ed hanno acquistato regime di deiezione. La lievissima pendenza della zona ha ridotto la velocità di deflusso delle acque per cui i corsi fluviali presentano numerose anse. Relativamente alle caratteristiche idrogeologiche dei terreni in sito, le unità geologiche precedentemente descritte sono raggruppate in membri idrogeologici in base alla loro permeabilità relativa e alla loro posizione stratigrafica e strutturale.

Studi idrogeologici pregressi ed in possesso dello scrivente rilevano che la zona di piana alluvionale è caratterizzata da: 1) corpi idrici sotterranei alluvionali costieri costituiti da alternanze di depositi continentali, marini e vulcanici, con livelli ad elevata permeabilità per porosità intercalati a livelli a media permeabilità, ed un assetto stratigrafico con forti eteropie orizzontali e verticali; 2) corpi idrici sotterranei alluvionali interni, con livelli ad elevata permeabilità per porosità intercalati a livelli a media permeabilità, con una o più falde idriche sovrapposte, ubicati nelle piane interne, in corrispondenza dei principali corsi d'acqua



**Figura 14** Stralcio Carta dei corpi idrici sotterranei - *ACQUE SOTTERRANEE T. Di Meo, A. Mottola, G. Onorati*

Il sito dove insiste l'immobile ricade nell'ambito di un'area caratterizzata da termini raggruppati nel Complesso detritico-alluvionale (antichi, recenti ed attuali). Tale complesso risulta essere caratterizzato da una permeabilità per porosità generalmente medio alta, anche se estremamente variabile in relazione alla prevalenza dei termini argilloso-limosi rispetto a quelli sabbioso-ghiaiosi; esso, infatti, si contraddistingue per una disposizione caotica dei sedimenti alluvionali menzionati, con intercalazioni di spessori e lenti, talora interdigitati, di terreni a differente assortimento granulometrico e quindi con diverso grado di permeabilità. Tale assetto favorisce la presenza di un acquifero superficiale, multifalda la cui circolazione idrica superficiale avviene per falde sovrapposte. Il complesso detritico-alluvionale, almeno in corrispondenza della porzione meridionale del territorio risulta essere sede di un potente acquifero fortemente alimentato dai retrostanti rilievi carbonatici dei Monti Picentini.

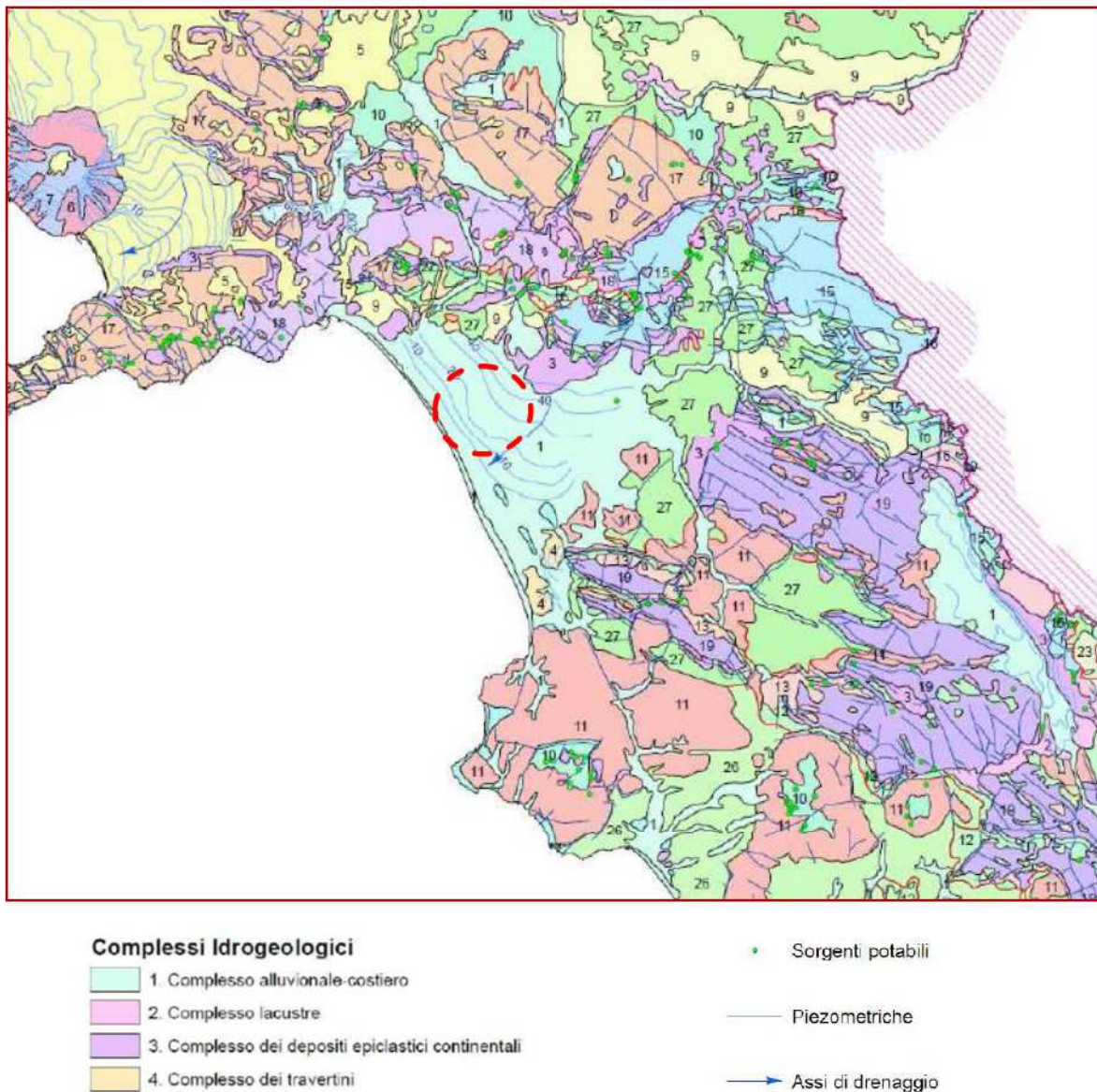
In tutta la Piana del Sele, come nella porzione di territorio in esame, è piuttosto intenso lo sfruttamento della falda profonda attraverso emungimenti realizzati, prevalentemente per uso irriguo, mediante la terebrazione di pozzi. In un opportuno intorno territoriale dell'area in esame, la cartografia idrogeologica e dati bibliografici segnalano un livello di falda profonda a quote tra 15.0m e 20.0m dal p.c. Dati idrogeologici estrapolati da sondaggi geognostici in possesso dello scrivente e realizzati in prossimità dei



corsi d'acqua del fiume Picentino e del Torrente Asa indicano un livello di falda che si attesta tra i circa 9.0mt e i circa 12.0mt.

Durante la prova penetrometrica DPSH eseguita in sito non è stata riscontrata alcuna falda superficiale fino alla profondità di indagini di 7.8 mt dal p.c. In precedenti lavori eseguiti in aree limitrofe sono stati riscontrati degli accumuli idrici più superficiali nell'ambito dei 2.0-9.0 metri di profondità, legate principalmente al ciclo stagionale delle piogge. Queste sono state rilevate nella formazione argillo-limosa, intervallata da livelli e strati limo sabbiosi. Per le caratteristiche di permeabilità dei litotipi (valori di permeabilità media dell'ordine di  $10^{-6}$  -  $10^{-8}$  cm/sec) tale acquifero superficiale, dal punto di idrogeologico, può essere considerato un "acquitardo"; con il termine di acquitardo s'intende una unità geologica presente nel sottosuolo, satura in acqua, ma con bassa permeabilità, tale da non permetterne il suo sfruttamento in pozzi per produzione di acqua.

In considerazione della situazione geologica ed idrogeologica descritta, si può certamente affermare che nessuna acqua di falda perenne e profonda ha possibilità di investire il "bulbo delle tensioni indotte" al terreno dal fabbricato da realizzarsi, né tantomeno i lavori a farsi per la messa in opera delle fondazioni potranno indurre modificazione agli equilibri idro-dinamici esistenti.



**FIGURA 15** Stralcio carta dei complessi idrogeologici- PTR



## 8. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Ai fini della valutazione della litostratigrafia e geotecnica del sottosuolo, sono state eseguite, su incarico dell'UTC del comune di Pontecagnano Faiano, dalla società GEOSEVI s.a.s. le seguenti indagini geognostiche:

- **N.1 sondaggi penetrometrici con “Penetrometro Dinamico-Statico DPSH TG 63-100”** della “PAGANI GEOTECHNICAL EQUIPMENT” di Piacenza, opportunamente ubicato nell'area d'intervento;
- **N°1 indagine di sismica passiva a stazione singola HVSR (microtremore ambientale);** al fine di fornire una stima affidabile della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo (modo fondamentale e predominante di oscillazione e di valutare la categoria di sottosuolo (stima del parametro VS,eq);
- **N. 1 prelievo di campione indisturbato;**
- **Prove geotecniche di laboratorio eseguite sul sopraindicato campione di terreno estratto con il DPSH TG 63-100 .**

Le prove geotecniche su campione indisturbato sono state realizzate nel laboratorio geotecnico della **ISOGEA s.r.l. di Scafati con “Concessione Ministeriale decreto n° 7474 del 27/07/2012”** così come previsto dalla recente normativa (Decreto Ministeriale 17-01-2018 - Testo Unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni);

### - PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H.

La prova penetrometrica dinamica continua, realizzata a partire dal p.c., raggiungendo la profondità di 7.8 mt (DPSH N.1), ha consentito di definire un modello stratigrafico superficiale del sito d'intervento all'incirca attendibile, nell'ambito dello spessore geotecnico significativo.

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica (angolo di apertura = 60°) posta all'estremità di un'asta d'acciaio, prolungabile con l'aggiunta di successive aste; l'infissione avviene per battuta, facendo cadere da un'altezza di 0,75 m un maglio di peso pari a 63,5 kg e contando i colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di 0,20 m (N'). I risultati della prova penetrometrica dinamica sono espressi in termini di N20, intendendo con tale quantità il numero di colpi necessario all'avanzamento della punta del penetrometro DPSH per un tratto di 20 cm: per la parametrizzazione geotecnica tali valori verranno poi normalizzati al termine NSPT della resistenza penetrometrica standard in base al rapporto di energia esistente con quella rilevata con il penetrometro DPSH Pagani TG 63/100 KN, assunto pari a  $NSPT = 1,475 N20$ .

Tali indagini hanno sostanzialmente confermato quanto emerso dai sondaggi geognostici allegati al PRG Comunale e a quelli allegati al progetto: Linea Salerno - Pontecagnano Aeroporto Completamento Metropolitana di Salerno - Tratta Arechi - Pontecagnano Aeroporto; eseguiti in area prossimale a quella d'intervento. I dati emersi avvalorano la presenza, al di sotto del primo strato corticale eluviale e di riporto, di uno strato argilloso limoso in cui si riscontrano livelli sabbioso-limoso-argillosi scarsamente addensati. In quest'ultimo orizzonte sabbioso limoso, molto probabilmente dotato di modesta continuità laterale, è stato realizzato il campionamento del terreno sottoposto alle prove geotecniche di laboratorio. A partire dai circa 4.2 mt dal piano campagna è stato rilevato un ulteriore strato caratterizzato da litotipi argilloso limosi e di sabbia limosa che sino alla profondità di circa 6.0mt è risultato leggermente più resistente alla penetrazione e quindi più consistente e/o addensato rispetto al precedente. Dai circa 6.0 mt dal p.c. è emerso un orizzonte litostratigrafico che è quello maggiormente competente e compatto dell'intera successione ascrivibile a sabbie limose e sabbie travertinose compatte.

Si rimanda per maggior dettaglio al rapporto della prova penetrometrica riportate in allegato a fondo testo.

- **PROVA H.V.S.R.** (Horizontal Vertical Spectral Ratio)

**Strumentazione utilizzata e modalità esecutive**

Nel sito in questione è stata eseguita dalla ditta GEOSEVI s.a.s. un'indagine sismica passiva a stazione singola per fornire le frequenze di risonanza caratteristiche di sito ed i log di Vs, il valore del “Vs equivalente” utile ai fini della classificazione sismica di sito ai sensi delle NTC2018.

Le misure di microtremore ambientale sono state effettuate mediante l'utilizzo di TROMINO strumento realmente ‘tutto in uno’ per la registrazione sismica a stazione singola passiva ed attiva e per il monitoraggio delle vibrazioni. Il registratore è composto da una terna di velocimetri, i quali trasmettono il segnale ad un sistema di acquisizione digitale a basso rumore. Lo strumento è stato posizionato correttamente (tramite bolla sferica e piedini regolabili) sul terreno; inizia l'acquisizione dei microtremori: i modi di vibrare del terreno vengono amplificati, convertiti in forma digitale, organizzati e salvati su una memoria digitale. Successivamente i dati vengono trasferiti nel PC dove, mediante un codice di calcolo, vengono archiviati, analizzati ed elaborati come mostrato in seguito. La strumentazione di acquisizione ha le seguenti specifiche: Sensori triassiali (N-S, E-W, verticali) a bassa frequenza (<1-2 Hz); Amplificatori; Digitalizzatore; Convertitore A/D > 24 bit; Durata registrazioni: 20 minuti; Posizionamento GPS.

Il tipo di stratigrafia che le tecniche di sismica passiva possono restituire, si basa sul concetto di contrasto di impedenza. Per strato si intende cioè un'unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto di impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

**PROCEDURE DI ANALISI DATI PER STAZIONI SINGOLE H/V – ELABORATI E RISULTATI**

Dall'elaborazione della registrazione del rumore sismico ambientale, è stata ricavata la curva H/V (HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO). Il grafico H/V TIME HISTORY mostra le “finestre temporali” analizzate per l'elaborazione della curva H/V e permette di individuare eventuali finestre di disturbo all'interno di una registrazione. Il grafico DIRECTIONAL H/V rappresenta la proiezione del HVSR lungo le diverse direzioni, da 0° a 180° in senso orario, dove 0° rappresenta la direzione del Nord segnato sullo strumento (da 180° a 360° i risultati sono simmetrici). Questo permette di vedere se una componente orizzontale prevale sull'altra: cioè se la media HVSR riceve più il contributo da parte di un componente orizzontale. In seguito, il grafico SINGLE COMPONENT SPECTRA, mostra l'andamento delle singole componenti nelle tre direzioni (N-S\_E-O\_Verticale). In base alle conoscenze stratigrafiche delle prove in sito, utilizzando la curva H/V, è stato possibile definire su di essa un modello sintetico di Vs (EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V) seguendo inoltre le linee guida Sesame, 2005. La curva H/V è stata invertita creando una serie di modelli sintetici (che contemplano la propagazione delle onde di Rayleigh e di Love nel modo fondamentale e superiori in sistemi multistrato), fino a considerare per buono il modello teorico più vicino alle curve sperimentali.

L'inversione delle curve H/V è possibile esclusivamente in presenza di un vincolo. Nel caso in questione tale vincolo è fornito dalla conoscenza della stratigrafia e, quindi, della profondità di almeno un riflettore sismico significativo individuabile tramite prove geognostiche (o anche tramite altre metodologie di indagine geofisica), il cui marker sia ben riconoscibile e correlabile anche nelle curve H/V. Nell'allegato di restituzione di tali prove sono riportati i risultati della prova HVSR eseguita come sopra descritto, unitamente alle frequenze di risonanza caratteristiche dei terreni in sito ed al grafico delle Vs. Per fenomeno di “risonanza” si intende la coincidenza tra le frequenze dominanti del segnale sismico in ingresso e quelle naturali del sottosuolo. Con il termine “doppia risonanza” si intende la corrispondenza tra le frequenze fondamentali del segnale sismico così come trasmesso in superficie e quelle caratteristiche



dei manufatti ivi edificati (da Risposta Sismica Locale di Lanzo e Silvestri, Hevelius Edizioni). L'indagine sismica basata sulla misura del microtremore, nel massimo valore H/V del rapporto spettrale, individua le frequenze caratteristiche del sottosuolo.

**Sarà compito del progettista geotecnico/strutturale verificare la frequenza fondamentale della struttura in progetto e confrontarla con la frequenza fondamentale o le frequenze caratteristiche del sottosuolo onde evitare pericolosi fenomeni di doppia risonanza in caso di sisma.**

I modelli interpretativi forniti hanno permesso di ottenere una sismo-stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde di taglio "S" da cui è stato determinato il parametro Vs equivalente e una frequenza di picco del rapporto H/V, come riportato in seguito:

#### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: **10.9872 Hz**

#### Verifiche SESAME:

Verifica		Esito
$F_0 > 10/l_w$	$10.9872 > 0.4$	Ok
$N_c(f_0) > 200$	$4395 > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5H$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5H$		Ok
$\exists f' \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f') < A_0/2$		Ok
$\exists f^+ \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$		Ok
$A_0 > 2$	$1.89679 > 2$	No
$f_{\text{picco}} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$		Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	$1.38 > 0.55$	No
$\sigma_A(f_0) < \Theta(f_0)$	$1.26 < 1.58$	Ok

### MODELLO STRATIGRAFICO

#### Dati riepilogativi:

Numero strati:	<b>5</b>
Valore $V_{s,eq}$	<b>274 m/s</b>

#### Dati della stratigrafia:

Strato	Prof. [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	5.0	5.0	16	0.36	178
2	12.4	7.4	17	0.40	229
3	17.0	4.6	18	0.41	317
4	34.0	17.0	19	0.43	378
5	50.0	16.0	20	0.43	570

- Il fitting eseguito ha permesso di interpretare i dati localizzando una sola discontinuità litologica a 34 metri di profondità individuando il passaggio tra i depositi alluvionali, poco e mediamente addensati della piana e i terreni a più alta consistenza/addensamento e maggiormente competenti, aventi velocità di propagazione delle onde S pari a 570 m/sec. La lettura degli spettri HVSR, basata sull'analisi dei picchi di frequenza (in ampiezza spettrale H/V) ritenuti significativi, consente di distinguere la frequenza di picco del rapporto H/V a 10.9872 Hz che dovrebbe corrispondere alla frequenza fondamentale di risonanza di sito.
- L'indagine HVSR non ha quindi evidenziato particolari picchi nei primi 34m. I risultati relativi alle verifiche eseguite ai sensi delle linee guida SESAME, evidenziano che il segnale presenta un

picco H/V sufficientemente evidente. Tale segnale è interpretabile come un picco di origine stratigrafica.

- L'andamento degli spettri, in considerazione della deviazione standard, risulta presentare una significativa coerenza ed omogeneità areale degli spettri H/V tale da portare a considerare l'area strutturalmente e geofisicamente omogenea; infatti non appaiono situazioni di differenziazione significative tali da individuare la presenza di situazioni del sottosuolo differenziate.
- La **velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  (nel nostro caso uguale alla  $V_{s30}$ )**, calcolata pari a 274 m/s, è stata ricavata indirettamente mediante l'utilizzo della seguente formula:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

- dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore  $h(strato)$  e dalla velocità delle “onde S” –  $V_s(strato)$ . Per “H” si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s. **Per depositi con profondità H del substrato rigido superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_s$  equivalente è definita dal parametro  $V_{s30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.**

Prospezione sismica	$V_{Seq}$ (m/s)	Categoria Sottosuoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)
HVSR n. 1	[274]	C

Categoria Sottosuolo di fondazione ottenuta dalla prospezione sismica HVSR effettuata.

In riferimento al D.M. 17 Gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”, il sedime di fondazione è inquadrabile nell'ambito della **categoria di profilo stratigrafico di tipo C**, sia se  $V_s Eq$  è calcolato a partire dal piano campagna, sia se la  $V_s Eq$  è determinata a partire da un piano fondale posto a 1 mt dal p.c.

**In definitiva l'area in oggetto è definibile “Sito di Categoria Sismica di Sottosuolo 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.*

## - PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Le prove geotecniche di laboratorio sul campione, estratto a partire dalla profondità di 1.0 mt dal p.c. fino ai 1.5 mt da p.c., possono essere così riassunte:



<b>Stratigrafia tecnica C1 (DPSH 1)</b>	
<b>Granulometria: Sabbia Limosa Argillosa</b>	
<i>Profondità (mt)</i>	1.00-1.50
<i>Descrizione Litologica</i>	Sabbia Limosa Argillosa
<i>Peso di volume naturale (KN/m<sup>3</sup>)</i>	15,4
<i>Peso di volume secco (KN/m<sup>3</sup>)</i>	13,3
<i>Peso di volume saturo (KN/m<sup>3</sup>)</i>	18,1
<i>Peso specifico grani (KN/m<sup>3</sup>)</i>	25,7
<i>Peso specifico grani corretto a 20° (KN/m<sup>3</sup>)</i>	25,7
<i>Indice dei vuoti - e</i>	0.857
<i>Porosità %</i>	46,1
<i>Contenuto d'acqua naturale %</i>	12,5
<i>Grado di saturazione %</i>	39,6
<i>Angolo di attrito efficace</i>	30,4
<i>Coesione Drenata (KPa)</i>	2,4
<i>Ghiaia %</i>	-
<i>Sabbia %</i>	-
<i>Limo %</i>	-
<i>Argilla %</i>	-

## 9. MODELLAZIONE GEOSTRATIGRAFICA E LITOTECNICA

Dall'interpretazione delle informazioni geologiche derivate dai rilievi di superficie, dall'analisi della letteratura specifica e delle risultanze delle indagini geognostiche eseguite per l'occasione, si è pervenuto, per la definizione geostatigrafica dell'area di progetto, al seguente modello di sintesi del sottosuolo:

⇒ Litotipo Orizzonte A:	dal p.c. fino ai 0.8 mt ÷ 1.2 mt di profondità;	Terreno di riporto e vegetale con inclusi piroclastici
⇒ Litotipo Orizzonte B:	dai 0.8 mt ÷ 1.2 mt di profondità, fino ai 4.2 ÷ 4.6 mt di profondità	Sabbia limosa con livelli e sacche sabbiose argillose e limo-argillose di probabile origine piroclastica moderatamente addensata/consistente
⇒ Litotipo Orizzonte C:	dai 4.2 ÷ 4.6 mt dal pc. fino agli 6.0 ÷ 6.5 mt di profondità	Argilla limosa da moderatamente consistente a mediamente consistente con livelli limo-sabbiosi e limosi mediamente addensati

⇒ Litotipo Orizzonte D:	dagli 6.0 ÷ 6.5 mt dal pc. fino ai circa 30 mt di profondità	Sabbia con livelli di ciottoli, ghiaia e sabbia travertinosa da addensata a molto compatta
----------------------------	---	---

Dall'analisi dei dati geostratigrafici in possesso, riferiti allo stesso ambito morfologico di riferimento, correlati alle risultanze delle indagini eseguite in sito e tenendo conto della genesi e la natura deposizionale dei terreni di substrato, è opportuno evidenziare che non è da escludere possibili variazioni stratigrafiche latero-verticali, anche su brevi distanze, sia in termini di assortimento granulometrico che come spessori.

## 10. CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEI TERRENI

La preliminare raccolta dei dati pregressi, i vari studi geologici eseguiti dal sottoscritto e da altri tecnici in area limitrofa, nonché le indagini geognostiche eseguiti per l'occasione dalla ditta GEOSEVI s.a.s., ha permesso di attribuire ai sopra descritti "ORIZZONTI LITOSTRATIGRAFICI", ad esclusione del primo orizzonte ascrivibile al terreno di riporto e vegetale, i seguenti parametri geotecnici:

<b>Orizzonte Litotipo "B" (con i Valori Min. e Max): Sabbia limosa con livelli e sacche sabbiose argillose e limo-argillose .....</b>		
Peso nell'unità di volume	KN/m <sup>3</sup>	15 - 18
Peso nell'unità di volume saturo	KN/m <sup>3</sup>	16.5 – 19
Coesione drenata	KPa	0 - 5
Angolo di attrito (angolo di resistenza a taglio)	(φ)	28 – 31
Modulo di Elasticità o di Young	KPa	13000 - 18000
Modulo edometrico	KPa	5580 - 8000
Coefficiente di poisson	v	0.33 – 0.36



**Orizzonte Litotipo “C” (con i Valori Min. e Max): Argilla limosa con livelli limo-sabbiosi e limosi .....**

Peso nell'unità di volume naturale	KN/m <sup>3</sup>	17 - 19
Peso nell'unità di volume saturo	KN/m <sup>3</sup>	18.5 - 20
Coesione drenata	KPa	5 - 12
Angolo di attrito (angolo di resistenza a taglio)	(°)	27 - 32
Modulo di Elasticità o di Young	KPa	16000 - 22000
Modulo edometrico	KPa	6400 - 15000
coefficiente di poisson	v	0.32 – 0.34

**Orizzonte Litotipo “D” (con i Valori Min. e Max): Sabbia con livelli di ciottoli e ghiaia passante a sabbia travertinosa .....**

Peso nell'unità di volume naturale	KN/m <sup>3</sup>	18 - 20
Peso nell'unità di volume saturo	KN/m <sup>3</sup>	19.5 - 21
Angolo di attrito (angolo di resistenza a taglio)	(°)	29 - 34
Modulo di Elasticità o di Young	KPa	14500 - 32000
Modulo edometrico	KPa	7500 - 20000
coefficiente di poisson	v	0.30 – 0.33

Tali parametri sono stati definiti in un range di valori nominali massimi e minimi e non dei *parametri geotecnici caratteristici “fk”* (secondo quanto previsto N.T.C. D.M. 17/01/2018).

Per la situazione geostratigrafica e geotecnica dei terreni di fondazione, si consiglia la realizzazione di una struttura fondale superficiale rigida previa asportazione del primo orizzonte litostratigrafico (Orizzonte A). Nella modellazione geotecnica quindi sarà sufficiente tenere conto dei soli orizzonti litostratigrafici entro i quali si svilupperanno le tensioni della struttura in elevazione della struttura in progetto. Vista la modesta entità dell'opera da realizzare si presume un bulbo delle tensioni che in profondità non supererà i 6.5 metri per cui in tale circostanza è possibile adottare un modello geotecnico bi-strato avente le caratteristiche geotecniche degli “Orizzonti Litostratigrafici B e C”. È altresì vero che qualora, durante le verifiche geotecniche, venisse dimostrato uno spessore geotecnico significativo e di influenza del bulbo delle tensioni pari o inferiore ai 4.5 mt, è possibile adottare un modello geotecnico monostrato avente le caratteristiche geotecniche dello “Orizzonte Litostratigrafico B”.

## 11. SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

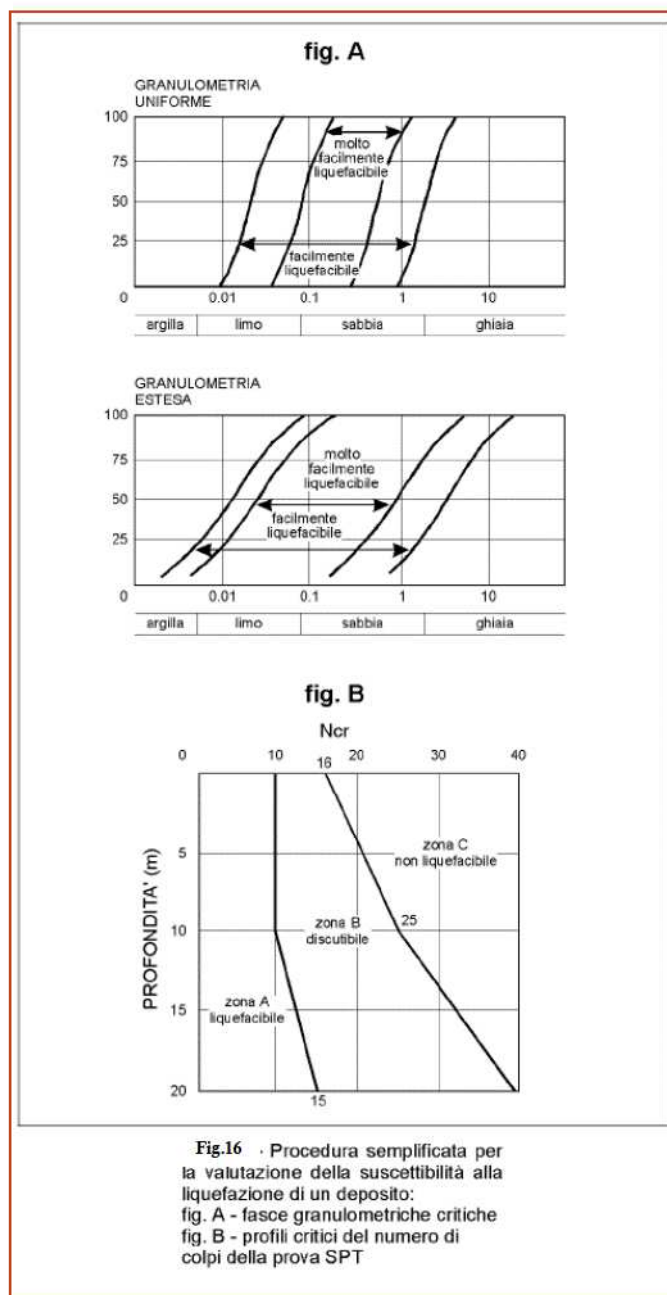
Escludendo dall'esame i metodi analitici e numerici più complessi (per es. i metodi agli elementi finiti) vengono qui presi in esame alcuni fra i più utilizzati metodi empirici e semplificati. I metodi empirici vengono utilizzati generalmente per fornire una valutazione di massima della vulnerabilità di un deposito sabbioso saturo alla liquefazione, prendendo in considerazione solo i parametri geologici e geotecnici del sito.

Le NTC 2018 stabiliscono che la valutazione del rischio a liquefazione può essere omessa se si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5;
- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di  $0,1g$ ;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura 16 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ . ( $U_c$  rapporto  $D_{60}/D_{10}$ , dove  $D_{60}$  e  $D_{10}$  sono il diametro delle particelle corrispondenti rispettivamente al 60% e al 10% del passante sulla curva granulometrica cumulativa)

- Criterio di Youd e Perkins (1978).

Si tratta di un metodo di ancor più rapida e semplice applicazione della metodologia basata sui fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazioni (rif. fig.16). Sulla base del tipo di deposito sedimentario e della sua età, viene fornita un'indicazione qualitativa del grado di vulnerabilità del deposito stesso.





La probabilità di liquefazione è ricavabile dalla seguente tabella:

Tipo deposito	Età del deposito			
	<500 anni	Olocene	Pleistocene	Pre-Pleistocene
Depositi continentali				
Canali fluviali	Molto alta	Alta	Bassa	Molto bassa
Pianure di esondazione	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
Pianure e conoidi alluvionali	Moderata	Bassa	Bassa	Molto bassa
Spianate e terrazzi marini	-----	Bassa	Molto bassa	Molto bassa
Deltaici	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
Lacustri	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
Colluvioni	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
Scarpate	Bassa	Bassa	Molto bassa	Molto bassa
Dune	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
Loess	Alta	Alta	Alta	Molto bassa
Glaciali	Bassa	Bassa	Molto bassa	Molto bassa
Tuff	Bassa	Bassa	Molto bassa	Molto bassa
Tephra	Alta	Alta	?	?
Terreni residuali	Bassa	Bassa	Molto bassa	Molto bassa
Sebkha	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
Zone costiere				
Deltaici	Molto alta	Alta	Bassa	Molto bassa
Di estuario	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
Di spiaggia con elevata energia delle onde	Moderata	Bassa	Molto bassa	Molto bassa
Di spiaggia con bassa energia delle onde	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa

Analizzando i terreni nei quali si trasmettono le tensioni indotte dalla struttura in elevazione, le caratteristiche geotecniche (colpi SPT), granulometriche nonché deposizionali (secondo il criterio di Youd e Perkins 1978), emerge che i terreni della copertura olocenica sono tutti suscettibili alla liquefazione in caso di presenza di falda idrica, con grado da “moderato” a “basso”. Analizzando la prova DPSH effettuata in sito, in base ai valori SPT ottenuti e correlati al grafico di fig. 16\_B, solo l'orizzonte B fino ai 4.20 dal p.c. rientra nella fascia critica “ZONA B\_discutibile”.

Nel nostro caso specifico non è stata rilevata alcuna falda fino alla profondità di indagine di 7.8 mt dal p.c., sebbene in un opportuno intorno territoriale in precedenti indagini sono stati registrate, anche nei primi metri, delle falde sospese superficiali ascrivibili ad “acquitardi” (cioè ad una unità geologiche presente nel sottosuolo, saturi in acqua caratterizzata da una bassa permeabilità e tale da non permetterne il suo sfruttamento in pozzi per produzione di acqua). Dati bibliografici segnalano un livello di falda profonda a quote tra 15.0mt e 20.0mt dal p.c., mentre dati idrogeologici, estrapolati da sondaggi geognostici in possesso dello scrivente e realizzati in prossimità dei corsi d'acqua del fiume Picentino e del Torrente Asa, indicano un livello di falda che si attesta tra i circa 9.0mt e i circa 12.0mt, quindi ad una profondità maggiore della sopra descritta fascia critica definita “ZONA B\_discutibile” e dello spessore geotecnico significativo, nel quale saranno trasmesse le tensioni indotte dalla futura struttura in elevazione. Inoltre, a tale profondità affiorano depositi detritico alluvionali a granulometria più grossolana, con potenziale alla liquefazione basso o nullo. Se a questo si aggiunge: 1) la presenza di terreni coesivi proprio in corrispondenza degli accumuli idrici nei primi metri di spessore, laddove rilevati (anche se nell'indagine puntuale eseguita in sito non è emersa alcuna falda idrica superficiale); 2) l'assenza, nell'area d'intervento ed un suo opportuno intorno territoriale, di effetti di fenomeni di liquefazione nella memoria storica; è conseguenziale attribuire ai terreni di fondazione **una suscettibilità a liquefazione molto bassa o nulla.**

## 12.MORFOLOGIA E ANALISI DELLA STABILITA'

Al fine di rilevare i dati di cui in premessa lo scrivente ha espletato delle analisi morfologiche sull'area, estendendole ad un opportuno intorno territoriale, tenendo conto dell'entità dell'intervento da realizzare e dello stato di conoscenza del contesto geologico generale.

L'analisi topografica dell'area, compiuta mediante l'estrapolazione di curve di livello, con inter-distanza di 5mt a partire dal "DTM" (o DEM), fornito dalla Regione Campania, ha confermato le bassissime e/o nulle pendenze dell'area in oggetto, risultando inferiori al 0.5% e tali che la morfologia può essere definita pianeggiante.

A tale scopo sono stati individuati e rappresentati nelle successive figure due profili topografici ortogonali tra loro che descrivono graficamente la morfologia longitudinale e trasversale del versante, comprovando quanto sopra descritto.



Figure 17,18 – Profili morfologici ortogonali tra loro con in rosso i sub-profili in cui insiste l'area d'intervento

L'analisi morfologica evidenzia che il sito in questione è subpianeggiante per cui è di conseguenza incompatibile con fenomeni di instabilità legati alla gravità, quali movimenti di massa. In queste



condizioni topografiche, assieme alle caratteristiche geomorfologiche evolutive dell'ambito morfologico di riferimento, si può certamente affermare che il sito è idoneo ad accettare l'intervento in oggetto.

In considerazione dei dati geotecnici dei terreni di substrato, rapportanti alla pendenza del pendio e all'opera in progetto, una eventuale “verifica di stabilità” del complesso manufatto-pendio risulterebbe sicuramente “verificata” dal punto di vista geotecnico, per cui risulta superfluo espletarla analiticamente.

In definitiva, l'area risulta stabile essendo priva di morfotipi che indicano un disequilibrio in atto, passato e/o potenziale.

### 13. RISCHIO IDROGEOLOGICO E COMPATIBILITÀ DEGLI INTERVENTI

Quanto detto in merito alle condizioni di stabilità dell'area è confermato anche dal PSAI - “Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino Destra Sele” (attualmente confluita nell'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico Meridionale). L'area in oggetto, sia sulla carta della “Pericolosità da Frana” che in quella “Rischio da Frana”, ricade in zona definita NP: **Ambiti territoriali nei quali sono assenti fattori predisponenti alla genesi ed evoluzione di fenomeni franosi**

Per quanto attiene la “Pericolosità da Alluvione” ed il “Rischio Idraulico e/o colata”, nella cartografia tematica del “Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico”, l'area in studio non rientra in alcuna area a pericolosità e rischio idraulico o di tipo alluvionale.

Il presente studio è inteso anche a dimostrare la compatibilità di questo, con le norme attuative di piano stralcio sul rischio idrogeologico, attraverso informative a valenza di pianificazione territoriale, necessari a valutare, la fattibilità geologica e, contestualmente, l'impatto degli interventi previsti in progetto sul grado di “Pericolosità e Rischio idrogeologico”, già definito dal piano stralcio di assetto idrogeologico.

Tale relazione fornisce un inquadramento del contesto geologico, geolitologico e strutturale, geomorfologico, idrogeologico (con particolare riguardo alla dinamica evolutiva dei dissesti di pertinenza) dell'area in oggetto e di un suo congruo intorno, rapportato all'ambito geomorfologico nel quale si inseriscono eventuali fenomeni potenziali e/o reali di dissesto, rilevati dall'A.d.B Destra Sele. Dissesti, questi, dai quali è stato desunto il grado di pericolosità e di rischio da frana per l'area su cui è previsto il progetto in oggetto.

Il presente studio fornisce, quindi, una valutazione completa in merito alla fattibilità geologica del progetto, verificandone la compatibilità in termini di tutela dell'ambiente e di difesa del suolo. La relazione ha previsto una valutazione e verifica sull'ammissibilità, la natura e l'importanza quantitativa e/o qualitativa degli effetti del progetto in oggetto sul rischio geologico rilevato e/o presunto, contenendo un'analisi sulle condizioni di stabilità del pendio in seguito alla realizzazione degli interventi previsti.

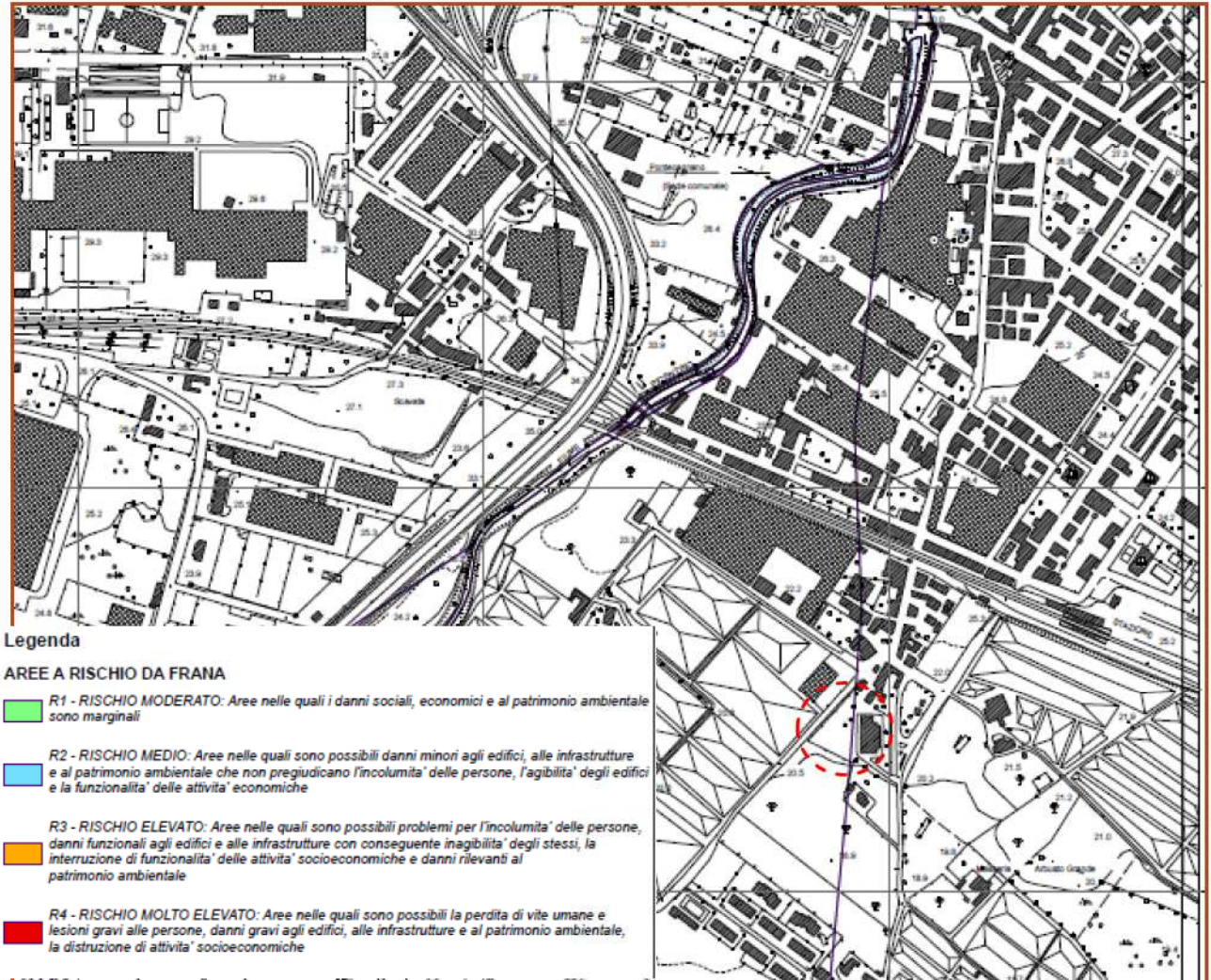
A tale scopo si è fatto riferimento a quanto riportato nell'ambito del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Destra Sele, attualmente confluita nell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale; in particolare sono state visionate le seguenti cartografie:

- Carta della Pericolosità da frane;
- Carta del Rischio da frane;
- Carta del Rischio idraulico;
- Carta del Rischio da colata.

L'esame delle cartografie anzidette evidenzia che il lotto di intervento non ricade in aree perimetrate con classe di rischio e pericolosità idrogeologica (frana - idraulico). Tale assetto è confermato dai

sopralluoghi eseguiti che hanno evidenziato l'assenza di elementi morfologici interferenti con il sito né le opere previste saranno di turbativa a tali configurazioni.

**Pertanto il sottoscritto, alla luce del presente studio, ritiene che le opere previste non costituiscono incremento del rischio da dissesto per cui sono compatibili dal punto di vista geologico ed idro-geomorfologico.**



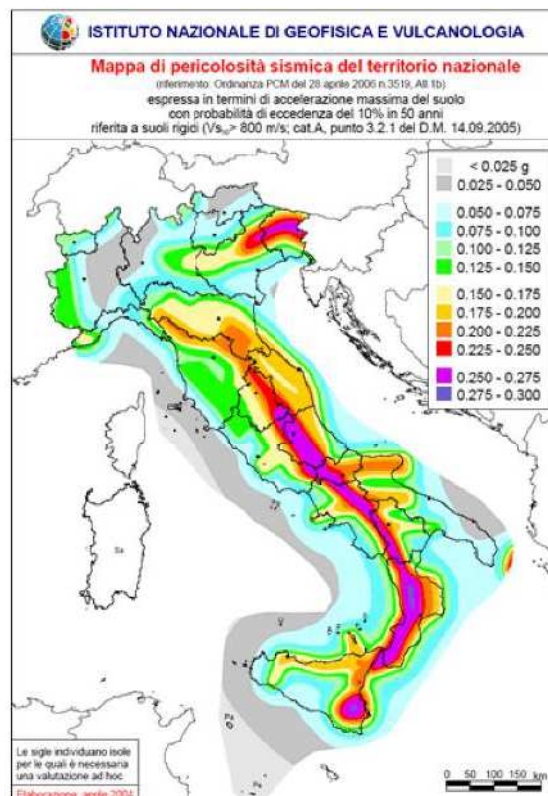
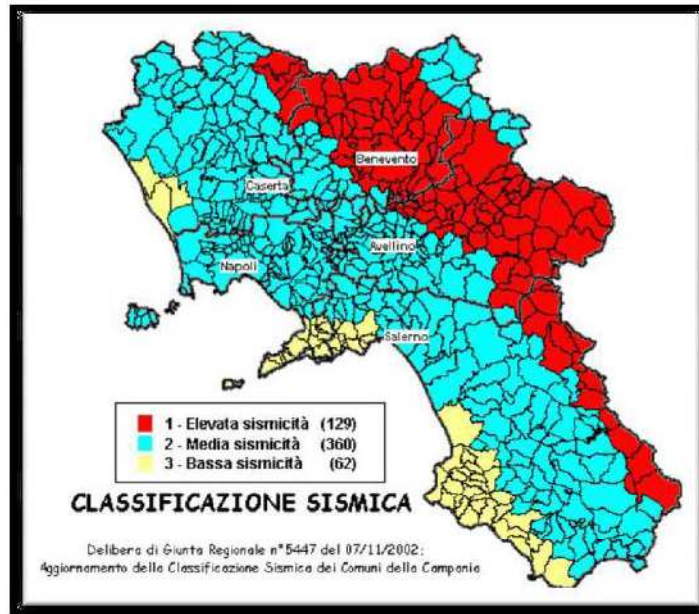
**FIGURA 19** - stralcio carta del rischio da frana -estratta da Autorità di Bacino Distrettuale A.M.



## 14. MODELLAZIONE SISMICA DELL'AREA

Con la Deliberazione di Giunta Regionale n. 5447 del 7/11/2002 la categoria sismica del comune di Montecorvino Pugliano è rimasta immutata alla 2° categoria. La normativa nazionale ha emanato l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri OPCM 3274/03, con la quale si impone la nuova classificazione sismica del territorio nazionale.

Sono state quindi individuate n°4 Zone alle quali corrispondono valori di accelerazione orizzontale massima al suolo differenti e nettamente più alti rispetto al precedente coefficiente di intensità sismica  $c$ , che esprime sostanzialmente lo stesso concetto. Queste Zone ricalcano, in regione Campania, le categorie assegnate dalla D.G.R. n 5447/02, cosicché la 1° categoria sismica regionale corrisponde alla Zona 1.



Con Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e successiva O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/2006, il territorio nazionale è stato suddiviso in 4 zone a pericolosità decrescente, mediante l'introduzione di intervalli di accelerazione ( $a_g/g$ ), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, essendo tale intervallo temporale pari al tempo medio di vita utile di una struttura ordinaria.

ZONA	Accelerazione di picco orizzontale in superficie (PGA) su sottosuolo rigido (categoria A) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g/g$ )	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico ( $a_g/g$ )
1	$0.25g < PGA \leq 0.35g$	0.35
<b>2</b>	<b><math>0.15g &lt; PGA \leq 0.25g</math></b>	<b>0.25</b>
3	$0.05g < PGA \leq 0.15g$	0.15
4	$PGA \leq 0.05g$	0.05

**Il Comune di Pontecagnano Faiano ricade in categoria sismica 2°,** corrispondente alla Zona 2 dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e successiva O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/2006, e presenta una accelerazione orizzontale di picco al suolo  $A_g/g$  compresa tra 0.15g a 0.25g.

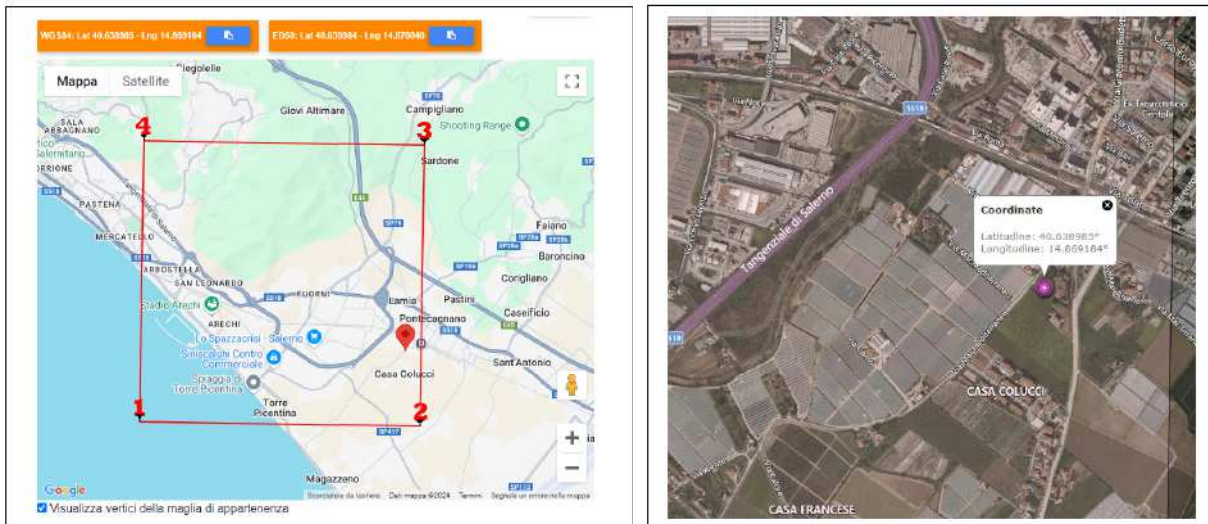
Nelle norme tecniche sulle costruzioni a questo range **corrisponde una accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico  $A_g/g = 0.25g$ .**

Le osservazioni e i dati sismologici storici disponibili indicano in definitiva che, in relazione al grado di sismicità nazionale, il territorio comunale di Pontecagnano Faiano è interessato da una sismicità media (Categoria 2 – Zona 2) dove possono verificarsi scuotimenti abbastanza forti.

**Le N.T.C.2008 e successive le N.T.C.2018 per le costruzioni, hanno abbandonato il concetto di “Zone Sismiche”,** ovvero la suddivisione del territorio italiano in quattro categorie sismiche. Infatti, a partire dalle NTC2008 emerge un nuovo concetto, nei riguardi dell'azione sismica sulle costruzioni, riconducibile alla verifica del grado di danneggiamento dell'edificazione a fronte dei terremoti che possono verificarsi sul sito in costruzione. In considerazione di ciò, l'azione sismica è definita dai valori di alcuni parametri fisici che ne descrivono il moto al suolo in condizioni di campo libero e della risposta sismica, relativa alla struttura, in merito a prefissate probabilità di superamento che possono avvenire in un determinato periodo di tempo. Viene quindi introdotto il concetto di “pericolosità sismica di un sito” attraverso un reticolo di riferimento geografico i cui nodi sono intervallati da un valore di 0.05 in un intervallo temporale di riferimento, compreso tra i 30 e i 2475 anni, relativo alle diverse probabilità di superamento in 50 anni per i diversi periodi ritorno “ $T_R$ ”, nonché dai valori di *accelerazione massima orizzontale  $a_g$  attesa* in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A) che insieme ai *parametri “ $F_o$ ” e “ $T_c$ ”* consentono di definire gli spettri di risposta elastici per il sito. In particolare, utilizzando il reticolo di riferimento della stessa pericolosità fornita dai dati pubblicati dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), per un qualsiasi punto individuato mediante coordinate geografiche è possibile determinare la “pericolosità sismica base di sito”.

Nel nostro caso, per il sito in questione, **individuabile dalle seguenti coordinate geografiche** (sistema WGS84): **Lat. 40.6389847 N Lng 14.8691845 E;** abbiamo una pericolosità di sito caratterizzata da determinati parametri sismici che verranno elencati in seguito, nella sintesi dei parametri sismici.





Maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito

Lo scuotimento del suolo, così individuato (pericolosità sismica di base), viene successivamente corretto in funzione delle condizioni morfo-stratigrafiche locali; tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale. La normativa tecnica italiana (**D.M. 17/01/2018**), infatti, per la determinazione sismica del sito, prevede che nella valutazione venga presa di riferimento non solo l'amplificazione sismica derivante dalle condizioni topografiche del sito, ma anche l'amplificazione stratigrafica, mediante il calcolo della velocità equivalente di propagazione delle onde sismiche di taglio. Nella tabella seguente sono riportate le cinque classi sismiche in funzione della “*velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio*”, a cui una qualsiasi area d'intervento può appartenere.

<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 comprendenti 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 m/s 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 30m.</i>

Per *velocità equivalente* di propagazione delle onde di taglio si intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati nei primi metri di profondità dal piano di posa della fondazione, secondo la relazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

Dove  $N$  è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore  $h$  (strato) e dalla velocità delle “onde  $S$ ” –  $V_s$  (strato). Per “ $H$ ” si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s. Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la **velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{seq}$  è definita dal parametro  $V_{s30}$** , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Per quanto attiene l’amplificazione sismica derivante dalle condizioni topografiche del sito, in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico “ $S_t$ ”, riportati nella seguente tabella:

Categoria topografica	Caratteristiche della superficie topografica	Ubicazione dell’opera	$S_t$
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ .	-	1,00
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ .	Sommità del pendio	1,20
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ .	Cresta del rilievo	1,20
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$ .	Cresta del rilievo	1,40

Nel nostro caso l’area è sub-pianeggiante per cui “ $S_t$ ” rientra nella categoria T1 ed è pari a 1,0.

I dati sismici ottenuti sperimentalmente in sito (**SISMICA HVSR**), in accordo alla stratigrafia dei sondaggi geognostici e geofisici eseguiti in aree limitrofe e presi di riferimento, non hanno riscontrato alcun bed-rock sismico fino alla profondità di circa 30 mt, per cui il “ $V_{s30}$ ” è uguale al valore del “ $V_s$  equivalente”.

Utilizzando sempre la formula già riportata in precedenza, il valore di  $V_{s\_eq}$ , è stato calcolato sia a partire dal p.c., sia in funzione di un piano di fondazione ipotizzato -1.0 mt dal p.c:

Prospezione sismica	$V_{seq}$ (m/s)	Categoria Sottosuoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)
HVSR n. 1	[274]	C

Categoria Sottosuolo di fondazione ottenuta dalla prospezione sismica HVSR effettuata.

In riferimento al D.M. 17 Gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”, il sedime di fondazione è inquadrabile nell’ambito della **categoria di profilo stratigrafico di tipo C**, sia se  $V_s$  Eq è calcolato a partire dal piano campagna, sia se la  $V_s$  Eq è determinata a partire da un piano fondale posto a 1 mt dal p.c.

**In definitiva l’area in oggetto è definibile “Sito di Categoria Sismica di Sottosuolo 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.*

### **Stima del periodo di risonanza fondamentale del terreno.**

Il periodo di risonanza fondamentale del terreno  $T$  è stato misurato direttamente attraverso la tecnica HVSR eseguita in sito dalla GEOSEVI sas. Per fenomeno di “risonanza” si intende la coincidenza tra le



frequenze dominanti del segnale sismico in ingresso e quelle naturali del sottosuolo. Con il termine “doppia risonanza” si intende la corrispondenza tra le frequenze fondamentali del segnale sismico così come trasmesso in superficie e quelle caratteristiche dei manufatti ivi edificati (da Risposta Sismica Locale di Lanzo e Silvestri, Hevelius Edizioni).

Le indagini eseguite hanno determinato quanto di seguito riportato:

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: **10.9872 Hz**

Verifiche SESAME:

Verifica		Esito
$F_0 > 10/l_w$	$10.9872 > 0.4$	Ok
$N_c(f_0) > 200$	$4395 > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5H$		Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5H$		
$\exists f \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$		Ok
$\exists f' \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f') < A_0/2$		Ok
$A_0 > 2$	$1.89679 > 2$	No
$f_{\text{picco}} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$		Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	$1.38 > 0.55$	No
$\sigma_A(f_0) < \Theta(f_0)$	$1.26 < 1.58$	Ok

## SINTESI DELLA MODELLAZIONE SISMICA

### PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn):	50 [anni]
Classe d'uso:	III
Coefficiente d'uso (Cu):	1.5
Periodo di riferimento (Vr):	75 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLO:	45 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD:	75 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV:	712 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC:	1462 [anni]
Tipo di interpolazione:	Media ponderata

### Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84):	40.6389847 [°]
Longitudine (WGS84):	14.8691845 [°]
Latitudine (ED50):	40.6399841 [°]
Longitudine (ED50):	14.8700399 [°]

### Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	34097	40.627330	14.807530	5459.30
2	34098	40.626540	14.873360	1520.93
3	33876	40.676540	14.874430	4081.68
4	33875	40.677330	14.808530	6645.73

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC18, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

**Punto d'indagine**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	45	0.044	2.400	0.315
SLD	75	0.054	2.453	0.349
SLV	712	0.115	2.667	0.462
SLC	1462	0.139	2.755	0.494

**PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO CON DEFINIZIONE DEI PARAMETRI SISMICI LOCALI**

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

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

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

Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

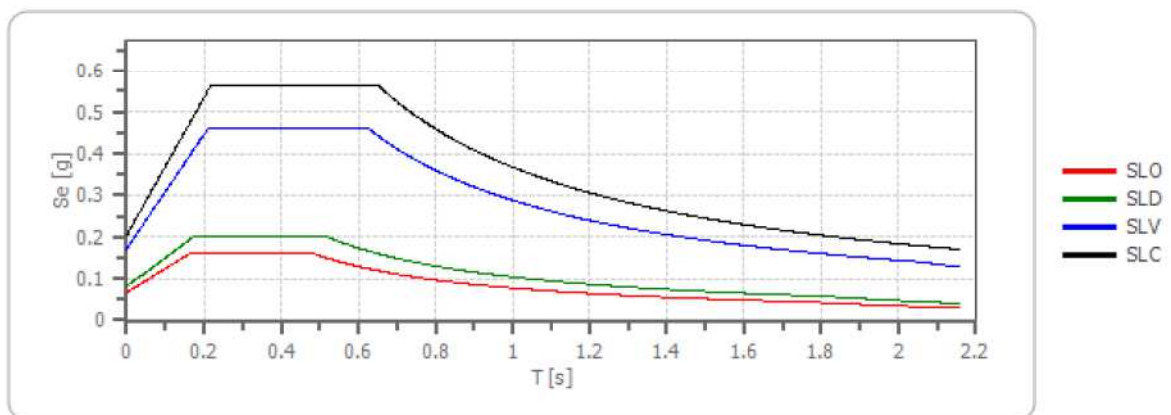
**Coefficienti sismici per le fondazioni e stabilità dei pendii**

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.013	0.016	0.041	0.049
kv	0.007	0.008	0.021	0.025
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.651	0.799	1.685	2.002
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

Dove:

Kh= coef. sism. orizzontale del terreno

Kv = coef. sism. verticale del terreno

**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali**



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1.5	0.044	2.400	0.315	1.500	1.540	1.000	1.500	1.000	0.162	0.486	1.777	0.066	0.159
SLD	1.5	0.054	2.453	0.349	1.500	1.490	1.000	1.500	1.000	0.173	0.520	1.817	0.081	0.200
SLV	1.5	0.115	2.667	0.462	1.500	1.360	1.000	1.500	1.000	0.209	0.628	2.058	0.172	0.458
SLC	1.5	0.139	2.755	0.494	1.470	1.320	1.000	1.470	1.000	0.218	0.653	2.156	0.204	0.563

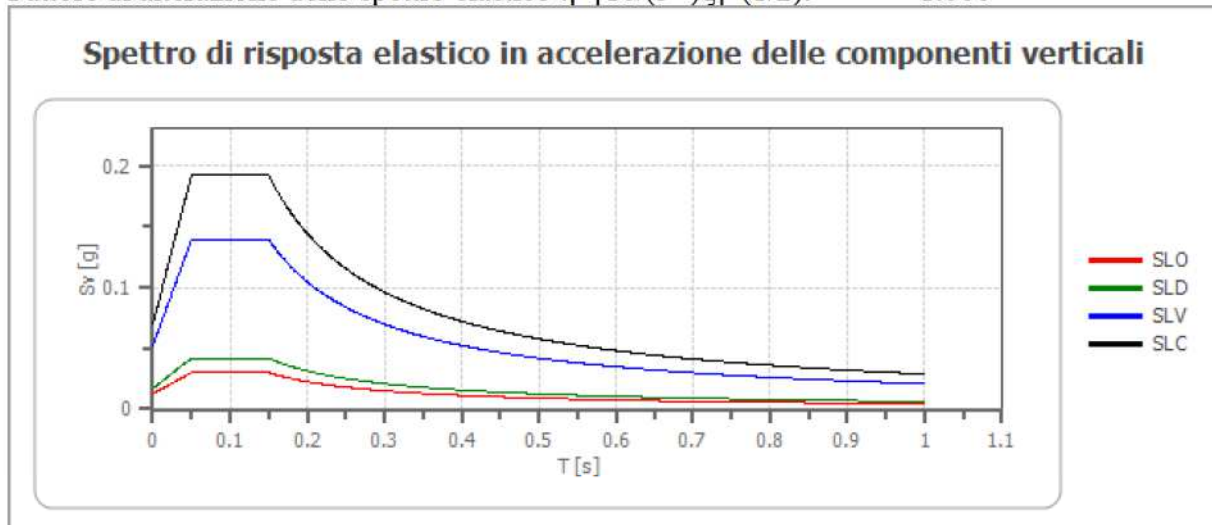
### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ :

5 %

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

1.000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1.5	0.044	2.400	0.315	1	1.540	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.013	0.030
SLD	1.5	0.054	2.453	0.349	1	1.490	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.017	0.042
SLV	1.5	0.115	2.667	0.462	1	1.360	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.052	0.140
SLC	1.5	0.139	2.755	0.494	1	1.320	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.070	0.193

### Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale  $q$ :

1.50

Fattore di struttura spettro verticale  $q$ :

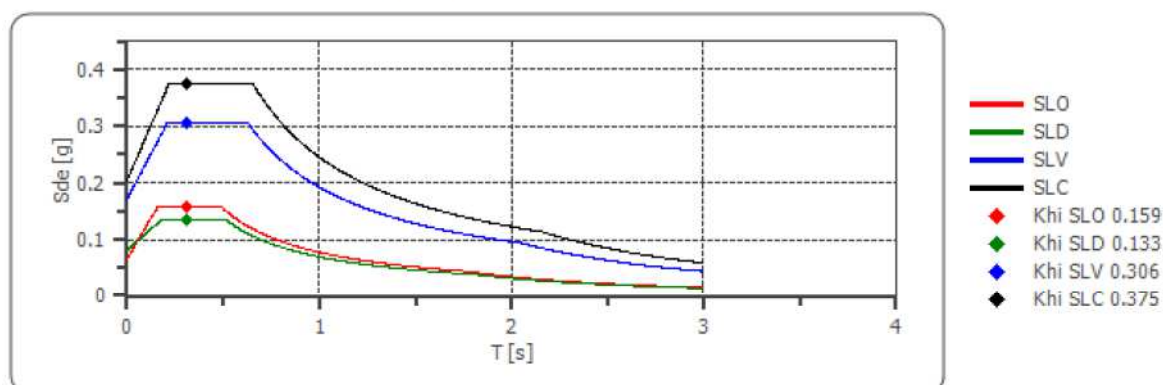
1.50

Periodo fondamentale  $T$ :

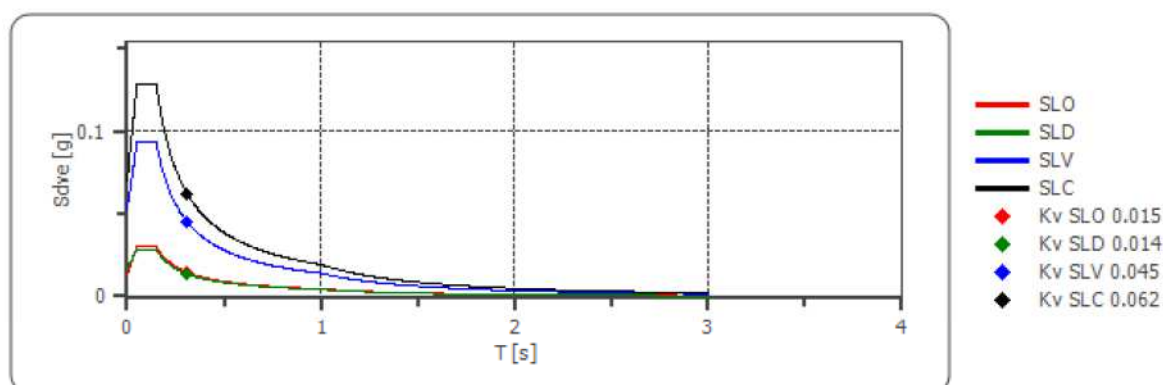
0.31 [s] X H = 6.5 mt

	SLO	SLD	SLV	SLC
$k_{hi} = S_{de}(T)$ Orizzontale [g]	0.159	0.133	0.306	0.375
$k_v = S_{dve}(T)$ Verticale [g]	0.015	0.014	0.045	0.062

## Spettro di progetto delle componenti orizzontali



## Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	1.5	0.044	2.400	0.315	1.500	1.540	1.000	1.500	1.000	0.162	0.486	1.777	0.066	0.159
SLO verticale	1.5	0.044	2.400	0.315	1.500	1.540	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.013	0.030
<b>SLD orizzontale</b>	<b>1.5</b>	<b>0.054</b>	<b>2.453</b>	<b>0.349</b>	<b>1.500</b>	<b>1.490</b>	<b>1.000</b>	<b>1.500</b>	<b>1.500</b>	<b>0.173</b>	<b>0.520</b>	<b>1.817</b>	<b>0.081</b>	<b>0.133</b>
<b>SLD verticale</b>	<b>1.5</b>	<b>0.054</b>	<b>2.453</b>	<b>0.349</b>	<b>1.500</b>	<b>1.490</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.500</b>	<b>0.050</b>	<b>0.150</b>	<b>1.000</b>	<b>0.017</b>	<b>0.028</b>
<b>SLV orizzontale</b>	<b>1.5</b>	<b>0.115</b>	<b>2.667</b>	<b>0.462</b>	<b>1.500</b>	<b>1.360</b>	<b>1.000</b>	<b>1.500</b>	<b>1.500</b>	<b>0.209</b>	<b>0.628</b>	<b>2.058</b>	<b>0.172</b>	<b>0.306</b>
<b>SLV verticale</b>	<b>1.5</b>	<b>0.115</b>	<b>2.667</b>	<b>0.462</b>	<b>1.500</b>	<b>1.360</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.500</b>	<b>0.050</b>	<b>0.150</b>	<b>1.000</b>	<b>0.052</b>	<b>0.093</b>
SLC orizzontale	1.5	0.139	2.755	0.494	1.470	1.320	1.000	1.470	1.500	0.218	0.653	2.156	0.204	0.375
SLC verticale	1.5	0.139	2.755	0.494	1.470	1.320	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.070	0.128



## 15. SINTESI E CONCLUSIONI

Con la raccolta di dati geologici e geotecnici inerenti a studi già condotti nell'area, con l'analisi della bibliografia scientifica edita e inedita disponibile, integrata con ulteriore campagna geognostica realizzata nel sito d'intervento dalla ditta GEOSEVI sas, è stato possibile investigare un profilo stratigrafico di terreno di circa 30 mt di spessore a partire dal piano di fondazione, così come detta la normativa tecnica sulle costruzioni in zone sismiche (NTC18 - D.M. 17/01/2018). Questo ha permesso di restituire un modello geologico sufficientemente attendibile, nonché determinare le caratteristiche dei terreni in condizioni dinamiche insieme al profilo verticale della velocità delle onde di taglio "Vs" a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie, in particolare delle onde di Rayleigh da cui, in modo indiretto, è stato acquisito il "Vs equivalente" ai fini della classificazione sismica di sito.

La caratterizzazione litostratigrafica, geologico-tecnica ed idrogeologica dei terreni, ha permesso di definire il modello geologico dell'area di intervento che è propedeutico alla definizione del modello geotecnico del sottosuolo ed alle verifiche di sicurezza agli stati limite (S.L.U., S.L.E.) da effettuare nella specifica relazione geotecnica a supporto della progettazione esecutiva strutturale, come disposto dalle NTC18. È conseguenziale che il progettista geotecnico può richiedere ulteriori approfondimenti geognostici e geotecnici, qualora li ritenesse necessari, ai fini di una più dettagliata modellazione geotecnica del volume significativo. Per volume significativo di terreno si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso (NTC18 - D.M. 17/01/2018).

In definitiva, dai risultati ottenuti si possono trarre le seguenti conclusioni:

- **Le indagini eseguite prevedono un modello geologico caratterizzato da depositi prevalentemente di conoide alluvionale e fluvio-lacustri affioranti fino ad una profondità maggiore di 30mt.** Nell'area in esame, nei primi circa 6.0-9.0mt, al disotto del terreno di riporto e vegetale, sono presenti depositi a prevalente composizione limo-sabbiosa e sabbiosa con interstrati limosi e pelitici e raramente ghiaiosi e ciottolosi appartenenti al Sintema Masseria Acqua Santa. Generalmente, al disotto dei sedimenti del Sintema Masseria Acqua Santa, nei sondaggi presi di riferimento, si rinvenivano depositi appartenenti al Supersintema Battipaglia-Persano, costituiti da livelli e strati sabbiosi e ghiaiosi, nonché i "Travertini Pleistocenici", da mediamente compatti a molto compatti, in eteropia di facies con i depositi conglomeratici.
- I terreni copertura, rilevabili nell'ambito dei 30 metri di profondità, dal punto di vista stratigrafico si suddividono sinteticamente in quattro orizzonti litostratigrafici: 1) **"Orizzonte A"**, dello spessore mediamente di circa 1.0mt, costituito da terreno di riporto e vegetale con inclusi piroclastici; 2) **"Orizzonte B"** affiorante fino ai 4.2 ÷ 4.6 (mt) dal p.c. costituito da sabbia limosa con livelli e sacche sabbiose argillose e limo-argillose; 3) **"Orizzonte C"**, costituito da argilla limosa con livelli limo-sabbiosi e limosi mediamente addensati, raggiunge i 6.0 ÷ 6.5 mt di profondità. **Quest'ultimi orizzonti litostratigrafici ("B" e "C") costituiscono lo spessore di terreno nel quale con molta probabilità si svilupperanno le tensioni indotte dalla struttura in elevazione da realizzarsi;** a partire dalla quota base strato dell'orizzonte "C" si estende un potente banco di depositi alluvionali di sabbie, sabbie travertinose e sabbie limose con intercalazioni o livelli di sabbie ghiaiose medio grossolane e ciottoli, che raggiunge e supera i 30mt di profondità di indagine (**Orizzonte Litostratigrafico "D"**).
- Dal punto di vista geomorfologico, l'area in oggetto situa a circa 20 mt s.l.m., nell'area di piana laddove affiorano **"Depositi Alluvionali Antichi e Recenti"**. L'analisi topografica dell'area,

compiuta mediante l'extrapolazione di curve di livello, con inter-distanza di 5mt a partire dal "DTM" (o DEM), fornito dalla Regione Campania, **ha confermato le bassissime e/o nulle pendenze dell'area in oggetto, risultando inferiori al 0.5%, per cui può essere definita pianeggiante.** In tali condizioni la zona è di conseguenza incompatibile con fenomeni di instabilità legati alla gravità, quali movimenti di massa. **La caratterizzazione geomorfologica rende quindi l'area stabile e idonea ad accettare l'intervento previsto;** la zona non presenta brusche rotture di pendenza e/o tipiche concavo-convessità legate ad un modellamento per processi franosi o deformativi di pendio; **quanto affermato va in accordo con quanto stabilito dalle carte del rischio e della pericolosità da frana del "PSAI" (Piano Assetto Idrogeologico) redatto dall'Autorità di Bacino Destra Sele (attualmente confluita nell'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico Meridionale), dove il sito ricade in zona definita NP: Ambiti territoriali nei quali sono assenti fattori predisponenti alla genesi ed evoluzione di fenomeni franosi.**

- Il presente studio fornisce, infatti, anche una valutazione completa in merito alla fattibilità geologica del progetto, verificandone la compatibilità in termini di tutela dell'ambiente e di difesa del suolo. La relazione ha previsto una valutazione e verifica sull'ammissibilità, la natura e l'importanza quantitativa e/o qualitativa degli effetti del progetto in oggetto sul rischio geologico rilevato e/o presunto. Il sottoscritto, alla luce del presente studio, ritiene che **le opere previste non costituiscono un incremento del rischio da dissesto per cui sono compatibili dal punto di vista geologico ed idro-geomorfologico.**
- Dal punto di vista idrogeologico, dalle indagini eseguite in sito non è stata rilevata alcuna falda fino alla profondità di indagine di 7.8 mt dal p.c., sebbene in un opportuno intorno territoriale, in precedenti indagini, sono state registrate anche nei primi metri delle falde sospese ascrivibili ad "acquedardi". **Dati idrogeologici estrapolati da sondaggi geognostici in possesso dello scrivente e realizzati in prossimità dell'area in studio indicano un livello di falda che si attesta tra i circa 9.0mt e i 12.0mt, pertanto ad una profondità maggiore sia della fascia critica ("ZONA B discutibile") **potenzialmente liquefacibile**" (determinata in rapporto ai colpi SPT registrati) e sia dello spessore geotecnico significativo.** Inoltre, a tali profondità del livello di falda affiorano depositi detritici alluvionali a granulometria più grossolana, con potenziale alla liquefazione basso o nullo. Se a questo si aggiunge l'assenza in sito di effetti di fenomeni di liquefazione nella memoria storica, è conseguenziale attribuire ai terreni di fondazione una suscettibilità a liquefazione molto bassa o nulla.
- Per la situazione geostratigrafica e geotecnica dei terreni di fondazione, **si consiglia la realizzazione di una struttura fondale superficiale rigida previa asportazione del primo orizzonte litostratigrafico (Orizzonte A).** Nella modellazione geotecnica quindi sarà sufficiente tenere conto dei soli orizzonti litostratigrafici entro i quali si svilupperanno le tensioni della struttura in elevazione della struttura da realizzarsi. Vista la modesta entità dell'opera si presume un bulbo delle tensioni che in profondità non supererà i 6.5 metri, per cui in tale circostanza è consigliabile adottare un modello geotecnico bi-strato avente le caratteristiche geotecniche degli "Orizzonti Litostratigrafici B e C". È altresì vero che qualora, durante le verifiche geotecniche, venisse dimostrato uno spessore geotecnico significativo e di influenza del bulbo delle tensioni inferiore ai 4.5 mt, è possibile adottare un modello geotecnico monostrato avente le caratteristiche geotecniche del solo "Orizzonte Litostratigrafico B".
- La normativa italiana sulle costruzioni (NTC 2018-D.M. 17/01/2018), per la determinazione sismica del sito, in accordo con l'Eurocodice 8, prevede una valutazione sulla base sia dell'amplificazione sismica, derivante sia dalle condizioni topografiche del sito, sia dell'amplificazione stratigrafica.



Quest'ultima viene fatta in funzione delle velocità delle onde S (onde di taglio,  $V_{Sequivalente}$ ) nei terreni di copertura, nonché dello spessore dei diversi strati che compongono il modello geostratigrafico del sito fino al "Bedrock", cioè il basamento litoide e/o semilitoide con  $V_s \geq 800$  m/s. L'analisi geosismica sull'area in questione ha permesso di individuare la categoria sismica di sottosuolo dell'area sulla scorta delle cinque classi definite dalle NTC18: A-B-C-D-E.

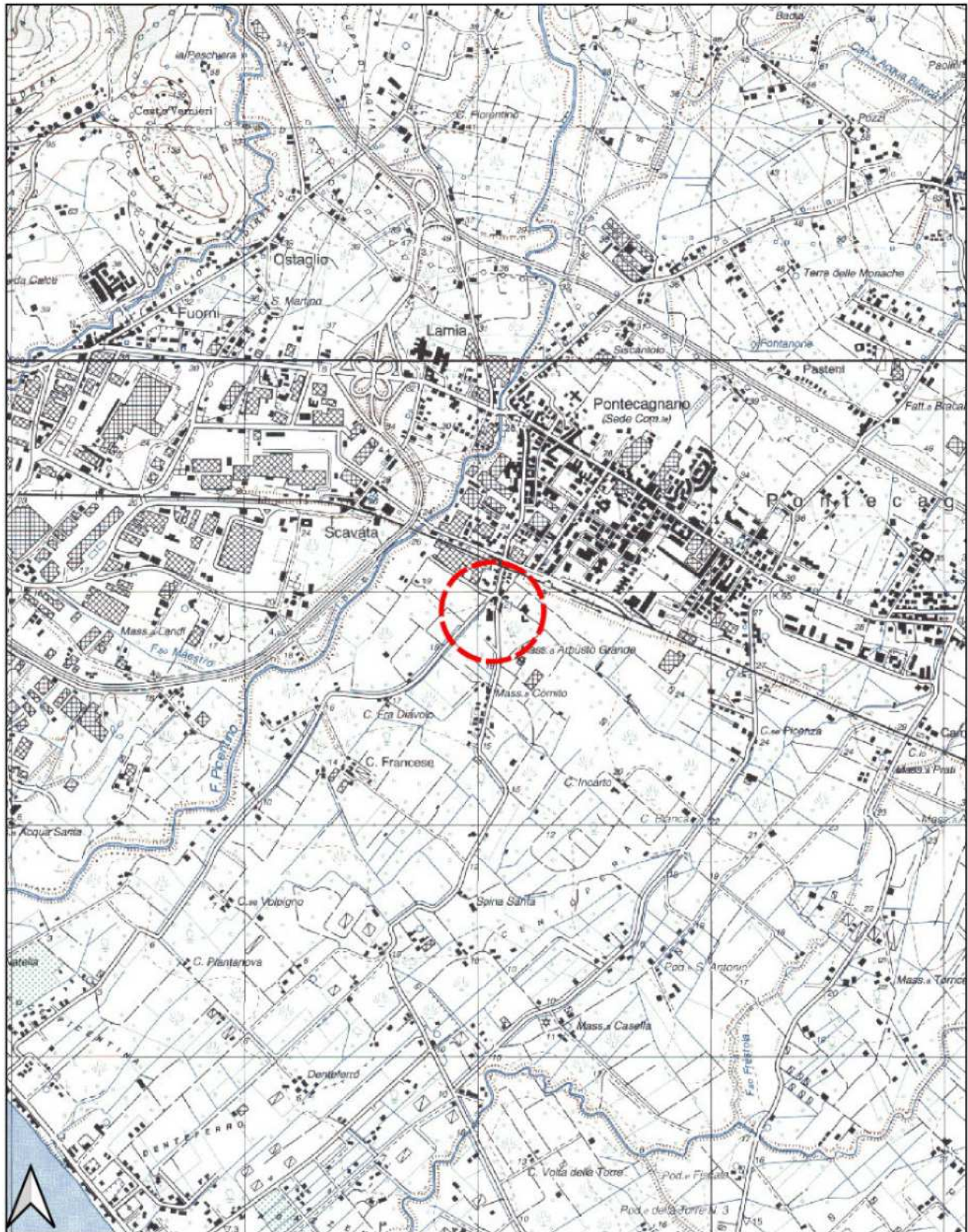
**Le risultanze della prova sismica, eseguita per l'occasione, hanno permesso di caratterizzare l'area in oggetto come: "Sito di Categoria Sismica di Sottosuolo C".**

Contursi Terme (Sa), Settembre 2023

Geologo

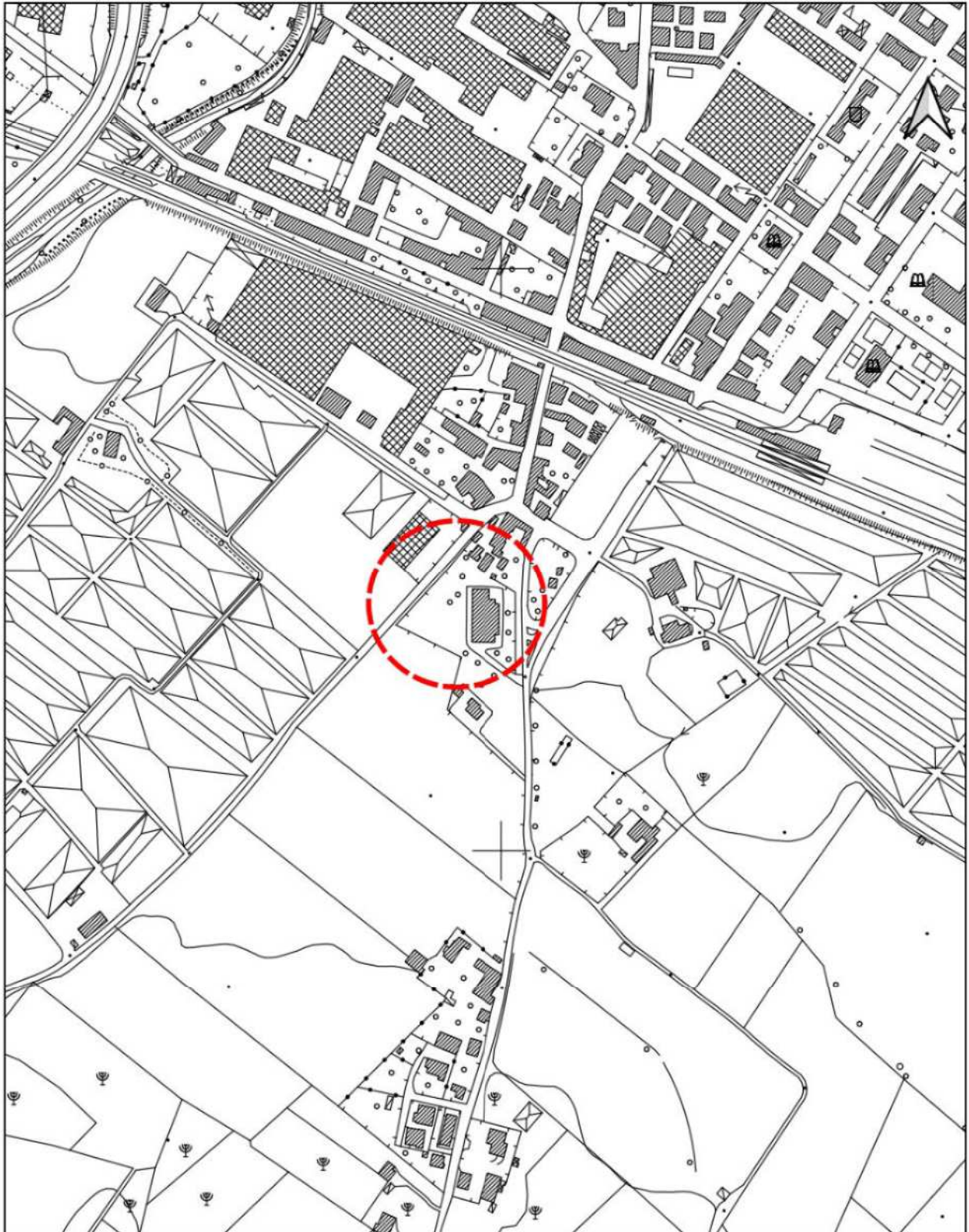
Dott. Gerardo Ferrante

STRALCIO AEROFOTOGRAMMETRICO IGM  
scala 1:25000





STRALCIO AEROFOTOGRAMMETRICO CTR  
REGIONE CAMPANIA  
scala 1:5000

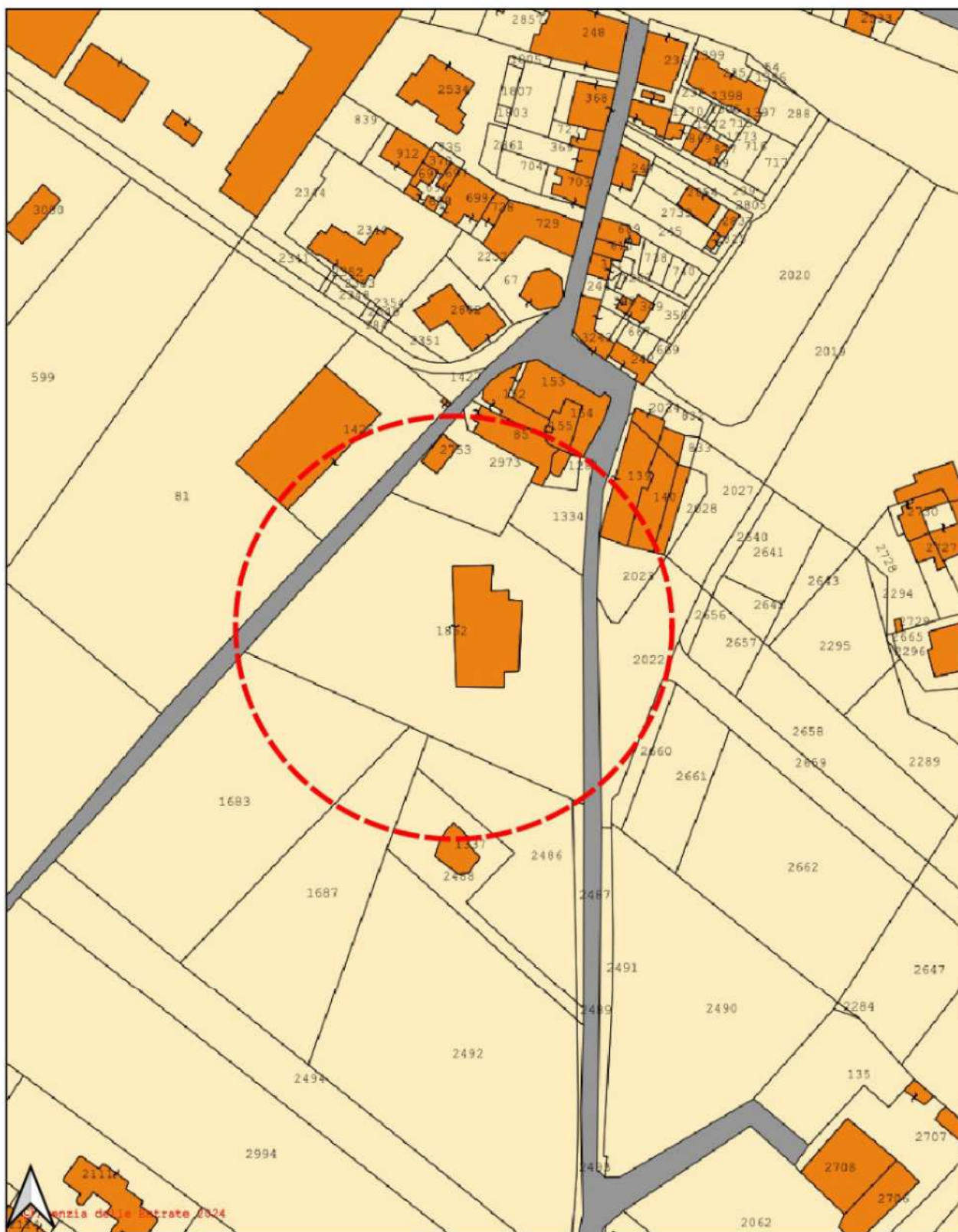


STRALCIO CATASTALE

Scala 1:2000

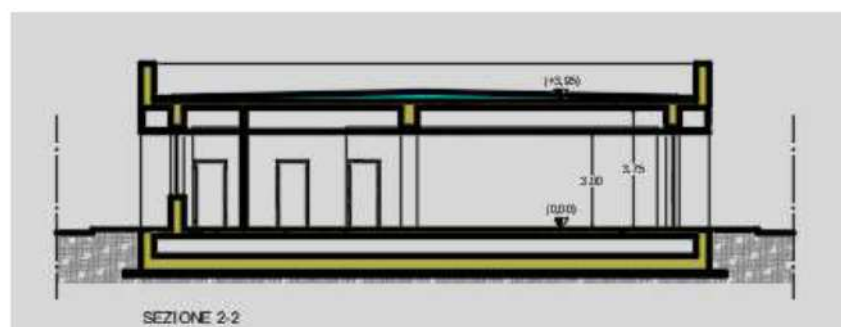
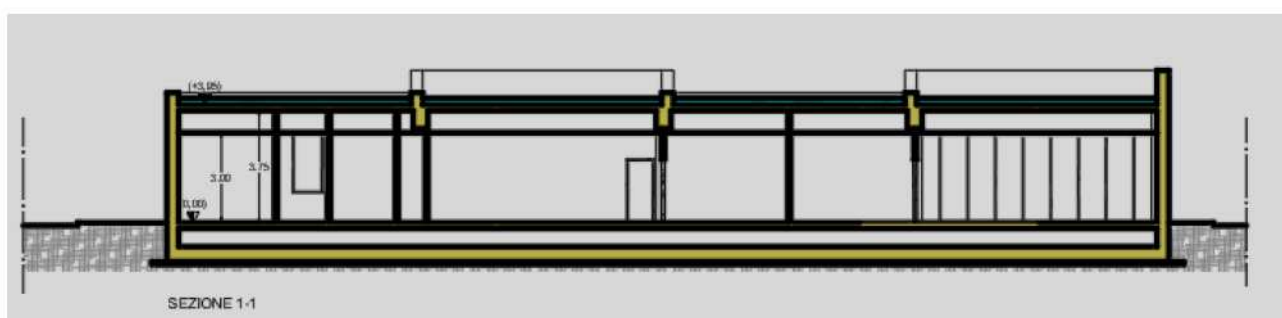
COMUNE DI PONTECAGNANO FAIANO

Foglio n.7 Mappale n.1852





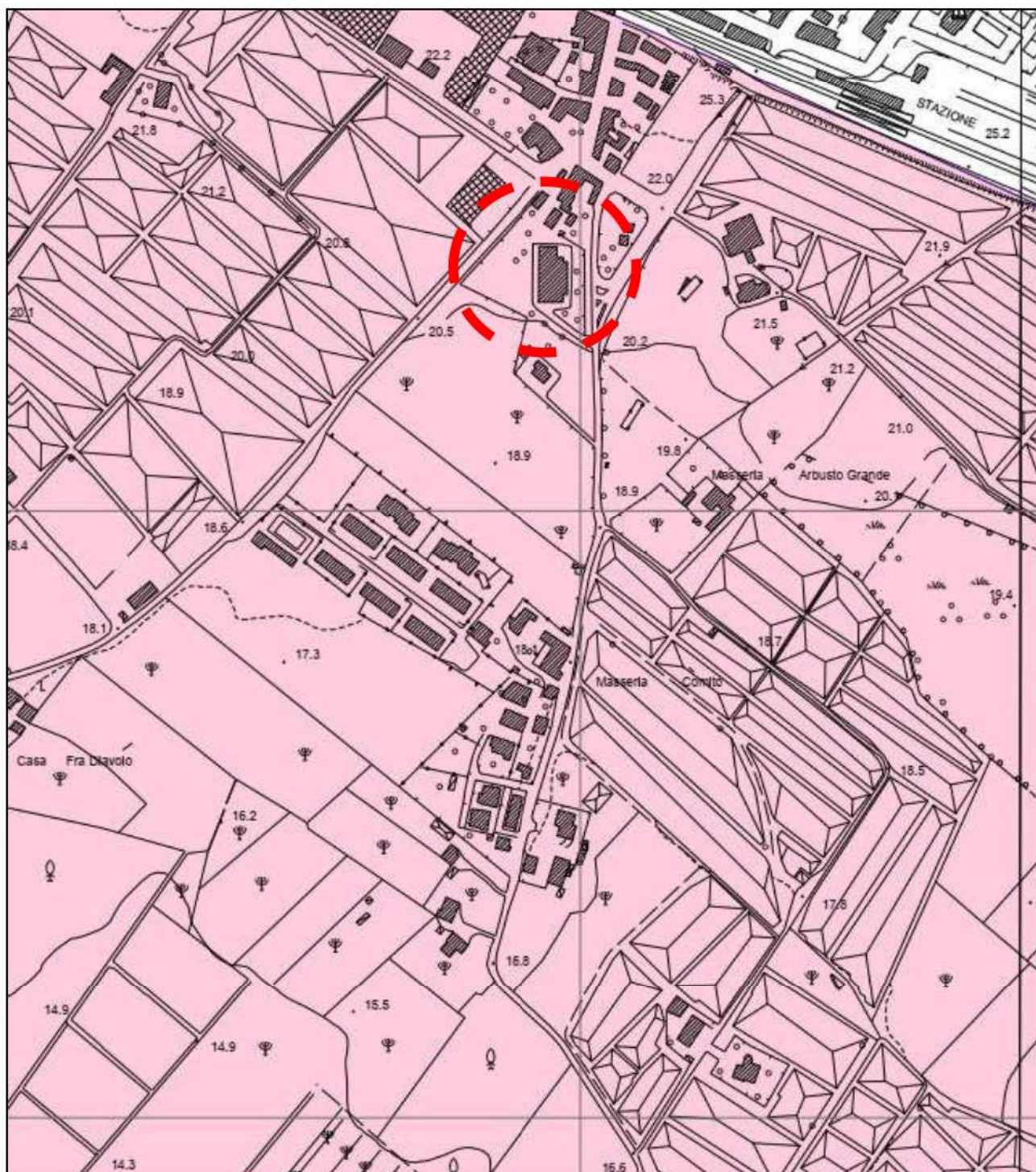
## PLANIMETRIA E SEZIONI DI PROGETTO





## STRALCIO CARTA GEOLOGICA

Scala 1:5000

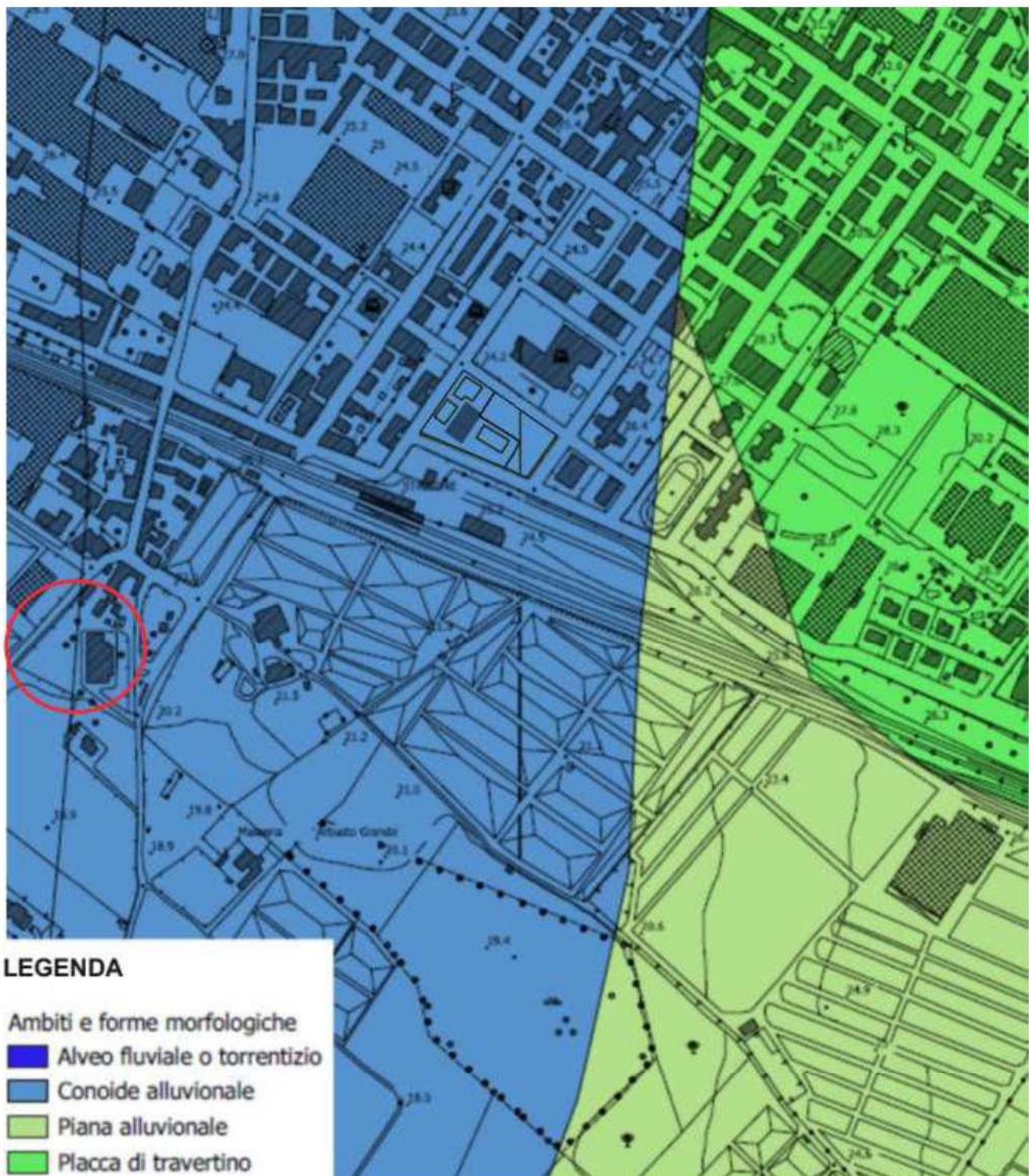


**SOL** - Depositi sciolti di fondovalle e di piana alluvionale, a granulometria variabile da grossolana a fine, con suoli sabbioso - limosi e limoso - sabbiosi più o meno argillosi ben sviluppati; spessori generalmente superiori a 20 m.



# STRALCIO CARTA GEOMORFOLOGICA

Scala 1:5000

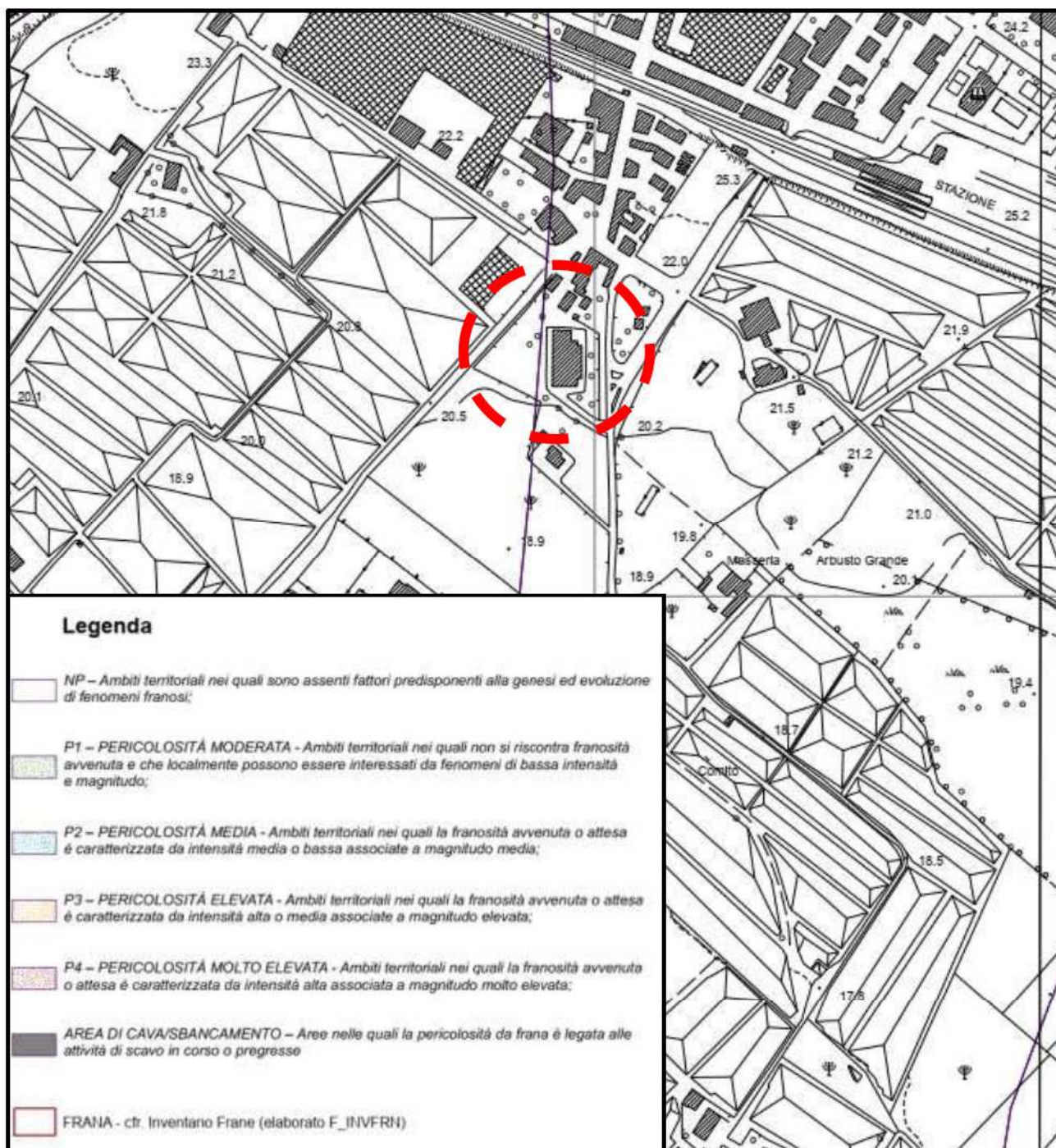




# CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA FRANA

## ADB DESTRA SELE

Scala 1:5000

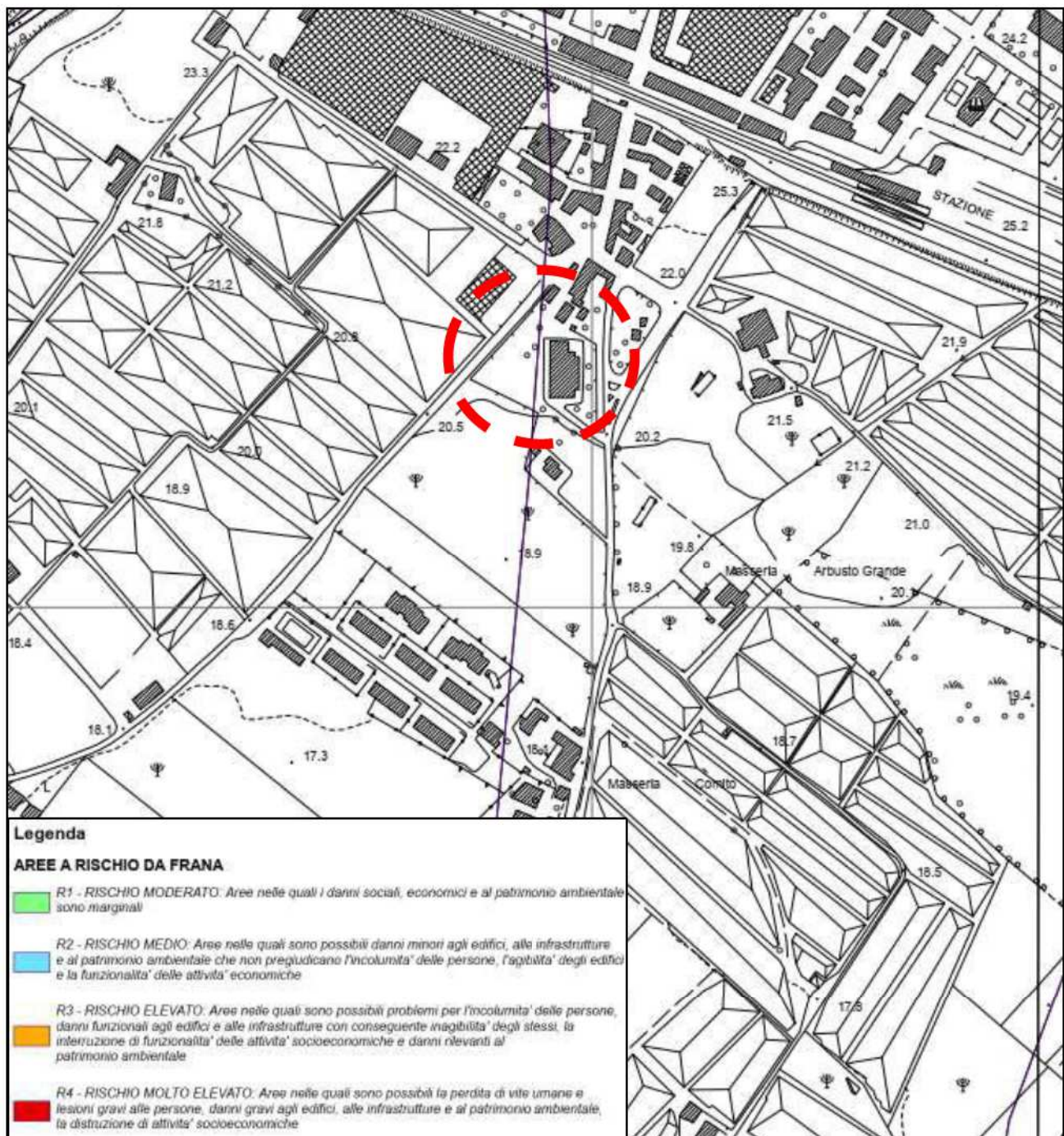




# CARTA DEL RISCHIO DA FRANA

## ADB DESTRA SELE

Scala 1:5000



## CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

(PGRA - Distretto Appennino Meridionale - Il ciclo, agg. 2020)



### Aree di pericolosità idraulica

(PGRA - Distretto Appennino Meridionale - Il ciclo, agg. 2020)

-  P3 - elevata ( $Tr = 20-50$  anni)
-  P2 - media ( $Tr = 100-200$  anni)
-  P1 - bassa ( $Tr = 300-500$  anni)





Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSEVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.  
n. 380/2001

INDAGINI IN SITO

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	288/5365
CERTIFICATO N.	10302
PAGINA	1/4

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1

Committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE

Lavoro: Ampliamento asilo nido

Località: Pontecagnano Faiano (SA) Via Mar Mediterraneo

Data di esecuzione: 30.07.2024 - Data di emissione: 31.07.2024

## METODO DI INDAGINE

Metodo di indagine:	Prova penetrometrica dinamica tipo DPSH
Profondità:	da 0.00 metri a 7.80 metri
Falda:	ASSENTE
PRELIEVO	P1
Campione:	C1
Campionatore:	SHELBY
Profondità prelievo:	1.00-1.50m. da p.c.
Postazione (Fig. 1):	Pontecagnano Faiano (SA) Via Mar Mediterraneo
Coordinate ubicazione (Fig.2):	Coordinate: Lat. 40.638920°N Long.14.869270°E



Fig.1

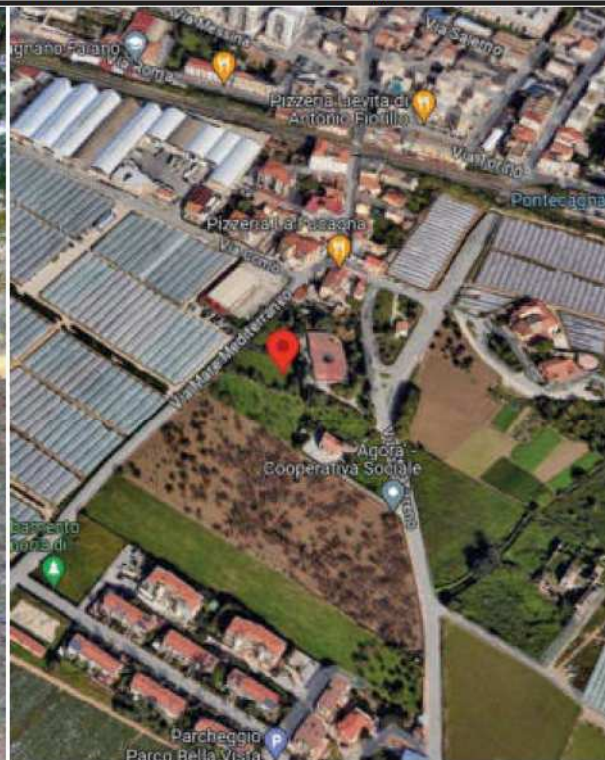


Fig.2

GEOSEVI s.a.s.  
Il Direttore Responsabile  
Dott. Domenico Sessa



Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSEVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.  
n. 380/2001

INDAGINI IN SITO

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	288/5365
CERTIFICATO N.	10302
PAGINA	2/4

## PENETROMETRO DINAMICO IN USO: D.P.S.H.

Committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE

Lavoro: Ampliamento asilo nido

Località: Pontecagnano Faiano (SA) Via Mar Mediterraneo

Data di esecuzione: 30.07.2024 - Data di emissione: 31.07.2024

### CARATTERISTICHE TECNICHE D.P.S.H.

#### MARCA PAGANI TG 63-200

PESO MASSA BATTENTE M = 63,50 Kg	ALTEZZA CADUTA LIBERA H = 0,75 m	PESO SISTEMA BATTUTA Ms = 30.00 Kg
DIAMETRO PUNTA CONICA D = 50,50 mm	AREA BASE PUNTA CONICA A = 20.00 cm <sup>2</sup>	ANGOLO APERTURA PUNTA $\alpha = 60^{\circ}$
LUNGHEZZA DELLE ASTE La = 1.00 m	PESO ASTE PER METRO Ma = 8.00 kg	PROF. GIUNZIONE 1° ASTA P1 = 1.00 m.
AVANZAMENTO PUNTA $\delta = 0,20$ m	NUMERO DI COLPI PUNTA N = N(20)	RIVESTIMENTO NO

ENERGIA SPECIFICA X COLPO  $Q = (MH)/(\delta) = 11,91 \text{ kg/cm}^2$  (prova SPT :  $Q_{spt} = 7.83 \text{ kg/cm}^2$ )

COEFF. TEORICO DI ENERGIA  $\theta_t = Q/Q_{spt} = 1,521$  (teoricamente  $N_{spt} = \theta_t N$ )

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd (funzione del numero di colpi N (FORMULA OLANDESE):

$$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]

M = peso massa battente (altezza caduta H)

e = infissione per colpo  $\delta / N$

P = peso totale aste e sistema battuta

GEOSEVI s.a.s.  
Il Direttore Responsabile  
Dott. Domenico Sessa





Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

# **GEOSEVI S.A.S.**

Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.  
n. 380/2001

**PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.**  
"Settore Indagini "

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	288/5365
CERTIFICATO N.	10302
PAGINA	3/4

## **PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – TABELLE VALORI DI RESISTENZA P1**

**Committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE**

**Lavoro: Ampliamento asilo nido**

**Località: Pontecagnano Faiano (SA) Via Mar Mediterraneo**

**Data di esecuzione: 30.07.2024 - Data di emissione: 31.07.2024**

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta
0,00 - 0,20	3	22,3	1	4,00 - 4,20	8	45,3	5
0,20 - 0,40	5	37,2	1	4,20 - 4,40	10	56,6	5
0,40 - 0,60	5	37,2	1	4,40 - 4,60	13	73,6	5
0,60 - 0,80	3	22,3	1	4,60 - 4,80	13	73,6	5
0,80 - 1,00	3	20,7	2	4,80 - 5,00	16	85,5	6
1,00 - 1,20	9	62,1	2	5,00 - 5,20	18	96,2	6
1,20 - 1,40	25	172,6	2	5,20 - 5,40	19	101,5	6
1,40 - 1,60	14	96,7	2	5,40 - 5,60	22	117,5	6
1,60 - 1,80	8	55,2	2	5,60 - 5,80	20	106,9	6
1,80 - 2,00	7	45,0	3	5,80 - 6,00	18	91,0	7
2,00 - 2,20	8	51,5	3	6,00 - 6,20	23	116,3	7
2,20 - 2,40	7	45,0	3	6,20 - 6,40	25	126,4	7
2,40 - 2,60	8	51,5	3	6,40 - 6,60	29	146,7	7
2,60 - 2,80	7	45,0	3	6,60 - 6,80	35	177,0	7
2,80 - 3,00	7	42,2	4	6,80 - 7,00	41	196,8	8
3,00 - 3,20	6	36,1	4	7,00 - 7,20	43	206,4	8
3,20 - 3,40	8	48,2	4	7,20 - 7,40	47	225,6	8
3,40 - 3,60	9	54,2	4	7,40 - 7,60	51	244,8	8
3,60 - 3,80	8	48,2	4	7,60 - 7,80	60	288,0	8
3,80 - 4,00	9	51,0	5				

Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

**GEOSEVI s.a.s.**

**Il Direttore Responsabile**

*Dott. Domenico Sessa*



Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

### **GEOSEVI S.A.S.**

Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



Art. 59 del D.P.R.  
n. 380/2001

**PROVA PENETROMETRICA D.P.S.H.**  
*"Settore Indagini"*

PREVENTIVO/ACCETTAZIONE	288/5365
CERTIFICATO N.	10302
PAGINA	4/4

## **PROVA PENETROMETRICA DINAMICA – DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA**

**Committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE**

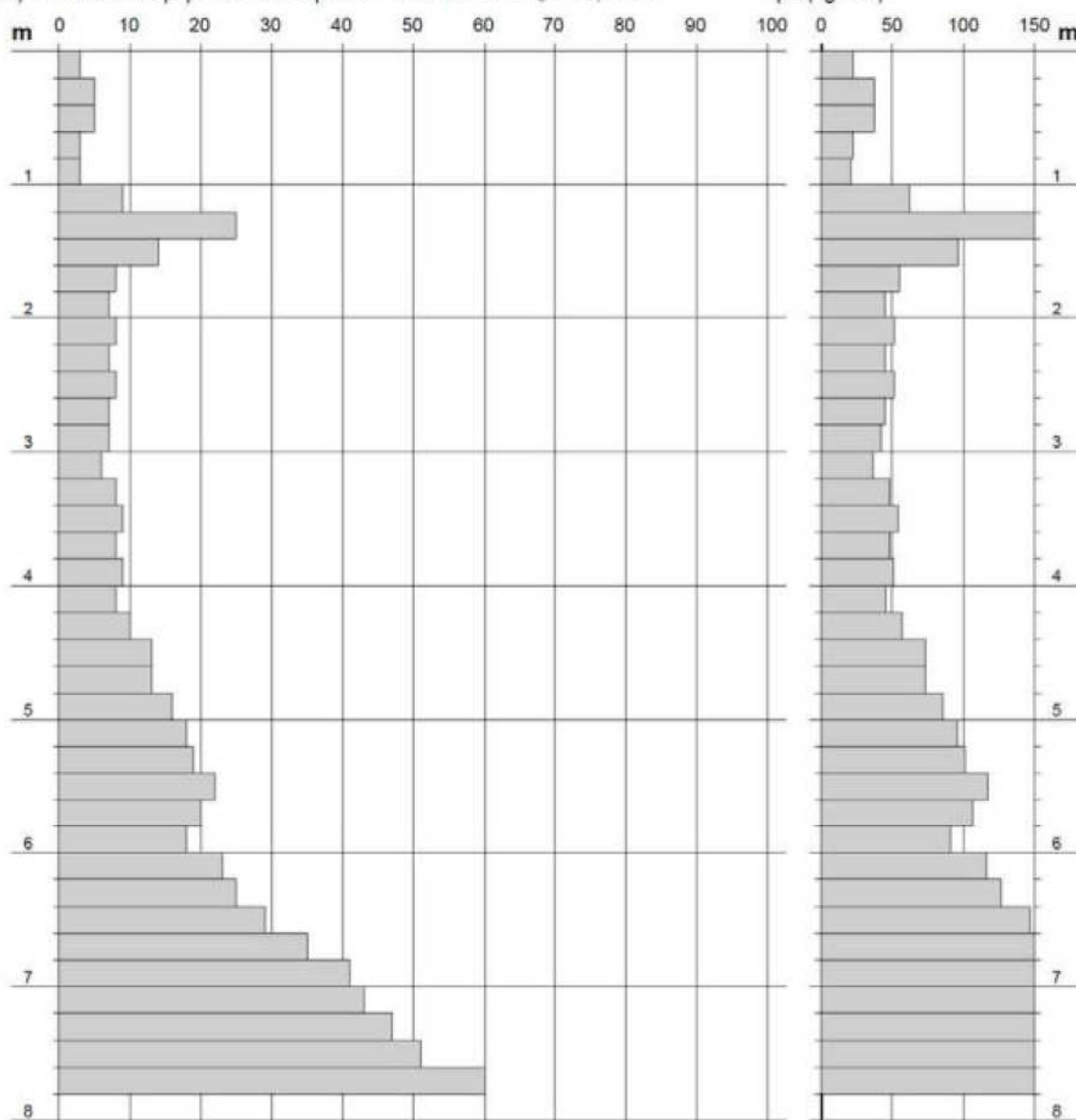
**Lavoro: Ampliamento asilo nido**

**Località: Pontecagnano Faiano (SA) Via Mar Mediterraneo**

**Data di esecuzione: 30.07.2024 - Data di emissione: 31.07.2024**

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $s = 20,00$  cm

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)



Lo Sperimentatore

Il Direttore Responsabile

**GEOSEVI s.a.s.**  
Il Direttore Responsabile  
Dott. Domenico Sessa



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 1

Committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE  
Lavoro: Ampliamento asilo nido  
Località: Pontecagnano Faiano (SA) Via Mar Mediterraneo

- data prova : 11/07/2024  
- quota inizio : p.c.  
- prof. falda : Falda non rilevata

- note :

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 1,00	N Rpd	3,8 28,0	3 21	5 37	3,4 24,3	--- ---	--- ---	--- ---	4 30	1,52	6
2	1,00 4,20	N Rpd	9,3 59,4	6 36	25 173	7,6 47,8	4,6 33,0	4,7 26,3	13,8 92,4	9 58	1,52	14
3	4,20 6,00	N Rpd	16,6 89,2	10 57	22 118	13,3 72,9	3,9 19,0	12,7 70,2	20,4 108,1	17 91	1,52	26
4	6,00 7,80	N Rpd	39,3 192,0	23 116	60 288	31,2 154,2	12,4 56,7	26,9 135,4	51,8 248,7	39 191	1,52	59

M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio    VCA: valore caratteristico assunto  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 20$  cm )    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,52$ )    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm )

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 1

						NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA					
n°	H1	H2	Nspt	Vs	G	Dr	ø'	Ed	Ysat	Yd	C'	Ed	Ysat	W	e	Litologia
1	0,00	1,00	6	89	50	21	26	59	1,80	1,32	---	---	---	---	---	Riporto
2	1,00	4,20	14	142	99	41	30	98	1,86	1,44	---	---	---	---	---	Sabbia Limosa
3	4,20	6,00	26	179	163	59	32	156	1,90	1,54	---	---	---	---	---	Sabbia Limosa med. addensata
4	6,00	7,80	59	239	313	88	35	352	2,05	1,75	---	---	---	---	---	Sabbia travertinosa compatta

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm )  
DR % = densità relativa     $\phi'$  (°) = angolo di attrito     $E'$  (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo edometrico    W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti     $C'$  (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione     $Y_{sat}$ ,  $Y_d$  (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno  
 $V_s$  (m/sec) = Velocità onde di taglio     $G$  (kg/cm<sup>2</sup>) = Modulo di taglio dinamico     $Q$  (kg/cm<sup>2</sup>) =  $[Rpd/Chi]$   $[15 \geq Chi \geq 20]$  capacità portante Sanglerat 1972

COMMITTENTE: Amministrazione comunale			
RIFERIMENTO: Ampliamento asilo nido - Via Mar Mediterraneo, Pontecagnano - Faiano (Sa)			
SONDAGGIO: P1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 1,00 - 1,50	

## MODULO RIASSUNTIVO

### CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	13,2	%
Peso di volume	15,4	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco	13,6	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	18,1	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico	25,3	kN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti	0,857	
Porosità	46,1	%
Grado di saturazione	39,6	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

### ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	%
Sabbia	%
Limo	%
Argilla	%
D 10	mm
D 50	mm
D 60	mm
D 90	mm
Passante set. 10	%
Passante set. 42	%
Passante set. 200	%

### PERMEABILITA'

Coefficiente k	m/sec
----------------	-------

### COMPRESSIONE

$\sigma$	kPa	$\sigma$ Rim	kPa
$c_u$	kPa	$c_u$ Rim	kPa

### TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
$c'$	2,4	kPa	$\phi'$ 30,4 °
$c'$ Res		kPa	$\phi'$ Res °

### COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	$c_d$	kPa	$\phi_d$ °
C.U.	$c'_{cu}$	kPa	$\phi'_{cu}$ °
	$c_{cu}$	kPa	$\phi_{cu}$ °
U.U.	$c_u$	kPa	$\phi_u$ °

### PROVA EDOMETRICA

$\sigma$ kPa	E kPa	Cv cm <sup>2</sup> /sec	k cm/sec

Deposito sabbioso - limoso - argilloso di colore marrone, debolmente umido e scarsamente addensato, in cui si rinvenivano sparsi litici eterometrici ( $d_{max} = 1,50$  cm) ed eterogenei e rari frustoli vegetali.



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 8858</b>	Pagina 1/5	DATA DI EMISSIONE: 04/09/2024	Inizio analisi: 30/08/24
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 164/24 del 29/08/24		Apertura campione: 30/08/2024	Fine analisi: 02/09/24

COMMITTENTE: Amministrazione comunale				
RIFERIMENTO: Costruzione asilo nido - Via Degli Appennini, Pontecagnano - Faiano (Sa)				
SONDAGGIO: P1		CAMPIONE: C1		PROFONDITA': m 1,00 - 1,50

**CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE**

Modalità di prova: Norma ASTM D2216-98

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 12,5 %**

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo  
☐ Stratificato  
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Deposito sabbioso - limoso - argilloso di colore marrone, debolmente umido e scarsamente addensato, in cui si rinvencono sparsi litici eterometrici ( $d_{max} = 1,50$  cm) ed eterogenei e rari frustoli vegetali.

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 8858</b>	Pagina 2/5	DATA DI EMISSIONE: 04/09/2024	Inizio analisi: 30/08/24
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 164/24 del 29/08/24		Apertura campione: 30/08/2024	Fine analisi: 30/08/24

COMMITTENTE: Amministrazione comunale				
RIFERIMENTO: Costruzione asilo nido - Via Degli Appennini, Pontecagnano - Faiano (Sa)				
SONDAGGIO: P1		CAMPIONE: C1		PROFONDITA': m 1,00 - 1,50

**PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE**

Modalità di prova: Norma BS 1377-90

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale = 15,6 kN/m³**

Deposito sabbioso - limoso - argilloso di colore marrone, debolmente umido e scarsamente addensato, in cui si rinvencono sparsi litici eterometrici ( $d_{max} = 1,50$  cm) ed eterogenei e rari frustoli vegetali.



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 8858</b>	Pagina 3/5	DATA DI EMISSIONE: 04/09/2024	Inizio analisi: 03/09/24
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 164/24 del 29/08/24		Apertura campione: 30/08/2024	Fine analisi: 04/09/24

COMMITTENTE: Amministrazione comunale				
RIFERIMENTO: Costruzione asilo nido - Via Degli Appennini, Pontecagnano - Faiano (Sa)				
SONDAGGIO: P1		CAMPIONE: C1		PROFONDITA': m 1,00 - 1,50

### PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D854-92

$\gamma_s$  = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) (kN/m³) = 25,7 kN/m³

$\gamma_{sc}$  = Peso specifico dei granuli corretto a 20° (kN/m³) = 25,7 kN/m³

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21,0 °C

Dimensione massima delle particelle: 0,84 mm

Deposito sabbioso - limoso - argilloso di colore marrone, debolmente umido e scarsamente addensato, in cui si rinvencono sparsi litici eterometrici ( $d_{max} = 1,50$  cm) ed eterogenei e rari frustoli vegetali.

**CERTIFICATO DI PROVA N°: 8858** Pagina 4/5

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 164/24 del 29/08/24

DATA DI EMISSIONE: 04/09/2024

Inizio analisi: 03/09/24

Apertura campione: 30/08/2024

Fine analisi: 04/09/24

COMMITTENTE: Amministrazione comunale

RIFERIMENTO: Costruzione asilo nido - Via Degli Appennini, Pontecagnano - Faiano (Sa)

SONDAGGIO: P1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 1,00 - 1,50

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080-03

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Rimaneggiato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	12,5    10,6	12,5    12,5	12,5    10,9
Peso di volume (kN/m³):	15,7	15,7	15,5
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0,006 mm / min	

DIAGRAMMA  
Tensione  
Deformazione orizzontale

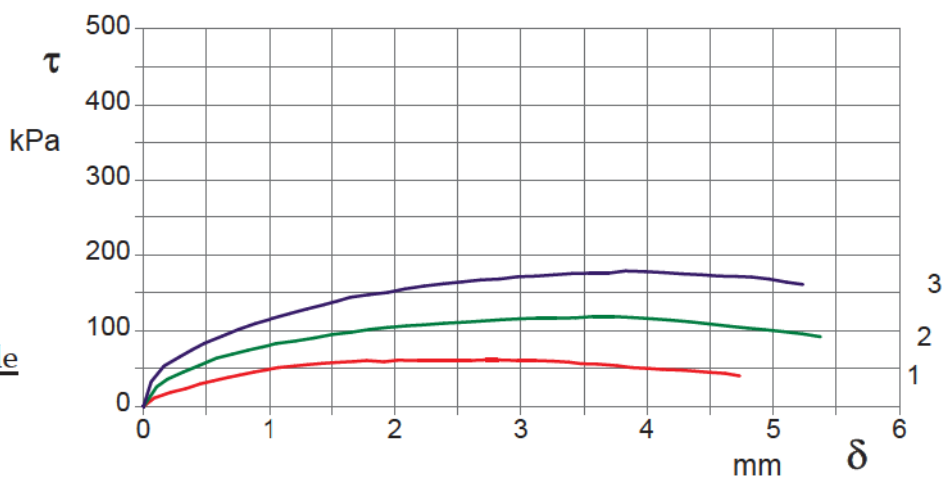
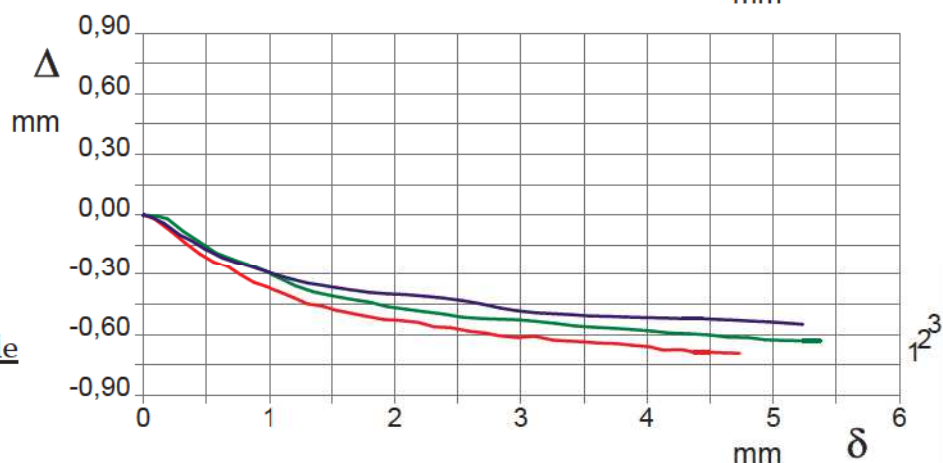


DIAGRAMMA  
Deformazione verticale  
Deformazione orizzontale



Deposito sabbioso - limoso - argilloso di colore marrone, debolmente umido e scarsamente addensato, in cui si rinvencono sparsi litici eterometrici ( $d_{max} = 1,50$  cm) ed eterogenei e rari frustoli vegetali.



<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 8858</b>	Pagina 5/5	DATA DI EMISSIONE: 04/09/2024	Inizio analisi: 03/09/24
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 164/24 del 29/08/24		Apertura campione: 30/08/2024	Fine analisi: 04/09/24

COMMITTENTE: Amministrazione comunale

**RIFERIMENTO:** Costruzione asilo nido - Via Degli Appennini, Pontecagnano - Faiano (Sa)

SONDAGGIO: P1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 1,00 - 1,50

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D3080-03

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm	Spostam. mm	Tensione kPa	Deform. vert. mm
0,084	10,8	-0,02	0,106	25,5	-0,01	0,062	32,4	-0,01
0,217	18,5	-0,08	0,192	35,6	-0,02	0,162	53,0	-0,04
0,332	23,0	-0,14	0,317	45,2	-0,08	0,291	65,4	-0,10
0,447	29,3	-0,19	0,440	53,6	-0,13	0,384	74,4	-0,13
0,558	33,6	-0,24	0,577	63,5	-0,19	0,486	83,1	-0,17
0,668	37,7	-0,26	0,706	68,8	-0,22	0,627	92,4	-0,21
0,767	41,0	-0,30	0,828	73,7	-0,25	0,756	101,4	-0,24
0,876	44,9	-0,34	0,943	78,1	-0,28	0,886	108,8	-0,27
0,964	47,5	-0,36	1,063	82,7	-0,31	1,029	115,8	-0,30
1,079	50,9	-0,39	1,218	86,2	-0,36	1,165	122,2	-0,32
1,207	53,1	-0,42	1,360	89,9	-0,39	1,308	128,7	-0,35
1,309	55,0	-0,45	1,505	94,5	-0,41	1,441	133,8	-0,36
1,425	56,7	-0,46	1,656	97,7	-0,43	1,544	138,7	-0,37
1,535	57,9	-0,48	1,803	101,5	-0,44	1,649	143,8	-0,38
1,676	59,3	-0,50	1,944	104,0	-0,46	1,794	147,2	-0,39
1,779	60,5	-0,51	2,093	106,1	-0,48	1,947	150,0	-0,40
1,916	58,8	-0,53	2,227	107,2	-0,49	2,082	154,9	-0,40
2,024	60,7	-0,53	2,392	109,6	-0,50	2,234	158,5	-0,41
2,187	60,3	-0,54	2,539	110,7	-0,52	2,384	161,3	-0,42
2,318	60,3	-0,56	2,692	112,3	-0,52	2,536	164,2	-0,43
2,439	60,5	-0,57	2,844	114,0	-0,53	2,683	166,5	-0,45
2,598	60,5	-0,59	2,987	115,1	-0,53	2,835	167,8	-0,47
2,722	61,0	-0,59	3,131	116,0	-0,54	2,976	170,9	-0,48
2,816	61,5	-0,61	3,274	116,0	-0,55	3,121	171,6	-0,49
2,977	60,5	-0,62	3,431	116,7	-0,56	3,265	173,4	-0,50
3,110	60,1	-0,61	3,576	118,1	-0,56	3,408	175,0	-0,50
3,253	59,5	-0,63	3,729	118,4	-0,57	3,547	175,5	-0,51
3,378	58,0	-0,63	3,881	117,2	-0,58	3,692	175,7	-0,51
3,481	56,3	-0,64	4,042	115,5	-0,58	3,829	178,6	-0,51
3,603	55,6	-0,64	4,181	113,6	-0,59	3,983	177,5	-0,52
3,761	53,6	-0,64	4,329	111,5	-0,60	4,131	176,2	-0,52
3,878	51,2	-0,65	4,493	108,4	-0,60	4,278	174,6	-0,52
4,021	49,7	-0,66	4,646	105,6	-0,61	4,433	173,3	-0,52
4,125	48,5	-0,68	4,799	103,2	-0,62	4,573	171,7	-0,53
4,277	47,5	-0,68	4,933	100,9	-0,63	4,706	171,4	-0,53
4,374	46,3	-0,69	5,081	98,5	-0,63	4,829	170,3	-0,53
4,502	44,8	-0,69	5,233	95,4	-0,63	4,964	167,6	-0,54
4,618	43,3	-0,69	5,376	91,6	-0,63	5,105	163,5	-0,54
4,735	40,1	-0,69				5,236	160,8	-0,55



Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSEVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



# REGIONE CAMPANIA

## PROVINCIA DI SALERNO

### Comune di Pontecagnano Faiano



## RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

**Progetto:** Scuola Elementare Gianni Rodari

**Committente:** Amministrazione Comunale

**Data:** Agosto 2024

  
Dott. Geol. Domenico Sessa





Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

### **GEOSEVI S.A.S.**

Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



## **MODELLAZIONE SISMICA H.V.S.R.**

E' stata effettuata n°1 indagine di sismica passiva a stazione singola HVSR (microtremore ambientale) per la redazione della relazione sulla modellazione sismica di sito nel Comune di Pontecagnano Faiano (SA) Via Mar Mediterraneo, (Coordinate: Lat. 40.638920°N Long.14.869270°E), al fine di fornire una stima affidabile della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo (modo fondamentale e predominante di oscillazione e di valutare la categoria di sottosuolo (stima del parametro  $V_{s,eq}$ ), vincolando l'elaborazione effettuata con la stratigrafia desunta da dati bibliografici dell'area di interesse.

È stata inoltre condotta un'analisi della risposta sismica del sottosuolo fornendo il calcolo degli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto (D.M. 17 gennaio 2018).



**Localizzazione geografica del sito**  
(Coordinate: Lat. 40.638920°N Long.14.869270°E)



**Postazione dell'indagine**

Al fine di caratterizzare sismicamente il sottosuolo nell'area oggetto di indagine, è stata eseguita n.1 indagine di sismica passiva a stazione singola HVSR (microtremore ambientale), con le seguenti caratteristiche:

<i>Prospezione sismica</i>	<i>Tempo complessivo di acquisizione (min)</i>	<i>Orientamento della terna con il Nord</i>
<b>HVSR n.1</b>	<b>20</b>	<b>SI</b>

Riepilogo caratteristiche delle fasi di acquisizione

L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo di TROMINO strumento realmente 'tutto in uno' per la registrazione sismica a stazione singola passiva ed attiva e per il monitoraggio delle vibrazioni.





Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSEVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



Il tromometro digitale Tromino, si basa su un progetto brevettato che ottimizza la misura del microtremore nell'intervallo di frequenze compreso fra 0.1 e 200 Hz.

Il Tromino ottiene questo risultato mantenendo una configurazione ultra-compatta e ultra-leggera e può essere posizionato e messo in opera ovunque in pochi secondi. Le ridotte dimensioni (10 x 14 x 8 cm), la leggerezza (1.1 kg), il bassissimo consumo di energia (funziona con semplici pile), l'assenza totale di cavi esterni e l'alta risoluzione dell'elettronica digitale impiegata, rendono questo strumento quasi tascabile.

Inoltre, lascia virtualmente imperturbato il campo d'onda presente nell'ambiente con un potere risolutivo comparabile con quello garantito dai più moderni sistemi sismometrici permanenti attualmente disponibili sul mercato.

Il Tromino è dotato di tre canali velocimetrici elettrodinamici ad alta risoluzione per l'acquisizione del microtremore sismico ambientale fino a circa  $\pm 1.5$  mm/s e, nella versione utilizzata per questo lavoro, di tre canali velocimetrici per la registrazione delle vibrazioni forti fino a  $\pm 5$  cm/s e di tre canali accelerometrici.

I sensori sono disposti secondo tre direzioni ortogonali (terna x, y e z) e, smorzati criticamente, trasmettono il segnale ad un sistema di acquisizione digitale a basso rumore con risoluzione non inferiore a 23 bit.

In più, un canale analogico è predisposto per l'acquisizione dati da ricevitore GPS integrato (sistema ricevitore/antenna) ed un modulo radio permette la sincronizzazione tra diverse unità di lavoro ed eventualmente la trasmissione di allarmi.

Le caratteristiche progettuali del Tromino consentono una accuratezza relativa maggiore di  $10^{-4}$  sulle componenti spettrali al di sopra di 0.1 Hz. Per quanto attiene alle caratteristiche del Tromino che interessano le misure di vibrazione, è da rilevare che lo strumento ha una curva di risposta pressoché piatta nella banda di interesse per la norma DIN4150, grazie a sismometri mid-frequency la cui risposta viene digitalizzata a 24 bit A/D con una frequenza di campionamento di 512 Hz.

Lo strumento inoltre memorizza i dati in una scheda di memoria interna da 1 Gb, evitando così la presenza di qualsiasi cavo che possa introdurre rumore meccanico od elettronico.





Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSEVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



I dati acquisiti vengono salvati su memoria digitale di tipo Flash e, normalmente, trasferiti al PC o estratti mediante collegamento USB. Esiste un pacchetto software specifico, sviluppato per interfacciarsi al Tromino, utile per il trasferimento delle tracce acquisite ad un PC nonché per la loro archiviazione ed analisi; si tratta del software Grilla. Tale pacchetto software permette inoltre l'esportazione dei dati in formato ASCII o SAF.

Di seguito si riepilogano le caratteristiche della strumentazione utilizzata:

- 3 canali velocimetrici per l'acquisizione del microtremore sismico ambientale (fino a  $\pm 1.5$  mm/s  $\sim$ );
- 3 canali velocimetrici per la registrazione di vibrazioni forti (fino a  $\pm 5$  cm/s  $\sim$ );
- 3 canali accelerometrici per monitoraggio di vibrazioni;
- 1 canale analogico (es. trigger esterno per MASW/rifrazione) ricevitore GPS integrato, antenna interna e/o esterna per localizzazione e/o sincronizzazione tra diverse unità;
- modulo radio per sincronizzazione tra diverse unità e trasmissione di allarmi (es. superamento di soglie). Tromino opera nell'intervallo 0.1 - 1024 Hz su tutti canali (fino a 32 kHz su 2 canali) con conversione A/D > 24 bit equivalenti a 128 Hz.

La terna di velocimetri ortogonali tra loro è stata posizionata correttamente (tramite bolla sferica e piedini regolabili) sul piano di calpestio (terreno). La stessa terna è stata orientata con il Nord.

I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con apposito programma (Grilla) per la determinazione della frequenza di picco.

Le acquisizioni dei segnali, di lunghezza temporale  $T=1800s$ , sono state effettuate con passo di campionamento  $dt=2.048ms$ . La frequenza di campionamento è data da:  $f_{\text{campionamento}}=1/dt=512Hz$ . La frequenza massima dei segnali, ovvero la frequenza di Nyquist, è data da:  $f_{\text{Nyquist}}=1/2dt=256Hz$ . La frequenza minima dei segnali è data da:  $f_{\text{min}}=1/T=0.00055Hz$ .

Di seguito si riportano i grafici delle registrazioni del microtremore nelle tre componenti ortogonali tra loro (verticale ed orizzontali).



Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSEVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com

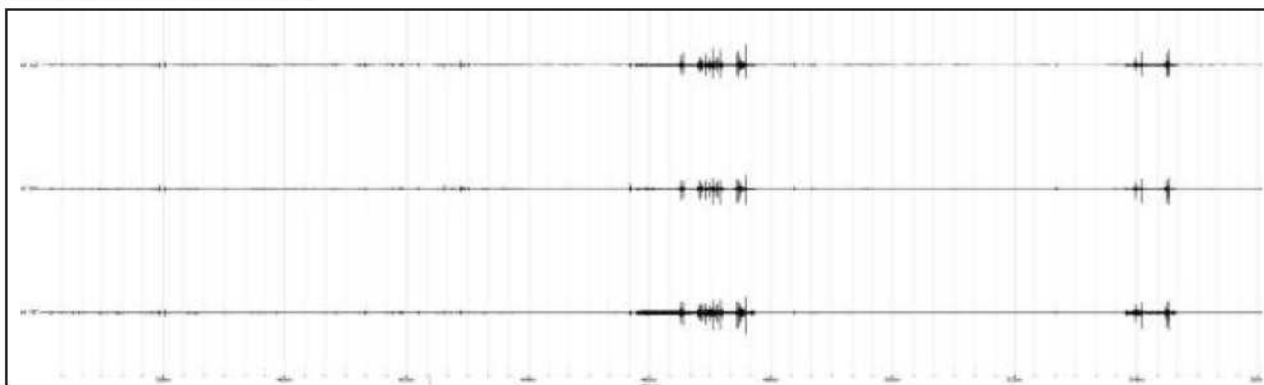


### **Tracce in input**

Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1200 s
Frequenza di campionamento:	300,00 Hz
Numero campioni:	360000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

Sismogramma rilevato in sito:



La finestra mostra il segnale nella serie temporale, rispettivamente in direzione - Verticale (Z), in direzione orizzontale Nord - Sud (N) ed in direzione orizzontale Est - Ovest (E).

### **Finestre selezionate**

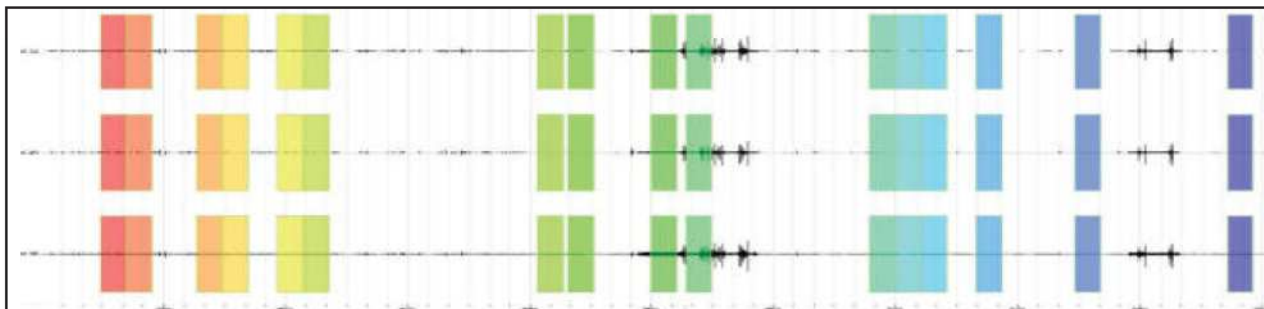
Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate:	47
Numero finestre temporali finali dopo raffinamento incluse nel calcolo:	16
Range frequenze di campionamento di interesse:	da 0,4 Hz a 22 Hz
Dimensioni temporali finestre:	25,00 s
Tipo di lisciamiento:	Konno & Ohmachi

Sismogramma con finestre temporali selezionate dopo raffinamento:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	20	40	Inclusa

Grafici tracce con finestre selezionate:



Il grafico del segnale nel dominio del tempo mostra le tre componenti del segnale stesso: verticale (Z), orizzontale Nord - Sud (N) ed orizzontale Est - Ovest (E) e la rimozione dei transienti ritenuti "noise" che deviano in modo significativo rispetto alla media e che quindi perturbano il risultato definitivo.





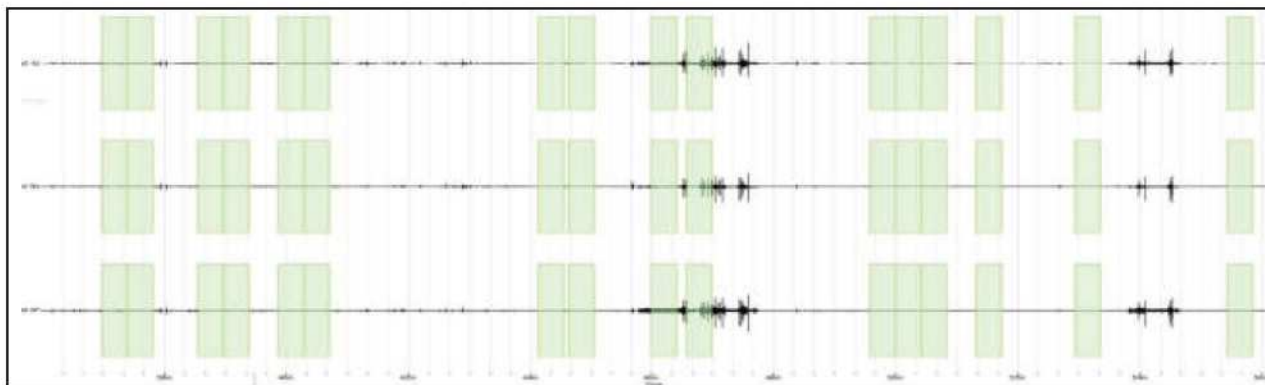
Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



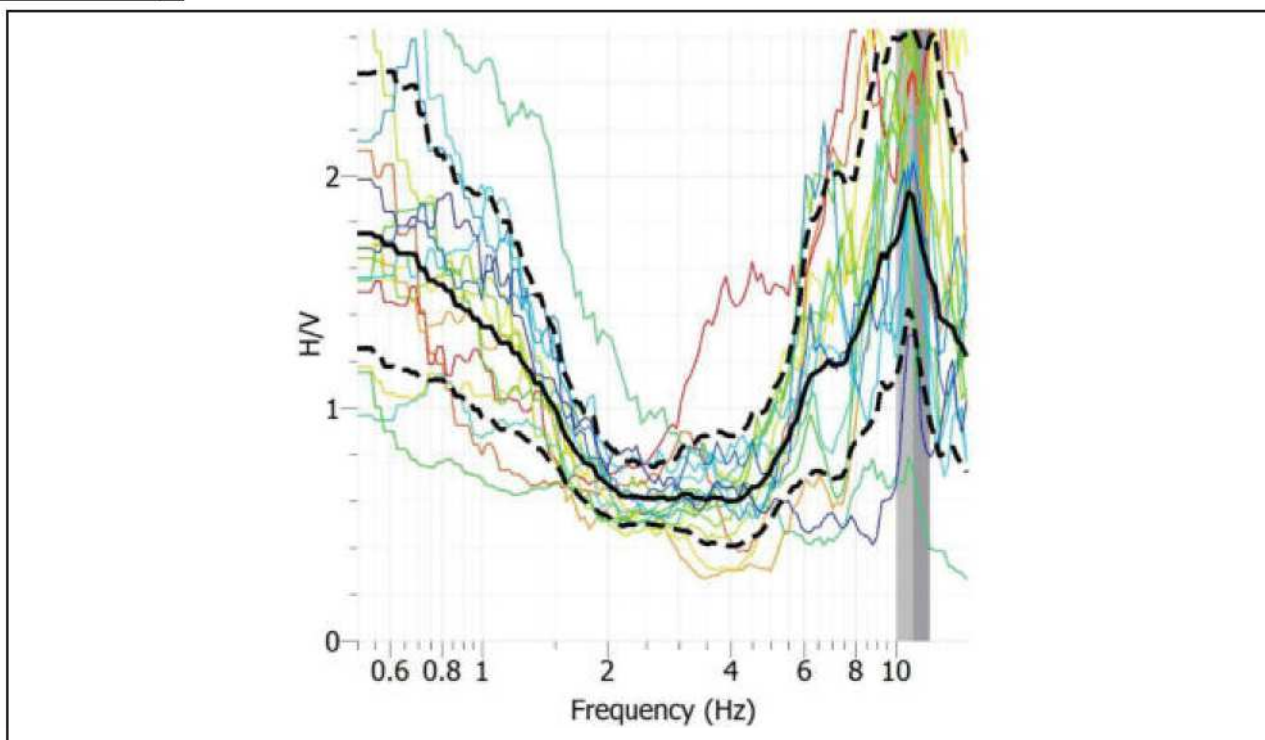
Grafico nel dominio del tempo

**ELABORAZIONE CURVA H/V**



Segnale nelle tre dimensioni

Grafico Curva H/V



La curva nera continua rappresenta il rapporto H/V medio, mentre le curve nere tratteggiate, dette “curve di confidenza”, sono il risultato della moltiplicazione (curva superiore) e della divisione (curva inferiore) dei valori del rapporto H/V medio per la deviazione standard dei valori delle singole curve H/V.

Le curve colorate sono i rapporti H/V delle singole finestre; grazie al colore è possibile associare ogni curva alla corrispondente finestra temporale.

Le due bande grigie identificano la frequenza principale, o  $f_0$ , individuata automaticamente dal programma. La  $f_0$  del rapporto medio è esattamente al centro delle due bande, mentre l'area coperta dalle bande la si ricava aggiungendo o sottraendo alla  $f_0$  del rapporto medio la deviazione standard delle  $f_0$  delle singole curve.



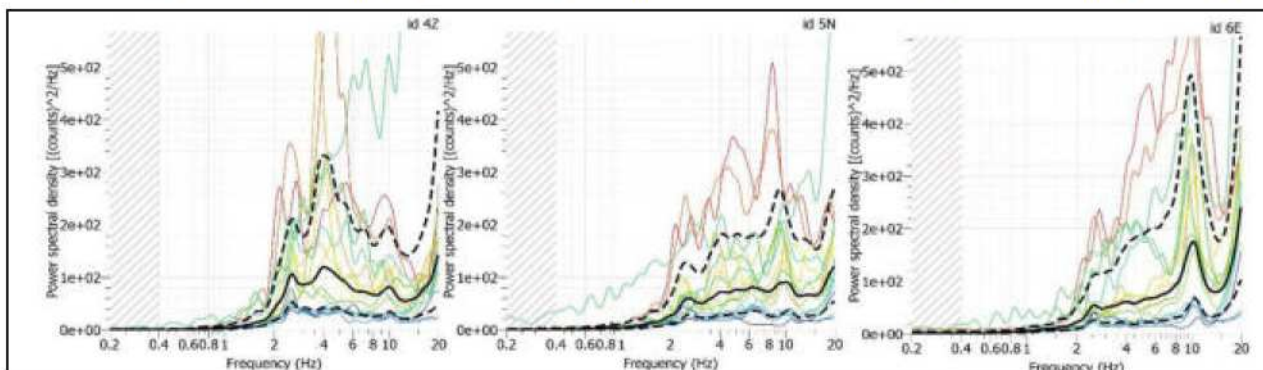
Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



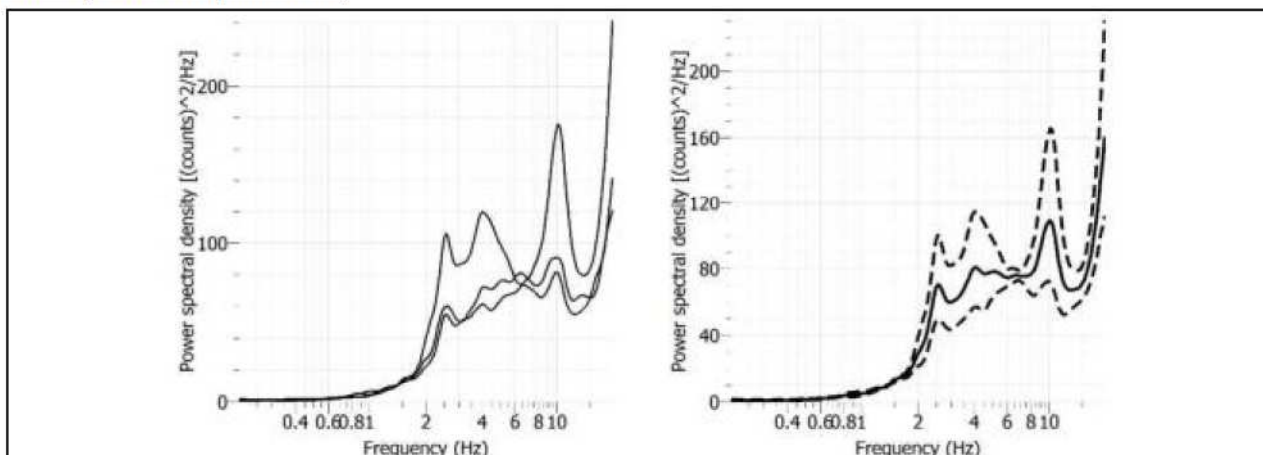
*Calcolo spettri di frequenza singole componenti, spettri medi e direzionalità del rapporto H/V*

*Grafico spettri di frequenza delle singole componenti: verticale (Z), orizzontale Nord - Sud (N), orizzontale Est - Ovest (E)*



I tre grafici rappresentano i singoli spettri di ogni componente con spettro medio (curva nera), curve di confidenza (curve tratteggiate) e curve di ogni finestra di campionamento (curve colorate).

Grafico spettri di frequenza medi



Il grafico sulla sinistra raggruppa gli spettri medi delle tre componenti; il grafico sulla destra rappresenta lo spettro medio complessivo con la sua deviazione standard.

Grafico di direzionalità del rapporto H/V

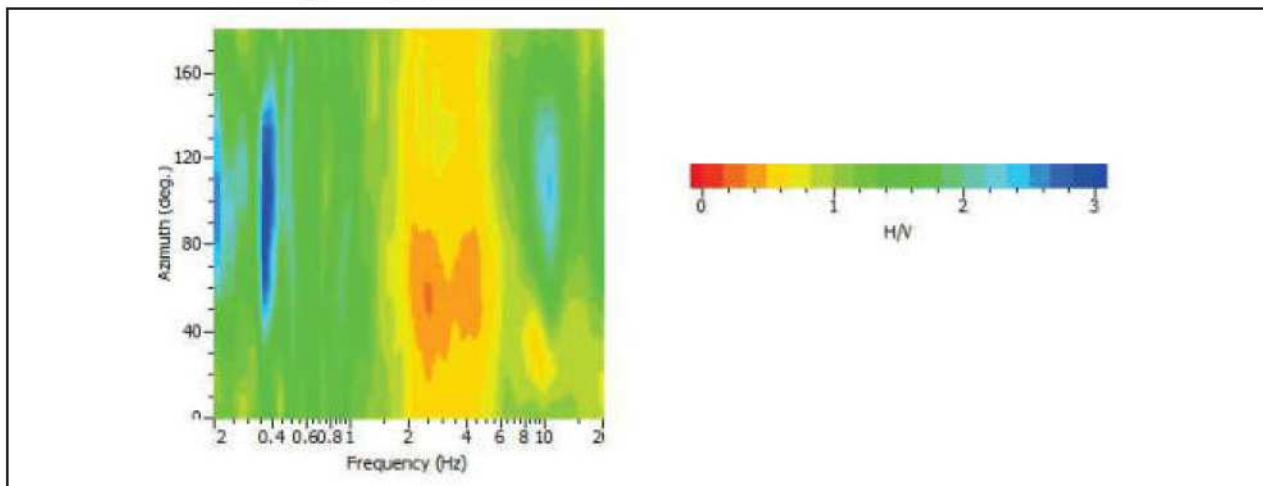


Grafico di direzionalità.





Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSEVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: **10.9872 Hz**

### Verifiche SESAME:

Verifica		Esito
$F_0 > 10/l_w$	$10.9872 > 0.4$	Ok
$N_c(f_0) > 200$	$4395 > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5H$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5H$		Ok
$\exists f \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$		Ok
$\exists f^* \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^*) < A_0/2$		Ok
$A_0 > 2$	$1.89679 > 2$	No
$f_{\text{picco}} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$		Ok
$\sigma_r < \varepsilon(f)$	$1.38 > 0.55$	No
$\sigma_A(f_0) < \Theta(f_0)$	$1.26 < 1.58$	Ok

### **MODELLO STRATIGRAFICO**

#### Dati riepilogativi:

Numero strati:	<b>5</b>
Valore $V_{s,eq}$	<b>274 m/s</b>

#### Dati della stratigrafia:

Strato	Prof. [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	5.0	5.0	16	0.36	178
2	12.4	7.4	17	0.40	229
3	17.0	4.6	18	0.41	317
4	34.0	17.0	19	0.43	378
5	50.0	16.0	20	0.43	570



Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSEVI S.A.S.**

Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



L'indagine sismica HVSR effettuata ha permesso di identificare chiaramente le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni riconducibili alla tabella 2 e quindi a un approccio semplificato che si basa appunto sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_S$ .

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione

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

con:

$h_i$  spessore dell'i-esimo strato;

$V_{S,i}$  velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_S$  non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è definita dal parametro  $V_{S,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

L'indagine sismica HVSR effettuata, considerando la sismostratigrafia oltre la profondità di 30m (0m a -30m) dal p.c., ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine in **categoria C** ( **$V_S = 274$  m/s**).





Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSSEVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geossevisas1@gmail.com



CATEGORIA	DESCRIZIONE
<b>A</b>	<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>B</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.
<b>C</b>	<b>Deposit</b> <i>i 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.
<b>D</b>	<i>Deposit</i> <i>i 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.
<b>E</b>	<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 30m.

Categorie Sottosuoli di fondazione (D.M. 17 gennaio 2018).

Prospezione sismica	V <sub>seq</sub> (m/s)	Categoria Sottosuoli di Fondazione (D.M. 17/01/2018)
HVSR n. 1	[274]	C

Categoria Sottosuolo di fondazione ottenuta dalla prospezione sismica HVSR effettuata.

Categoria di sottosuolo di fondazione C = **Deposit****i di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti** con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
<b>T<sub>1</sub></b>	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
<b>T<sub>2</sub></b>	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
<b>T<sub>3</sub></b>	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
<b>T<sub>4</sub></b>	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Categorie topografiche (D.M. 17 gennaio 2018).

**Categoria topografica T1** = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ .



Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSSEVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geossevisas1@gmail.com



## RISPOSTA SISMICA LOCALE

Per una corretta valutazione della risposta sismica locale è quindi indispensabile calcolare gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto.

La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze della prospezione sismica HVSR precedentemente descritta.

Gli spettri di risposta ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio SLD (Stato Limite di Danno) e allo Stato Limite Ultimo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita). In un primo stadio è stata individuata la pericolosità del sito sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia). In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione -  $V_N \geq 100$  anni; Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U = 2$  - Classe d'uso della costruzione IV) ed all'azione di progetto di riferimento (SLD e SLV).

Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono rappresentativi delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito (categoria di sottosuolo **C** - categoria topografica **T1**) individuata nell'area oggetto di indagine.

### SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER PERIODI DI RITORNO DI RIFERIMENTO PER CATEGORIA DI SUOLO A (Coordinate: Lat. 40.638920°N Long.14.869270°E)

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
30	0,037	2,404	0,280
50	0,046	2,405	0,325
72	0,053	2,450	0,347
101	0,060	2,509	0,365
140	0,068	2,519	0,381
201	0,077	2,531	0,415
475	0,102	2,618	0,450
975	0,126	2,706	0,473
2475	0,160	2,814	0,526

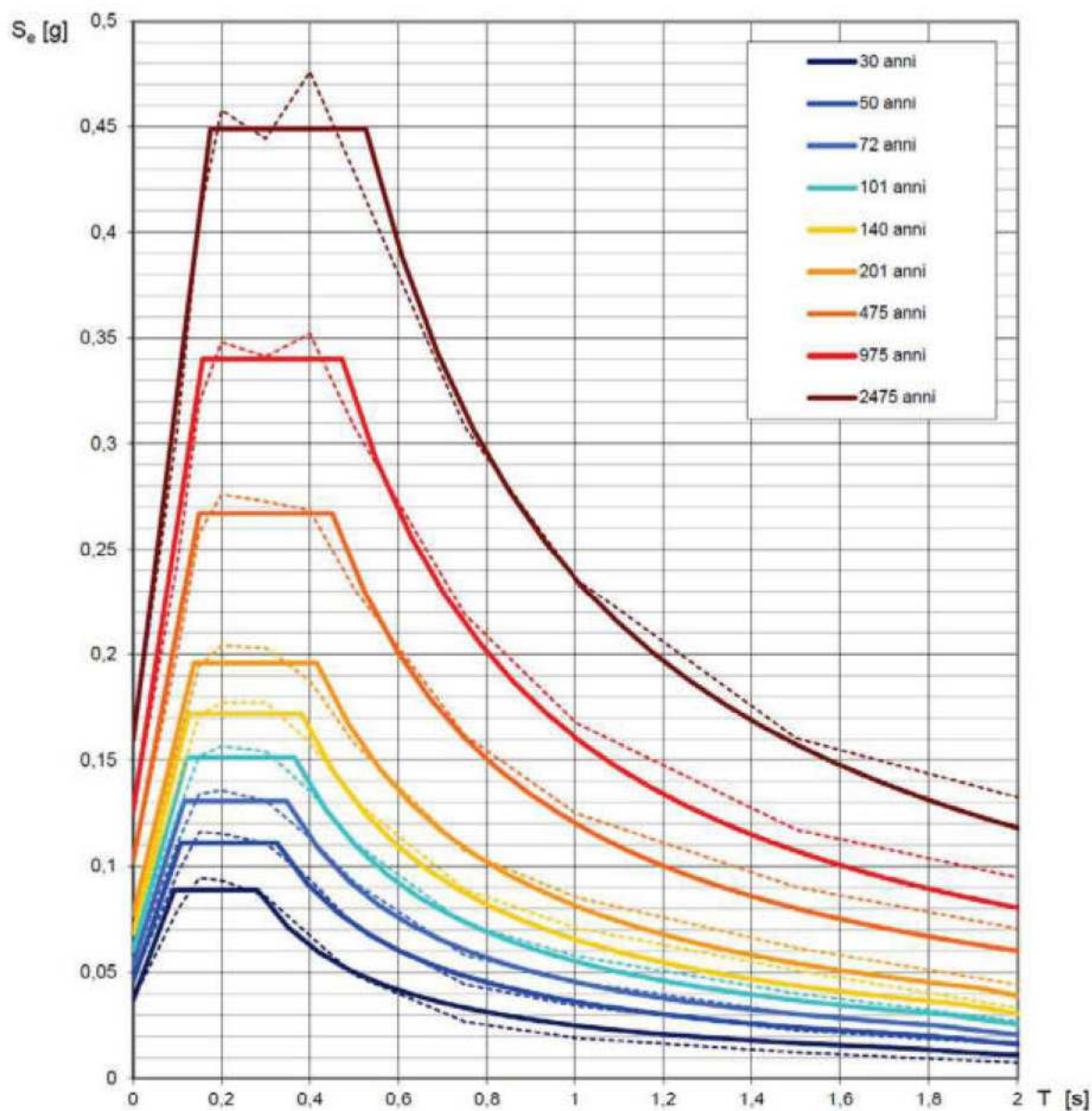
Prospetto dei valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C$  per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento.  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima al sito;  $F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;  $T_C$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.





Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSEVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno  $T_r$  di riferimento per categoria di suolo A.



Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



# SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER CATEGORIA DI SUOLO C E PER CATEGORIA TOPOGRAFICA T1.

(Coordinate: Lat. 40.638920°N Long.14.869270°E)

## Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
$a_g$	0,077 g
$F_o$	2,531
$T_c$	0,415 s
$S_s$	1,500
$C_c$	1,403
$S_T$	1,000
$q$	1,000

## Parametri dipendenti

$S$	1,500
$\eta$	1,000
$T_B$	0,194 s
$T_C$	0,583 s
$T_D$	1,910 s

## Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

## Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

## Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,116
$T_B \leftarrow$	0,194	0,294
$T_C \leftarrow$	0,583	0,294
	0,646	0,265
	0,709	0,242
	0,772	0,222
	0,836	0,205
	0,899	0,191
	0,962	0,178
	1,025	0,167
	1,088	0,157
	1,152	0,149
	1,215	0,141
	1,278	0,134
	1,341	0,128
	1,404	0,122
	1,467	0,117
	1,531	0,112
	1,594	0,108
	1,657	0,103
	1,720	0,100
	1,783	0,096
	1,847	0,093
$T_D \leftarrow$	1,910	0,090
	2,009	0,081
	2,109	0,074
	2,208	0,067
	2,308	0,061
	2,407	0,056
	2,507	0,052
	2,606	0,048
	2,706	0,045
	2,806	0,042
	2,905	0,039
	3,005	0,036
	3,104	0,034
	3,204	0,032
	3,303	0,030
	3,403	0,028
	3,502	0,027
	3,602	0,025
	3,701	0,024
	3,801	0,023
	3,900	0,022
	4,000	0,020

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD. Categ. suolo C. Categ. topografica T1.

Vita nominale della costruzione -  $V_N \geq 100$  anni; Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_u = 2$  - Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%, fattore di struttura  $q = 1.5$ .





Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSSEVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geossevisas1@gmail.com



#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
$a_{gv}$	0,029 g
$S_S$	1,000
$S_T$	1,000
$q$	1,500
$T_B$	0,050 s
$T_C$	0,150 s
$T_D$	1,000 s

#### Parametri dipendenti

$F_v$	0,951
$S$	1,000
$\eta$	0,667

#### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

#### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

#### Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0,000	0,029
0,050	0,049
0,150	0,049
0,235	0,031
0,320	0,023
0,405	0,018
0,490	0,015
0,575	0,013
0,660	0,011
0,745	0,010
0,830	0,009
0,915	0,008
1,000	0,007
1,094	0,006
1,188	0,005
1,281	0,004
1,375	0,004
1,469	0,003
1,563	0,003
1,656	0,003
1,750	0,002
1,844	0,002
1,938	0,002
2,031	0,002
2,125	0,002
2,219	0,001
2,313	0,001
2,406	0,001
2,500	0,001
2,594	0,001
2,688	0,001
2,781	0,001
2,875	0,001
2,969	0,001
3,063	0,001
3,156	0,001
3,250	0,001
3,344	0,001
3,438	0,001
3,531	0,001
3,625	0,001
3,719	0,001
3,813	0,001
3,906	0,000
4,000	0,000

$T_B$

$T_C$

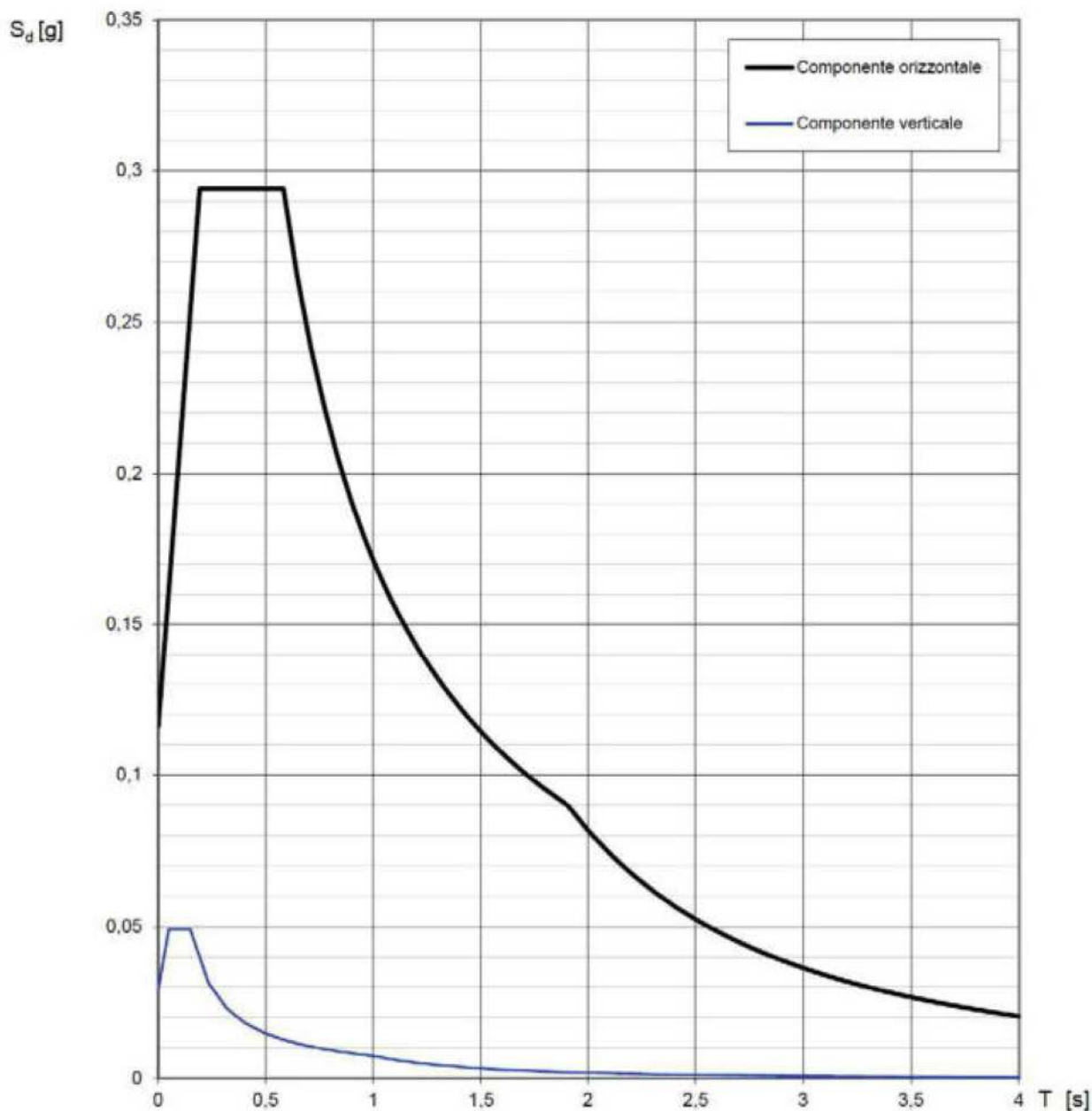
$T_D$

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLD. Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione -  $V_N \geq 100$  anni; Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U = 2$  - Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%, fattore di struttura  $q = 1.5$ .



Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSEVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLD – Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione -  $V_N \geq 100$  anni; Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U = 2$  – Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%, fattore di struttura  $q = 1.5$ .





Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSSEVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geossevisas1@gmail.com



### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0,149 g
$F_o$	2,783
$T_C$	0,511 s
$S_S$	1,451
$C_C$	1,311
$S_T$	1,000
$q$	1,000

### Parametri dipendenti

$S$	1,451
$\eta$	1,000
$T_B$	0,223 s
$T_C$	0,669 s
$T_D$	2,196 s

### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

### Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0,000	0,216
0,223	0,602
0,669	0,602
0,742	0,543
0,815	0,494
0,887	0,454
0,960	0,420
1,033	0,390
1,106	0,364
1,178	0,342
1,251	0,322
1,324	0,304
1,396	0,288
1,469	0,274
1,542	0,261
1,615	0,250
1,687	0,239
1,760	0,229
1,833	0,220
1,905	0,211
1,978	0,204
2,051	0,196
2,124	0,190
2,196	0,183
2,282	0,170
2,368	0,158
2,454	0,147
2,540	0,137
2,626	0,128
2,712	0,120
2,798	0,113
2,883	0,106
2,969	0,100
3,055	0,095
3,141	0,090
3,227	0,085
3,313	0,081
3,399	0,077
3,485	0,073
3,571	0,069
3,656	0,066
3,742	0,063
3,828	0,060
3,914	0,058
4,000	0,055

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV. Categ. suolo C. Categ. topografica T1.  
Vita nominale della costruzione  $-V_N \geq 100$  anni; Coefficiente d'uso della costruzione  $-C_U = 2$  - Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%, fattore di struttura  $q = 1.5$ .



Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSSEVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geossevisas1@gmail.com



### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_{gv}$	0,078 g
$S_S$	1,000
$S_T$	1,000
$q$	1,500
$T_B$	0,050 s
$T_C$	0,150 s
$T_D$	1,000 s

### Parametri dipendenti

$F_v$	1,450
$S$	1,000
$\eta$	0,667

### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,078
$T_B$ ←	0,050	0,144
$T_C$ ←	0,150	0,144
	0,235	0,092
	0,320	0,068
	0,405	0,053
	0,490	0,044
	0,575	0,038
	0,660	0,033
	0,745	0,029
	0,830	0,026
	0,915	0,024
$T_D$ ←	1,000	0,022
	1,094	0,018
	1,188	0,015
	1,281	0,013
	1,375	0,011
	1,469	0,010
	1,563	0,009
	1,656	0,008
	1,750	0,007
	1,844	0,006
	1,938	0,006
	2,031	0,005
	2,125	0,005
	2,219	0,004
	2,313	0,004
	2,406	0,004
	2,500	0,003
	2,594	0,003
	2,688	0,003
	2,781	0,003
	2,875	0,003
	2,969	0,002
	3,063	0,002
	3,156	0,002
	3,250	0,002
	3,344	0,002
	3,438	0,002
	3,531	0,002
	3,625	0,002
	3,719	0,002
	3,813	0,001
	3,906	0,001
	4,000	0,001

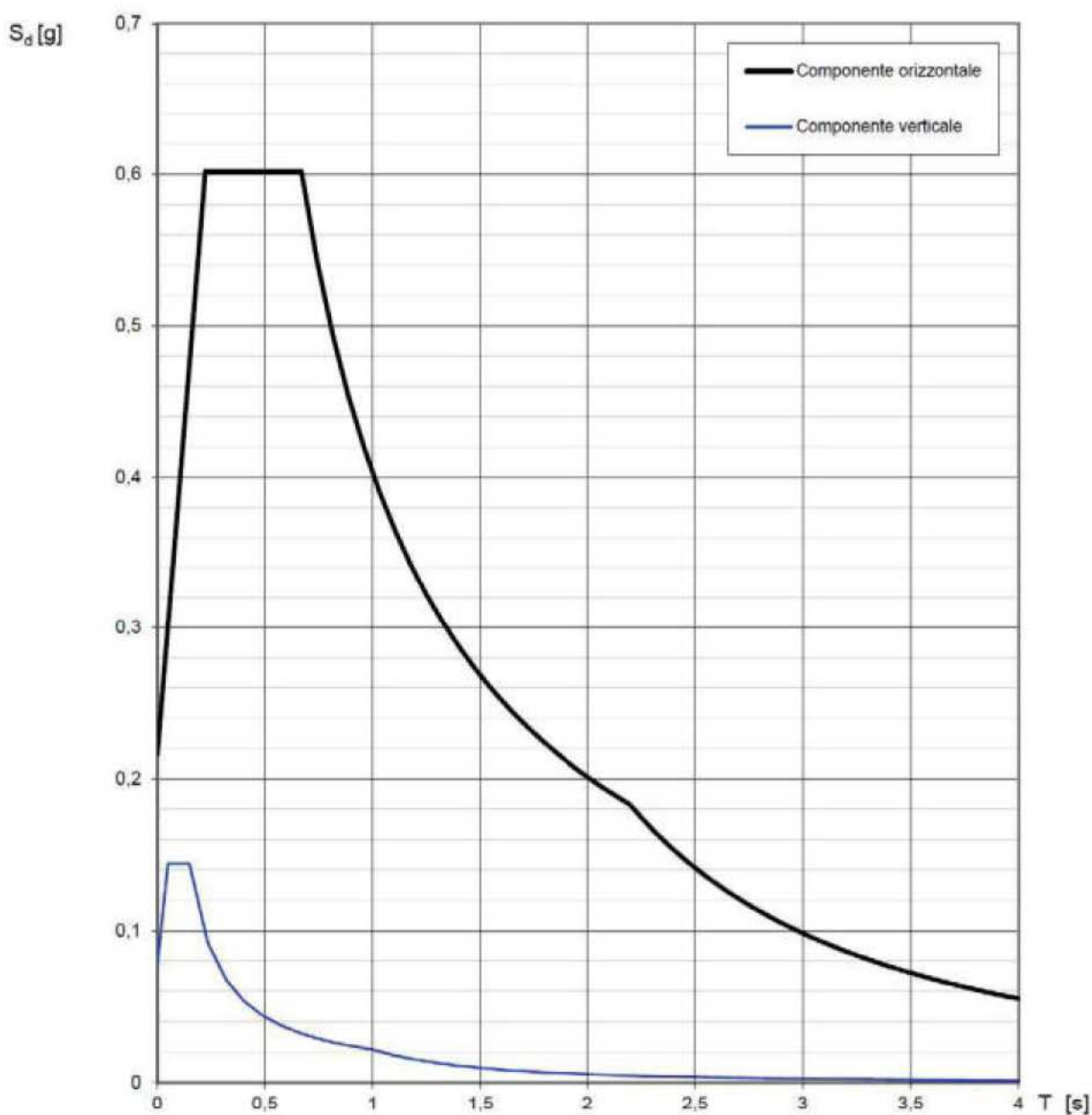
Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV. Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione -  $V_N \geq 100$  anni; Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U = 2$  - Classe d'uso della costruzione IV; smorzamento 5%, fattore di struttura  $q = 1.5$ .





Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSEVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLV – Categ. suolo C. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione -  $V_N \geq 50$  anni; Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U = 1$  – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura  $q = 1.5$ .



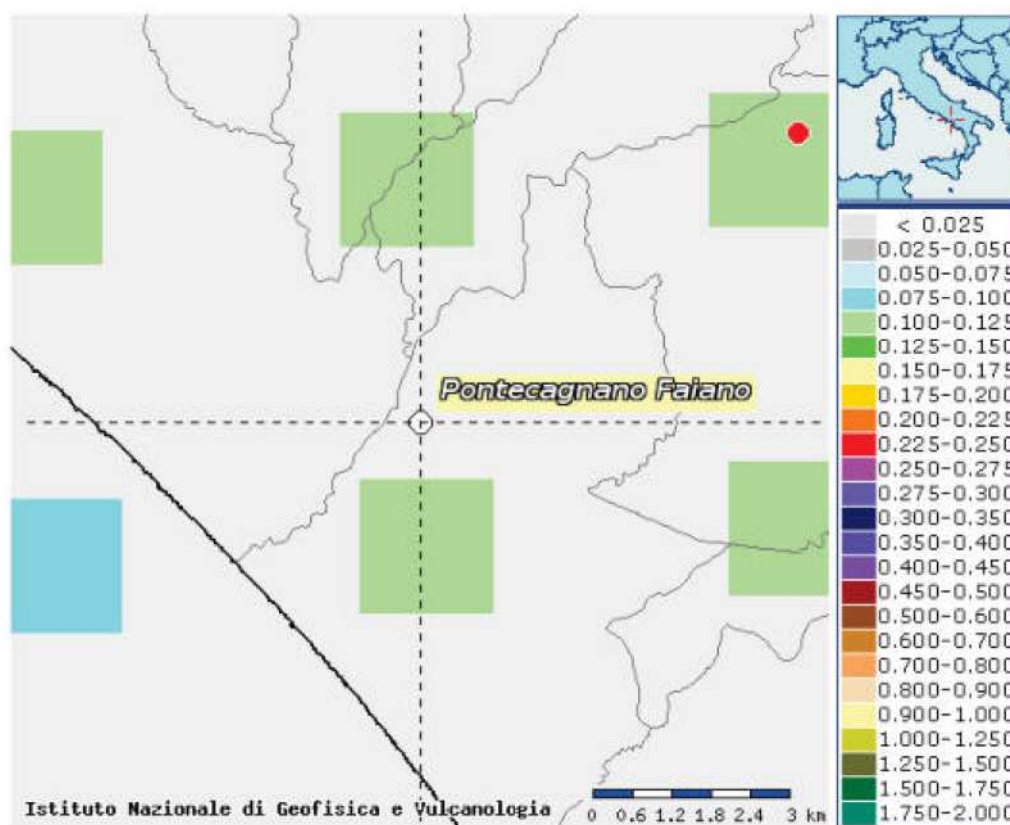
Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSEVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



Il territorio comunale di Pontecagnano Faiano (SA), a seguito della riclassificazione sismica del 2002 effettuata dalla Regione Campania, è classificato in II categoria -  $S=9$  -  $a_g=0.25g$ .

Inoltre, la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica, disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, redatta secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018), indica che il territorio comunale di Pontecagnano Faiano (SA) rientra nelle celle contraddistinte da valori di  $a_g$  di riferimento compresi tra 0.075 e 0.125 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento  $a_g$ ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).



Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano secondo le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018) - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento  $a_g$ ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

I risultati forniti dall'indagine sismica HVSR effettuata permettono di definire la categoria di suolo del sito, che risulta posto nella categoria C, con valori di  $V_{Seq}$  calcolati pari a:

Prospezione sismica	$V_{Seq}$ (m/s)
HVSR n. 1	[274]

Valori di  $V_{Seq}$  calcolati, relativi alla prospezione sismica HVSR effettuata.





Concessione Ministeriale 5030  
Del 24.5.2011

**GEOSEVI S.A.S.**  
Sede legale: Via del Centenario 142  
C.A.P. 84084 FISCIANO (SA)  
Tel. Fax 089/9484088 cell. 347/2301400  
Partita IVA - C.F. 04666680659  
e-mail: geosevisas1@gmail.com



In funzione della suddetta categoria di suolo **C** e della categoria topografica **T1** sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici.

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione -  $V_N \geq 100$  anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U = 2$  – Classe d'uso della costruzione IV.

Il computo ha fornito valori massimi di  $a_g$  (accelerazione orizzontale massima al suolo) e  $S_e$  [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra  $T_B$  e  $T_C$ ), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

$a_g$ SLD	$a_g$ SLV	$S_e$ [g] SLD	$S_e$ [g] SLV
[0.077]	[0.149]	[0.294]	[0.602]

Valori massimi di  $a_g$  e  $S_e$  [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione -  $V_N \geq 100$  anni; Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U = 2$  – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura  $q = 1.5$ .

Tanto dovevasi per l'incarico ricevuto.

Fisciano, agosto 2024

Geosevi s.a.s.

Il tecnico

Dr. Geol. Domenico Sessa

