

COMUNE DI ASCOLI PICENO

(PROV. DI ASCOLI PICENO)

STUDIODIGEOLOGIA

Dott. MARCO GIOVANNOZZI

Via Alfano Franco 2 - 63100 Ascoli Piceno

tel 320/6980036 e.mail: giovannozzi.marco@gmail.com

Relazione geologica per area di lottizzazione,
sita in via Franco Alfano, Ascoli Piceno

COMMITTENTE:

Giovanni Marozzi

IL GEOLOGO:

Dott. Marco Giovannozzi

DATA:

ottobre 2024



INDICE

| | |
|--|----|
| INDICE | 1 |
| TAVOLE | 1 |
| ALLEGATI | 1 |
| 1. Premessa | 2 |
| 1.1 Normativa di riferimento | 3 |
| 2. Ubicazione Geografica e Topografica | 4 |
| 3. Aspetti vincolistici e PAI | 6 |
| 4. Caratteristiche geologiche e tettoniche | 7 |
| 5. Caratteristiche geomorfologiche | 7 |
| 6. Caratteristiche idrografiche e idrogeologiche | 8 |
| 7. Caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni | 9 |
| 8. Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento | 11 |
| 9. Caratterizzazione e modellazione sismica del sito | 12 |
| 9.1 Pericolosità sismica di base | 12 |
| 9.2 Parametri e coefficienti per l'azione sismica | 16 |
| 9.3 Studi di microzonazione sismica esistenti | 18 |
| 9.4 Potenziale di liquefazione dei terreni | 19 |
| 10. Conclusioni | 20 |

TAVOLE

Tav. 1: Carta tecnica regionale

Tav. 2: Piano Assetto Idrogeologico Regione Marche

Tav. 3: Inquadramento geologico

Tav. 4: Carta MOPS

Tav. 5: Traccia sezione lito-stratigrafica locale A-A'

Tav. 6: Sezione lito-stratigrafica locale A-A'

(Scala 1:200)

ALLEGATI

Allegato 1 – Report delle indagini effettuate

1. PREMESSA

Su apposito incarico del Sig. Giovanni Marozzi al sottoscritto, Dott. Geol. Marco Giovannozzi, è stato richiesto di effettuare uno studio geologico-tecnico inerenti un'area di lottizzazione, sita ad Ascoli Piceno in Via Alfano Franco, identificata catastalmente al foglio 67 particelle 333, 335 e 336 nuovo catasto terreni.

Lo scopo del presente lavoro è quello di caratterizzare l'area dal punto di vista geologico, geomorfologico, e idrogeologico nonché fornire elementi utili alla redazione della modellazione geotecnica e sismica dei terreni coinvolti, a supporto della successiva fase di progettazione ingegneristica.

Per inquadrare la zona di studio, nella definizione dell'assetto spaziale della formazione di base e delle caratteristiche morfo-dinamiche dell'area, si è proceduto all'esecuzione di un rilevamento geologico e geomorfologico che ha permesso di delineare le condizioni di stabilità dell'area di interesse.

Per la definizione delle caratteristiche litostratigrafiche e meccaniche dei terreni presenti in superficie si è proceduto all'esecuzione di tre prove penetrometriche superpesanti.

Per la determinazione dei parametri sismici atti alla definizione delle categorie di sottosuolo si è proceduto alla esecuzione di una indagine sismica di tipo attivo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) mediante l'utilizzo di un sismografo a 24 canali e geofoni da 4,5 Hz, mentre per la definizione della frequenza di risonanza propria del sito è stata effettuata una prova di misura del rumore sismico ambientale metodo passivo HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio), attraverso l'uso di un Tromografo digitale e l'utilizzo del GPR (georadar) per valutazione presenza cavità e sottoservizi.

Le analisi derivanti dall'attività conoscitiva e di rilevamento della zona, unite ai dati forniti dalle prove in sito consentono di definire la natura dei terreni interessati e di identificare: lo spessore della copertura; la profondità del substrato geologico; le eventuali problematiche di tipo geologico, geomorfologico geotecnico e sismico nell'ambito di progettazione dell'intervento.

1.1 Normativa di riferimento

Decreto Ministeriale 17.01.2018 – aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni”;
GU Serie Generale n.42 del 20-02-2018 – Suppl. Ordinario n. 8

D.M. 14.01.2008, Testo Unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni.

Consiglio Superiore dei lavori Pubblici

Circolare del 02.02.2009, Istruzioni per l'applicazione delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 14.01.2008.

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.
Allegato al voto n.36 del 27.07.2007.

O.P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003, Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici.

O.P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006, Criteri generali per l'individuazione delle Zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.

Eurocodice 8 (1998) Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (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).

Eurocodice 7.3 (2002) Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito (2002). UNI

D.M. LL.PP. 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 il sostegno delle terre e delle opere di fondazione. G.U. Repubblica Italiana n. 127

PAI (2007) il Piano di bacino per l'Assetto Idrogeologico del fiume Tronto redatto dall'Autorità di bacino interregionale del fiume Tronto (adottato con Deliberazione del Comitato istituzionale n. 3 del 06/07/2007)

Leggi Regionali in materia di pianificazione e di Vincolo Idrogeologico

Ordinanze Autorità di Bacino Nazionale, regionale o interregionale

Decreto legge n.189 del 17.10.2016; D.L. n.205 del 11.11.2016; D.L n.8 del 9 febbraio 2017; relative ordinanze e s.m.i.

2. UBICAZIONE GEOGRAFICA E TOPOGRAFICA

Il sito in oggetto è rappresentato nel foglio IGM n°133 in scala 1:100.000, nel quadrante IV° SO – Ascoli Piceno Ovest della tavoletta scala 1:25.000; coordinate geografiche:

- Latitudine: 42.863986 N (Equatore);
- Longitudine: 13.553251 E (Greenwich).

La zona indagata si trova in corrispondenza dei rilievi collinari che bordano a NO il centro storico di Ascoli Piceno, ad una quota altimetrica di circa 300 metri s.l.m. L'area di studio ricade nella porzione nord orientale della Sezione 326110 – Ascoli Piceno, della Nuova Carta Tecnica Regionale.

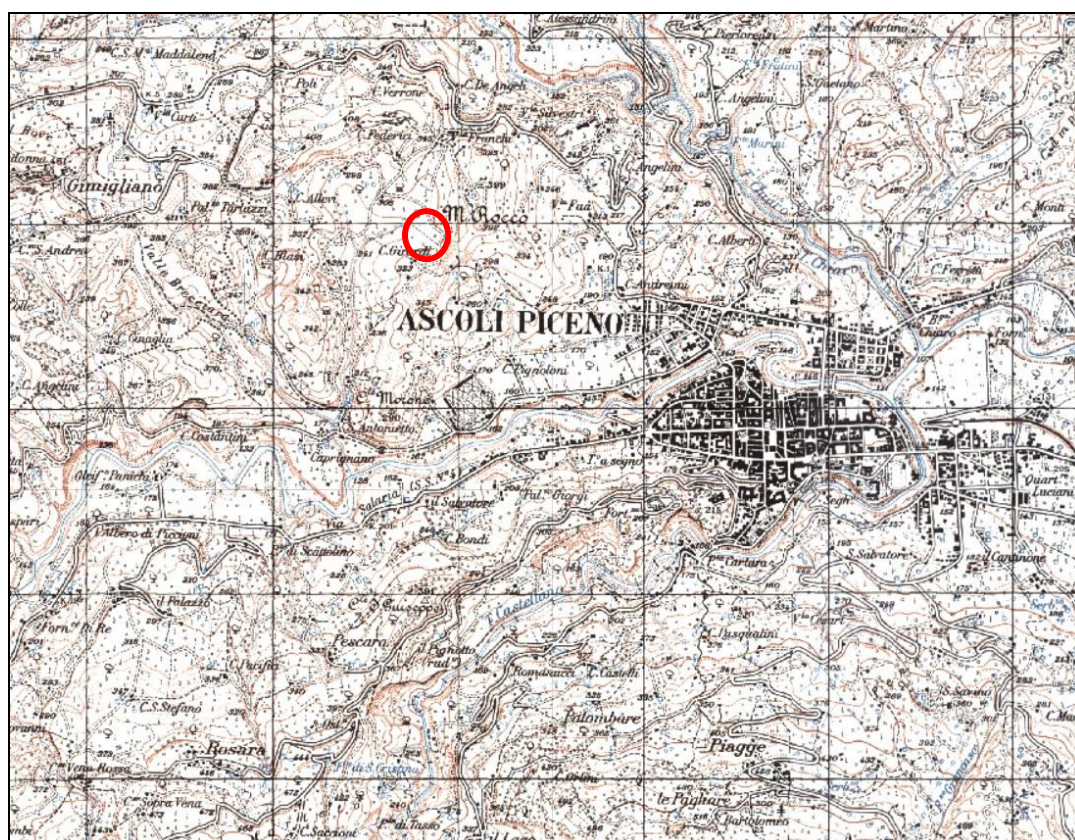


Fig. 2.1 - Area di studio - estratto dal foglio IGM 133 - quadrante IV° SO della tavoletta Ascoli Piceno Ovest

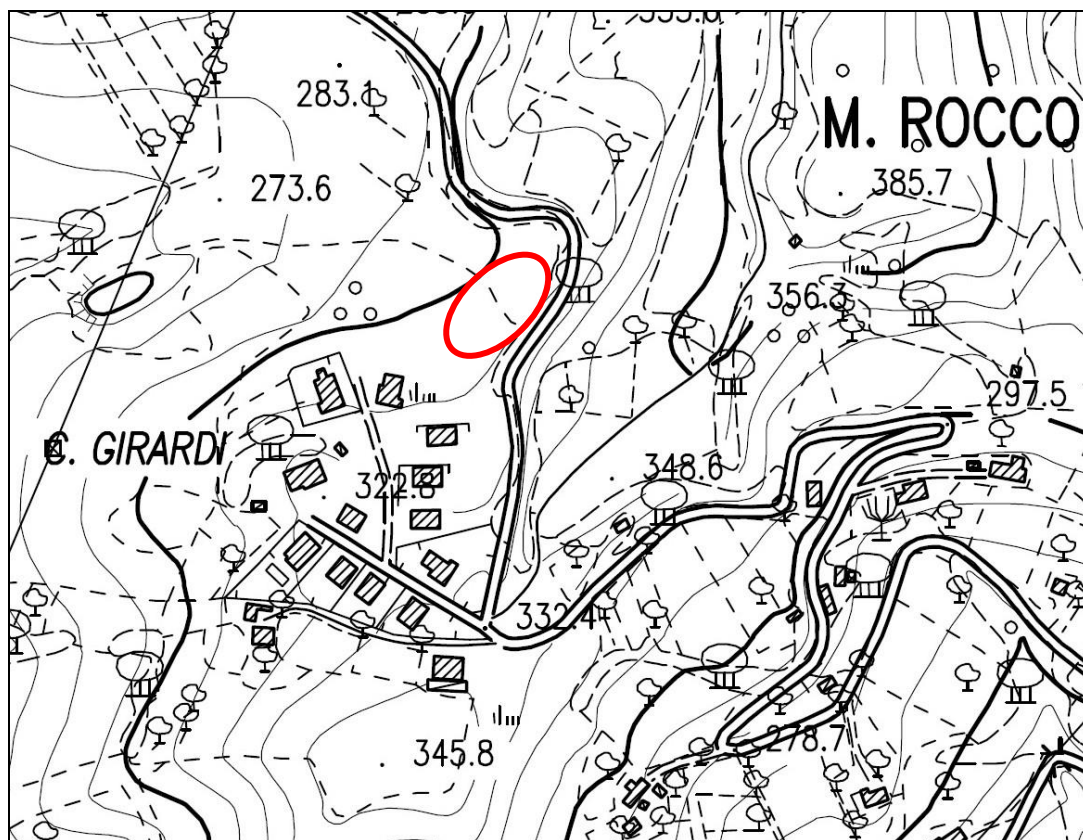


Fig. 2.2 – Area di studio - estratto dalla CTR – 326110 Ascoli Piceno, scala 1:10000.



Fig. 2.3 – Immagine aerea dell'area di studio (Map data ©2015 Google).

3. ASPETTI VINCOLISTICI E PAI

Il **Piano Paesistico Ambientale Regionale (PPAR)**, da **L.R26/87**, disciplina gli interventi territoriali al fine di salvaguardare ambiente e risorse del territorio. Dalla verifica della cartografia tematica ad esso allegata non emerge la presenza di vincoli di incompatibilità con l'intervento previsto.

Il **Regio Decreto n°3267 del 30 dicembre 1923** "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani" si prefigge lo scopo di preservare l'ambiente fisico cercando di impedire forme di utilizzazione che possano determinare denudazione del suolo e innesco di fenomeni erosivi, perdita di stabilità, turbamento del regime delle acque ecc., con possibilità di danno pubblico. Nelle aree sottoposte a tutela non è preclusa la possibilità di attuare locali interventi di edilizia urbana ma si renderà necessario captare le acque di diretta precipitazione meteorica per convogliarle in sistemi di allontanamento/smaltimento, ponendo particolare attenzione ad evitarne il permanere nelle aree di sedime ed impedirne il libero ruscellamento.

Il Piano per l'assetto idrogeologico (PAI), richiesto dalle **LL. 267/98 e 365/00**, si configura come stralcio funzionale del settore della pericolosità idraulica ed idrogeologica del Piano generale di bacino previsto dalla **L. 183/89** e dalla **L.R. 13/99**. Il suo ambito di applicazione è relativo ai bacini idrografici regionali elencati e cartografati nell'**Allegato B** della **L.R. 13/99**. Nel caso in esame, l'area ricade all'interno del bacino interregionale del Fiume Tronto, il cui "piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico" è stato adottato dal Comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino relativa, con **delibera n°3 del 07/06/2007**. L'avviso di avvenuta adozione è stato pubblicato sulla **G.U. n°148 del 28/06/07**.

Da una visione dei contenuti del PAI (Tav. 2), in particolare della TAV. 10/13 "*carta del dissesto e delle aree esondabili*", è possibile constatare l'assenza di problematiche di natura idrogeologica. L'area di sedime del fabbricato oggetto dell'intervento si presenta in buone condizioni di equilibrio. Cartograficamente, nella zona non insiste alcun vincolo del predetto PAI. Anche l'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (progetto IFFI - ISPRA) conferma l'assenza di dissesti nell'area di indagine.

4. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E TETTONICHE

L'area di studio è ubicata nella media bassa valle del Fiume Tronto. I terreni che affiorano nell'area in oggetto si sono depositati all'interno del Bacino della Laga, uno dei più importanti e meglio conosciuti bacini sin orogenici Messiniani dell'Appennino che rappresenta l'elemento di cerniera tra la porzione interna della catena a pieghe e faglie situata ad ovest e quella più esterna ad est sepolta da una spessa coltre di sedimenti del Plio Pleistocene.

Alla fine del Miocene medio si ha l'interruzione della sedimentazione carbonatica che lascia il posto alla deposizione terrigena della Formazione della Laga. Il bacino di deposizione di tale formazione, articolato in dorsali e depressioni, è principalmente suddiviso in due sottobacini dall'attuale lineamento Montagna dei Fiori-Montagnone, uno ad Ovest più interno ed uno ad Est (CENTAMORE et alii, 1990; 1991-1992, 1993); durante tutto il Messiniano si ha quindi il riempimento di tali bacini da parte di una sedimentazione essenzialmente arenaceo marnosa con meccanismi di deposito per correnti di torbida, con apporto dei sedimenti da Nord.

Contemporaneamente alla deposizione l'area è contemporaneamente interessata da una fase tettonica compressiva da Ovest verso Est, che produce blande pieghe ed ampie sinclinali.

All'inizio del Pliocene inferiore, circa 5 milioni di anni fa, il bacino della Laga, viene raggiunto dalle spinte tettoniche compressive e comincia a deformarsi e sollevarsi.

Il sito di studio, in particolare il lato ovest del fabbricato, poggia su coperture dello spessore di circa 11 metri, costituite da sabbie limose sovrastanti la formazione di base costituita dalla Formazione della Laga, fratturata e alterata nella parte alta (Tav. 3).

5. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Il territorio del Comune di Ascoli Piceno si trova nella fascia collinare pede-appenninica. La morfologia di questo territorio si presenta molto articolata ed è condizionata sia dall'assetto strutturale sia dalla diversa natura litologica delle unità affioranti che, in base alle differenti erodibilità, hanno prodotto forme dolci in corrispondenza di litologie argillose come nel caso della litofacies arenaceo-pelitica e pelitica-arenacea e risalti morfologici in corrispondenza di litotipi a maggior componente arenacea o prettamente litoidi.

Le forme ed i depositi sono determinati essenzialmente dall'azione della gravità e da quella erosiva delle acque correnti superficiali che hanno determinato ha generato una forte diffusione delle coperture continentali quaternarie come i depositi alluvionali, i depositi eluvio-colluviali ed i corpi di frana.

In particolare l'area di studio, ubicata nella parte alta di una valle circondata da rilievi arenacei si presenta in buone condizioni di equilibrio, e nelle immediate vicinanze della zona di intervento non è stato rilevato alcun dissesto.

6. CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE E IDROGEOLOGICHE

L'area di studio, dato la sua ubicazione topografica è interessata sia dalle acque di precipitazione meteorica diretta e sia da quelle di versante provenienti dalle aree più alte in quota poste a Nord che in parte si infiltrano nel terreno e in parte scorrono in superficie lungo i versanti fino a confluire nel Fiume Tronto attraverso fossi e canali agricoli.

Il Fiume Tronto, rappresenta il principale corso d'acqua della zona e scorre da ovest a est, raccogliendo e drenando le acque dai corsi affluenti.

Considerando la natura dei terreni in alcune aree è possibile avere una circolazione idrica profonda localizzata all'interno dei livelli più sabbiosi, quindi più permeabili, all'interno dei terreni colluviali, i quali possono dare origini a falde confinate soprattutto in concomitanza di eventi meteorici tamponate dal substrato arenaceo marnoso della Formazione della Laga.

Durante l'esecuzione delle prove penetrometriche superpesanti non è stata riscontrata la presenza di acqua.

7. CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E GEOTECNICHE DEI TERRENI

Una ricostruzione lito-stratigrafica del sito è stata effettuata attraverso una campagna di indagini geognostiche costituite da tre prove penetrometriche dinamiche superpesanti della profondità rispettivamente di 10.50, 12.30 e 10.50 metri, in grado sia di individuare con precisione le litologie che costituiscono l'immediato sottosuolo dell'area oggetto di investigazione, e sia di determinare in modo empirico la caratterizzazione fisico-meccanica degli stessi.

Sulla base dei dati acquisiti e delle relative analisi è possibile indicare un intervallo di valori medi affidabile per i principali parametri geotecnici dei terreni presenti e relativi spessori. Sinteticamente si ipotizza la seguente stratigrafia media riferita ai terreni dell'area in esame:

| Profondità | Descrizione litologica |
|--------------------------------------|---|
| da 0.00 metri a 0.70 metri dal p.c. | Terreno di riporto |
| da 0.70 metri a 10.20 metri dal p.c. | Sabbie limose |
| da 10.20 metri in poi dal p.c. | Formazione della Laga (alterata nella parte alta) |

Dalle indagini effettuate e dal rilevamento geologico si individuano 2 livelli geotecnici, caratterizzati dai seguenti parametri caratteristici:

| 1^ livello geotecnico: Sabbie limose | |
|--------------------------------------|-------------------------|
| peso dell'unità di volume (p.v.) | 1.93 t/m ³ |
| angolo d'attrito interno (fi) | 27° |
| Modulo di Young (Ey) | 49 Kg/cm ² |
| Coefficiente di Poisson | 0.33 |
| Coesione non drenata (Cu) | 0.70 Kg/cm ² |
| Modulo Edometrico | 48 Kg/cm ² |

2^ livello geotecnico: Formazione della Laga (alterata e fratturata nella parte alta)*

| | |
|------------------------------------|---|
| peso dell'unità di volume (p.v.) | 2.15 t/m ³ |
| Angolo d'attrito interno (fi) | 35° |
| Modulo di Young (Ey) | 86 Kg/cm ² |
| Coefficiente di Poisson | 0.30 |
| Coesione non drenata (Cu) | > 1.00 Kg/cm ² (livelli marnosi) |
| Modulo Edometrico | 48 Kg/cm ² |

I parametri geotecnici riportati si riferiscono a terreni con contenuto d'acqua naturale, il cui aumento può determinare un decremento delle prestazioni attese fino al raggiungimento di condizioni critiche (per saturazione dei terreni).

8. VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.

| TIPI DI COSTRUZIONE | | Vita nominale (V_N) anni |
|---------------------|--|------------------------------|
| 1 | Opere provvisorie – Opere provvisionali – Strutture in fase costruttiva | ≤ 10 |
| 2 | Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute ed importanza normale | ≥ 50 |
| 3 | Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni ed importanza strategica | ≥ 100 |

Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

In presenza di azioni sismiche, le costruzioni sono suddivise in 4 classi d'uso, a ciascuna delle quali viene associato un coefficiente d'uso C_U .

| CLASSI D'USO | I | II | III | IV |
|--------------------|---------------------|----------------------|----------------------------|--------------------|
| | Persone occasionali | Normali affollamenti | Affollamenti significativi | Funzioni pubbliche |
| COEFFICIENTE C_U | 0,7 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |

Valori del coefficiente d'uso C_U

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R . Il periodo di riferimento si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C delle classi d'uso.

$$V_R = V_N \times C_U$$

L'opera di progetto rientra nella tipologia di costruzione n.2 relativa alle opere ordinarie, alla quale corrisponde una vita nominale $V_N = 50$. Per quanto riguarda la classe d'uso essa rientra nella seconda classe, alla quale corrisponde un coefficiente d'uso C_u pari a 1.

9. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

9.1 Pericolosità sismica di base

Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e sulle elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della "probabilità" che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo. A tal fine è stata pubblicata l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, sulla Gazzetta Ufficiale n.105 dell'8 maggio 2003. Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (D.lgs 112/98 e DPR 380/01 - "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle 4 zone. Le aree nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale sono a severità decrescente (zona 1, zona 2, zona 3, zona 4) (Fig.9.1a).

Le novità normative introdotte con l'ordinanza sono state pienamente recepite e ulteriormente affinate grazie anche agli studi svolti dai centri di competenza, nelle recenti Norme Tecniche delle Costruzioni, emanate con D.M. 14 gennaio 2008 dal Ministro delle Infrastrutture, con l'intesa e il contributo del Dipartimento. Il Decreto del 2008 risulta essere un importante punto di arrivo della normativa sismica italiana, in quanto vengono introdotti i fenomeni amplificativi dovuti alle caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche e topografiche di un sito, applicando quanto dettato a livello generale dagli Eurocodici 7 e 8, tra cui l'introduzione obbligatoria del Modello Geologico, della pericolosità e vulnerabilità del sito, oltre che della caratterizzazione e modellazione geotecnica (Fig.9.1b).

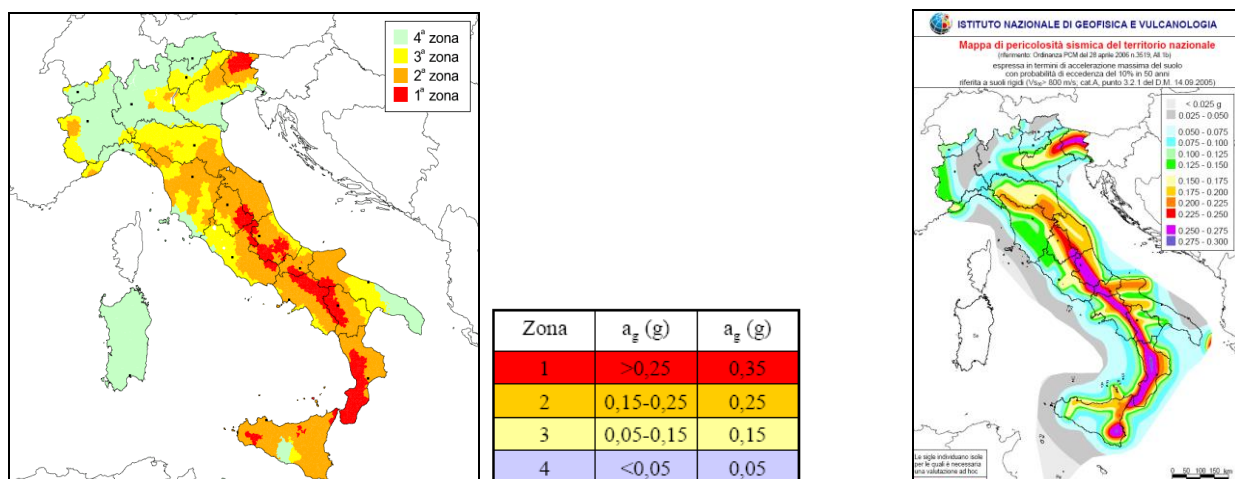


Fig. 9.1- a) a sinistra la carta delle zone sismiche del territorio italiano (2003); b) a destra la mappa di pericolosità sismica d'Italia.

Dal 1° luglio 2009 la progettazione antisismica per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici è regolata dal D.M. 14 gennaio 2008 e dal suo ultimo aggiornamento (D.M. 17/01/2018). L'ordinanza del PCM n. 3274 del 20 Marzo 2003 e successive modifiche e integrazioni, recepita dalla Regione Marche con D.G.R. n. 1046 del 29.07.2003, classifica il Comune di Ascoli Piceno nella Zona 2 (Fig.9.2).

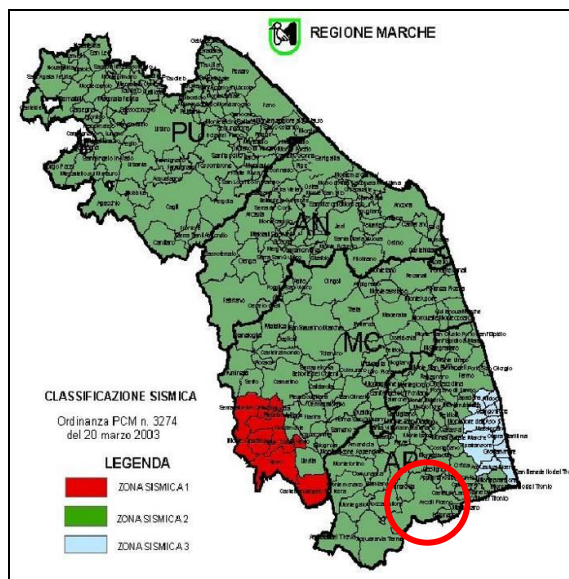


Fig. 9.2 - Zonazione sismica Regione Marche (2003)

I valori della pericolosità sismica di base del territorio di ASCOLI PICENO (Fig.9.3), espressi in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita ai suoli rigidi ($V_s > 800$ m/s, cat. A), risultano compresi tra 0.175g-0.200g.

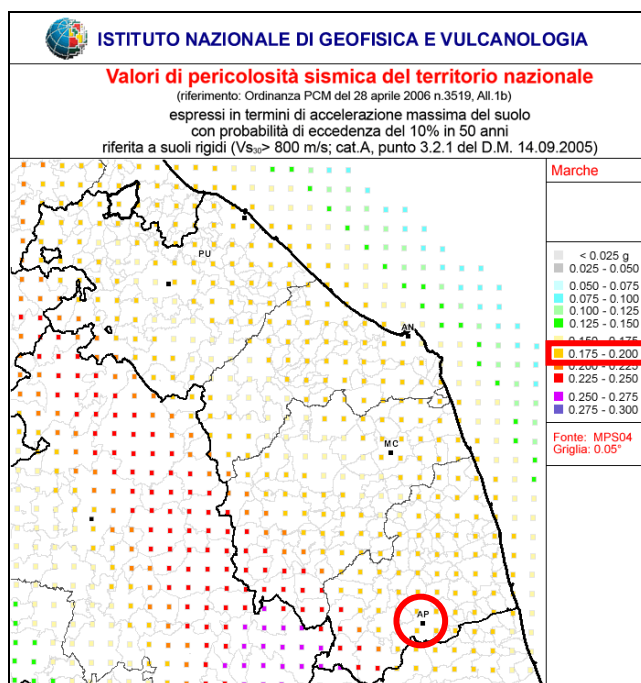


Fig. 9.3 – Classificazione sismica OPCM n. 3519/2006 (http://zonesismiche.mi.ingv.it/mappa_ps_apr04/marche.html)

Secondo l'ultimo aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni D.M. 2018 l'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla pericolosità di base del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica. Per la sua determinazione sono state individuate le coordinate di interesse sull'ellissoide di riferimento ED₅₀.

Dalle coordinate geografiche decimali del sito in oggetto si determinano i quattro nodi della griglia di riferimento dalle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero (Fig.9.4).

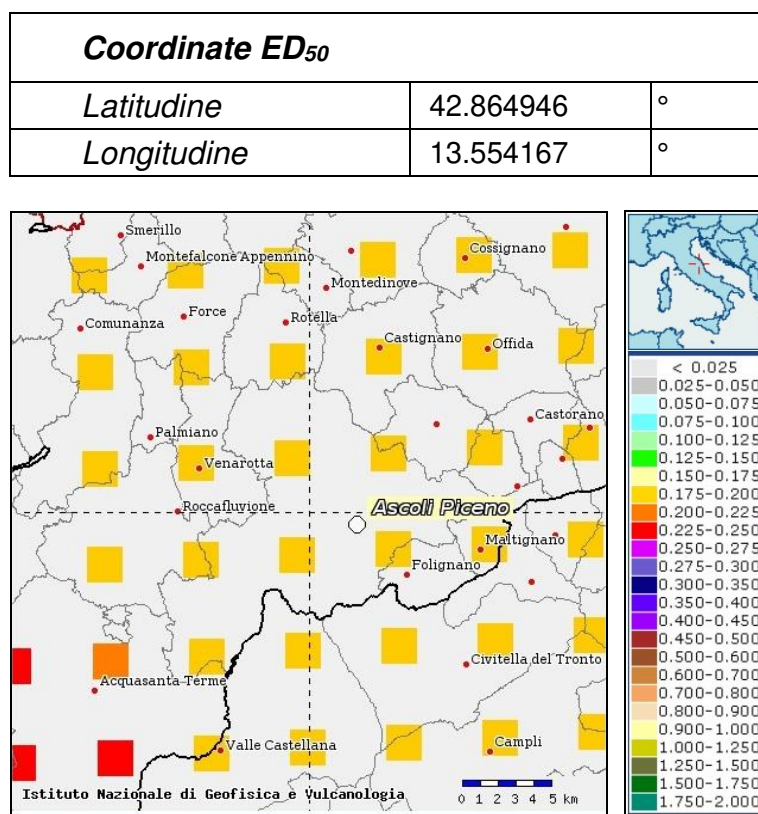


Fig. 9.4 – Mappa interattiva di pericolosità sismica del sito oggetto di studio (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

Sulla base della maglia interessata, che circonda il punto in esame, si determinano i valori di riferimento del punto stesso come media pesata dei valori nei vertici (nodi) della maglia, moltiplicati per le distanze dal punto. Successivamente vengono scelti parametri relativi al progetto da sviluppare e in particolare la Vita nominale V_N e la Classe d'uso C_U .

La combinazione di questi parametri definisce il periodo di riferimento V_R , legato al tempo di ritorno T_R . Ogni strategia progettuale risulta in un set di 4 tempi di ritorno, ognuno corrispondente a uno dei 4 stati limite definiti dalla normativa. I valori dei parametri *indipendenti* a_g (g), F_0 e T^* specifici per il sito di progetto sono riportati nella seguente tabella.

Con questa procedura abbiamo ottenuto 4 spettri di risposta validi per roccia affiorante e superficie topografica pianeggiante per una struttura con classe d'uso II. Questo set di spettri di risposta costituisce la cosiddetta risposta sismica di base, ossia relativa ad un sito con roccia affiorante e superficie topografica orizzontale.

Per vita nominale VN = 50, classe d'uso CU = II, periodo di riferimento VR = 50

| Stato Limite | Tr [anni] | a_g [g] | Fo | T_c^+ [s] |
|----------------------------|-----------|-----------|-------|-------------|
| Operatività (SLO) | 30 | 0.059 | 2.484 | 0.280 |
| Danno (SLD) | 50 | 0.074 | 2.458 | 0.293 |
| Salvaguardia vita (SLV) | 475 | 0.181 | 2.479 | 0.347 |
| Prevenzione collasso (SLC) | 975 | 0.234 | 2.518 | 0.355 |

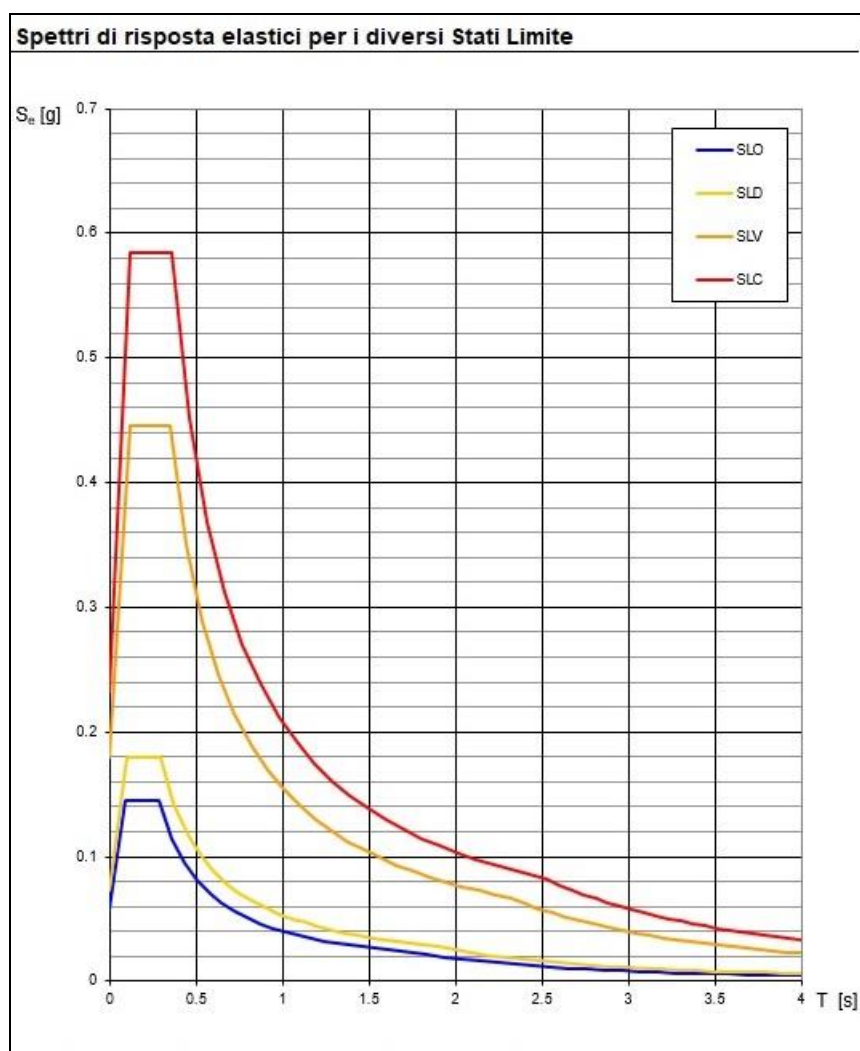


Fig. 9.5 – Spettri NTC ver. 1.0.3

9.2 Parametri e coefficienti per l'azione sismica

Una volta definito il progetto, per uno specifico sito e adottato lo stato limite da analizzare, la risposta sismica di base sito specifica va ulteriormente sviluppata in funzione delle condizioni litostratigrafiche e topografiche. L'accelerazione utilizzata nelle analisi quantitative delle verifiche è l'accelerazione orizzontale massima (A_{gmax}) su suolo rigido di categoria "A", corretta appunto dalle amplificazioni locali. Essa può essere determinata attraverso tre differenti metodi:

APPROCCIO SEMPLIFICATO, tramite le categorie di suolo attraverso le relazioni proposte dalle Norme NTC 2018 (Tabella 3.2.II);

APPROCCIO RIGOROSO, tramite la valutazione della Risposta Sismica Locale, attraverso l'uso di accelerogrammi (Cap. 7.11.3. – NTC 2018);

APPROCCIO INTERMEDIO, tramite metodologie analitico-speditive basate sulle caratteristiche topografiche, litostratigrafiche e idrogeologiche del sito.

Di seguito si riportano i dati ottenuti mediante l'approccio semplificato.

| Parametri sismici di sito | | |
|-------------------------------|-----|------|
| Categoria sottosuolo | B | |
| Categoria topografica | T1 | |
| Periodo di riferimento | 50 | anni |
| Coeff. d'uso struttura C_u | 1 | |
| Velocità onde S " V_{s30} " | 378 | m/s |

VELOCITA' EQUIVALENTE " V_{seq} "

Con riferimento all'ultimo aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni (DM 17/01/2018) è stato stimato il valore della V_s (velocità di propagazione delle onde di taglio), parametro necessario per la definizione delle categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto. L'esecuzione di un'indagine sismica di tipo MASW in corrispondenza dell'area oggetto di intervento e l'esecuzione di una prova sismica di tipo passivo HVSR (All. 1 – vedi report indagini) hanno permesso di stimare la sismostratigrafia dell'area e la V_s equivalente. Essendo stato rilevato substrato sismico entro 30 m di profondità è stato effettuato un calcolo della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio entro 20.03 m di profondità. La V_{seq} risulta essere di 378 m/s.

La misura sismica passiva HVSR ha evidenziato un picco di amplificazione definito a circa 5 Hz/ 8 Hz.

CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si è valutata l'appartenenza del sito in oggetto alla categoria "B" secondo la Tabella 3.2.II - Categorie di sottosuolo.

CATEGORIA "B"

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.

CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

L'area in oggetto, tenuto conto della classificazione della Tabella 3.2.III per le categorie topografiche, rientra nella categoria "T2": Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$

| COEFFICIENTI AMPLIFICAZIONE SISMICA Stato Limite di salvaguardia della Vita - SLV | | |
|--|--|------|
| <i>Coefficiente stratigrafico S_s</i> | S_s | 1.20 |
| <i>Coefficiente modificatore del periodo "T_c" C_c</i> | "T_c" C_c | 1.36 |
| <i>Coefficiente amplificazione topografico S_t</i> | S_t | 1.00 |

| COEFFICIENTI AMPLIFICAZIONE SISMICA Stato Limite di Danno- SLD | | |
|--|--|------|
| <i>Coefficiente stratigrafico S_s</i> | S_s | 1.20 |
| <i>Coefficiente modificatore del periodo "T_c" C_c</i> | "T_c" C_c | 1.41 |
| <i>Coefficiente amplificazione topografico S_t</i> | S_t | 1.00 |

| Coefficienti | <i>SLO</i> | <i>SLD</i> | <i>SLV</i> | <i>SLC</i> |
|--------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <i>kh</i> | 0,014 | 0,018 | 0,052 | 0,076 |
| <i>kv</i> | 0,007 | 0,009 | 0,026 | 0,038 |
| <i>Amax [m/s²]</i> | 0,689 | 0,867 | 2,134 | 2,661 |
| <i>Beta</i> | 0,200 | 0,200 | 0,240 | 0,280 |

L'azione sismica di progetto è definita dalle norme tecniche a partire dalla “pericolosità di base” (ag) del sito in cui ricade l'edificio e dal parametro (S), che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche.

$$(\text{SLV}) \text{ ag} \times S = \text{ag} \times S_s \times S_t = 0.181 \times 1.20 \times 1.00 = \mathbf{0,217 \text{ g}}$$

9.3 Studi di microzonazione sismica esistenti

Lo studio di Microzonazione Sismica del Comune di Ascoli Piceno di LIVELLO III ha il merito di aver omogeneizzato le metodologie di analisi e le procedure (sia sotto il profilo formale sia sostanziale), creando un *modus operandi* condiviso nel panorama nazionale di settore.

Sulle base delle osservazioni geologiche e geomorfologiche e della valutazione dei dati litostratigrafici raccolti, è stata elaborata la Carta delle Microzone in Prospettiva Sismica (MOPS) in cui si riportano le condizioni locali del territorio investigato che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso.

Nella figura seguente (Fig. 9.6) si riporta uno stralcio di tale elaborato riferito all'area in oggetto, da cui si osserva che la stessa rientra tra le “zone stabili suscettibili di amplificazioni locali” – ZONA 2001, ZONA 2007, ZONA 2011.

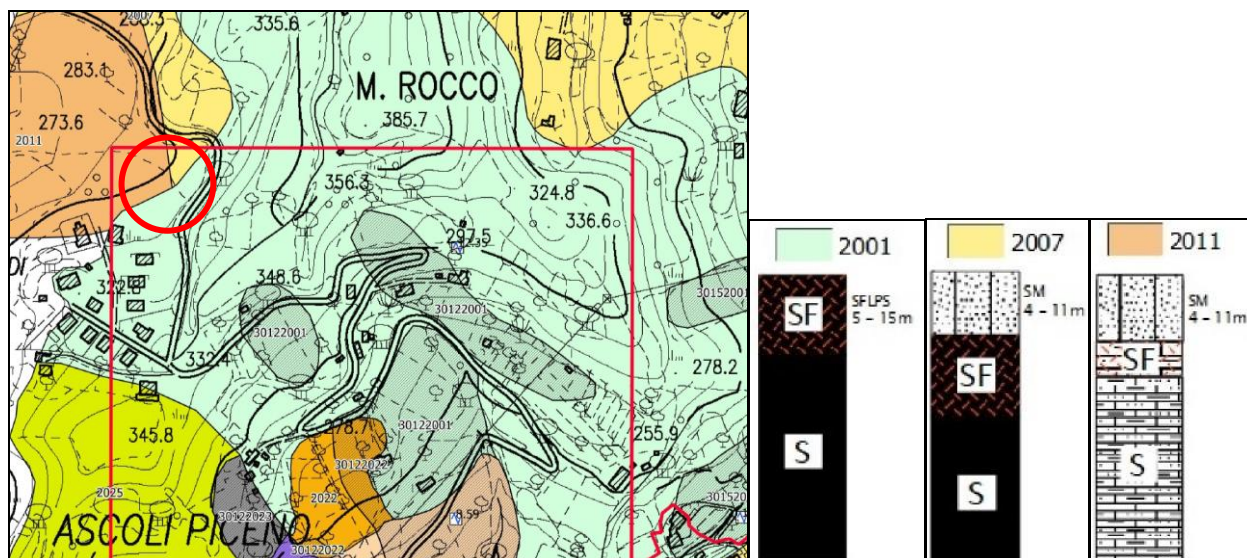


Fig. 9.6 – Stralcio carta delle MOPS (da Studi di Microzonazione Sismica di III livello del Comune di Ascoli Piceno). In rosso l'area oggetto di studio.

9.4 Potenziale di liquefazione dei terreni

In condizioni normali lo stato tensionale di un terreno incoerente dipende essenzialmente dalla pressione lito-statica (peso dei sedimenti sovrastanti un generico punto). Durante un terremoto la propagazione delle onde sismiche induce nel terreno sforzi tangenziali ciclici che possono influenzare temporaneamente la pressione interstiziale al suo interno. Se la sovrappressione generata dalla sollecitazione sismica eguaglia la pressione di confinamento, nel terreno può manifestarsi un fenomeno detto "liquefazione dinamica". La liquefazione è tipica dei depositi sabbiosi incoerenti saturi e dipende principalmente: dalle proprietà intrinseche dei terreni (stato di addensamento, condizioni di drenaggio, composizione granulometrica, forma e distribuzione delle particelle ecc); dall'intensità della sollecitazione sismica e relativa durata; da fattori ambientali, morfologici ed eventuale presenza di sovraccarichi. All'aumentare della profondità dal piano campagna, la pressione di confinamento del terreno aumenta mentre l'intensità dello sforzo di taglio indotto dalla sollecitazione sismica diminuisce pertanto la possibilità che la liquefazione avvenga è massima in superficie.

Esclusione dalla verifica del potenziale di liquefazione

La verifica a liquefazione può essere omessa (di cui al 7.11.3.4.2 delle NTC 2018) al manifestarsi di almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (N_1) $60 > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove (N_1) 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;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Per il manifestarsi della condizione 4 la verifica a liquefazione è omessa

10. CONCLUSIONI

L'esecuzione del presente lavoro ha avuto lo scopo di fornire al progettista, limitatamente agli aspetti geologici e geotecnici, i dati qualitativi e quantitativi occorrenti per un'area di lottizzazione, sita ad Ascoli Piceno in Via Alfano Franco, identificata catastalmente al foglio 67 particelle 333, 335 e 336 nuovo catasto terreni.

Nell'area in oggetto non emerge la presenza di vincoli geologici di legge e la stessa non è interessata da significative problematiche di carattere geomorfologico e idrogeologico pertanto: alla luce di quanto esposto in relazione, viste le caratteristiche fisiche dell'area, si ritiene che le condizioni morfologiche del sito sono compatibili alla realizzazione dell'intervento.

I terreni che compongono il sottosuolo sono costituiti da coperture dello spessore di circa 11 metri, costituite da sabbie limose sovrastanti la formazione di base costituita dalla Formazione della Laga, fratturata e alterata nella parte alta.

Le prove penetrometriche effettuate, non hanno intercettato la falda, tuttavia, le eterogeneità dei materiali a diversa permeabilità idraulica, possono dare vita ad una modesta circolazione idrica superficiale, alimentata dalle infiltrazioni meteoriche, pertanto, dovranno comunque essere previste opportune opere di drenaggio e di allontanamento delle acque meteoriche al fine di evitare dannose infiltrazioni nel terreno, con conseguente decadimento delle sue caratteristiche fisico-meccaniche.

In ogni caso si precisa che eventuali variazioni delle condizioni strutturali, litologiche e idrologiche del terreno, riscontrate in fase successiva alla presente, dovranno essere oggetto di studi di approfondimento onde evitare problemi nella stabilità dell'opera.

Il sottoscritto resta a disposizione del committente e dei progettisti per ulteriori eventuali dettagli e informazioni sull'oggetto della relazione.

Ascoli Piceno, ottobre 2024

IL GEOLOGO

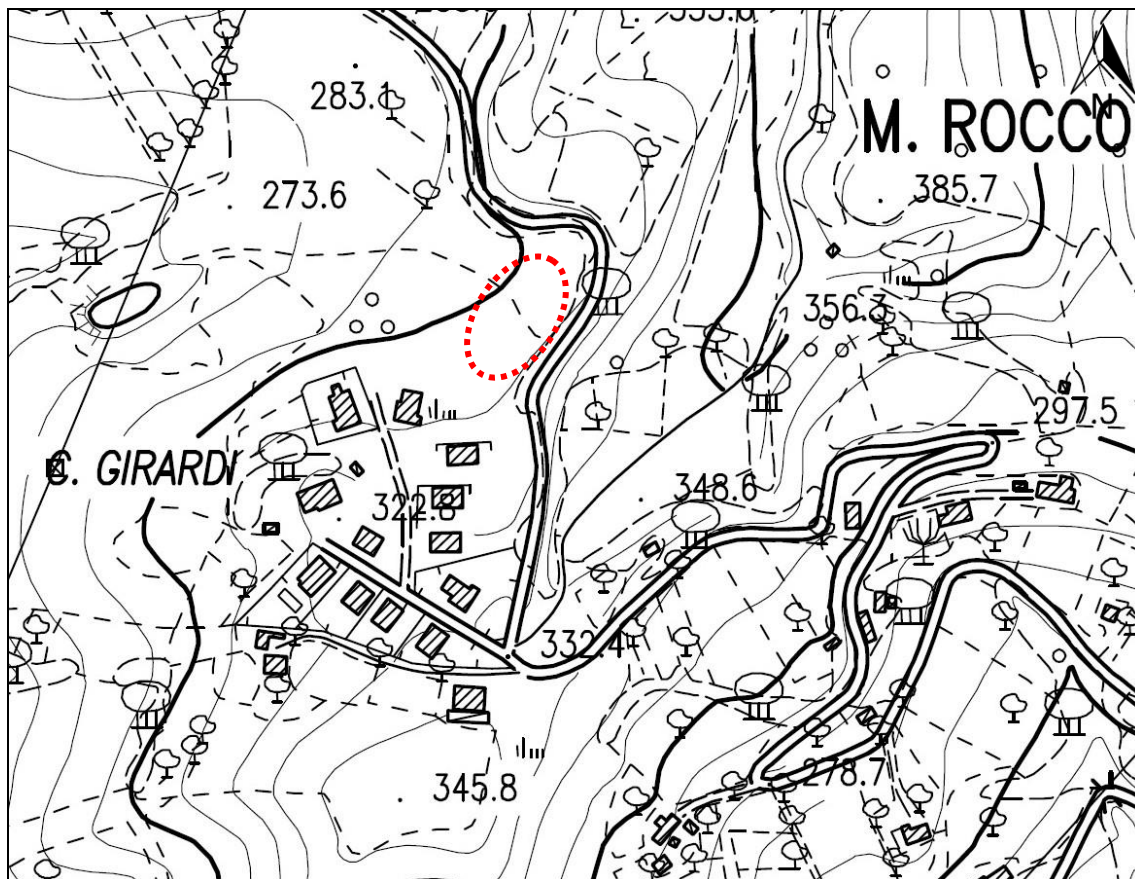
Dott. Marco Giovannozzi



TAVOLA n. 1

STRALCIO CARTA TECNICA REGIONALE

Sezioni 326110 Ascoli Piceno

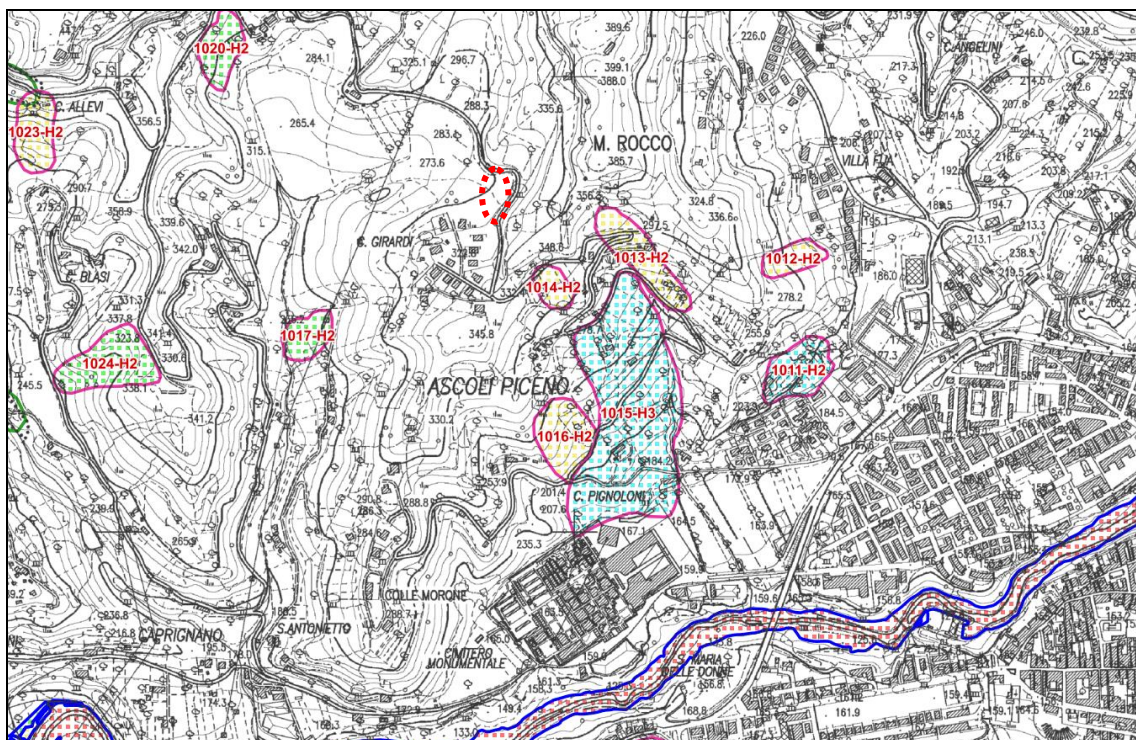


AREA IN OGGETTO

TAVOLA n. 2

STRALCIO PIANO d'ASSETTO IDROGEOLOGICO della REGIONE MARCHE
Autorità del Bacino Interregionale del Fiume Tronto

Tavole 10 – 13



AREA IN OGGETTO

AREE A RISCHIO FRANA

-  AREE A RISCHIO MODERATO - R1
-  AREE A RISCHIO MEDIO - R2
-  AREE A RISCHIO ELEVATO - R3
-  AREE A RISCHIO MOLTO ELEVATO - R4

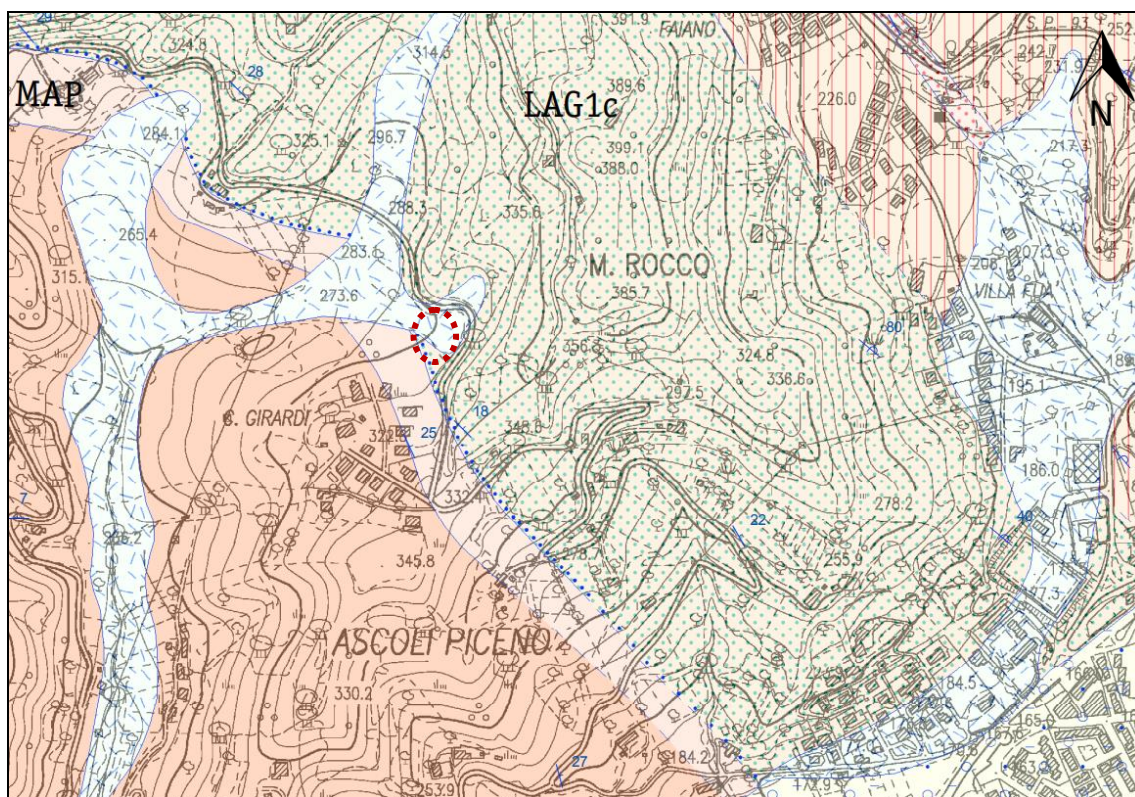
AREE A RISCHIO ESONDAZIONE

-  AREE A RISCHIO MODERATO - E1
-  AREE A RISCHIO MEDIO - E2
-  AREE A RISCHIO ELEVATO - E3
-  AREE A RISCHIO MOLTO ELEVATO - E4

 LIMITI AMMINISTRATIVI COMUNALI

TAVOLA n. 3

INQUADRAMENTO GEOLOGICO (Stralcio progetto CARG Regione Marche)



AREA IN OGGETTO

SINTEMA DEL MUSONE

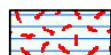
(OLOCENE)



MUSa1 Frane in evoluzione



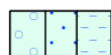
MUSa1q Frane senza indizi di evoluzione



MUSat Detriti di versante da depositi travertinosi



MUSb2 Depositi eluvio-colluviali



MUSbn Depositi alluvionali terrazzati
ghiaia, sabbia, limo

SUCCESSIONE MIOCENICA



LAG3e

FORMAZIONE DELLA LAGA
Membro post-evaporitico
litofacies pelitico-arenacea.
Livello guida vulcanoclastico
Messiniano p.p.



LAG3d

FORMAZIONE DELLA LAGA
Membro post-evaporitico
litofacies arenaceo-pelitica
Messiniano p.p.



9

Livello gessarenitico



LAG2c

FORMAZIONE DELLA LAGA
litofacies arenacea
Messiniano p.p.



LAG1c

FORMAZIONE DELLA LAGA
Membro pre-evaporitico
litofacies arenacea
Messiniano p.p.



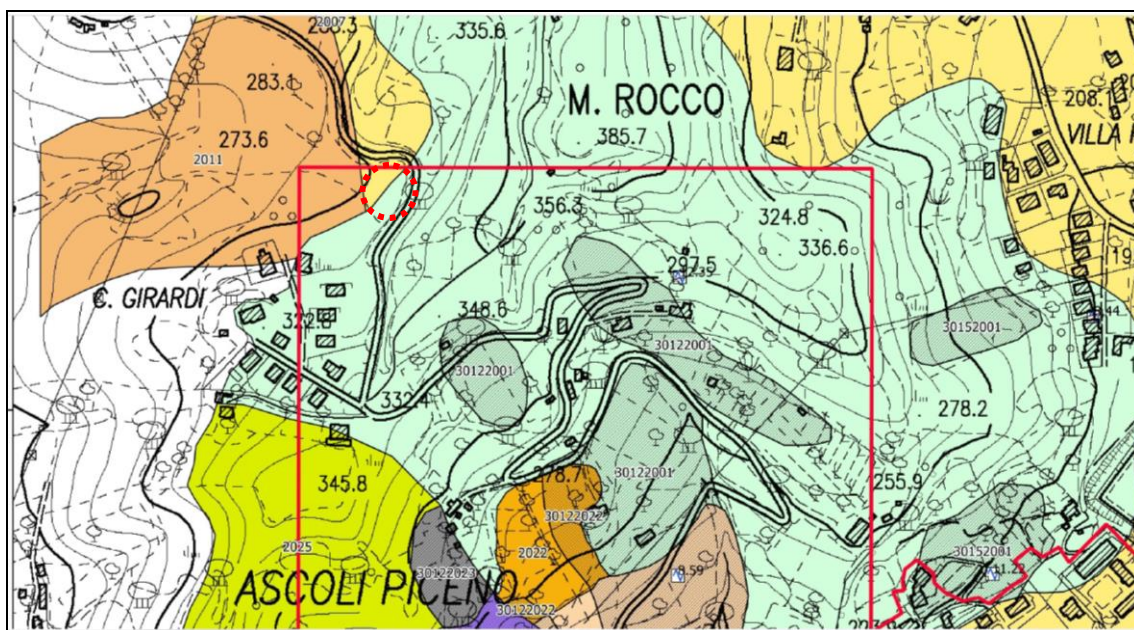
MAP

MARNE APTEROPODI
Tortoniano - Messiniano

TAVOLA n. 4

STRALCIO CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA - MOPS

Comune di Ascoli Piceno



AREA IN OGGETTO

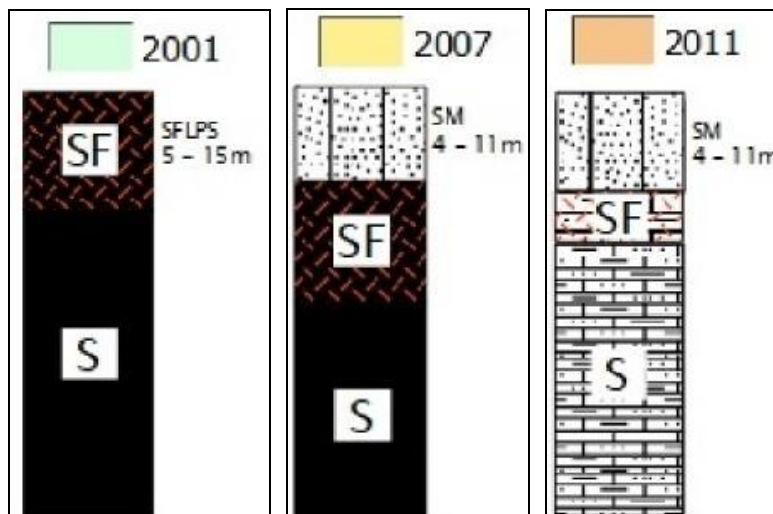
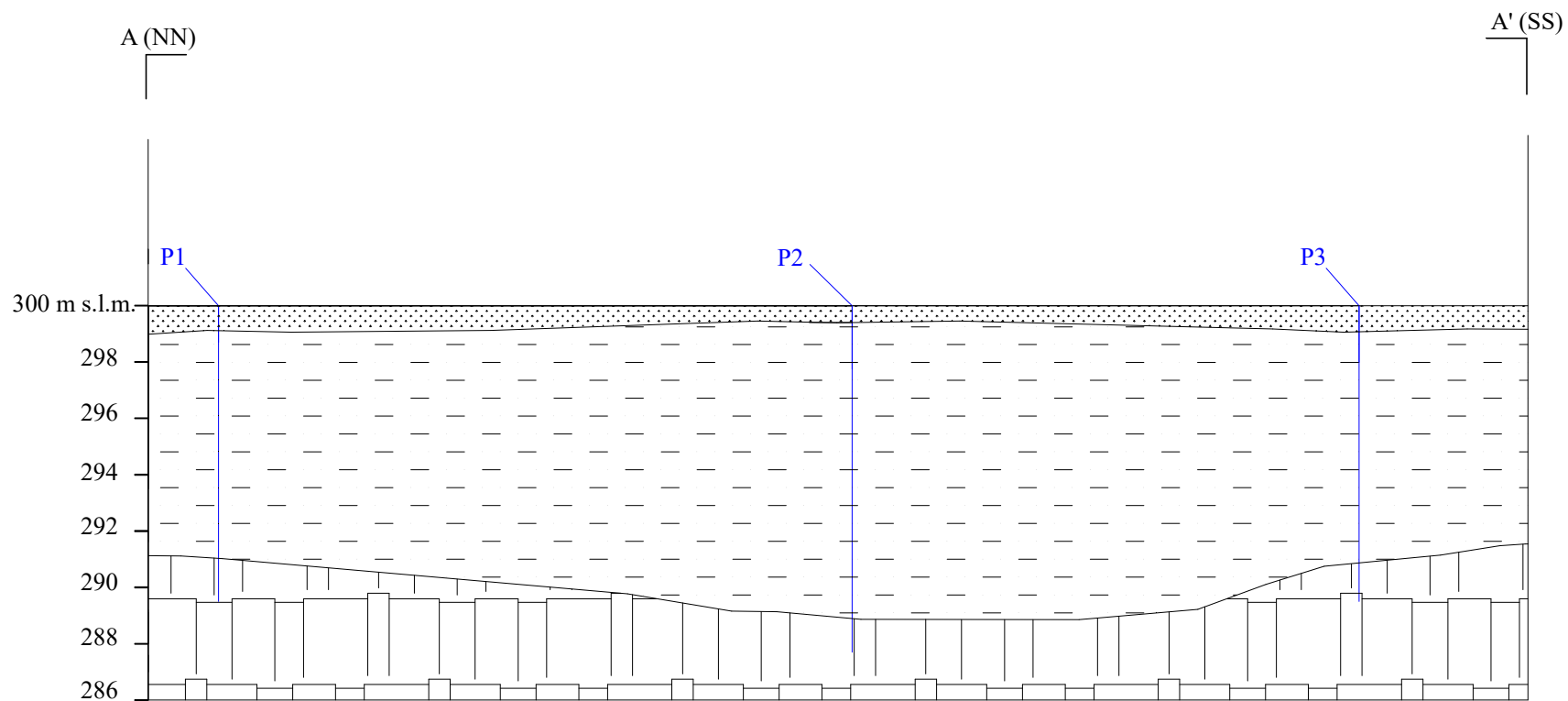


TAVOLA n. 5

TRACCIA SEZIONE A-A'



TRACCIA SEZIONE A-A'

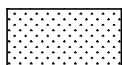


LEGENDA

PROVE GEOTECNICHE

P = Prova penetrometrica dinamica

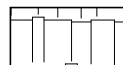
STRATIGRAFIA



Terreno di riporto



Sabbie limose



Formazione della Laga, alterata nella parte alta

TAVOLA n. 6

Sezione lito-stratigrafica AA'

SCALA 1:200

REPORT INDAGINI



Via Franco Alfano, Monterocco

Comune di Ascoli Piceno

data: luglio 2024

ELENCO REPORT INDAGINI

| | |
|--|-----------|
| ELENCO REPORT INDAGINI..... | 2 |
| INTRODUZIONE | 3 |
| PROVE PENETROMETICHE DINAMICHE..... | 4 |
| INDAGINE SISMICA ATTIVA MASW..... | 16 |
| INDAGINE SISMICA PASSIVA HVSR..... | 22 |
| DEFINIZIONE DEL TIPO DI SUOLO | 25 |

INTRODUZIONE

Nel mese di giugno 2024 è stata effettuata una campagna indagini presso la frazione di Monterocco in via Franco Alfano, composta da n. 3 prove penetrometriche superpesanti, n.1 indagine di sismica attiva tipo MASW e n. 1 indagine di sismica passiva di tipo HVSr.



Foto 1: Foto satellitare reperita da Google Earth. In giallo lo stendimento di lunghezza 46.00 metri, in viola le prove penetrometriche e in rosso la registrazione dei microtrempi.

PROVE PENETROMETICHE DINAMICHE

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: SCPT TG 63-200 PAGANI

| | |
|---------------------------------|-----------------------|
| Rif. Norme | DIN 4094 |
| Peso Massa battente | 73 Kg |
| Altezza di caduta libera | 0.75 m |
| Peso sistema di battuta | 0.63 Kg |
| Diametro punta conica | 51.00 mm |
| Area di base punta | 20.43 cm ² |
| Lunghezza delle aste | 0.9 m |
| Peso aste a metro | 5.6 Kg/m |
| Profondità giunzione prima asta | 0.40 m |
| Avanzamento punta | 0.30 m |
| Numero colpi per punta | N(30) |
| Coeff. Correlazione | 1.155 |
| Rivestimento/fanghi | No |
| Angolo di apertura punta | 60 ° |



PROVA PENETROMETRICA Nr. 1

Strumento utilizzato... SCPT TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 28/06/2024
Profondità prova 10,50 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

| Profondità (m) | Nr. Colpi | Calcolo coeff. riduzione sonda Chi | Res. dinamica ridotta (Kg/cm²) | Res. dinamica (Kg/cm²) | Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²) | Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²) |
|----------------|-----------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------|---|---|
| 0,30 | 21 | 0,753 | 128,94 | 171,31 | 6,45 | 8,57 |
| 0,60 | 12 | 0,847 | 76,85 | 90,73 | 3,84 | 4,54 |
| 0,90 | 8 | 0,842 | 50,90 | 60,49 | 2,55 | 3,02 |
| 1,20 | 5 | 0,836 | 31,61 | 37,80 | 1,58 | 1,89 |
| 1,50 | 4 | 0,831 | 23,42 | 28,18 | 1,17 | 1,41 |
| 1,80 | 4 | 0,826 | 23,29 | 28,18 | 1,16 | 1,41 |
| 2,10 | 4 | 0,822 | 23,15 | 28,18 | 1,16 | 1,41 |
| 2,40 | 5 | 0,817 | 26,95 | 32,98 | 1,35 | 1,65 |
| 2,70 | 6 | 0,813 | 32,17 | 39,57 | 1,61 | 1,98 |
| 3,00 | 6 | 0,809 | 32,00 | 39,57 | 1,60 | 1,98 |
| 3,30 | 9 | 0,805 | 44,90 | 55,80 | 2,25 | 2,79 |
| 3,60 | 7 | 0,801 | 34,76 | 43,40 | 1,74 | 2,17 |
| 3,90 | 7 | 0,797 | 34,60 | 43,40 | 1,73 | 2,17 |
| 4,20 | 7 | 0,794 | 32,50 | 40,94 | 1,62 | 2,05 |
| 4,50 | 6 | 0,790 | 27,74 | 35,09 | 1,39 | 1,75 |
| 4,80 | 6 | 0,787 | 27,62 | 35,09 | 1,38 | 1,75 |
| 5,10 | 7 | 0,784 | 30,38 | 38,75 | 1,52 | 1,94 |
| 5,40 | 5 | 0,781 | 21,62 | 27,68 | 1,08 | 1,38 |
| 5,70 | 7 | 0,778 | 30,16 | 38,75 | 1,51 | 1,94 |
| 6,00 | 5 | 0,775 | 20,37 | 26,27 | 1,02 | 1,31 |
| 6,30 | 6 | 0,773 | 24,36 | 31,53 | 1,22 | 1,58 |
| 6,60 | 5 | 0,770 | 20,24 | 26,27 | 1,01 | 1,31 |
| 6,90 | 5 | 0,768 | 19,20 | 25,00 | 0,96 | 1,25 |
| 7,20 | 4 | 0,766 | 15,31 | 20,00 | 0,77 | 1,00 |
| 7,50 | 5 | 0,763 | 19,09 | 25,00 | 0,95 | 1,25 |
| 7,80 | 5 | 0,761 | 18,15 | 23,85 | 0,91 | 1,19 |
| 8,10 | 4 | 0,759 | 14,48 | 19,08 | 0,72 | 0,95 |
| 8,40 | 4 | 0,757 | 14,45 | 19,08 | 0,72 | 0,95 |
| 8,70 | 4 | 0,755 | 13,77 | 18,24 | 0,69 | 0,91 |
| 9,00 | 5 | 0,753 | 17,18 | 22,79 | 0,86 | 1,14 |
| 9,30 | 10 | 0,752 | 34,27 | 45,59 | 1,71 | 2,28 |
| 9,60 | 15 | 0,700 | 45,84 | 65,49 | 2,29 | 3,27 |
| 9,90 | 15 | 0,698 | 45,73 | 65,49 | 2,29 | 3,27 |
| 10,20 | 25 | 0,647 | 70,58 | 109,16 | 3,53 | 5,46 |
| 10,50 | 35 | 0,595 | 87,24 | 146,63 | 4,36 | 7,33 |

| Prof. Strato (m) | NPDM | Rd (Kg/cm²) | Tipo | Peso unità di volume (t/m³) | Peso unità di volume saturo (t/m³) | Tensione efficace (Kg/cm²) | Coeff. di correlaz. con Nspt | Nspt | Descrizione |
|------------------|-------|-------------|----------------------|-----------------------------|------------------------------------|----------------------------|------------------------------|-------|-------------|
| 0,9 | 13,67 | 107,51 | Incoerente - coesivo | 2,0 | 2,2 | 0,09 | 1,13 | 15,5 | Livello 1 |
| 3 | 4,86 | 33,49 | Incoerente - coesivo | 1,79 | 1,88 | 0,37 | 1,13 | 5,51 | Livello 2 |
| 9 | 5,65 | 30,8 | Incoerente - coesivo | 1,83 | 1,89 | 1,1 | 1,13 | 6,41 | Livello 3 |
| 10,5 | 20 | 86,47 | Incoerente - coesivo | 2,11 | 2,16 | 1,81 | 1,13 | 22,68 | Livello 4 |

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1**TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Cu (Kg/cm ²) |
|-----------------|-------|---------------------|---------------|-----------------------------|
| [1] - Livello 1 | 15,5 | 0,90 | Terzaghi-Peck | 1,05 |
| [2] - Livello 2 | 5,51 | 3,00 | Terzaghi-Peck | 0,34 |
| [3] - Livello 3 | 6,41 | 9,00 | Terzaghi-Peck | 0,40 |
| [4] - Livello 4 | 22,68 | 10,50 | Terzaghi-Peck | 1,53 |

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Qc (Kg/cm ²) |
|-----------------|-------|---------------------|------------------|-----------------------------|
| [1] - Livello 1 | 15,5 | 0,90 | Robertson (1983) | 31,00 |
| [2] - Livello 2 | 5,51 | 3,00 | Robertson (1983) | 11,02 |
| [3] - Livello 3 | 6,41 | 9,00 | Robertson (1983) | 12,82 |
| [4] - Livello 4 | 22,68 | 10,50 | Robertson (1983) | 45,36 |

Modulo Edometrico

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Eed (Kg/cm ²) |
|-----------------|-------|---------------------|------------------------|------------------------------|
| [1] - Livello 1 | 15,5 | 0,90 | Stroud e Butler (1975) | 71,11 |
| [2] - Livello 2 | 5,51 | 3,00 | Stroud e Butler (1975) | 25,28 |
| [3] - Livello 3 | 6,41 | 9,00 | Stroud e Butler (1975) | 29,41 |
| [4] - Livello 4 | 22,68 | 10,50 | Stroud e Butler (1975) | 104,06 |

Modulo di Young

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Ey (Kg/cm ²) |
|-----------------|-------|---------------------|--------------|-----------------------------|
| [1] - Livello 1 | 15,5 | 0,90 | Apollonia | 155,00 |
| [2] - Livello 2 | 5,51 | 3,00 | Apollonia | 55,10 |
| [3] - Livello 3 | 6,41 | 9,00 | Apollonia | 64,10 |
| [4] - Livello 4 | 22,68 | 10,50 | Apollonia | 226,80 |

Classificazione AGI

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Classificazione |
|-----------------|-------|---------------------|-------------------------------|-------------------------|
| [1] - Livello 1 | 15,5 | 0,90 | Classificaz. A.G.I. (1977) | MOLTO CONSISTENTE |
| [2] - Livello 2 | 5,51 | 3,00 | Classificaz. A.G.I. (1977) | MODERAT. CONSISTENTE |
| [3] - Livello 3 | 6,41 | 9,00 | Classificaz. A.G.I. (1977) | MODERAT. CONSISTENTE |
| [4] - Livello 4 | 22,68 | 10,50 | Classificaz. A.G.I. (1977) | MOLTO CONSISTENTE |

Peso unità di volume

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Peso unità di volume (t/m ³) |
|-----------------|-------|---------------------|-------------------|---|
| [1] - Livello 1 | 15,5 | 0,90 | Meyerhof ed altri | 2,07 |
| [2] - Livello 2 | 5,51 | 3,00 | Meyerhof ed altri | 1,79 |
| [3] - Livello 3 | 6,41 | 9,00 | Meyerhof ed altri | 1,83 |
| [4] - Livello 4 | 22,68 | 10,50 | Meyerhof ed altri | 2,11 |

Peso unità di volume saturo

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Peso unità di volume saturo (t/m ³) |
|-----------------|-------|------------------|-------------------|---|
| [1] - Livello 1 | 15,5 | 0,90 | Meyerhof ed altri | 2,28 |
| [2] - Livello 2 | 5,51 | 3,00 | Meyerhof ed altri | 1,88 |
| [3] - Livello 3 | 6,41 | 9,00 | Meyerhof ed altri | 1,89 |
| [4] - Livello 4 | 22,68 | 10,50 | Meyerhof ed altri | 2,16 |

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Densità relativa (%) |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|--------------------|----------------------|
| [1] - Livello 1 | 15,5 | 0,90 | 15,5 | Gibbs & Holtz 1957 | 49,39 |
| [2] - Livello 2 | 5,51 | 3,00 | 5,51 | Gibbs & Holtz 1957 | 21,94 |
| [3] - Livello 3 | 6,41 | 9,00 | 6,41 | Gibbs & Holtz 1957 | 15,87 |
| [4] - Livello 4 | 22,68 | 10,50 | 22,68 | Gibbs & Holtz 1957 | 33,26 |

Angolo di resistenza al taglio

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Angolo d'attrito (°) |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|---------------------|----------------------|
| [1] - Livello 1 | 15,5 | 0,90 | 15,5 | Shioi-Fukuni (1982) | 30,25 |
| [2] - Livello 2 | 5,51 | 3,00 | 5,51 | Shioi-Fukuni (1982) | 24,09 |
| [3] - Livello 3 | 6,41 | 9,00 | 6,41 | Shioi-Fukuni (1982) | 24,81 |
| [4] - Livello 4 | 22,68 | 10,50 | 22,68 | Shioi-Fukuni (1982) | 33,44 |

Modulo di Young

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Modulo di Young (Kg/cm ²) |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|---------------|---------------------------------------|
| [1] - Livello 1 | 15,5 | 0,90 | 15,5 | Bowles (1982) | 64,50 |
| [2] - Livello 2 | 5,51 | 3,00 | 5,51 | Bowles (1982) | 34,53 |
| [3] - Livello 3 | 6,41 | 9,00 | 6,41 | Bowles (1982) | 37,23 |
| [4] - Livello 4 | 22,68 | 10,50 | 22,68 | Bowles (1982) | 86,04 |

Modulo Edometrico

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Modulo Edometrico (Kg/cm ²) |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|-----------------|---|
| [1] - Livello 1 | 15,5 | 0,90 | 15,5 | Begemann (1974) | 59,30 |
| [2] - Livello 2 | 5,51 | 3,00 | 5,51 | Begemann (1974) | 38,78 |
| [3] - Livello 3 | 6,41 | 9,00 | 6,41 | Begemann (1974) | 40,63 |
| [4] - Livello 4 | 22,68 | 10,50 | 22,68 | Begemann (1974) | 74,05 |

Classificazione AGI

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Classificazione AGI |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| [1] - Livello 1 | 15,5 | 0,90 | 15,5 | Classificazione A.G.I. 1977 | MODERATAMENTE ADDENSATO |
| [2] - Livello 2 | 5,51 | 3,00 | 5,51 | Classificazione A.G.I. 1977 | POCO ADDENSATO |
| [3] - Livello 3 | 6,41 | 9,00 | 6,41 | Classificazione A.G.I. 1977 | POCO ADDENSATO |
| [4] - Livello 4 | 22,68 | 10,50 | 22,68 | Classificazione A.G.I. 1977 | MODERATAMENTE ADDENSATO |

Peso unità di volume

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Gamma (t/m³) |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|-------------------|--------------|
| [1] - Livello 1 | 15,5 | 0,90 | 15,5 | Meyerhof ed altri | 1,89 |
| [2] - Livello 2 | 5,51 | 3,00 | 5,51 | Meyerhof ed altri | 1,56 |
| [3] - Livello 3 | 6,41 | 9,00 | 6,41 | Meyerhof ed altri | 1,60 |
| [4] - Livello 4 | 22,68 | 10,50 | 22,68 | Meyerhof ed altri | 2,04 |

Peso unità di volume saturo

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Gamma Saturo (t/m³) |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|-------------------------|---------------------|
| [1] - Livello 1 | 15,5 | 0,90 | 15,5 | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 1,95 |
| [2] - Livello 2 | 5,51 | 3,00 | 5,51 | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 1,89 |
| [3] - Livello 3 | 6,41 | 9,00 | 6,41 | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 1,90 |
| [4] - Livello 4 | 22,68 | 10,50 | 22,68 | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 2,45 |

Modulo di Poisson

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Poisson |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|--------------|---------|
| [1] - Livello 1 | 15,5 | 0,90 | 15,5 | (A.G.I.) | 0,32 |
| [2] - Livello 2 | 5,51 | 3,00 | 5,51 | (A.G.I.) | 0,34 |
| [3] - Livello 3 | 6,41 | 9,00 | 6,41 | (A.G.I.) | 0,34 |
| [4] - Livello 4 | 22,68 | 10,50 | 22,68 | (A.G.I.) | 0,31 |

Modulo di deformazione a taglio dinamico

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | G (Kg/cm²) |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|-------------------------------|------------|
| [1] - Livello 1 | 15,5 | 0,90 | 15,5 | Robertson e Campanella (1983) | 667,12 |
| [2] - Livello 2 | 5,51 | 3,00 | 5,51 | Robertson e Campanella (1983) | 354,61 |
| [3] - Livello 3 | 6,41 | 9,00 | 6,41 | Robertson e Campanella (1983) | 388,96 |
| [4] - Livello 4 | 22,68 | 10,50 | 22,68 | Robertson e Campanella (1983) | 841,80 |

Modulo di reazione Ko

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Ko |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|------------------|------|
| [1] - Livello 1 | 15,5 | 0,90 | 15,5 | Navfac 1971-1982 | 3,22 |
| [2] - Livello 2 | 5,51 | 3,00 | 5,51 | Navfac 1971-1982 | 1,11 |
| [3] - Livello 3 | 6,41 | 9,00 | 6,41 | Navfac 1971-1982 | 1,31 |
| [4] - Livello 4 | 22,68 | 10,50 | 22,68 | Navfac 1971-1982 | 4,50 |

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Qc (Kg/cm²) |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|----------------|-------------|
| [1] - Livello 1 | 15,5 | 0,90 | 15,5 | Robertson 1983 | 31,00 |
| [2] - Livello 2 | 5,51 | 3,00 | 5,51 | Robertson 1983 | 11,02 |
| [3] - Livello 3 | 6,41 | 9,00 | 6,41 | Robertson 1983 | 12,82 |
| [4] - Livello 4 | 22,68 | 10,50 | 22,68 | Robertson 1983 | 45,36 |



Foto 2: Penetrometrica superpesante effettuata con Pagani 63/200

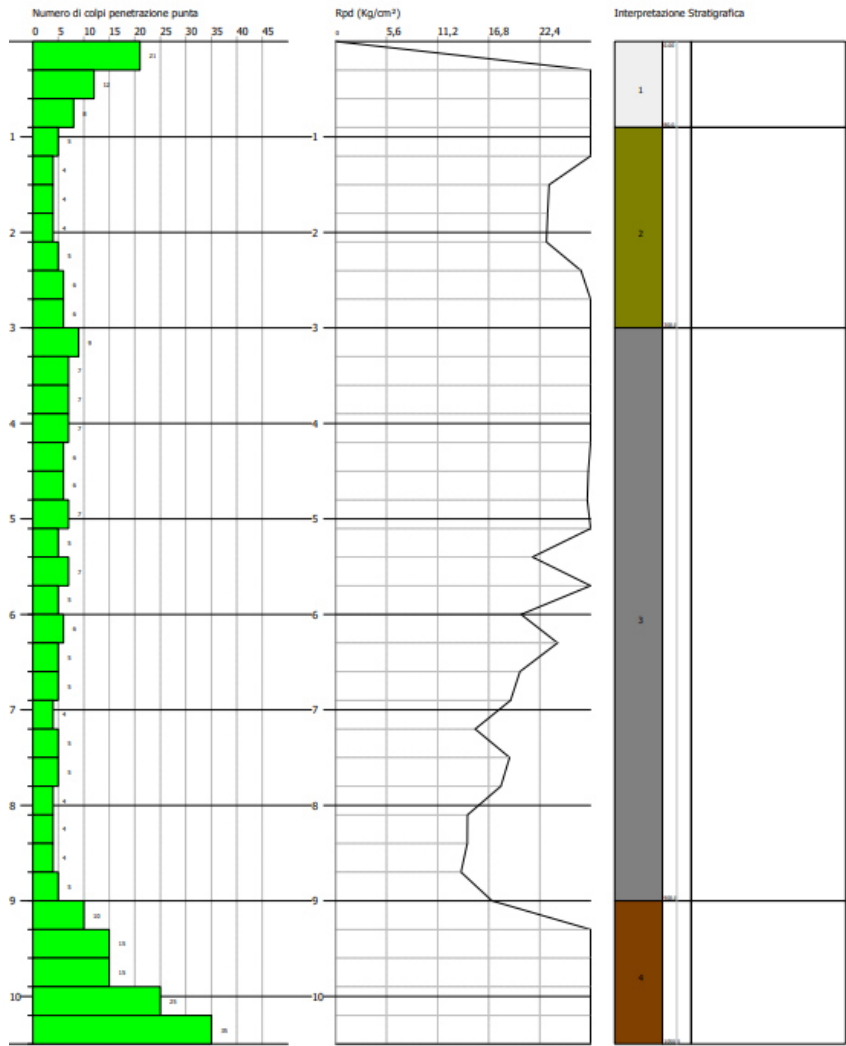


Foto 3: Diagramma Nspt.



PROVA PENETROMETRICA Nr. 2

Strumento utilizzato... SCPT TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 28/06/2024
Profondità prova 12,30 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

| Profondità (m) | Nr. Colpi | Calcolo coeff. riduzione sonda Chi | Res. dinamica ridotta (Kg/cm²) | Res. dinamica (Kg/cm²) | Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²) | Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²) |
|----------------|-----------|--|--------------------------------------|---------------------------|---|--|
| 0,30 | 9 | 0,853 | 62,60 | 73,42 | 3,13 | 3,67 |
| 0,60 | 10 | 0,847 | 64,04 | 75,61 | 3,20 | 3,78 |
| 0,90 | 3 | 0,842 | 19,09 | 22,68 | 0,95 | 1,13 |
| 1,20 | 2 | 0,836 | 12,65 | 15,12 | 0,63 | 0,76 |
| 1,50 | 3 | 0,831 | 17,57 | 21,14 | 0,88 | 1,06 |
| 1,80 | 6 | 0,826 | 34,93 | 42,27 | 1,75 | 2,11 |
| 2,10 | 6 | 0,822 | 34,73 | 42,27 | 1,74 | 2,11 |
| 2,40 | 7 | 0,817 | 37,73 | 46,17 | 1,89 | 2,31 |
| 2,70 | 7 | 0,813 | 37,53 | 46,17 | 1,88 | 2,31 |
| 3,00 | 7 | 0,809 | 37,34 | 46,17 | 1,87 | 2,31 |
| 3,30 | 9 | 0,805 | 44,90 | 55,80 | 2,25 | 2,79 |
| 3,60 | 11 | 0,801 | 54,62 | 68,20 | 2,73 | 3,41 |
| 3,90 | 4 | 0,797 | 19,77 | 24,80 | 0,99 | 1,24 |
| 4,20 | 14 | 0,744 | 60,90 | 81,89 | 3,04 | 4,09 |
| 4,50 | 10 | 0,790 | 46,23 | 58,49 | 2,31 | 2,92 |
| 4,80 | 13 | 0,737 | 56,05 | 76,04 | 2,80 | 3,80 |
| 5,10 | 11 | 0,784 | 47,74 | 60,89 | 2,39 | 3,04 |
| 5,40 | 12 | 0,781 | 51,88 | 66,43 | 2,59 | 3,32 |
| 5,70 | 15 | 0,728 | 60,47 | 83,04 | 3,02 | 4,15 |
| 6,00 | 14 | 0,725 | 53,37 | 73,56 | 2,67 | 3,68 |
| 6,30 | 13 | 0,723 | 49,38 | 68,31 | 2,47 | 3,42 |
| 6,60 | 10 | 0,770 | 40,48 | 52,54 | 2,02 | 2,63 |
| 6,90 | 10 | 0,768 | 38,40 | 50,00 | 1,92 | 2,50 |
| 7,20 | 10 | 0,766 | 38,28 | 50,00 | 1,91 | 2,50 |
| 7,50 | 12 | 0,763 | 45,81 | 60,00 | 2,29 | 3,00 |
| 7,80 | 14 | 0,711 | 47,49 | 66,77 | 2,37 | 3,34 |
| 8,10 | 13 | 0,709 | 43,97 | 62,00 | 2,20 | 3,10 |
| 8,40 | 16 | 0,707 | 53,97 | 76,31 | 2,70 | 3,82 |
| 8,70 | 16 | 0,705 | 51,45 | 72,94 | 2,57 | 3,65 |
| 9,00 | 12 | 0,753 | 41,22 | 54,71 | 2,06 | 2,74 |
| 9,30 | 16 | 0,702 | 51,18 | 72,94 | 2,56 | 3,65 |
| 9,60 | 12 | 0,750 | 39,29 | 52,40 | 1,96 | 2,62 |
| 9,90 | 13 | 0,698 | 39,63 | 56,76 | 1,98 | 2,84 |
| 10,20 | 16 | 0,697 | 48,66 | 69,86 | 2,43 | 3,49 |
| 10,50 | 15 | 0,695 | 43,67 | 62,84 | 2,18 | 3,14 |
| 10,80 | 16 | 0,693 | 46,48 | 67,03 | 2,32 | 3,35 |
| 11,10 | 20 | 0,692 | 57,96 | 83,79 | 2,90 | 4,19 |
| 11,40 | 20 | 0,690 | 55,58 | 80,52 | 2,78 | 4,03 |
| 11,70 | 30 | 0,639 | 77,15 | 120,78 | 3,86 | 6,04 |
| 12,00 | 30 | 0,637 | 76,96 | 120,78 | 3,85 | 6,04 |
| 12,30 | 30 | 0,636 | 73,90 | 116,25 | 3,70 | 5,81 |

| Prof. Strato (m) | NPDM | Rd (Kg/cm ²) | Tipo | Peso unità di volume (t/m ³) | Peso unità di volume saturo (t/m ³) | Tensione efficace (Kg/cm ²) | Coeff. di correlaz. con Nspt | Nspt | Descrizione |
|------------------|-------|--------------------------|----------------------|--|---|---|------------------------------|-------|-------------|
| 0,6 | 9,5 | 74,51 | Incoerente - coesivo | 1,99 | 2,19 | 0,06 | 1,13 | 10,77 | Livello 1 |
| 3,9 | 5,91 | 39,16 | Incoerente - coesivo | 1,85 | 1,89 | 0,42 | 1,13 | 6,7 | Livello 2 |
| 11,4 | 13,72 | 66,4 | Incoerente - coesivo | 2,07 | 2,28 | 1,51 | 1,13 | 15,56 | Livello 3 |
| 12,3 | 30 | 119,27 | Incoerente - coesivo | 2,25 | 2,5 | 2,38 | 1,13 | 34,02 | Livello 4 |

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2**TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Cu (Kg/cm ²) |
|-----------------|-------|------------------|---------------|--------------------------|
| [1] - Livello 1 | 10,77 | 0,60 | Terzaghi-Peck | 0,73 |
| [2] - Livello 2 | 6,7 | 3,90 | Terzaghi-Peck | 0,42 |
| [3] - Livello 3 | 15,56 | 11,40 | Terzaghi-Peck | 1,05 |
| [4] - Livello 4 | 34,02 | 12,30 | Terzaghi-Peck | 2,30 |

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Qc (Kg/cm ²) |
|-----------------|-------|------------------|------------------|--------------------------|
| [1] - Livello 1 | 10,77 | 0,60 | Robertson (1983) | 21,54 |
| [2] - Livello 2 | 6,7 | 3,90 | Robertson (1983) | 13,40 |
| [3] - Livello 3 | 15,56 | 11,40 | Robertson (1983) | 31,12 |
| [4] - Livello 4 | 34,02 | 12,30 | Robertson (1983) | 68,04 |

Modulo Edometrico

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Eed (Kg/cm ²) |
|-----------------|-------|------------------|------------------------|---------------------------|
| [1] - Livello 1 | 10,77 | 0,60 | Stroud e Butler (1975) | 49,41 |
| [2] - Livello 2 | 6,7 | 3,90 | Stroud e Butler (1975) | 30,74 |
| [3] - Livello 3 | 15,56 | 11,40 | Stroud e Butler (1975) | 71,39 |
| [4] - Livello 4 | 34,02 | 12,30 | Stroud e Butler (1975) | 156,08 |

Modulo di Young

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Ey (Kg/cm ²) |
|-----------------|-------|------------------|--------------|--------------------------|
| [1] - Livello 1 | 10,77 | 0,60 | Apollonia | 107,70 |
| [2] - Livello 2 | 6,7 | 3,90 | Apollonia | 67,00 |
| [3] - Livello 3 | 15,56 | 11,40 | Apollonia | 155,60 |
| [4] - Livello 4 | 34,02 | 12,30 | Apollonia | 340,20 |

Classificazione AGI

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Classificazione |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------|----------------------|
| [1] - Livello 1 | 10,77 | 0,60 | Classificaz. A.G.I. (1977) | CONSISTENTE |
| [2] - Livello 2 | 6,7 | 3,90 | Classificaz. A.G.I. (1977) | MODERAT. CONSISTENTE |
| [3] - Livello 3 | 15,56 | 11,40 | Classificaz. A.G.I. (1977) | MOLTO CONSISTENTE |
| [4] - Livello 4 | 34,02 | 12,30 | Classificaz. A.G.I. (1977) | ESTREM. CONSISTENTE |

Peso unità di volume

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Peso unità di volume (t/m³) |
|-----------------|-------|------------------|-------------------|-----------------------------|
| [1] - Livello 1 | 10,77 | 0,60 | Meyerhof ed altri | 1,99 |
| [2] - Livello 2 | 6,7 | 3,90 | Meyerhof ed altri | 1,85 |
| [3] - Livello 3 | 15,56 | 11,40 | Meyerhof ed altri | 2,07 |
| [4] - Livello 4 | 34,02 | 12,30 | Meyerhof ed altri | 2,25 |

Peso unità di volume saturo

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Peso unità di volume saturo (t/m³) |
|-----------------|-------|------------------|-------------------|------------------------------------|
| [1] - Livello 1 | 10,77 | 0,60 | Meyerhof ed altri | 2,19 |
| [2] - Livello 2 | 6,7 | 3,90 | Meyerhof ed altri | 1,89 |
| [3] - Livello 3 | 15,56 | 11,40 | Meyerhof ed altri | 2,28 |
| [4] - Livello 4 | 34,02 | 12,30 | Meyerhof ed altri | 2,50 |

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Densità relativa (%) |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|--------------------|----------------------|
| [1] - Livello 1 | 10,77 | 0,60 | 10,77 | Gibbs & Holtz 1957 | 41,65 |
| [2] - Livello 2 | 6,7 | 3,90 | 6,7 | Gibbs & Holtz 1957 | 24,68 |
| [3] - Livello 3 | 15,56 | 11,40 | 15,56 | Gibbs & Holtz 1957 | 28,35 |
| [4] - Livello 4 | 34,02 | 12,30 | 34,02 | Gibbs & Holtz 1957 | 37,3 |

Angolo di resistenza al taglio

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Angolo d'attrito (°) |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|---------------------|----------------------|
| [1] - Livello 1 | 10,77 | 0,60 | 10,77 | Shioi-Fukuni (1982) | 27,71 |
| [2] - Livello 2 | 6,7 | 3,90 | 6,7 | Shioi-Fukuni (1982) | 25,02 |
| [3] - Livello 3 | 15,56 | 11,40 | 15,56 | Shioi-Fukuni (1982) | 30,28 |
| [4] - Livello 4 | 34,02 | 12,30 | 34,02 | Shioi-Fukuni (1982) | 37,59 |

Modulo di Young

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Modulo di Young (Kg/cm²) |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|---------------|--------------------------|
| [1] - Livello 1 | 10,77 | 0,60 | 10,77 | Bowles (1982) | 50,31 |
| [2] - Livello 2 | 6,7 | 3,90 | 6,7 | Bowles (1982) | 38,10 |
| [3] - Livello 3 | 15,56 | 11,40 | 15,56 | Bowles (1982) | 64,68 |
| [4] - Livello 4 | 34,02 | 12,30 | 34,02 | Bowles (1982) | 120,06 |

Modulo Edometrico

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Modulo Edometrico (Kg/cm ²) |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|-----------------|---|
| [1] - Livello 1 | 10,77 | 0,60 | 10,77 | Begemann (1974) | 49,59 |
| [2] - Livello 2 | 6,7 | 3,90 | 6,7 | Begemann (1974) | 41,23 |
| [3] - Livello 3 | 15,56 | 11,40 | 15,56 | Begemann (1974) | 59,43 |
| [4] - Livello 4 | 34,02 | 12,30 | 34,02 | Begemann (1974) | 97,34 |

Classificazione AGI

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Classificazione AGI |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| [1] - Livello 1 | 10,77 | 0,60 | 10,77 | Classificazione A.G.I. 1977 | MODERATAMENTE ADDENSATO |
| [2] - Livello 2 | 6,7 | 3,90 | 6,7 | Classificazione A.G.I. 1977 | POCO ADDENSATO |
| [3] - Livello 3 | 15,56 | 11,40 | 15,56 | Classificazione A.G.I. 1977 | MODERATAMENTE ADDENSATO |
| [4] - Livello 4 | 34,02 | 12,30 | 34,02 | Classificazione A.G.I. 1977 | ADDENSATO |

Peso unità di volume

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Gamma (t/m ³) |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------------|
| [1] - Livello 1 | 10,77 | 0,60 | 10,77 | Meyerhof ed altri | 1,76 |
| [2] - Livello 2 | 6,7 | 3,90 | 6,7 | Meyerhof ed altri | 1,61 |
| [3] - Livello 3 | 15,56 | 11,40 | 15,56 | Meyerhof ed altri | 1,89 |
| [4] - Livello 4 | 34,02 | 12,30 | 34,02 | Meyerhof ed altri | 2,17 |

Peso unità di volume saturo

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Gamma Saturo (t/m ³) |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| [1] - Livello 1 | 10,77 | 0,60 | 10,77 | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 1,92 |
| [2] - Livello 2 | 6,7 | 3,90 | 6,7 | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 1,90 |
| [3] - Livello 3 | 15,56 | 11,40 | 15,56 | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 1,95 |
| [4] - Livello 4 | 34,02 | 12,30 | 34,02 | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 2,50 |

Modulo di Poisson

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Poisson |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|--------------|---------|
| [1] - Livello 1 | 10,77 | 0,60 | 10,77 | (A.G.I.) | 0,33 |
| [2] - Livello 2 | 6,7 | 3,90 | 6,7 | (A.G.I.) | 0,34 |
| [3] - Livello 3 | 15,56 | 11,40 | 15,56 | (A.G.I.) | 0,32 |
| [4] - Livello 4 | 34,02 | 12,30 | 34,02 | (A.G.I.) | 0,29 |

Modulo di deformazione a taglio dinamico

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | G (Kg/cm ²) |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| [1] - Livello 1 | 10,77 | 0,60 | 10,77 | Robertson e Campanella (1983) | 534,06 |
| [2] - Livello 2 | 6,7 | 3,90 | 6,7 | Robertson e Campanella (1983) | 399,61 |
| [3] - Livello 3 | 15,56 | 11,40 | 15,56 | Robertson e Campanella (1983) | 668,69 |
| [4] - Livello 4 | 34,02 | 12,30 | 34,02 | Robertson e Campanella (1983) | 1078,45 |

Modulo di reazione Ko

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Ko |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|------------------|------|
| [1] - Livello 1 | 10,77 | 0,60 | 10,77 | Navfac 1971-1982 | 2,27 |
| [2] - Livello 2 | 6,7 | 3,90 | 6,7 | Navfac 1971-1982 | 1,38 |
| [3] - Livello 3 | 15,56 | 11,40 | 15,56 | Navfac 1971-1982 | 3,23 |
| [4] - Livello 4 | 34,02 | 12,30 | 34,02 | Navfac 1971-1982 | 6,15 |

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Qc (Kg/cm ²) |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|----------------|--------------------------|
| [1] - Livello 1 | 10,77 | 0,60 | 10,77 | Robertson 1983 | 21,54 |
| [2] - Livello 2 | 6,7 | 3,90 | 6,7 | Robertson 1983 | 13,40 |
| [3] - Livello 3 | 15,56 | 11,40 | 15,56 | Robertson 1983 | 31,12 |
| [4] - Livello 4 | 34,02 | 12,30 | 34,02 | Robertson 1983 | 68,04 |

*Foto 4: Penetrometrica superpesante effettuata con Pagani 63/200*

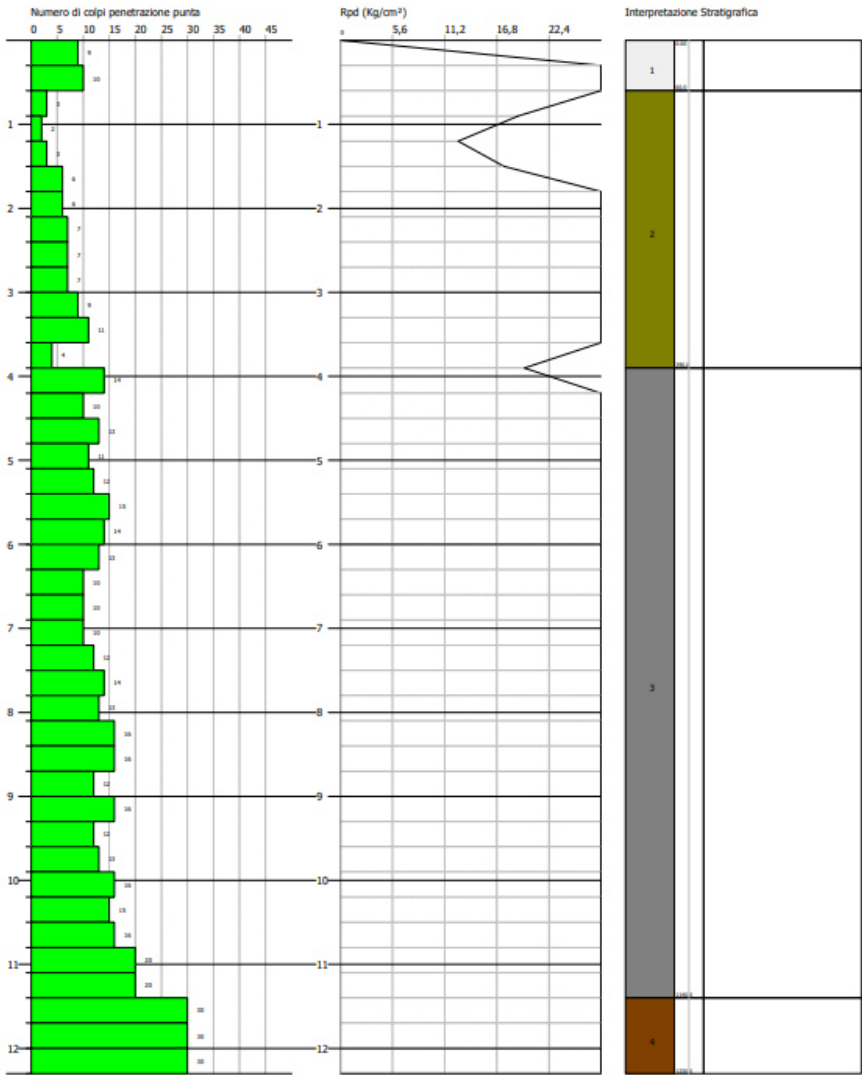


Foto 5: Diagramma Nspt.

PROVA PENETROMETRICA Nr. 3

Strumento utilizzato... SCPT TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 28/06/2024
Profondità prova 10,50 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

| Profondità (m) | Nr. Colpi | Calcolo coeff. riduzione sonda Chi | Res. dinamica ridotta (Kg/cm²) | Res. dinamica (Kg/cm²) | Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²) | Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²) |
|----------------|-----------|--|--------------------------------------|---------------------------|---|--|
| 0,30 | 8 | 0,853 | 55,65 | 65,26 | 2,78 | 3,26 |
| 0,60 | 7 | 0,847 | 44,83 | 52,92 | 2,24 | 2,65 |
| 0,90 | 8 | 0,842 | 50,90 | 60,49 | 2,55 | 3,02 |
| 1,20 | 4 | 0,836 | 25,29 | 30,24 | 1,26 | 1,51 |
| 1,50 | 4 | 0,831 | 23,42 | 28,18 | 1,17 | 1,41 |
| 1,80 | 5 | 0,826 | 29,11 | 35,23 | 1,46 | 1,76 |
| 2,10 | 5 | 0,822 | 28,94 | 35,23 | 1,45 | 1,76 |
| 2,40 | 6 | 0,817 | 32,34 | 39,57 | 1,62 | 1,98 |
| 2,70 | 7 | 0,813 | 37,53 | 46,17 | 1,88 | 2,31 |
| 3,00 | 7 | 0,809 | 37,34 | 46,17 | 1,87 | 2,31 |
| 3,30 | 9 | 0,805 | 44,90 | 55,80 | 2,25 | 2,79 |
| 3,60 | 9 | 0,801 | 44,69 | 55,80 | 2,23 | 2,79 |
| 3,90 | 9 | 0,797 | 44,48 | 55,80 | 2,22 | 2,79 |
| 4,20 | 11 | 0,794 | 51,07 | 64,34 | 2,55 | 3,22 |
| 4,50 | 8 | 0,790 | 36,98 | 46,79 | 1,85 | 2,34 |
| 4,80 | 9 | 0,787 | 41,43 | 52,64 | 2,07 | 2,63 |
| 5,10 | 9 | 0,784 | 39,06 | 49,82 | 1,95 | 2,49 |
| 5,40 | 8 | 0,781 | 34,59 | 44,29 | 1,73 | 2,21 |
| 5,70 | 13 | 0,728 | 52,40 | 71,96 | 2,62 | 3,60 |
| 6,00 | 12 | 0,775 | 48,89 | 63,05 | 2,44 | 3,15 |
| 6,30 | 10 | 0,773 | 40,61 | 52,54 | 2,03 | 2,63 |
| 6,60 | 9 | 0,770 | 36,43 | 47,29 | 1,82 | 2,36 |
| 6,90 | 11 | 0,768 | 42,24 | 55,00 | 2,11 | 2,75 |
| 7,20 | 11 | 0,766 | 42,11 | 55,00 | 2,11 | 2,75 |
| 7,50 | 15 | 0,713 | 53,51 | 75,00 | 2,68 | 3,75 |
| 7,80 | 15 | 0,711 | 50,89 | 71,54 | 2,54 | 3,58 |
| 8,10 | 8 | 0,759 | 28,97 | 38,15 | 1,45 | 1,91 |
| 8,40 | 11 | 0,757 | 39,73 | 52,46 | 1,99 | 2,62 |
| 8,70 | 11 | 0,755 | 37,88 | 50,15 | 1,89 | 2,51 |
| 9,00 | 14 | 0,703 | 44,90 | 63,82 | 2,24 | 3,19 |
| 9,30 | 15 | 0,702 | 47,98 | 68,38 | 2,40 | 3,42 |
| 9,60 | 20 | 0,700 | 61,12 | 87,33 | 3,06 | 4,37 |
| 9,90 | 20 | 0,698 | 60,98 | 87,33 | 3,05 | 4,37 |
| 10,20 | 25 | 0,647 | 70,58 | 109,16 | 3,53 | 5,46 |
| 10,50 | 35 | 0,595 | 87,24 | 146,63 | 4,36 | 7,33 |

| Prof. Strato (m) | NPDM | Rd (Kg/cm ²) | Tipo | Peso unità di volume (t/m ³) | Peso unità di volume saturo (t/m ³) | Tensione efficace (Kg/cm ²) | Coeff. di correlaz. con Nspt | Nspt | Descrizione |
|------------------|-------|--------------------------|----------------------|--|---|---|------------------------------|-------|-------------|
| 0,9 | 7,67 | 59,56 | Incoerente - coesivo | 1,93 | 2,12 | 0,09 | 1,13 | 8,7 | Livello 1 |
| 3,9 | 6,5 | 42,82 | Incoerente - coesivo | 1,87 | 1,9 | 0,45 | 1,13 | 7,37 | Livello 2 |
| 9,3 | 11,11 | 56,79 | Incoerente - coesivo | 2,03 | 2,23 | 1,28 | 1,13 | 12,6 | Livello 3 |
| 10,5 | 25 | 107,61 | Incoerente - coesivo | 2,14 | 2,32 | 1,96 | 1,13 | 28,35 | Livello 4 |

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3**TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Cu (Kg/cm ²) |
|-----------------|-------|------------------|---------------|--------------------------|
| [1] - Livello 1 | 8,7 | 0,90 | Terzaghi-Peck | 0,59 |
| [2] - Livello 2 | 7,37 | 3,90 | Terzaghi-Peck | 0,46 |
| [3] - Livello 3 | 12,6 | 9,30 | Terzaghi-Peck | 0,85 |
| [4] - Livello 4 | 28,35 | 10,50 | Terzaghi-Peck | 1,91 |

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Qc (Kg/cm ²) |
|-----------------|-------|------------------|------------------|--------------------------|
| [1] - Livello 1 | 8,7 | 0,90 | Robertson (1983) | 17,40 |
| [2] - Livello 2 | 7,37 | 3,90 | Robertson (1983) | 14,74 |
| [3] - Livello 3 | 12,6 | 9,30 | Robertson (1983) | 25,20 |
| [4] - Livello 4 | 28,35 | 10,50 | Robertson (1983) | 56,70 |

Modulo Edometrico

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Eed (Kg/cm ²) |
|-----------------|-------|------------------|------------------------|---------------------------|
| [1] - Livello 1 | 8,7 | 0,90 | Stroud e Butler (1975) | 39,92 |
| [2] - Livello 2 | 7,37 | 3,90 | Stroud e Butler (1975) | 33,81 |
| [3] - Livello 3 | 12,6 | 9,30 | Stroud e Butler (1975) | 57,81 |
| [4] - Livello 4 | 28,35 | 10,50 | Stroud e Butler (1975) | 130,07 |

Modulo di Young

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Ey (Kg/cm ²) |
|-----------------|-------|------------------|--------------|--------------------------|
| [1] - Livello 1 | 8,7 | 0,90 | Apollonia | 87,00 |
| [2] - Livello 2 | 7,37 | 3,90 | Apollonia | 73,70 |
| [3] - Livello 3 | 12,6 | 9,30 | Apollonia | 126,00 |
| [4] - Livello 4 | 28,35 | 10,50 | Apollonia | 283,50 |

Classificazione AGI

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Classificazione |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------|----------------------|
| [1] - Livello 1 | 8,7 | 0,90 | Classificaz. A.G.I. (1977) | CONSISTENTE |
| [2] - Livello 2 | 7,37 | 3,90 | Classificaz. A.G.I. (1977) | MODERAT. CONSISTENTE |
| [3] - Livello 3 | 12,6 | 9,30 | Classificaz. A.G.I. (1977) | CONSISTENTE |
| [4] - Livello 4 | 28,35 | 10,50 | Classificaz. A.G.I. (1977) | MOLTO CONSISTENTE |

Peso unità di volume

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Peso unità di volume (t/m³) |
|-----------------|-------|------------------|-------------------|-----------------------------|
| [1] - Livello 1 | 8,7 | 0,90 | Meyerhof ed altri | 1,93 |
| [2] - Livello 2 | 7,37 | 3,90 | Meyerhof ed altri | 1,87 |
| [3] - Livello 3 | 12,6 | 9,30 | Meyerhof ed altri | 2,03 |
| [4] - Livello 4 | 28,35 | 10,50 | Meyerhof ed altri | 2,14 |

Peso unità di volume saturo

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Correlazione | Peso unità di volume saturo (t/m³) |
|-----------------|-------|------------------|-------------------|------------------------------------|
| [1] - Livello 1 | 8,7 | 0,90 | Meyerhof ed altri | 2,12 |
| [2] - Livello 2 | 7,37 | 3,90 | Meyerhof ed altri | 1,90 |
| [3] - Livello 3 | 12,6 | 9,30 | Meyerhof ed altri | 2,23 |
| [4] - Livello 4 | 28,35 | 10,50 | Meyerhof ed altri | 2,32 |

TERRENI INCOERENT I**Densità relativa**

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Densità relativa (%) |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|--------------------|----------------------|
| [1] - Livello 1 | 8,7 | 0,90 | 8,7 | Gibbs & Holtz 1957 | 36,3 |
| [2] - Livello 2 | 7,37 | 3,90 | 7,37 | Gibbs & Holtz 1957 | 26,04 |
| [3] - Livello 3 | 12,6 | 9,30 | 12,6 | Gibbs & Holtz 1957 | 26,34 |
| [4] - Livello 4 | 28,35 | 10,50 | 28,35 | Gibbs & Holtz 1957 | 36,72 |

Angolo di resistenza al taglio

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Angolo d'attrito (°) |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|---------------------|----------------------|
| [1] - Livello 1 | 8,7 | 0,90 | 8,7 | Shioi-Fukuni (1982) | 26,42 |
| [2] - Livello 2 | 7,37 | 3,90 | 7,37 | Shioi-Fukuni (1982) | 25,51 |
| [3] - Livello 3 | 12,6 | 9,30 | 12,6 | Shioi-Fukuni (1982) | 28,75 |
| [4] - Livello 4 | 28,35 | 10,50 | 28,35 | Shioi-Fukuni (1982) | 35,62 |

Modulo di Young

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Modulo di Young (Kg/cm²) |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|---------------|--------------------------|
| [1] - Livello 1 | 8,7 | 0,90 | 8,7 | Bowles (1982) | 44,10 |
| [2] - Livello 2 | 7,37 | 3,90 | 7,37 | Bowles (1982) | 40,11 |
| [3] - Livello 3 | 12,6 | 9,30 | 12,6 | Bowles (1982) | 55,80 |
| [4] - Livello 4 | 28,35 | 10,50 | 28,35 | Bowles (1982) | 103,05 |

Modulo Edometrico

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Modulo Edometrico (Kg/cm ²) |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|-----------------|---|
| [1] - Livello 1 | 8,7 | 0,90 | 8,7 | Begemann (1974) | 45,33 |
| [2] - Livello 2 | 7,37 | 3,90 | 7,37 | Begemann (1974) | 42,60 |
| [3] - Livello 3 | 12,6 | 9,30 | 12,6 | Begemann (1974) | 53,35 |
| [4] - Livello 4 | 28,35 | 10,50 | 28,35 | Begemann (1974) | 85,70 |

Classificazione AGI

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Classificazione AGI |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| [1] - Livello 1 | 8,7 | 0,90 | 8,7 | Classificazione A.G.I. 1977 | POCO ADDENSATO |
| [2] - Livello 2 | 7,37 | 3,90 | 7,37 | Classificazione A.G.I. 1977 | POCO ADDENSATO |
| [3] - Livello 3 | 12,6 | 9,30 | 12,6 | Classificazione A.G.I. 1977 | MODERATAMENTE ADDENSATO |
| [4] - Livello 4 | 28,35 | 10,50 | 28,35 | Classificazione A.G.I. 1977 | MODERATAMENTE ADDENSATO |

Peso unità di volume

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Gamma (t/m ³) |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------------|
| [1] - Livello 1 | 8,7 | 0,90 | 8,7 | Meyerhof ed altri | 1,68 |
| [2] - Livello 2 | 7,37 | 3,90 | 7,37 | Meyerhof ed altri | 1,63 |
| [3] - Livello 3 | 12,6 | 9,30 | 12,6 | Meyerhof ed altri | 1,81 |
| [4] - Livello 4 | 28,35 | 10,50 | 28,35 | Meyerhof ed altri | 2,12 |

Peso unità di volume saturo

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Gamma Saturo (t/m ³) |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| [1] - Livello 1 | 8,7 | 0,90 | 8,7 | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 1,91 |
| [2] - Livello 2 | 7,37 | 3,90 | 7,37 | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 1,90 |
| [3] - Livello 3 | 12,6 | 9,30 | 12,6 | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 1,93 |
| [4] - Livello 4 | 28,35 | 10,50 | 28,35 | Terzaghi-Peck 1948-1967 | 2,50 |

Modulo di Poisson

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Poisson |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|--------------|---------|
| [1] - Livello 1 | 8,7 | 0,90 | 8,7 | (A.G.I.) | 0,34 |
| [2] - Livello 2 | 7,37 | 3,90 | 7,37 | (A.G.I.) | 0,34 |
| [3] - Livello 3 | 12,6 | 9,30 | 12,6 | (A.G.I.) | 0,33 |
| [4] - Livello 4 | 28,35 | 10,50 | 28,35 | (A.G.I.) | 0,3 |

Modulo di deformazione a taglio dinamico

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | G (Kg/cm ²) |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| [1] - Livello 1 | 8,7 | 0,90 | 8,7 | Robertson e Campanella (1983) | 468,77 |
| [2] - Livello 2 | 7,37 | 3,90 | 7,37 | Robertson e Campanella (1983) | 423,58 |
| [3] - Livello 3 | 12,6 | 9,30 | 12,6 | Robertson e Campanella (1983) | 587,81 |
| [4] - Livello 4 | 28,35 | 10,50 | 28,35 | Robertson e Campanella (1983) | 964,76 |

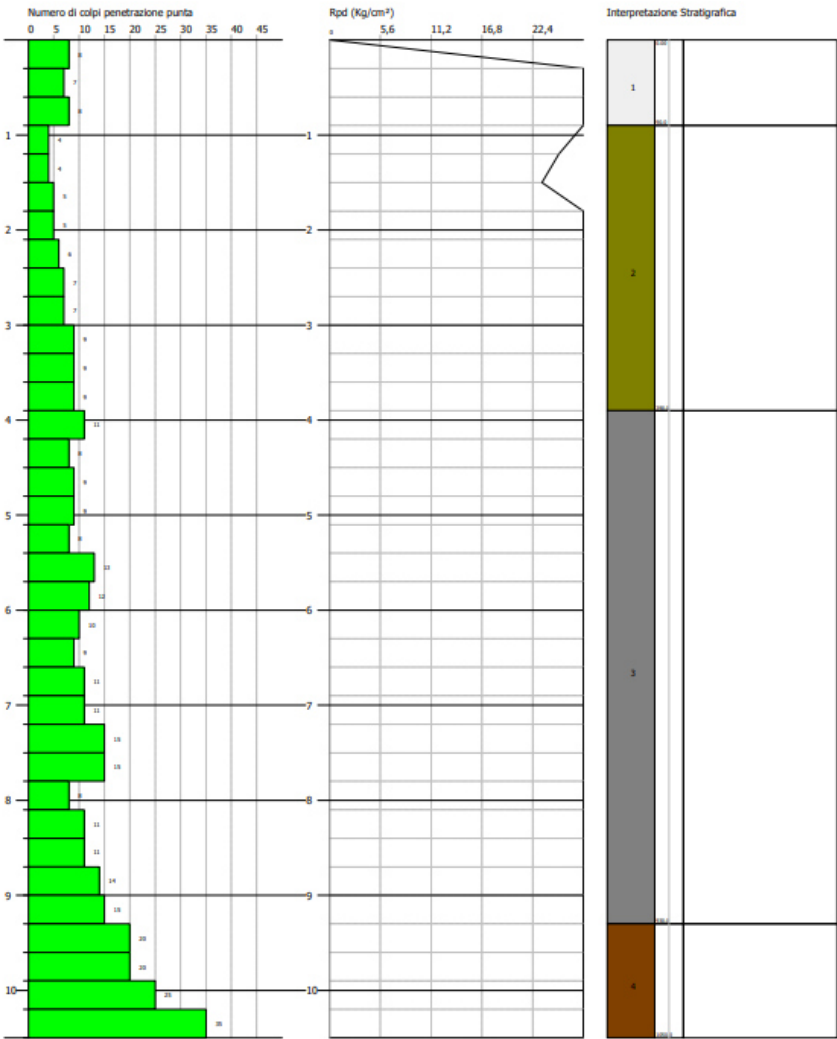
Modulo di reazione Ko

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Ko |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|------------------|------|
| [1] - Livello 1 | 8,7 | 0,90 | 8,7 | Navfac 1971-1982 | 1,82 |
| [2] - Livello 2 | 7,37 | 3,90 | 7,37 | Navfac 1971-1982 | 1,53 |
| [3] - Livello 3 | 12,6 | 9,30 | 12,6 | Navfac 1971-1982 | 2,65 |
| [4] - Livello 4 | 28,35 | 10,50 | 28,35 | Navfac 1971-1982 | 5,38 |

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

| Descrizione | Nspt | Prof. Strato (m) | Nspt corretto per presenza falda | Correlazione | Qc (Kg/cm ²) |
|-----------------|-------|------------------|----------------------------------|----------------|--------------------------|
| [1] - Livello 1 | 8,7 | 0,90 | 8,7 | Robertson 1983 | 17,40 |
| [2] - Livello 2 | 7,37 | 3,90 | 7,37 | Robertson 1983 | 14,74 |
| [3] - Livello 3 | 12,6 | 9,30 | 12,6 | Robertson 1983 | 25,20 |
| [4] - Livello 4 | 28,35 | 10,50 | 28,35 | Robertson 1983 | 56,70 |

*Foto 6: Penetrometrica superpesante effettuata con Pagani 63/200*



INDAGINE SISMICA ATTIVA MASW

Caratteristiche strumentali e geometria dello stendimento

La strumentazione utilizzata è costituita da un sismografo multicanale PASI mod.16S24-U, dalle caratteristiche tecniche di seguito specificate:

- risoluzione a 24bit
- capacità di campionamento (sampling time) del segnale da 125 μ S a 2 mS
- tempo di registrazione da 32 mS a 65,536 S
- delay time da 0 a 8000 mS con passo di 1 mS
- inversione di polarità dei geofoni
- geofoni verticali da 4,5 Hz di periodo proprio
- massa battente pesante da 10Kg

La geometria dello stendimento è stata programmata cercando un giusto compromesso tra la necessità di investigare le zone d'interesse, le difficoltà logistiche, le profondità massime da esplorare e la risoluzione del metodo.

La configurazione dello stendimento e dell'esecuzione della indagine sismica attiva è:

- Distanza intergeofonica 2 m (23 geofoni) quindi 46 m totali con il primo geofono a 0m;
- **MASW** n.3 energizzazioni ad offset (Sx e Dx) a 1m, 3 m, 5 m - Totale 6 energizzazioni
- Passo di campionamento pari a 500 us - 2000 Hz;
- Tempo di acquisizione delle tracce sismiche di 2000 ms.



Foto 8: stendimento sismico per indagine tipo MASW.

RAPPORTO D'INDAGINE MASW

Dati sperimentali

Numero di ricevitori.....24

Distanza tra i sensori:2.0 m

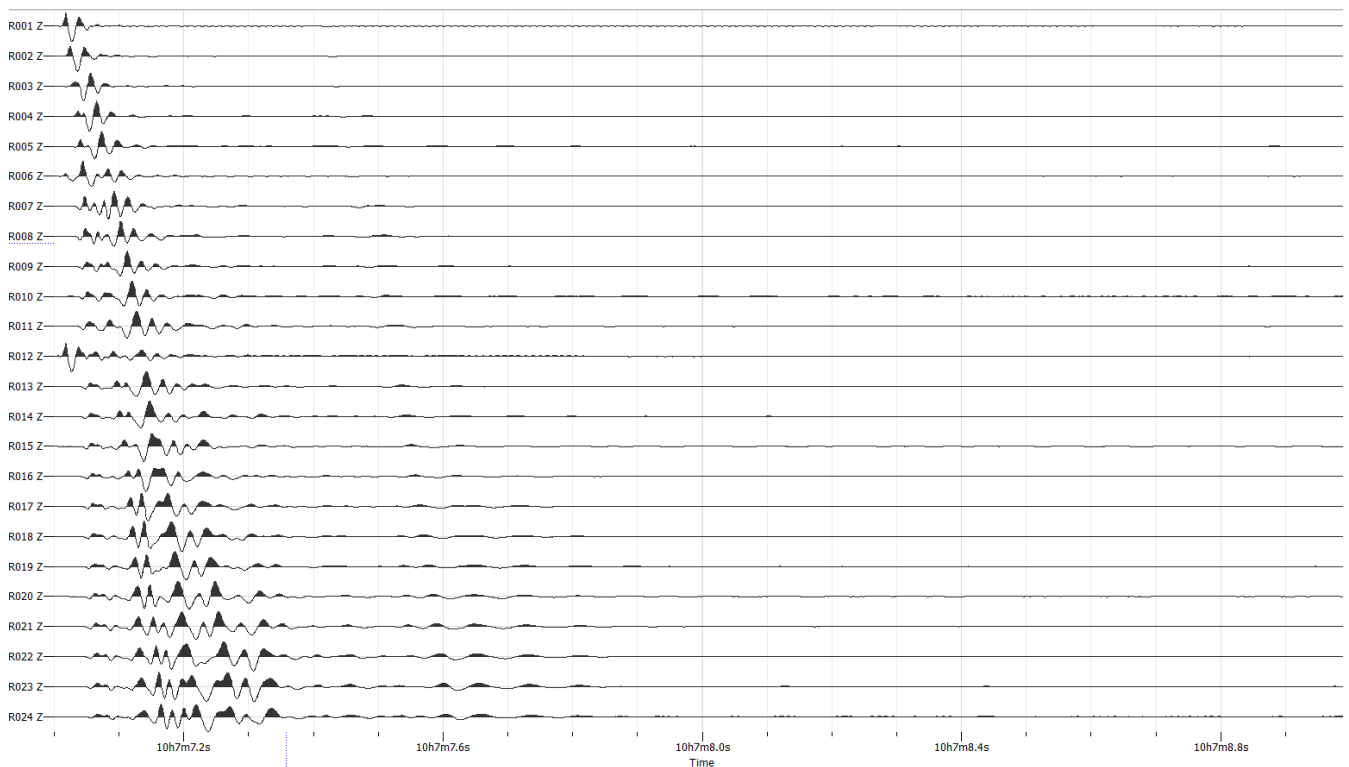


Figura 9: segnale della registrazione shoot -5.00 metri.

Risultati delle analisi e curva di dispersione

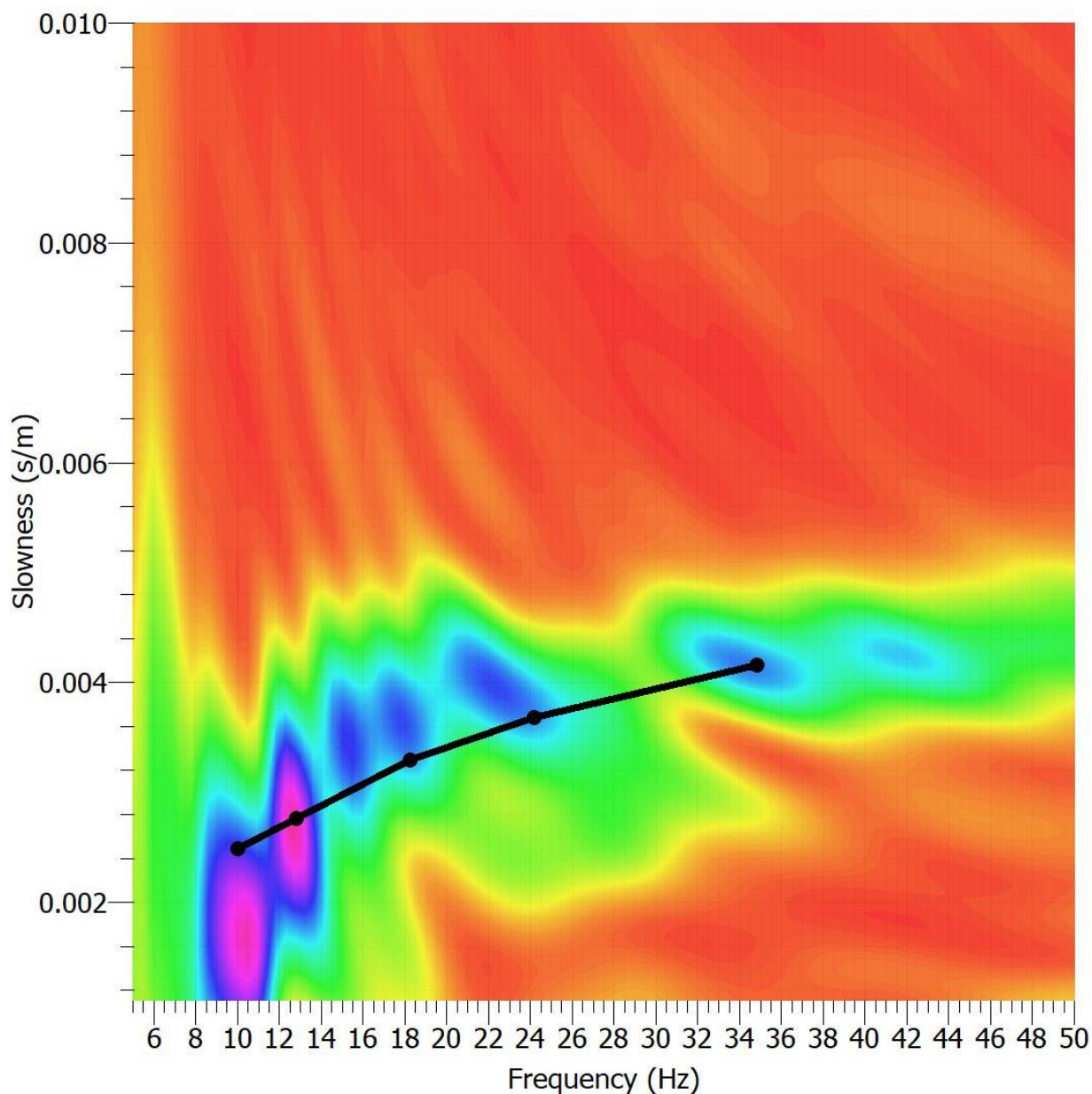


Figura 10: Curva di Dispersione rispetto i ritardi. In nero il picking effettuato

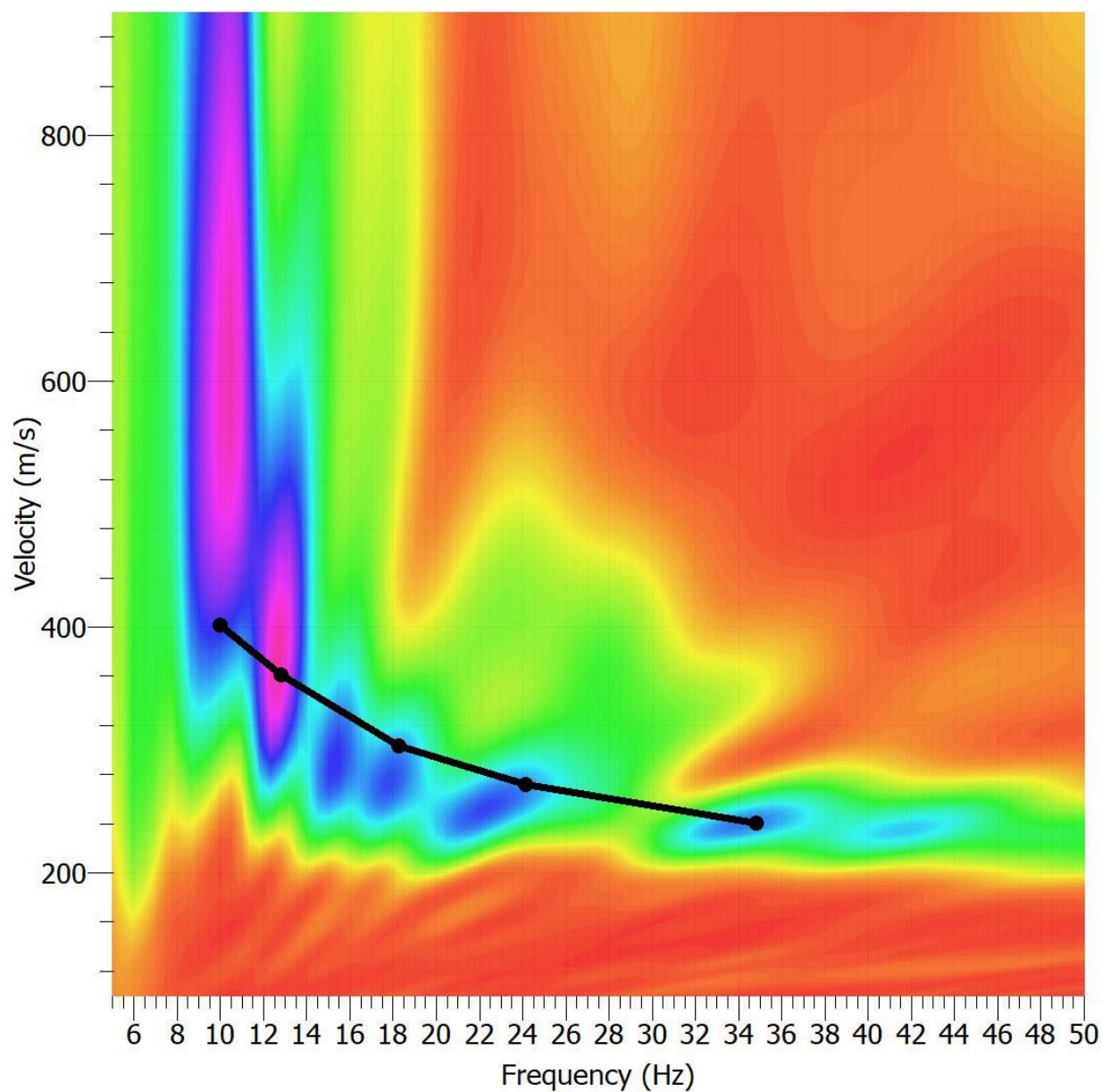


Figura 11: Curva di Dispersione rispetto le velocità. In nero il picking effettuato

Elaborazione

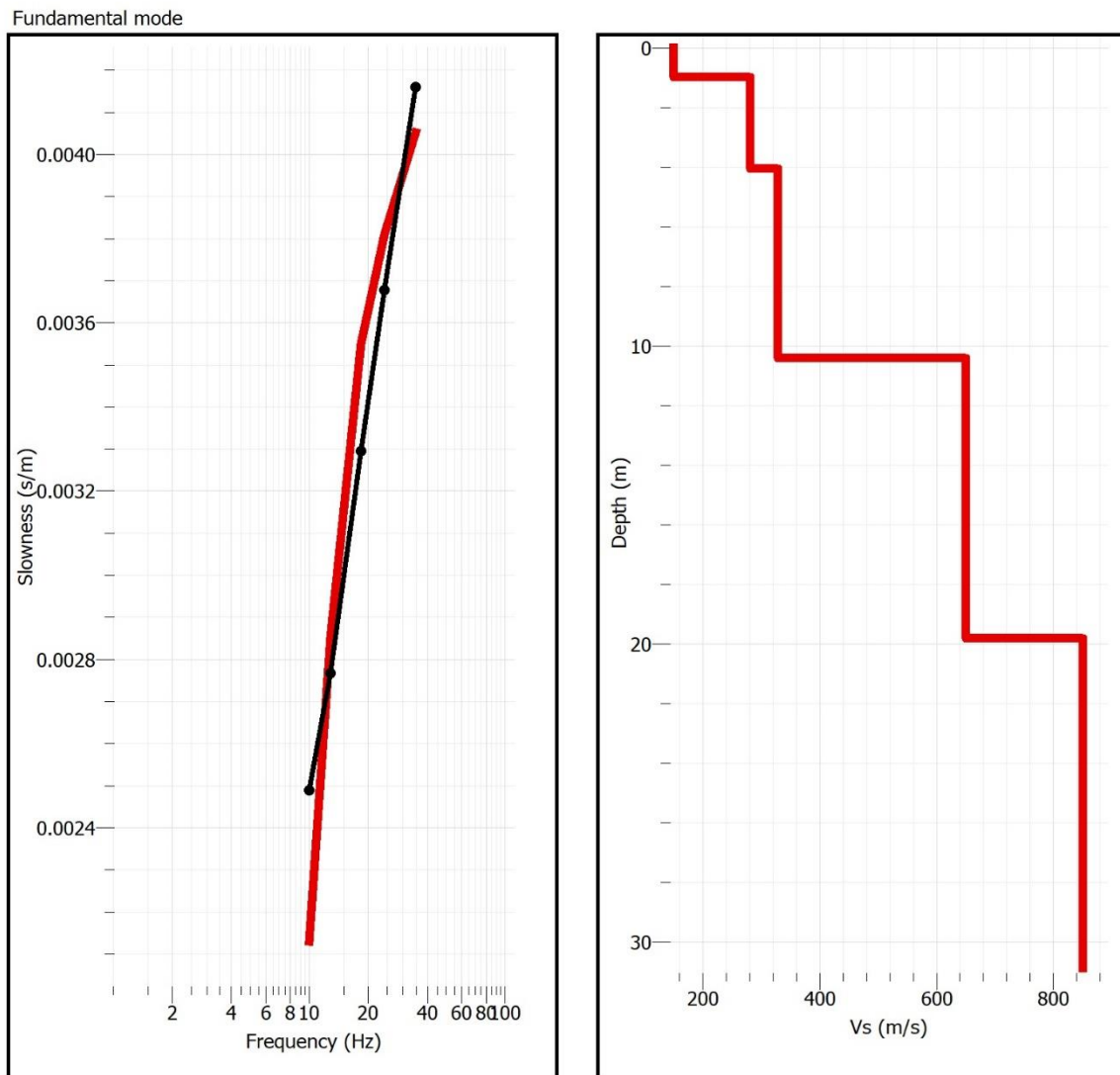


Figura 12: a sinistra è rappresentata la sismostratigrafia ottenuta, mentre a destra inversione rispetto i ritardi.

| Sismostrato | Profondità | | Spessore | Vs (m/s) |
|-------------|------------|-------|----------|----------|
| 1 | 0 | 1.17 | 1.17 | 150 |
| 2 | 1.17 | 4.05 | 2.88 | 270 |
| 3 | 4.05 | 10.57 | 6.52 | 330 |
| 4 | 10.57 | 20.03 | 9.46 | 640 |
| 5 | 20.03 | --- | --- | 849 |

Vs risultante = 378 m/s

INDAGINE SISMICA PASSIVA HVSR

RAPPORTO D'INDAGINE HVSR-1

Instrument: TEP-0136/01-11

Data format: 16 bit

Full scale [mV]: 51

Start recording: 26/06/2024 10:14:50 End recording: 26/06/2024 10:30:50

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h16'00". Analyzed 65% trace (manual window selection)

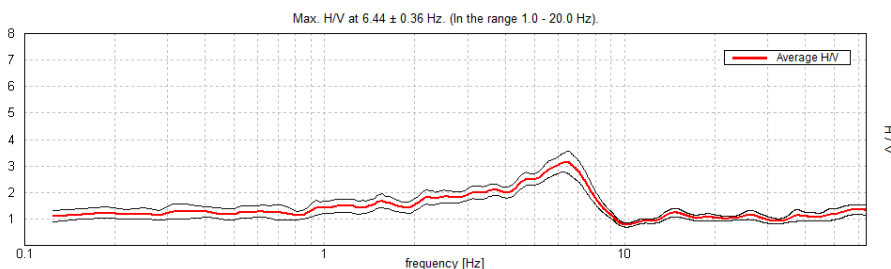
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

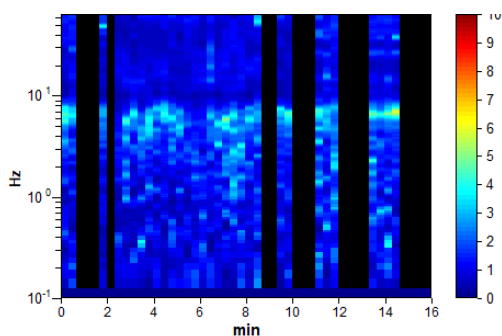
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

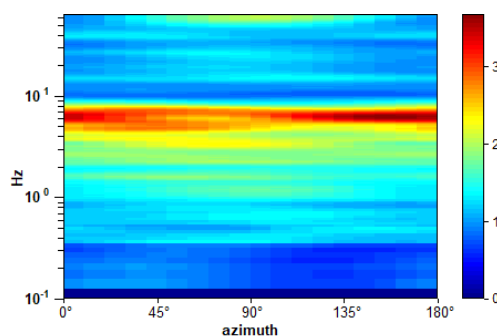
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



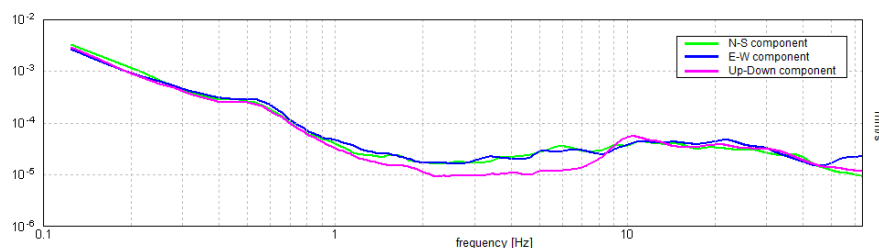
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



Max. H/V at 6.44 ± 0.36 Hz (in the range 1.0 - 20.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

| | | | |
|--|-----------------------------|----|--|
| $f_0 > 10 / L_w$ | $6.44 > 0.50$ | OK | |
| $n_c(f_0) > 200$ | $3991.3 > 200$ | OK | |
| $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$ | Exceeded 0 out of 310 times | OK | |

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

| | | | |
|---|---------------------|----|----|
| Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$ | 2.0 Hz | OK | |
| Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$ | 8.281 Hz | OK | |
| $A_0 > 2$ | $3.14 > 2$ | OK | |
| $f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | $ 0.05613 < 0.05$ | | NO |
| $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ | $0.36135 < 0.32188$ | | NO |
| $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ | $0.411 < 1.58$ | OK | |

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

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

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



Figura 13 Tromografo in fase di registrazione (HVS-1)

DEFINIZIONE DEL TIPO DI SUOLO

La nuova normativa sismica italiana DM 17/01/2018 “Norme tecniche per le Costruzioni” definiscono l’azione sismica di progetto, in assenza di analisi specifiche, sulla base della zona sismica di base e della categoria di sottosuolo del sito (stralcio NTC 2018).

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad [3.2.1]$$

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 le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell’opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

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.

Le categorie di sottosuolo che permettono l’utilizzo dell’approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

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

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|-----------|--|
| A | Annessi 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. |
| B | 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. |
| 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. |
| D | Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s. |
| E | Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m. |

Essendo stato rilevato substrato sismico entro i 30 m di profondità è stato effettuato un calcolo della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio entro 20,03 m di profondità:

La V_s risulta essere:

378 m/s

La misura sismica passiva HVSR ha evidenziato un picco di amplificazione definito a circa 5 Hz/ 8 Hz.

Ascoli Piceno, luglio 2024