COMUNE DI FANO

Provincia di Pesaro e Urbino

PIANO DI RECUPERO DI INIZIATIVA PRIVATA

DI PALAZZO ZAGARELLI, OGGI BORGOGELLI AVVEDUTI, SITO IN FANO, VIA SAN FRANCESCO D'ASSISI, N°68 IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL CENTRO STORICO

RICHIEDENTE:
FONDAZIONE CASSA DI RISPARMIO DI FANO

Fondazione Cassa di Risparmio di Fano

Ottobre 2018

RELAZIONE GEOLOGICA

12

PROGETTO: GEOLOGO CARLO CENCIONI
Via II Strada n. 6/A - 61032 FANO (PU)
Tel. 3355862863 E-mail: carlo@iglenesicurezza.com

OPERA DELL'INGEGNO – RIPRODUZIONE VIETATA OGNI DIRITTO RISERVATO – ART. 99 L. 633/41

INDICE

1. PREMESSA 3

1.1 INTRODUZIONE 4

1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 5

2. GEOLOGIA – GEOMORFOLOGIA – IDROLOGIA 7

3. STABILITÀ GENERALE DELL'AREA 8

3.1 VERIFICA PAI (AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE) 8

4. STRATIGRAFIA 9

4.1 VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA 10

5. CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEI TERRENI DI FONDAZIONE 13

6. SISMICITÀ 14

6.1 ZONE SISMICHE 14

6.2 AZIONE SISMICA 16

7. CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE 17

8. RISULTATI DELL'INDAGINE ESEGUITA 19

9. LIQUEFAZIONE 26

10 COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO "K" (TERRENO ALLA WINKLER) 28

11. CONCLUSIONI 28

ALLEGATI 30

1. PREMESSA

La presente relazione geologico tecnica è stata realizzata su incarico della FONDAZIONE CASSA DI RISPARMIO DI FANO con lo scopo di verificare la situazione litologico-stratigrafica e di individuare le caratteristiche geomeccaniche dei terreni di fondazione di di Palazzo Zagarelli, oggi Borgogelli Avveduti.

La struttura di cui trattasi è un fabbricato storico situato in prossimità del Comune di Fano, i piani terra e primo occupano tutta l'area di sedime del fabbricato, il piano secondo ha una superficie molto inferiore rispetto ai piani sottostanti ed attualmente ospita cinque ambienti (due salotti, una camera, un bagno ed una cucina), il piano terzo ha un'estensione ancora inferiore ed ospita unicamente due ripostigli, il fabbricato ha anche un piano interrato sul lato di via San Francesco, l'interrato ha un'estensione inferiore al 50% del piano terra.

Il Piano di Recupero prevede il riuso e la riqualificazione dell'immobile al fine di destinarlo a museo, sala convegni e per la realizzazione di locali e ambienti da concedere in uso alle associazioni artistiche e culturali presenti sul territorio.

Per la definizione della categoria di sottosuolo il giorno 03/10/2018 è stata eseguita una prova sismica per rilevare i valori della velocità equivalente Vs30 di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 metri di profondità, la prova è eseguita con la tecnica dei rapporti spettrali HVSR (tromino).

Per la caratterizzazione geognostica si utilizzano invece i dati raccolti mediante una campagna geognostica composta da due prove penetrometriche dinamiche eseguite tramite PENETROMETRO DINAMICO Deep Drill DM-30 G spinte a profondità massima pari a 9,8 mt dall'attuale piano campagna, in particolare la prova n. 1 è stata spinta alla profondità di 5,8 mt e la n. 2 alla profondità di 9,8 mt.

I dati rilevati sono stati integrati con i dati bibliografici disponibile (Carta Geologica d'Italia)

Le ubicazioni delle indagini eseguite sono riportate nell'allegata planimetria.

Verranno di seguito riportate le caratteristiche geomeccaniche e di risposta sismica dei terreni di fondazione ricostruite in base ai risultati della campagna geognostica e della prova sismica eseguita.

1.1 INTRODUZIONE

Con l'entrata in vigore delle Nuove Norme Tecniche D.M.I. 14.01.2018 la progettazione geologica e geotecnica in zona sismica deve essenzialmente svilupparsi secondo i seguenti principi generali esposti nel cap. 6 delle N.T.C.

1. Caratterizzazione e modellazione geologica del sito. Il livello di indagine specifico è in funzione del tipo di opera da eseguire, della complessità geologica.
2. Chiara definizione delle caratteristiche sismiche, stabilendo i rapporti esistenti fra il substrato rigido e le coperture costituite da uno o diversi orizzonti sciolti.
3. Scelta del tipo d'intervento e programmazione delle indagini geotecniche.
4. Caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo.
5. Verifica della sicurezza.
6. Piani di controllo e monitoraggio.

Gli studi geologici e la caratterizzazione geotecnica devono essere estesi a tutta la zona di possibile influenza degli interventi previsti, al fine di accertare destinazioni d'uso compatibili con il territorio in esame. Le indagini geotecniche devono tenere conto della profondità, dell'ampiezza e della destinazione. In particolare le indagini e gli studi devono caratterizzare la zona in termini di pericolosità geologica intrinseca, per processi geodinamici interni (sismicità) ed esterni (stabilità dei pendii, erosione) e devono consentire di individuare eventuali limiti imposti al progetto.

L'indagine si è avvalsa di:

1. un rilievo geologico e geomorfologico diretto di campagna;
2. analisi litologica;
3. n. 2 prove penetrometriche dinamiche;
4. un'indagine sismica HVSR;
5. Raccolta di dati bibliografici relativi ad indagini eseguite nelle vicinanze;

Scopo dell'indagine è quello di:

- ricostruire la stratigrafia dell'area d'intervento
- determinare le caratteristiche geomeccaniche dei terreni investigati
- individuare le caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area
- indicare la fattibilità dell'intervento dal punto di vista geologico.
- fornire delle indicazioni e criteri generali per il l'intervento proposto ai sensi del D.M. 14.01.2018.
- verificare la stabilità globale dell'area.
- Individuazione delle categorie di sottosuolo come dettato dal D.M. 14/01/2018 per la definizione dell'effetto della risposta sismica locale (VS 30).

1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Decreto Ministeriale 14.01.2008
- Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
- Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.
- Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.
- Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007
- Eurocodice 8 (1998)
- Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture
- 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 con prove in sito(2002). UNI
- A.G.I. 1977
- «Raccomandazioni sulle programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.»
- D.C.R. n.116, del 21/01/2004
- «Piano Stralcio di Bacino per l'assetto idrogeologico dei bacini di rilievo regionale (PAI)».
- Circolare del Ministro dei LL.PP. n. 30483 del 24/9/1988
- «Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.»
- Circolare 9 gennaio 1996 n. 218/24/3
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64.
- Normative Tecniche per le costruzioni D.M 14.09.05 e successive modifiche - O.P.C.M. 20 marzo 2003 n. 3274
- Eurocodice 8 - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici

2. GEOLOGIA – GEOMORFOLOGIA – IDROLOGIA

Il palazzo in oggetto è ubicato in centro storico di Fano (PU), ad un quota di 14 metri sul livello del mare circa, più precisamente si trova ad angolo tra Via San Francesco e Via Malatesta. (vedi corografia allegata).

L'area in oggetto è semipianeggiante e caratterizzata da una forte antropizzazione, si trova su terreni sabbiosi e parzialmente ghiaiosi e non presenta segni evidenti di instabilità.

Il lotto è compreso nel F. 269 Sez. III della Carta Topografica d'Italia (Fano) SERIE 25 EDIZIONE 1 I.G.M.

Geologicamente l'area si trova sulle alluvioni terrazzate del F. Metauro, più precisamente si trova all'interno del III° ordine delle alluvioni composte prevalentemente da depositi ghiaiosi, talora parzialmente sabbiosi con intercalazioni argilloso-limose, dal punto di vista strutturale non si sono riscontrate lineazioni di rilievo. (vedi Carta Geologica allegata).

Il lotto si trova in sponda destra del canale Albani ad una distanza di circa 560 metri dal letto

L'alveo del F. Metauro scorre a sud est dell'area in oggetto ad una distanza tale (oltre 3000 metri) da escludere pericoli di esondazione.

A nord ovest dell'area scorre il Torrente Arzilla, anche in questo caso tenuto conto della distanza dell'alveo, del dislivello topografico e della portata del corso d'acqua sono da escludere pericoli di esondazione.

Benché il lotto di interesse si trovi su terreni alluvionali caratterizzati prevalentemente dalla presenza di depositi ghiaioso sabbiosi è da tenere in considerazioni il fatto che il centro storico di Fano presenta in superficie uno spessore mediamente potente di terreni coerenti, in alcuni casi di natura parzialmente organica, sono altresì presenti al di sotto del piano stradale numerosi cunicoli di origine romana e medioevale.

L'osservazione dei manufatti esistente nel lotto in esame non ha evidenziato lesioni imputabili ad un cedimento dei terreni di fondazione.

Dati bibliografici indicano che la falda in quell'area è posta ad una profondità di 12/14 metri dal piano campagna; considerata la natura prevalentemente incoerente dei terreni presenti nell'area e considerata la granulometria medio-elevata degli stessi, si può affermare che la falda abbia una scarsa capacità di risalita.

Poiché l'area in esame si trova all'interno di un territorio intensamente urbanizzato si può escludere che vi sia un importante influsso meteorico diretto sul livello della falda, si ritiene invece predominante l'effetto di drenaggio che interessa il sottostante materasso alluvionale caratterizzato da litotipi prevalentemente incoerenti con buoni coefficienti di permeabilità.

3. STABILITÀ GENERALE DELL'AREA

L'area si può ritenere stabile viste le caratteristiche geomeccaniche dei terreni interessati dall'area d'intervento e la mancanza, allo stato attuale, di segni d'instabilità.

Dai rilievi effettuati in loco, confermati anche dalla consultazione dell'aerofotogrammetria, risulta evidente che la distanza tra l'alveo dei corsi d'acqua sopra citati e l'area di interesse è tale da escludere eventuali problemi dovuti ad un'esondazione degli stessi.

Il quadro sopradescritto, è confermato anche dalle carte geologiche e dal P.A.I. di cui si allegano le copie in appendice.

3.1 VERIFICA PAI (AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE)

L'estratto del Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Regionale, riportato in allegato, evidenzia che l'area interessata dall'intervento non rientra in zone di pericolosità e rischio idraulico né in zone in dissesto (vedi stralcio PAI allegato).

4. STRATIGRAFIA

La regolare realizzazione delle penetrometrie dinamiche, il loro confronto con i dati bibliografici relativi all'area di interesse e con la prova sismica eseguita, hanno consentito di individuare una buona uniformità nell'alternanza dei terreni indagati.

In particolare si è rinvenuta la presenza di uno spesso riporto antropico su entrambe le prove

La realizzazione delle indagini sopra descritte ha permesso la individuazione delle seguenti situazioni stratigrafiche:

DPM 1

Da 0,0 a 3,1 mt. Riporto antropico

Da 3,1 a 5,8 mt. Limi sabbiosi

DPM 2

Da 0,0 a 3,1 mt. Riporto antropico

Da 3,1 a 9,6 mt. Limi sabbiosi

Da 9,6 a 9,8 mt. Ghiaia

*4.*1 VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA

In funzione della permeabilità dei terreni sono state determinate diverse classi di vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento "vulnerabilità intrinseca della falda":

Classe di vulnerabilità 1 Estremamente elevata (EE)

Sistemi acquiferi liberi in alluvioni da grossolane a medie, od in materiali fortemente alterati e/o risedimentati, privi di efficace protezione in superficie e, talora, soggiacenti ad agglomerati di centri di pericolo (urbanizzato).

Pozzi e campi-pozzi, che deprimono fortemente la piezometrica al di sotto del livello della rete idrografica e/o il livello del mare, creano le condizioni di una ingestione rapida di inquinanti e di insalinamento progressivo per intrusione di acque marine.

Classe di vulnerabilità 2 Estremamente elevata => Elevata (EE=> E)

Sistemi acquiferi liberi in complessi ghiaioso-sabbiosi, talvolta debolmente cementati, dotati di elevata permeabilità, con scarsa copertura di suolo attivo.

Le condizioni di soggiacenza (spesso scarsa), la discreta connessione con la rete idrografica esaltata dalle depressioni indotte in pozzi e campi-pozzi creano le condizioni di elevato potenziale di inquinamento in aree ove sovente si forma la risorsa idrica sotterranea.

Classe di vulnerabilità 3 Elevata => Alta (E=> A)

Sistemi acquiferi liberi in rocce prevalentemente carbonatiche e solfatiche fessurate e più o meno carsificate, con soggiacenza notevole, forti acclività superficiali, scarsa copertura, in posizione plano-altimetrica tale da non essere in contatto con la rete idrografica principale.

Le problematiche più importanti si collocano in corrispondenza degli affioramenti maggiori che costituiscono l'area di alimentazione di varie sorgenti utilizzate localmente talora termalizzate.

Classe di vulnerabilità 4 Alta (A)

Sistemi acquiferi liberi, semiconfinati o confinati, generalmente caratterizzati da notevole anisotropia ed eterogeneità, protetti in superficie da una copertura scarsamente permeabile, a tratti impermeabile.

I sistemi acquiferi in questione possono essere i medesimi che albergano nelle alluvioni e nei complessi ghiaiosi (Classe 1, Classe 2).

Classe di vulnerabilità 5 Alta => Media (A=> M)

Sistemi acquiferi liberi in rocce cristalline fratturate, con scarsa protezione di suolo e di insaturo, elevata capacità di ingestione, media capacità di flusso.

La vulnerabilità di questi acquiferi varia, anche notevolmente, a seconda dello stato di fratturazione e di alterazione: è più elevata nelle vulcaniti, in particolare nei basalti, a causa del clivaggio e della scarsa alterabilità.

Classe di vulnerabilità 6 Media (M)

Sistemi acquiferi in complessi a granulometria media o medio-bassa, più o meno compattati o debolmente cementati, generalmente in posizione dominante rispetto alla rete idrografica, sovente poggianti su confinanti impermeabili.

Le aree di affioramento di questi complessi costituiscono sovente piccole unità prive di continuità con gli acquiferi maggiori.

La vulnerabilità è condizionata dai suoli di copertura e dall'azione filtrante dell'insaturo, oltreché dalla non elevata permeabilità.

Le sabbie dunali rappresentano un elemento di protezione, sebbene molto fragile, dei sottostanti acquiferi in alluvioni. Tale protezione è, però, insufficiente nel caso di centri di pericolo puntuali (p.e. insediamenti turistici stagionali e/o temporanei).

Classe di vulnerabilità 7 Media => Bassa (M=> B)

Sistemi acquiferi in arenarie e complessi conglomeratico-arenacei, caratterizzati da vulnerabilità variabile da media a bassa a seconda dello stato di fratturazione e della percentuale di materiali marnosi presenti.

In genere, questi complessi non sono molto produttivi a parità di alimentazione ma possono dare risposte di accumulo di inquinanti quando si trovano nel sottosuolo di agglomerati di centri di pericolo, o vengono impegnati da scarichi industriali e discariche.

Classe di vulnerabilità 8 Bassa =>Estremamente bassa (B=> BB)

Complessi flyschoidi argillo-marnosi e marnoso-arenacei, complessi epimetamorfici, con propagazione degli inquinanti scarsa anche se variabile da membro a membro.
In questi complessi, gli inquinanti idroportati possono essere veicolati e accumulati in sacche e strati dotati di maggiore permeabilità.
Pertanto, gli insediamenti pericolosi di qualunque tipo necessitano di approfondimenti idrogeologici caso per caso.

Classe di vulnerabilità 9 Estremamente bassa (BB)

Argilloscisti, argille varicolori, argille più o meno sovraconsolidate e sabbiose, marne, gli inquinanti sversati, in funzione dell'acclività della superficie topografica, ristagnano o raggiungono direttamente le acque superficiali che li spostano e li distribuiscono in funzione della complessità del reticolo drenante.

Considerata la sua predominante componente ghiaiosa e sabbiosa, l'area oggetto d'intervento risulta rientrare nella classe di vulnerabilità 4. L'attribuzione puntuale della classe è suscettibile di modifiche in relazione a studi di dettaglio ed a maggiori approfondimenti di carattere idrogeologico.

5. CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEI TERRENI DI FONDAZIONE

In base alle prove eseguite è stato possibile ricostruire le seguenti caratteristiche geomeccaniche dei terreni, si ricorda che i parametri geotecnici sotto riportati sono leggermente inferiori a quelli evidenziati dalle prove per tener conto di eventuali situazioni locali non rappresentative di tutti i terreni di fondazione su cui insisteranno i fabbricati.

CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEL RIPORTO ANTROPICO

γsat	(peso di volume saturo)	1,4 – 1,5 t/m^3
φ	(angolo d'attrito)	20° – 22°
Ed	(modulo edometrico)	200 – 250 t/m^2

CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DEI LIMI SABBIOSI

γsat	(peso di volume saturo)	1,7 – 1,8 t/m^3
Cu	(coesione non drenata)	5,5 – 6,5 t/m^2
Ed	(modulo edometrico)	250 – 300 t/m^2

CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE DELLA GHIAIA

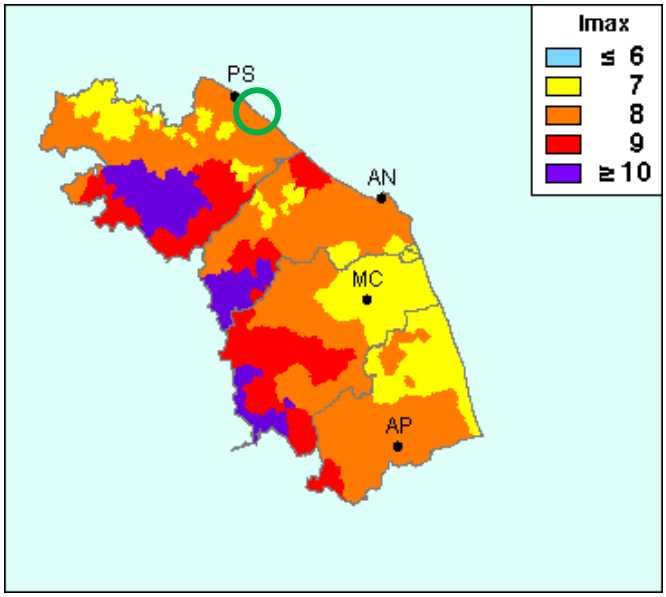
γsat	(peso di volume saturo)	1,8 – 1,9 t/m^3
φ	(angolo d'attrito)	30° – 32°
Ed	(modulo edometrico)	900 – 1100 t/m^2
Dr	(densità relativa)	> 30%

Si noti che sia il riporto antropico che i limi hanno un basso grado di compattazione ed un basso modulo edometrico.

6. SISMICITÀ

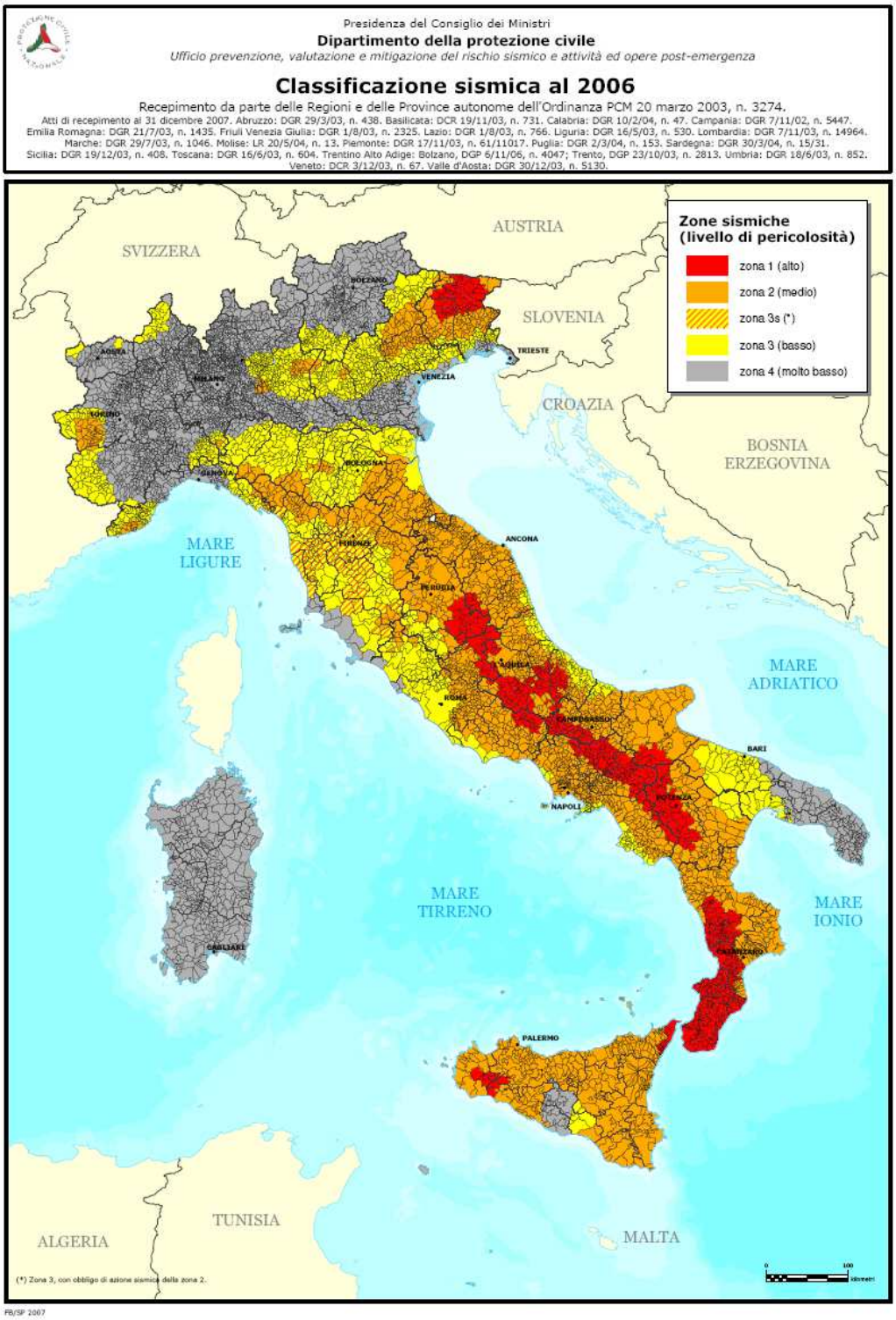
6.1 ZONE SISMICHE

Per la valutazione della sismicità storica dell'area e per una prima valutazione della sua pericolosità sismica, è stata utilizzata la banca dati del GNDT (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti – cataloghi NT4.1.1 – DOM.4.1.) Come si può vedere dalla mappa allegata il sito in esame viene identificato come un'area a medio rischio sismico.



Area in esame

Con riferimento alla classificazione sismica nell'Ordinanza del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003 e le norme tecniche vigenti, che disciplinano le costruzioni in zone sismiche, il territorio comunale di Fano, è classificato come zona 2 con livello di pericolosità sismico medio (Vedi figura nella pagina seguente).


Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della protezione civile
Ufficio prevenzione, valutazione e mitigazione del rischio sismico e attività ed opere post-emergenza
Classificazione sismica al 2006
Recepimento da parte delle Regioni e delle Province autonome dell'Ordinanza PCM 20 marzo 2003, n. 3274.
Atti di recepimento al 31 dicembre 2007. Abruzzo: DGR 29/3/03, n. 438. Basilicata: DCR 19/11/03, n. 731. Calabria: DGR 10/2/04, n. 47. Campania: DGR 7/11/02, n. 5447.
Emilia Romagna: DGR 21/7/03, n. 1435. Friuli Venezia Giulia: DGR 1/8/03, n. 2325. Lazio: DGR 1/8/03, n. 766. Liguria: DGR 16/5/03, n. 530. Lombardia: DGR 7/11/03, n. 14964.
Marche: DGR 29/7/03, n. 1046. Molise: LR 20/5/04, n. 13. Piemonte: DGR 17/11/03, n. 61/11017. Puglia: DGR 2/3/04, n. 153. Sardegna: DGR 30/3/04, n. 15/31.
Sicilia: DGR 19/12/03, n. 408. Toscana: DGR 16/6/03, n. 604. Trentino Alto Adige: Bolzano, DGP 6/11/06, n. 4047; Trento, DGP 23/10/03, n. 2813. Umbria: DGR 18/6/03, n. 852.
Veneto: DCR 3/12/03, n. 67. Valle d'Aosta: DGR 30/12/03, n. 5130.
Zone sismiche
(livello di pericolosità)
zona 1 (alto)
zona 2 (medio)
zona 3s (*)
zona 3 (basso)
zona 4 (molto basso)
SVIZZERA
AUSTRIA
SLOVENIA
CROAZIA
BOSNIA
ERZEGOVINA
MARE
LIGURE
MARE
ADRIATICO
MARE
TIRRENO
MARE
IONIO
TUNISIA
ALGERIA
MALTA
BOLZANO
TRIESTE
VENEZIA
MILANO
TORINO
GENOVA
BOLOGNA
FIRENZE
ANCONA
PERUGIA
L'AQUILA
ROMA
CAMPOBASSO
BARI
POTENZA
NAPOLI
CAGLIARI
PALERMO
(*) Zona 3, con obbligo di azione sismica della zona 2.
FB/SP 2007

6.2 AZIONE SISMICA

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2018, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio “sito dipendente” e non più tramite un criterio “zona dipendente”.

L’azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite viene definita partendo dalla “pericolosità di base” del sito di costruzione, che è quindi l’elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell’azione sismica di progetto.

La “pericolosità di base” è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo (“periodo di riferimento” VR espresso in anni), in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato; la probabilità è denominata “Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento” PVR.

La “pericolosità sismica di base” è definita in termini di:

- accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (suolo di categoria C, v. Tab III), con superficie topografica orizzontale (categoria T1; v. Tab. 3.2.IV delle NTC 2018),
- ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente Se(T), con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR.,

Le nuove norme definiscono le forme spettrali, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

ag accelerazione orizzontale massima al sito;

Fo 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.

Le NTC 2018 stimano la pericolosità sismica di base su una griglia di 10.751 punti, per ognuno dei quali viene fornita la terna di valori ag, Fo e T*C per nove distinti periodi di ritorno TR.

7. CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento di seguito indicate.

Categoria	Descrizione
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di Vs,30 superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, 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* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu,30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).
E	*Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m,* posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).

Per sottosuoli appartenenti alle ulteriori categorie **S1** ed **S2** di seguito indicate, è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensitività possa comportare fenomeni di collasso del terreno.

Categorie aggiuntive di sottosuolo.

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs,30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu,30 < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo

Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

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

Le sopra esposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m

8. RISULTATI DELL'INDAGINE ESEGUITA

In base alle risultanze della prova sismica eseguita, che si riportano in allegato, e delle condizioni topografiche dell'area, il sottosuolo può essere attribuito alla categoria **"C"** e la superficie topografica alla categoria **"T1"**.

Utilizzando il foglio di lavoro distribuito dal "Consiglio superiore dei Lavori Pubblici" è possibile ricavare alcune informazioni aggiuntiva a partire dalla vita nominale della costruzione Vn (in anni), dal coefficiente d'uso della costruzione Cu determinato in base alla classe d'uso, dal periodo di riferimento della costruzione Vr (in anni) e dai periodi di ritorno per la determinazione dell'azione sismica Tr (in anni) che sono così definiti:

La vita nominale di un'opera strutturale VN è intesa come il numero di anni nel quale l'opera, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.I delle NTC-18 e deve essere precisata nei documenti di progetto.

Tipi di costruzione		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	≤10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Classi d'uso (§ 2.4.2 NTC-18)

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I:	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
Classe II:	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in *Classe d'uso III* o in *Classe d'uso IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
Classe III:	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in *Classe d'uso IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
Classe IV:	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Vita di riferimento (§ 2.4.3 NTC-18)

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

Vr = Vn Cu (NTC-18 Eq. 2.4.1)

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella **Tab. 2.4.II** delle NTC-08.

Tabella 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1	1,5	2

Se $V_R \leq 35$ anni si pone comunque $V_R = 35$ anni.

Si definisce, infine, il periodo di ritorno per la determinazione dell'azione sismica Tr come segue:

Stati limite e relative probabilità di superamento (§ 3.2.1 NTC-18)

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella **Tab. 3.2.I delle NTC-18**.

Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato

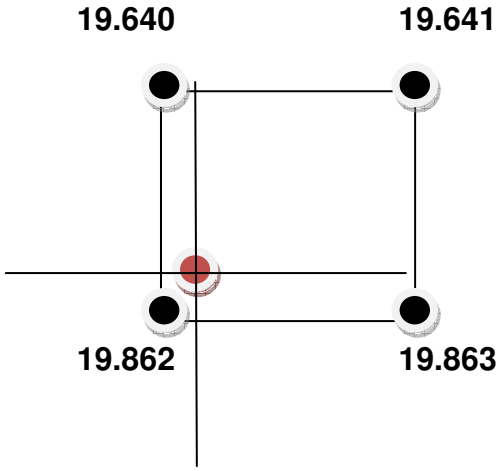
Stati Limite	**P_{VR}: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R**	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Qualora la protezione nei confronti degli stati limite di esercizio sia di prioritaria importanza, i valori di P_{VR} forniti in tabella devono essere ridotti in funzione del grado di protezione che si vuole raggiungere.

Utilizzando il sopra citato foglio di lavoro distribuito dal "Consiglio superiore dei Lavori Pubblici" nel quale il sito è stato identificato con le seguenti coordinate geografiche:

LATITUDINE: 43,84486
LONGITUDINE: 13,014014

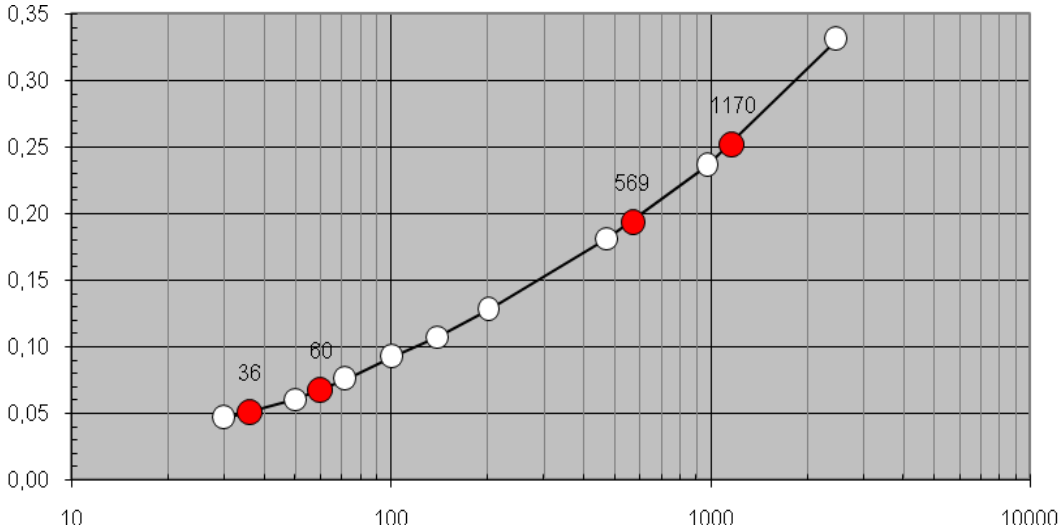
che identificano un punto all'interno del seguente reticolo delimitato dai nodi:



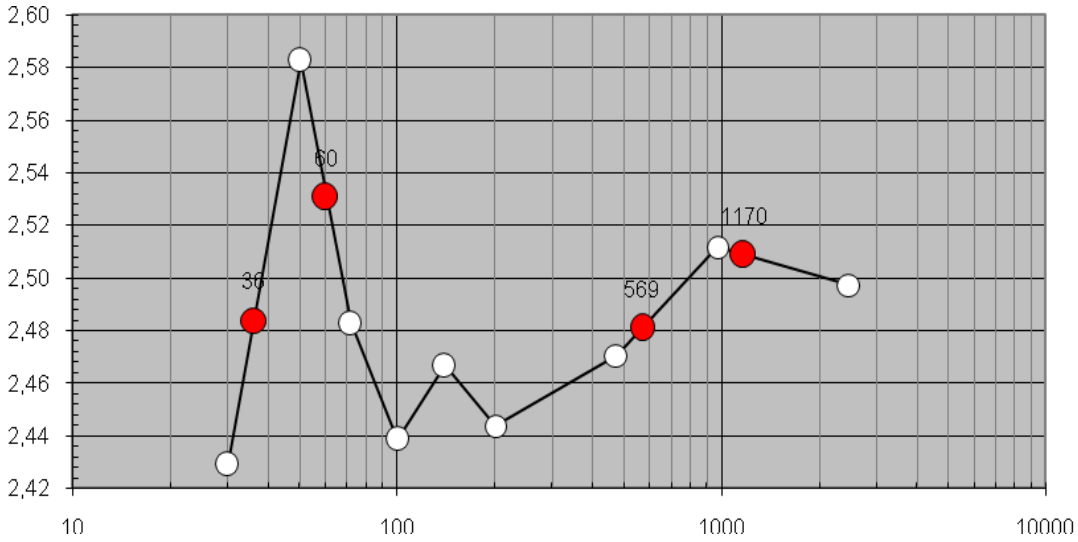
ed partire da un valore Vn = 60 (si ricorda che Vn deve essere ≥ 50) ed una classe d'uso II è possibile ricavare i seguenti dati:

Valori di progetto dei parametri a_g, F_o, T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R

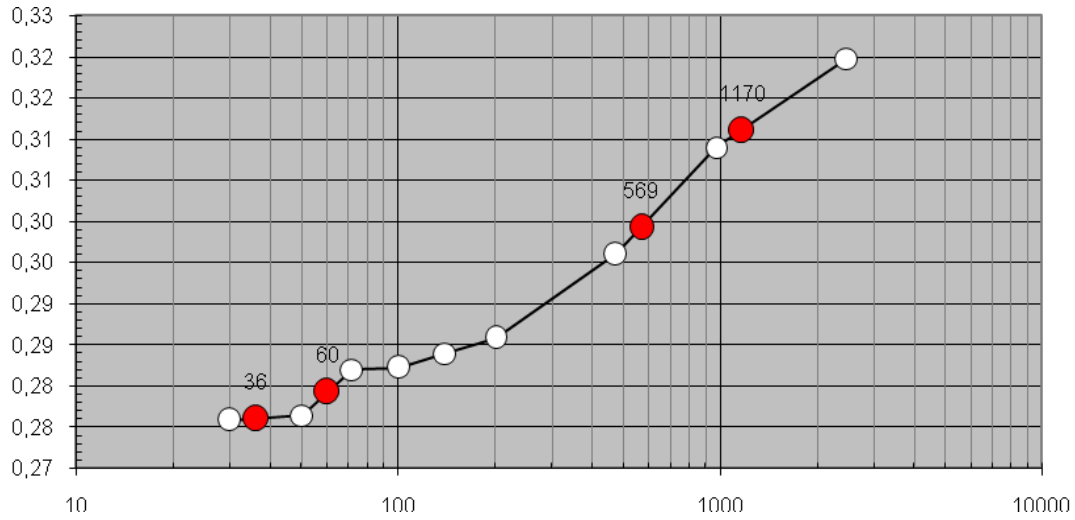
a_g [g]



F_o [-]

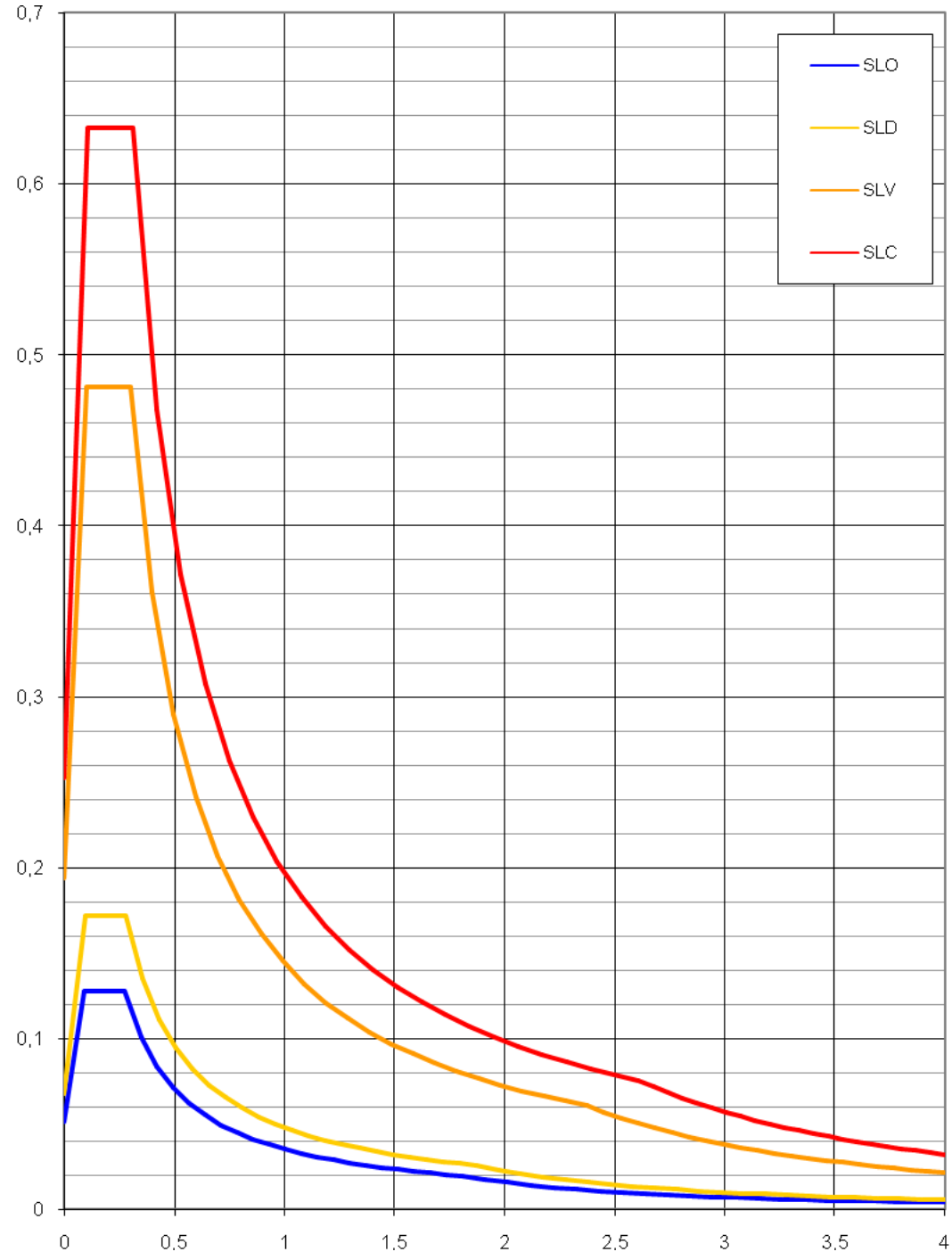

2,60
2,58
2,56
2,54
2,52
2,50
2,48
2,46
2,44
2,42
10
100
1000
10000
36
60
569
1170

T_C^* [s]


0,33
0,32
0,32
0,31
0,31
0,30
0,30
0,29
0,29
0,28
0,28
0,27
10
100
1000
10000
36
60
569
1170

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

S_e [g]



Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	36	0,051	2,484	0,276
SLD	60	0,068	2,531	0,279
SLV	569	0,194	2,481	0,299
SLC	1170	0,252	2,509	0,311

9. LIQUEFAZIONE

L'analisi sul rischio di liquefazione viene condotta sulla base di quanto riportato nel paragrafo 7.11.3.4.2 del D.M. 17/01/2018.

La norma specifica che la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti 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 (N1)60 > 30 oppure qc1N > 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 qc1N 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 Figura 7.11.1 (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità Uc < 3,5 ed in figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità Uc > 3,5.

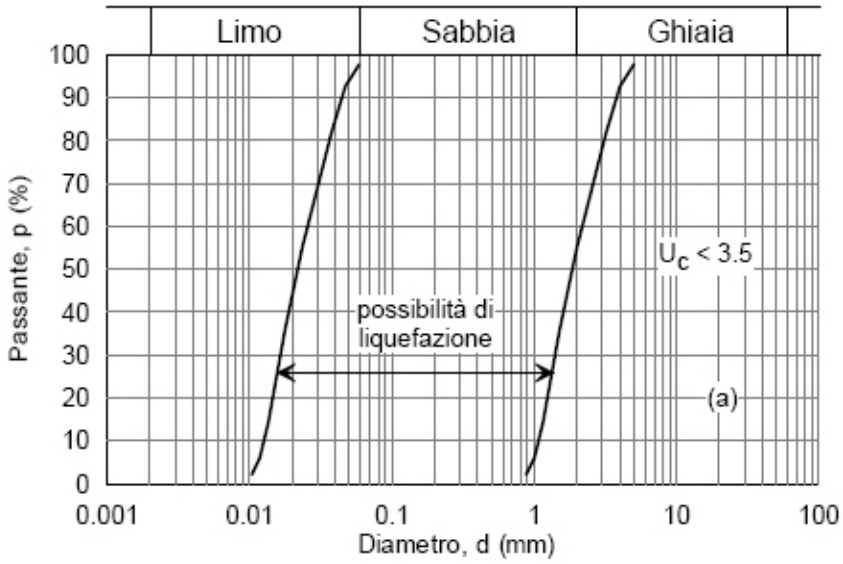


Figura 7.11.1 (a)

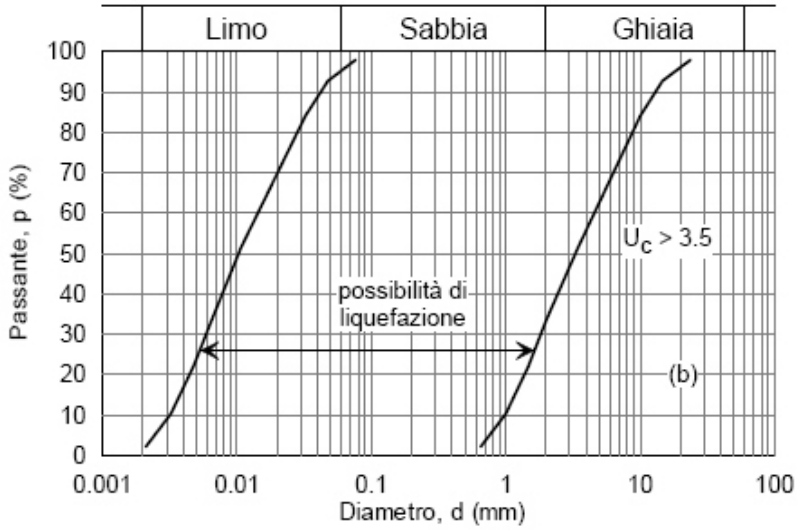


figura 7.11.1(b)

Quando la condizione 1 non risulti soddisfatta, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 2, 3 e 4.

Trattandosi di terreni argilloso-limosi che ricoprono i depositi ghiaiosi-sabbiosi non si rientra né nel punto 3) né nel punto 4) per cui la verifica può essere omessa.

10 COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO “K” (TERRENO ALLA WINKLER)

I metodi per la determinazione di “K”, sono basati su estrapolazioni che traggono origine da prove di carico su piastra. Al fine di contenere entro limiti accettabili i costi delle indagini, si è effettuata una determinazione di “K” su basi bibliografiche. Si è così giunti ad individuare:

Kv = 1 Kg/cm3 per i terreni argillosi della coltre di copertura
Kv = 20 Kg/cm3 per i terreni del substrato

11. CONCLUSIONI

Si consiglia la realizzazione di un drenaggio alla base della struttura ed un’adeguata regimazione delle acque meteoriche al fine di allontanarle dalle fondazioni poiché le stesse si troveranno a contatto con terreni coesivi, peraltro aventi un basso grado di compattazione, che in caso di infiltrazioni possono rigonfiarsi e diminuire, anche stabilmente, le proprie caratteristiche geotecniche di resistenza causando cedimenti imprevisti.

In relazione alla litologia dei terreni ed alla configurazione morfologica dell’area, sono stati definiti i valori dei parametri sismici allo Stato Limite di Esercizio (SLO-SLD) e allo Stato Limite Ultimo (SLV-SLC).

I terreni di fondazione ricadono in Categoria **C** (Tab. 3.2.II e 3.2.III delle N.T.C.) (vedi paragrafo 7.4 - Tab. III), mentre la categoria topografica è **T1**.

Per ipotesi di calcolo su suolo elastico alla Winkler si suggerisce di adottare, per i terreni del substrato, un coefficiente di sottofondo:

Kv = 1 Kg/cm3	per i terreni argillosi della coltre di copertura
Kv = 20 Kg/cm3	per i terreni del substrato

Si consiglia infine di provvedere ad un'accurata regimazione di tutte le acque meteoriche e dilavanti, predisponendo un'adeguata rete di scolo; anche le condotte defluenti ed affluenti alla struttura dovranno essere ispirate a principi di assoluta impermeabilità.

FANO, Lì 11/10/2018

ALLEGATI

1. **COROGRAFIA**

2. **CARTA GEOLOGICA**

3. **PLANIMETRIA LOTTO CON UBICAZIONE DELLE PROVE ESEGUITE E TRACCIA DI SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA**

4. **SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA**

5. **REPORT DELLE PROVE PENETROMETRICHE**

6. **INDAGINE SISMICA (HVSR)**

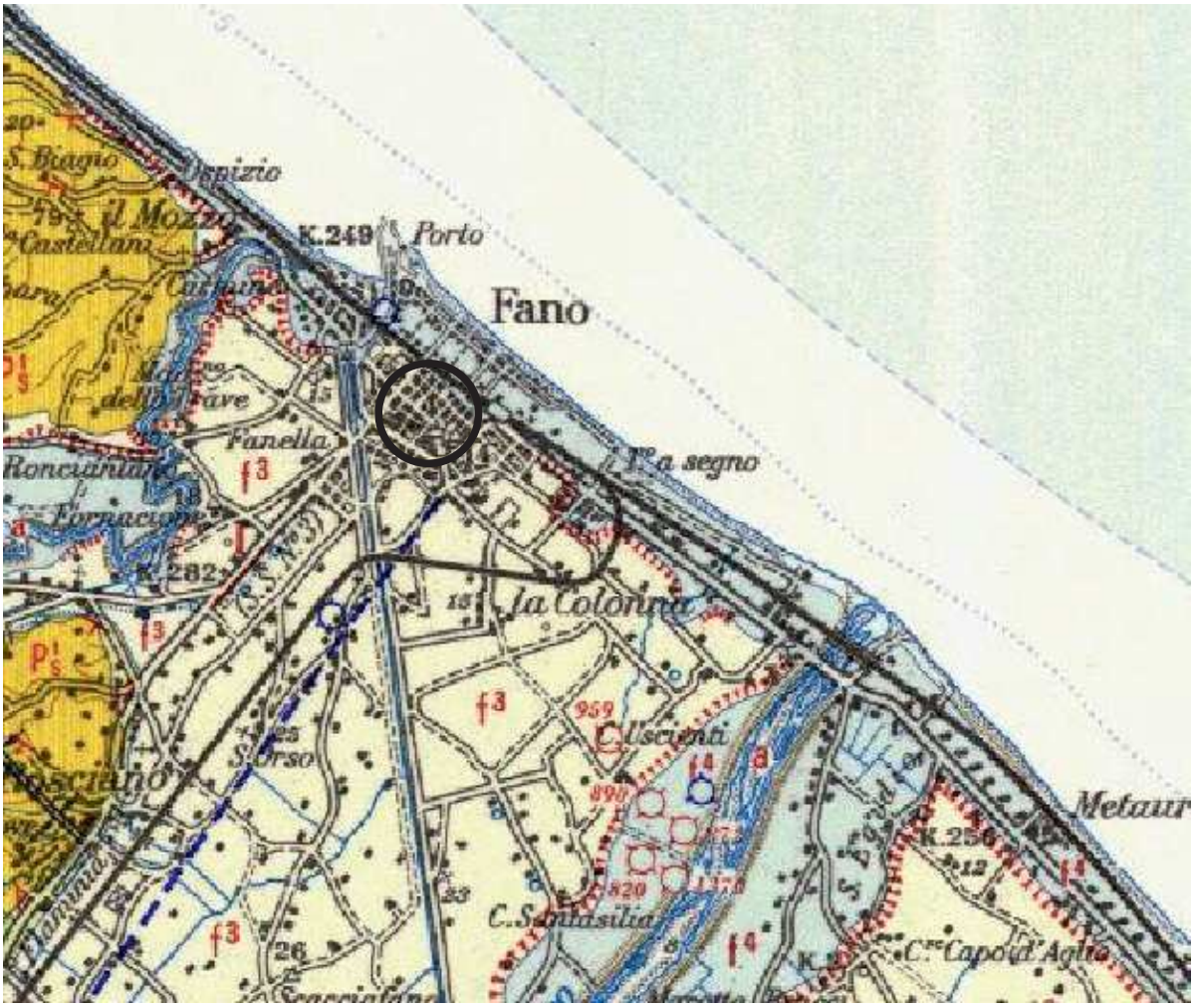
7. **CARTA DELLE PERICOLOSITÀ GEOLOGICHE E SISMICHE CON SOVRAPPOSIZIONE DELL'AREA IN ARGOMENTO**

8. **STRALCIO P.A.I. REGIONALE**

COROGRAFIA

AREA DI INTERESSE

CARTA GEOLOGICA



AREA DI INTERESSE

LEGENDA

a

dt

Alluvioni recenti ed attuali. Sabbie e ghiaie delle spiagge attuali (a)
Detrito di Falda (dt)

f_4

Alluvioni e depositi ghiaiosi, talora lievemente sabbiosi, del IV ordine dei terrazzi a 5-10 metri sul fondovalle.

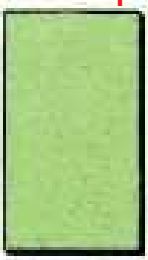
f_3

Alluvioni e depositi ghiaiosi, talora lievemente sabbiosi, del III ordine dei terrazzi a 10-30 metri sul fondovalle.

f_2

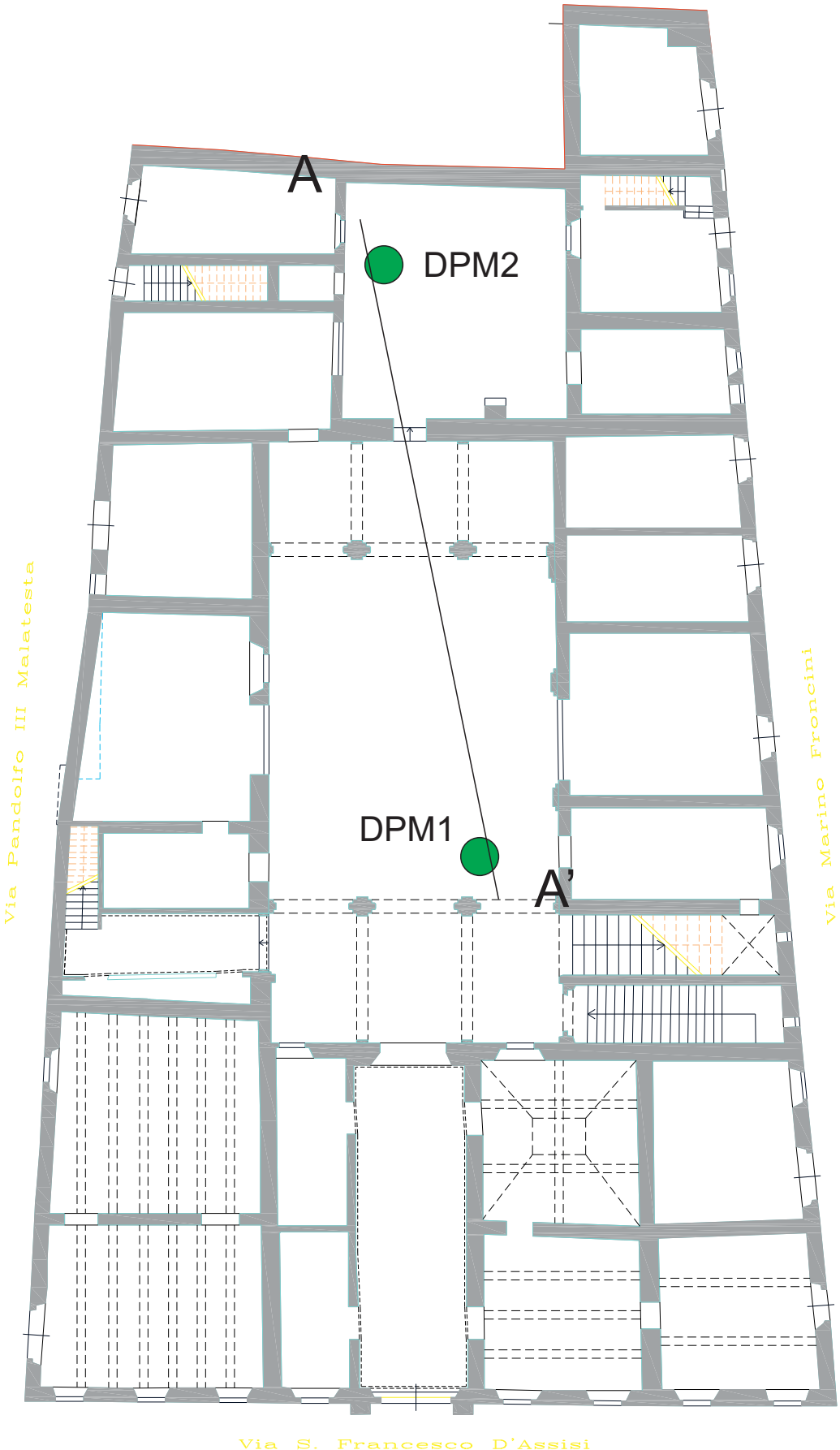
Alluvioni e depositi ghiaiosi, talora lievemente sabbiosi, del II ordine dei terrazzi a 30-60 metri sul fondovalle.

f_1



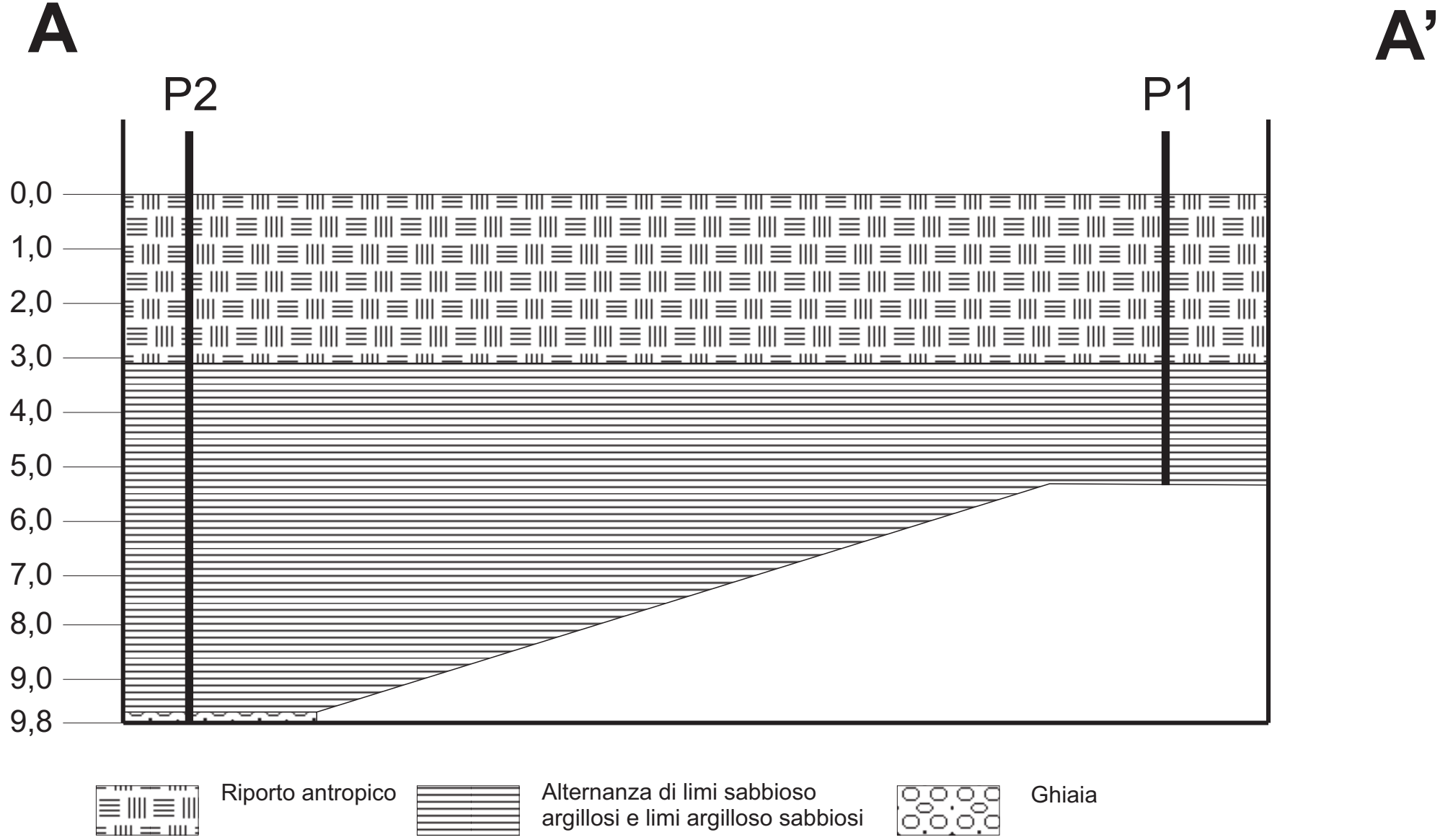
Alluvioni e depositi ghiaiosi, talora lievemente sabbiosi, del I ordine dei terrazzi a 50-130 metri sul fondovalle.

PLANIMETRIA FABBRICATO
con ubicazione delle penetrometrie e traccia di sezione



SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA

Scala 1:100



di DONNINI A. & MANTONI F.
Via Piano di Frassineta, 109 - 60041 Sassoferrato (AN)
Tel/Fax:0732/96839 - Cell.: 338/9056200 & 328/2652947
P.Iva: 02495830420 - C.F.:02495830420
servizisismici@hotmail.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Classificato come D.P.M.secondo I.S.S.M.F.E. 1988

Prove n°: DPM.1 - 2
Committente: Carifano
Cantiere:Via San Francesco-Palazzo Zagarelli
Località: Fano (PU)

CARATTERISTICHE TECNICHE STRUMENTAZIONE
(Penetrometro Dinamico Deep Drill DM-30G)

Peso massa battente:	30.0 Kg
Altezza di caduta libera:	0.20 m
Peso sistema di battuta:	20.0 Kg
Diametro punta conica:	36.0 mm
Area di base punta:	10.0 cm^2
Lunghezza delle aste:	1.0 m
Peso aste a metro:	2.93 kg
Profondità di giunzione 1° asta:	0.80 m
Avanzamento punta:	0.10 m
Numero colpi per punta:	n (10)
Coefficiente di correlazione:	0.766
Rivestimento:	assente
Angolo di apertura punta:	90°

Sassoferrato, 09/10/2018

Servizi Sismici Snc

PROVA ...1

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
Prova eseguita in data 04/10/2018
Profondità prova 5,80 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

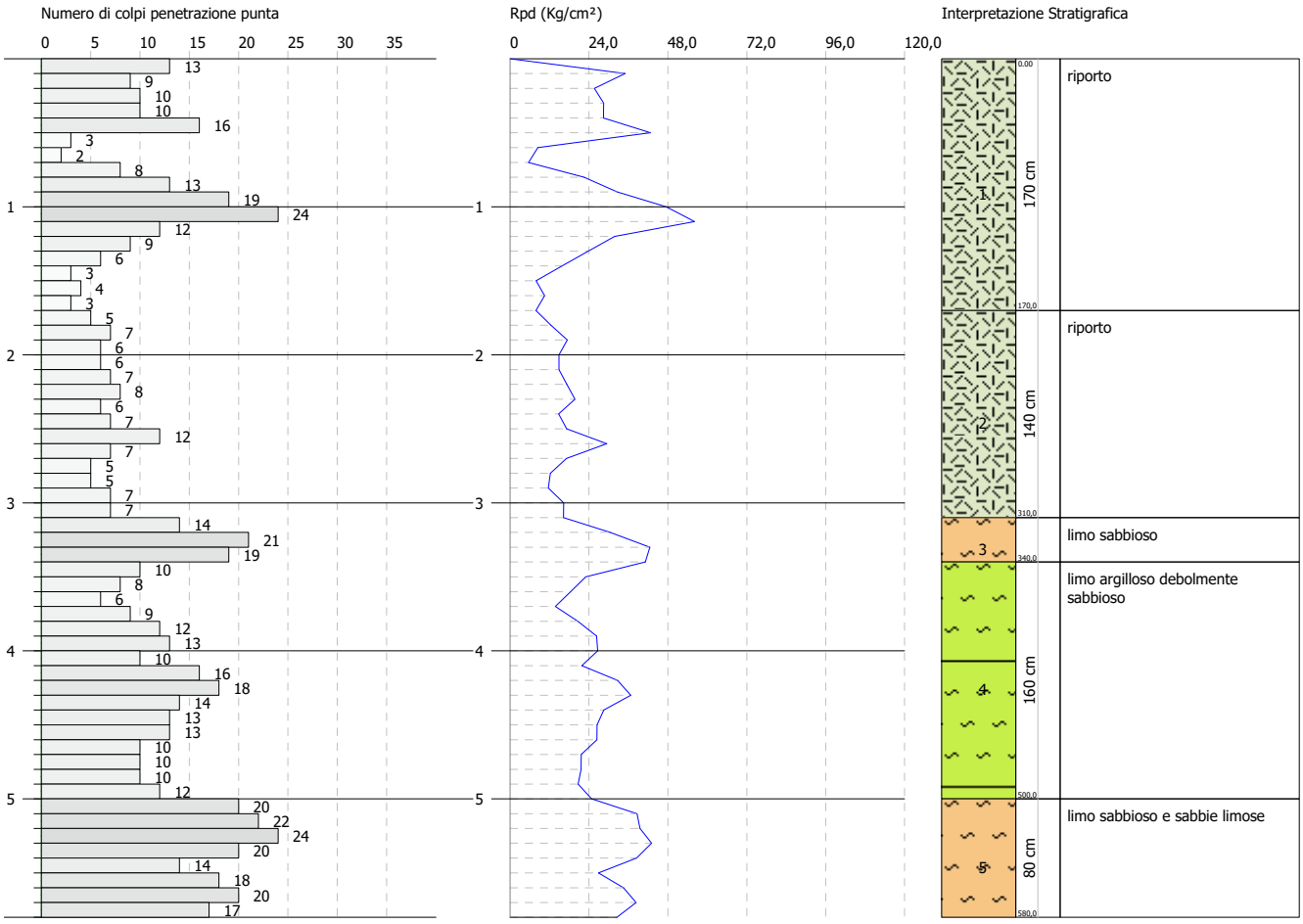
Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,10	13	0	0,807	35,02	43,41	1,75	2,17
0,20	9	0	0,855	25,69	30,06	1,28	1,50
0,30	10	0	0,853	28,48	33,40	1,42	1,67
0,40	10	0	0,851	28,41	33,40	1,42	1,67
0,50	16	0	0,799	42,69	53,43	2,13	2,67
0,60	3	0	0,847	8,49	10,02	0,42	0,50
0,70	2	0	0,845	5,64	6,68	0,28	0,33
0,80	8	0	0,843	22,53	26,72	1,13	1,34
0,90	13	0	0,792	32,61	41,20	1,63	2,06
1,00	19	0	0,790	47,55	60,21	2,38	3,01
1,10	24	0	0,738	56,13	76,06	2,81	3,80
1,20	12	0	0,836	31,80	38,03	1,59	1,90
1,30	9	0	0,835	23,80	28,52	1,19	1,43
1,40	6	0	0,833	15,84	19,01	0,79	0,95
1,50	3	0	0,831	7,90	9,51	0,40	0,48
1,60	4	0	0,830	10,52	12,68	0,53	0,63
1,70	3	0	0,828	7,87	9,51	0,39	0,48
1,80	5	0	0,826	13,09	15,85	0,65	0,79
1,90	7	0	0,825	17,41	21,11	0,87	1,06
2,00	6	0	0,823	14,89	18,09	0,74	0,90
2,10	6	0	0,822	14,86	18,09	0,74	0,90
2,20	7	0	0,820	17,31	21,11	0,87	1,06
2,30	8	0	0,819	19,75	24,12	0,99	1,21
2,40	6	0	0,817	14,78	18,09	0,74	0,90
2,50	7	0	0,816	17,22	21,11	0,86	1,06
2,60	12	0	0,814	29,46	36,18	1,47	1,81
2,70	7	0	0,813	17,16	21,11	0,86	1,06
2,80	5	0	0,811	12,23	15,08	0,61	0,75
2,90	5	0	0,810	11,65	14,38	0,58	0,72
3,00	7	0	0,809	16,28	20,13	0,81	1,01
3,10	7	0	0,807	16,25	20,13	0,81	1,01
3,20	14	0	0,756	30,43	40,26	1,52	2,01
3,30	21	0	0,705	42,55	60,38	2,13	3,02
3,40	19	0	0,753	41,16	54,63	2,06	2,73
3,50	10	0	0,802	23,06	28,75	1,15	1,44
3,60	8	0	0,801	18,42	23,00	0,92	1,15
3,70	6	0	0,800	13,80	17,25	0,69	0,86
3,80	9	0	0,798	20,66	25,88	1,03	1,29
3,90	12	0	0,797	26,29	32,98	1,31	1,65
4,00	13	0	0,746	26,65	35,73	1,33	1,79
4,10	10	0	0,795	21,84	27,48	1,09	1,37
4,20	16	0	0,744	32,70	43,97	1,63	2,20
4,30	18	0	0,743	36,73	49,47	1,84	2,47
4,40	14	0	0,741	28,53	38,47	1,43	1,92
4,50	13	0	0,740	26,45	35,73	1,32	1,79
4,60	13	0	0,739	26,41	35,73	1,32	1,79
4,70	10	0	0,788	21,66	27,48	1,08	1,37
4,80	10	0	0,787	21,63	27,48	1,08	1,37
4,90	10	0	0,786	20,69	26,32	1,03	1,32
5,00	12	0	0,785	24,79	31,58	1,24	1,58
5,10	20	0	0,734	38,63	52,63	1,93	2,63
5,20	22	0	0,683	39,54	57,89	1,98	2,89
5,30	24	0	0,682	43,07	63,16	2,15	3,16
5,40	20	0	0,731	38,48	52,63	1,92	2,63
5,50	14	0	0,730	26,90	36,84	1,34	1,84
5,60	18	0	0,729	34,54	47,37	1,73	2,37
5,70	20	0	0,728	38,33	52,63	1,92	2,63
5,80	17	0	0,727	32,54	44,74	1,63	2,24

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA 1
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: Carifano
Descrizione:
Località: Palazzo Zagarelli - Via San Francesco Fano (PU)

Data: 04/10/2018

Scala 1:50



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA 1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
Strato (2) riporto	5,21	1,70-3,10		0,65
Strato (4) limo argilloso debolmente sabbioso	8,95	3,40-5,00	De Beer	1,12

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
Strato (2) riporto	5,21	1,70-3,10		26,05
Strato (4) limo argilloso debolmente sabbioso	8,95	3,40-5,00	Buisman-Sanglerat	44,75

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (2) riporto	5,21	1,70-3,10		MODERAT. CONSISTENTE
Strato (4) limo argilloso debolmente sabbioso	8,95	3,40-5,00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
Strato (2) riporto	5,21	1,70-3,10		1,77
Strato (4) limo argilloso debolmente sabbioso	8,95	3,40-5,00	Meyerhof	1,93

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) riporto	7,27	0.00-1,70	7,27		61,83
Strato (2) riporto	5,21	1,70-3,10	5,21		45,68
Strato (3) limo sabbioso	13,91	3,10-3,40	13,91		69,98
Strato (4) limo argilloso debolmente sabbioso	8,95	3,40-5,00	8,95	Meyerhof (1957)	52,45
Strato (5) limo sabbioso e sabbie limose	15,16	5,00-5,80	15,16		63,38

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) riporto	7,27	0.00-1,70	7,27		25,44
Strato (2) riporto	5,21	1,70-3,10	5,21		23,84
Strato (3) limo sabbioso	13,91	3,10-3,40	13,91	Shioi-Fukuni (1982)	29,44
Strato (4) limo argilloso debolmente sabbioso	8,95	3,40-5,00	8,95		26,59
Strato (5) limo sabbioso e sabbie limose	15,16	5,00-5,80	15,16		30,08

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato (1) riporto	7,27	0.00-1,70	7,27		58,16
Strato (2) riporto	5,21	1,70-3,10	5,21		41,68
Strato (3) limo sabbioso	13,91	3,10-3,40	13,91	Schmertmann (1978) Sabbie	111,28
Strato (4) limo argilloso debolmente sabbioso	8,95	3,40-5,00	8,95		71,6
Strato (5) limo sabbioso e sabbie limose	15,16	5,00-5,80	15,16		121,28

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) riporto	7,27	0.00-1,70	7,27		POCO ADDENSATO
Strato (2) riporto	5,21	1,70-3,10	5,21		POCO ADDENSATO
Strato (3) limo sabbioso	13,91	3,10-3,40	13,91	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (4) limo argilloso debolmente sabbioso	8,95	3,40-5,00	8,95		POCO ADDENSATO
Strato (5) limo sabbioso e sabbie limose	15,16	5,00-5,80	15,16		MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
Strato (1) riporto	7,27	0.00-1,70	7,27		1,63
Strato (2) riporto	5,21	1,70-3,10	5,21		1,55
Strato (3) limo sabbioso	13,91	3,10-3,40	13,91	Meyerhof et al.	1,85
Strato (4) limo argilloso debolmente sabbioso	8,95	3,40-5,00	8,95		1,69
Strato (5) limo sabbioso e sabbie limose	15,16	5,00-5,80	15,16		1,88

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) riporto	7,27	0.00-1,70	7,27		1,51
Strato (2) riporto	5,21	1,70-3,10	5,21		1,04
Strato (3) limo sabbioso	13,91	3,10-3,40	13,91	Navfac 1971-1982	2,91
Strato (4) limo argilloso debolmente sabbioso	8,95	3,40-5,00	8,95		1,88
Strato (5) limo sabbioso e sabbie limose	15,16	5,00-5,80	15,16		3,16

PROVA ...2

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
Prova eseguita in data 04/10/2018
Profondità prova 9,80 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	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)
0,10	1	0	0,857	2,86	3,34	0,14	0,17
0,20	2	0	0,855	5,71	6,68	0,29	0,33
0,30	1	0	0,853	2,85	3,34	0,14	0,17
0,40	1	0	0,851	2,84	3,34	0,14	0,17
0,50	1	0	0,849	2,83	3,34	0,14	0,17
0,60	1	0	0,847	2,83	3,34	0,14	0,17
0,70	1	0	0,845	2,82	3,34	0,14	0,17
0,80	1	0	0,843	2,82	3,34	0,14	0,17
0,90	1	0	0,842	2,67	3,17	0,13	0,16
1,00	2	0	0,840	5,32	6,34	0,27	0,32
1,10	1	0	0,838	2,66	3,17	0,13	0,16
1,20	1	0	0,836	2,65	3,17	0,13	0,16
1,30	1	0	0,835	2,64	3,17	0,13	0,16
1,40	1	0	0,833	2,64	3,17	0,13	0,16
1,50	2	0	0,831	5,27	6,34	0,26	0,32
1,60	1	0	0,830	2,63	3,17	0,13	0,16
1,70	1	0	0,828	2,62	3,17	0,13	0,16
1,80	3	0	0,826	7,86	9,51	0,39	0,48
1,90	3	0	0,825	7,46	9,05	0,37	0,45
2,00	9	0	0,823	22,34	27,14	1,12	1,36
2,10	3	0	0,822	7,43	9,05	0,37	0,45
2,20	6	0	0,820	14,84	18,09	0,74	0,90
2,30	8	0	0,819	19,75	24,12	0,99	1,21
2,40	14	0	0,767	32,38	42,21	1,62	2,11
2,50	3	0	0,816	7,38	9,05	0,37	0,45
2,60	3	0	0,814	7,37	9,05	0,37	0,45
2,70	4	0	0,813	9,80	12,06	0,49	0,60
2,80	4	0	0,811	9,79	12,06	0,49	0,60
2,90	5	0	0,810	11,65	14,38	0,58	0,72
3,00	4	0	0,809	9,30	11,50	0,47	0,58
3,10	5	0	0,807	11,61	14,38	0,58	0,72
3,20	8	0	0,806	18,54	23,00	0,93	1,15
3,30	10	0	0,805	23,14	28,75	1,16	1,44
3,40	12	0	0,803	27,72	34,50	1,39	1,73
3,50	12	0	0,802	27,68	34,50	1,38	1,73
3,60	10	0	0,801	23,03	28,75	1,15	1,44
3,70	14	0	0,750	30,18	40,26	1,51	2,01
3,80	15	0	0,748	32,28	43,13	1,61	2,16
3,90	18	0	0,747	36,96	49,47	1,85	2,47
4,00	22	0	0,696	42,08	60,46	2,10	3,02
4,10	18	0	0,745	36,84	49,47	1,84	2,47
4,20	21	0	0,694	40,03	57,71	2,00	2,89
4,30	17	0	0,743	34,69	46,72	1,73	2,34
4,40	16	0	0,741	32,60	43,97	1,63	2,20
4,50	20	0	0,740	40,69	54,96	2,03	2,75
4,60	19	0	0,739	38,60	52,21	1,93	2,61
4,70	16	0	0,738	32,46	43,97	1,62	2,20
4,80	22	0	0,687	41,54	60,46	2,08	3,02
4,90	17	0	0,736	32,93	44,74	1,65	2,24
5,00	15	0	0,735	29,01	39,47	1,45	1,97
5,10	17	0	0,734	32,84	44,74	1,64	2,24
5,20	14	0	0,733	27,01	36,84	1,35	1,84
5,30	17	0	0,732	32,75	44,74	1,64	2,24
5,40	15	0	0,731	28,86	39,47	1,44	1,97
5,50	17	0	0,730	32,66	44,74	1,63	2,24
5,60	12	0	0,779	24,60	31,58	1,23	1,58
5,70	14	0	0,728	26,83	36,84	1,34	1,84
5,80	16	0	0,727	30,62	42,11	1,53	2,11
5,90	10	0	0,776	19,60	25,25	0,98	1,26
6,00	13	0	0,725	23,81	32,82	1,19	1,64
6,10	16	0	0,725	29,27	40,39	1,46	2,02
6,20	11	0	0,774	21,49	27,77	1,07	1,39
6,30	8	0	0,773	15,61	20,20	0,78	1,01
6,40	7	0	0,772	13,64	17,67	0,68	0,88
6,50	10	0	0,771	19,47	25,25	0,97	1,26
6,60	13	0	0,720	23,64	32,82	1,18	1,64
6,70	21	0	0,670	35,50	53,02	1,77	2,65
6,80	17	0	0,719	30,85	42,92	1,54	2,15
6,90	14	0	0,718	24,38	33,96	1,22	1,70
7,00	16	0	0,717	27,84	38,81	1,39	1,94
7,10	15	0	0,716	26,07	36,39	1,30	1,82
7,20	19	0	0,716	32,99	46,09	1,65	2,30
7,30	10	0	0,765	18,56	24,26	0,93	1,21

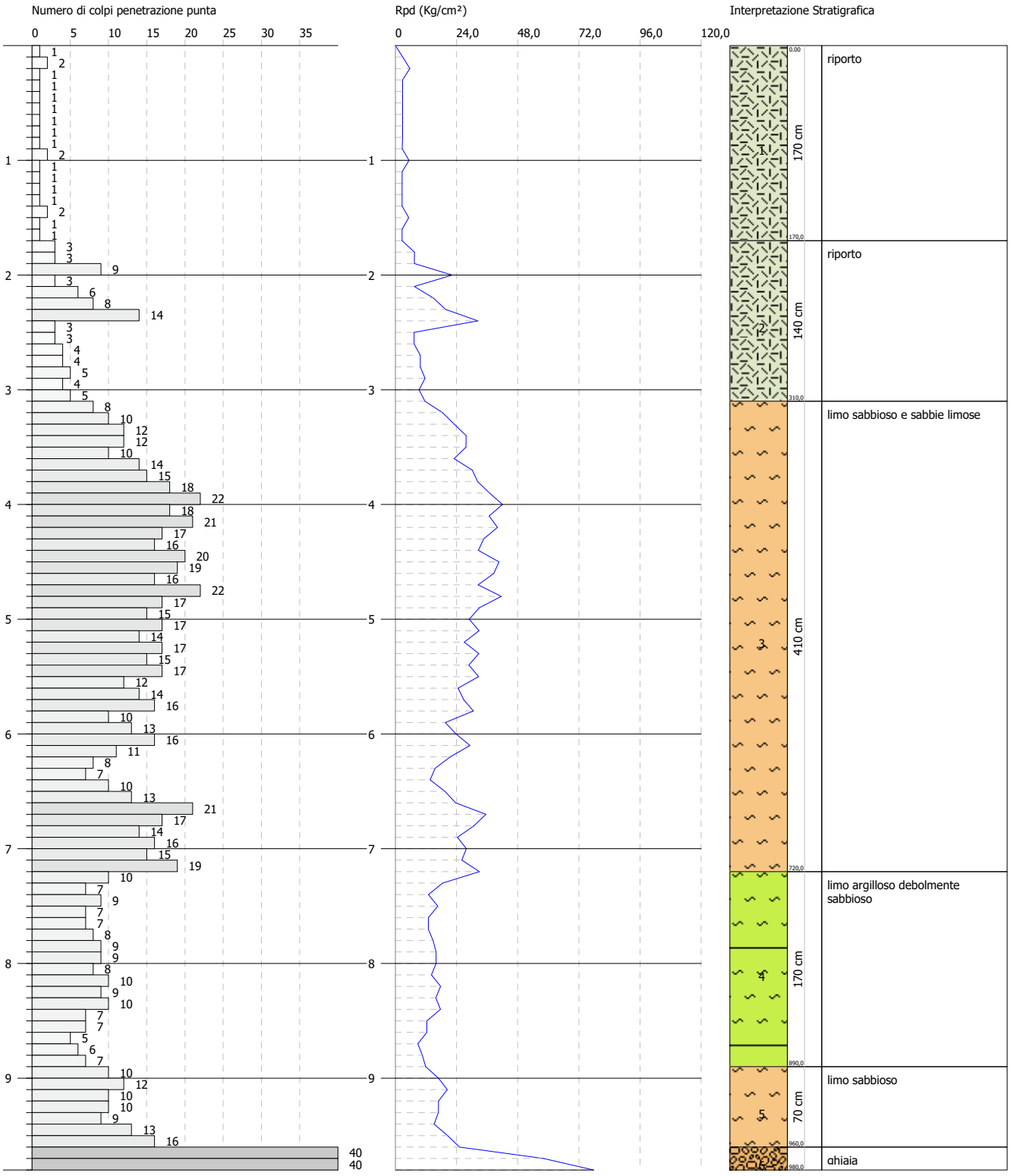
7,40	7	0	0,764	12,98	16,98	0,65	0,85
7,50	9	0	0,763	16,67	21,83	0,83	1,09
7,60	7	0	0,763	12,95	16,98	0,65	0,85
7,70	7	0	0,762	12,94	16,98	0,65	0,85
7,80	8	0	0,761	14,77	19,41	0,74	0,97
7,90	9	0	0,761	15,98	21,01	0,80	1,05
8,00	9	0	0,760	15,97	21,01	0,80	1,05
8,10	8	0	0,759	14,18	18,68	0,71	0,93
8,20	10	0	0,759	17,71	23,35	0,89	1,17
8,30	9	0	0,758	15,92	21,01	0,80	1,05
8,40	10	0	0,757	17,68	23,35	0,88	1,17
8,50	7	0	0,757	12,36	16,34	0,62	0,82
8,60	7	0	0,756	12,35	16,34	0,62	0,82
8,70	5	0	0,755	8,82	11,67	0,44	0,58
8,80	6	0	0,755	10,57	14,01	0,53	0,70
8,90	7	0	0,754	11,88	15,75	0,59	0,79
9,00	10	0	0,753	16,95	22,50	0,85	1,13
9,10	12	0	0,753	20,33	27,00	1,02	1,35
9,20	10	0	0,752	16,93	22,50	0,85	1,13
9,30	10	0	0,752	16,91	22,50	0,85	1,13
9,40	9	0	0,751	15,21	20,25	0,76	1,01
9,50	13	0	0,701	20,49	29,25	1,02	1,46
9,60	16	0	0,700	25,20	36,00	1,26	1,80
9,70	47	0	0,549	58,10	105,75	2,90	5,29
9,80	63	0	0,549	77,79	141,75	3,89	7,09

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA 2
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: Carifano
Descrizione:
Località: Palazzo Zagarelli - Via San Francesco Fano (PU)

Data: 04/10/2018

Scala 1:50



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA 2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
Strato (1) riporto	0,89	0.00-1,70	De Beer	0,11
Strato (4) limo argilloso debolmente sabbioso	6,3	7,20-8,90		0,79
Strato (5) limo sabbioso	9,09	8,90-9,60		1,14

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
Strato (1) riporto	0,89	0.00-1,70	Buisman-Sanglerat	4,45
Strato (4) limo argilloso debolmente sabbioso	6,3	7,20-8,90		31,5
Strato (5) limo sabbioso	9,09	8,90-9,60		45,45

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) riporto	0,89	0.00-1,70	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Strato (4) limo argilloso debolmente sabbioso	6,3	7,20-8,90		MODERAT. CONSISTENTE
Strato (5) limo sabbioso	9,09	8,90-9,60		CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
Strato (1) riporto	0,89	0.00-1,70	Meyerhof	1,47
Strato (4) limo argilloso debolmente sabbioso	6,3	7,20-8,90		1,83
Strato (5) limo sabbioso	9,09	8,90-9,60		1,94

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (2) riporto	4,06	1,70-3,10	4,06	Meyerhof (1957)	41,2
Strato (3) limo sabbioso e sabbie limose	11,71	3,10-7,20	11,71		58,16
Strato (4) limo argilloso debolmente sabbioso	6,3	7,20-8,90	6,3		36,82
Strato (5) limo sabbioso	9,09	8,90-9,60	9,09		42,0
Strato (6) ghiaia	43,73	9,60-9,80	43,73		90,34

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (2) riporto	4,06	1,70-3,10	4,06	Shioi-Fukuni (1982)	22,8
Strato (3) limo sabbioso e sabbie limose	11,71	3,10-7,20	11,71		28,25
Strato (4) limo argilloso debolmente sabbioso	6,3	7,20-8,90	6,3		24,72
Strato (5) limo sabbioso	9,09	8,90-9,60	9,09		26,68
Strato (6) ghiaia	43,73	9,60-9,80	43,73		40,61

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
Strato (2) riporto	4,06	1,70-3,10	4,06	Schmertmann (1978) Sabbie	32,48
Strato (3) limo sabbioso e sabbie limose	11,71	3,10-7,20	11,71		93,68
Strato (4) limo argilloso debolmente sabbioso	6,3	7,20-8,90	6,3		50,4
Strato (5) limo sabbioso	9,09	8,90-9,60	9,09		72,72
Strato (6) ghiaia	43,73	9,60-9,80	43,73		349,84

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (2) riporto	4,06	1,70-3,10	4,06	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) limo sabbioso e sabbie limose	11,71	3,10-7,20	11,71		MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (4) limo argilloso debolmente sabbioso	6,3	7,20-8,90	6,3		POCO ADDENSATO
Strato (5) limo sabbioso	9,09	8,90-9,60	9,09		POCO ADDENSATO
Strato (6) ghiaia	43,73	9,60-9,80	43,73		ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m³)
Strato (2) riporto	4,06	1,70-3,10	4,06	Meyerhof et al.	1,50
Strato (3) limo sabbioso e sabbie limose	11,71	3,10-7,20	11,71		1,79
Strato (4) limo argilloso debolmente sabbioso	6,3	7,20-8,90	6,3		1,59
Strato (5) limo sabbioso	9,09	8,90-9,60	9,09		1,70
Strato (6) ghiaia	43,73	9,60-9,80	43,73		2,22

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (2) riporto	4,06	1,70-3,10	4,06	Navfac 1971-1982	0,77
Strato (3) limo sabbioso e sabbie limose	11,71	3,10-7,20	11,71		2,46
Strato (4) limo argilloso debolmente sabbioso	6,3	7,20-8,90	6,3		1,29
Strato (5) limo sabbioso	9,09	8,90-9,60	9,09		1,91
Strato (6) ghiaia	43,73	9,60-9,80	43,73		7,35

SERVIZI SISMICI S.n.c
Via Piano di Frassineta, 109
60041 Sassoferrato - AN
Tel/Fax (Studio):0732/96839
Cell. (Antonello): 338/9056200
Cell.(Fabrizio):328/2652947
P.Iva: 02495830420 - C.F.:02495830420
INDAGINI & GEOFISICHE PROVE IN SITO
servizisismici@hotmail.it

INDAGINE SISMICA ESEGUITA CON LA TECNICA DEI RAPPORTI SPETTRALI NEI PRESSI DELLA CORTE DEL PALAZZO ZAGARELLI, SITO IN VIA SAN FRANCESCO D'ASSISI, 68 - COMUNE DI FANO (PU)

COMMITTENTE: FONDAZIONE CASSA DI RISPARMIO DI FANO

Sassoferrato, 10 OTTOBRE 2018

SERVIZI SISMICI S.n.c.
di Donnini A. & Mantoni F.
Via Piano di Frassineta, 109
60041 - SASSOFERRATO (AN)
Cod. Fisc. e P.IVA: 02495830420
N. Rea: AN-192227

Il presente documento è ad uso esclusivo della pratica in oggetto.
La pubblicazione integrale o parziale è vietata senza il consenso scritto della ditta Servizi Sismici Snc.
Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge.

Cenni sulla teoria della tecnica HVSR

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo Vs.Eq. attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuate, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

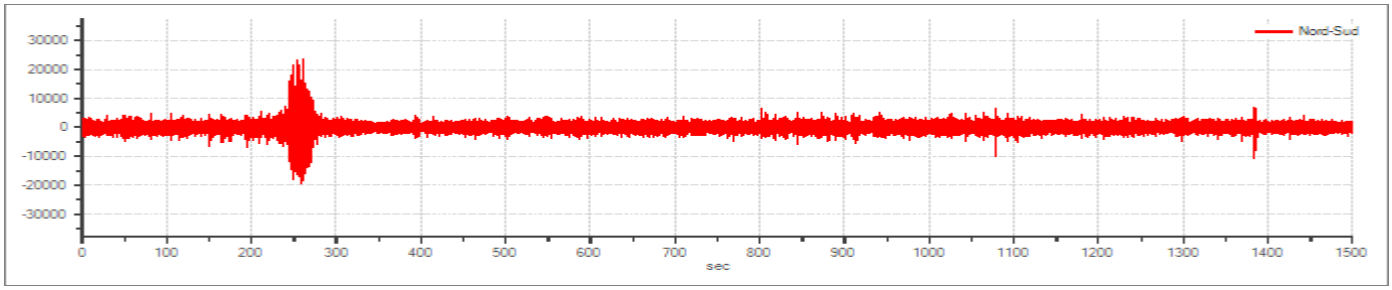
L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo Vs.Eq.

Tracce in input

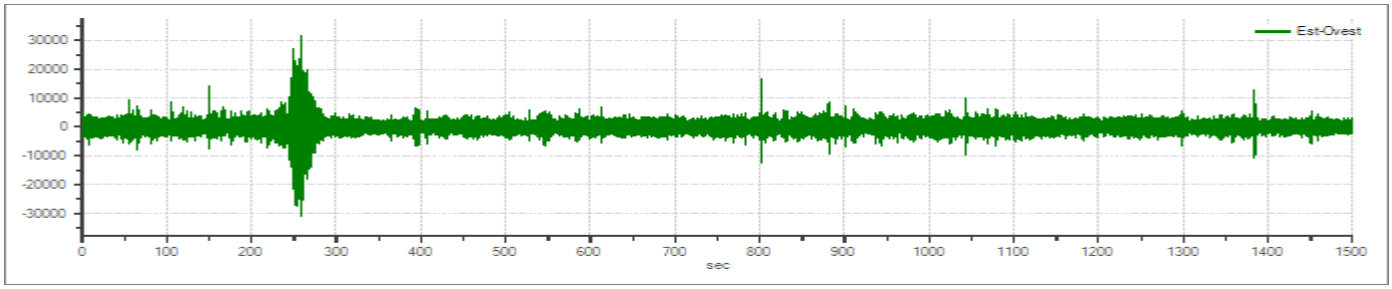
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3	
Durata registrazione:	1500	s
Frequenza di campionamento:	300,00	Hz
Numero campioni:	449969	
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.	

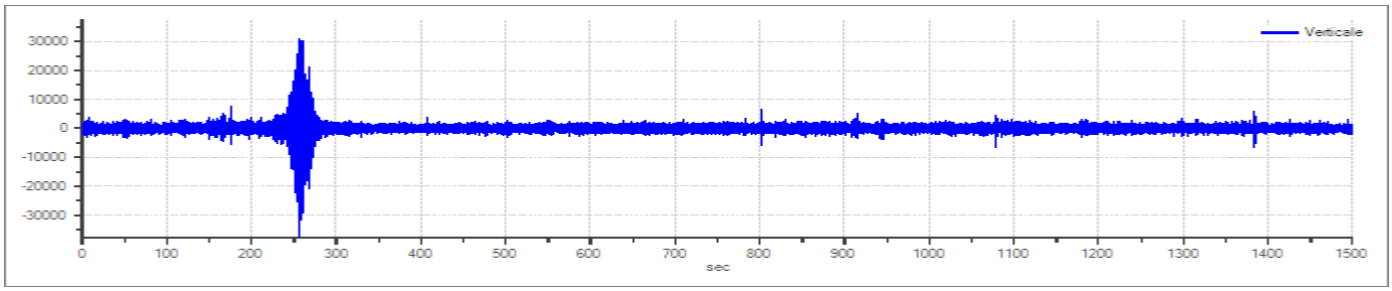
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

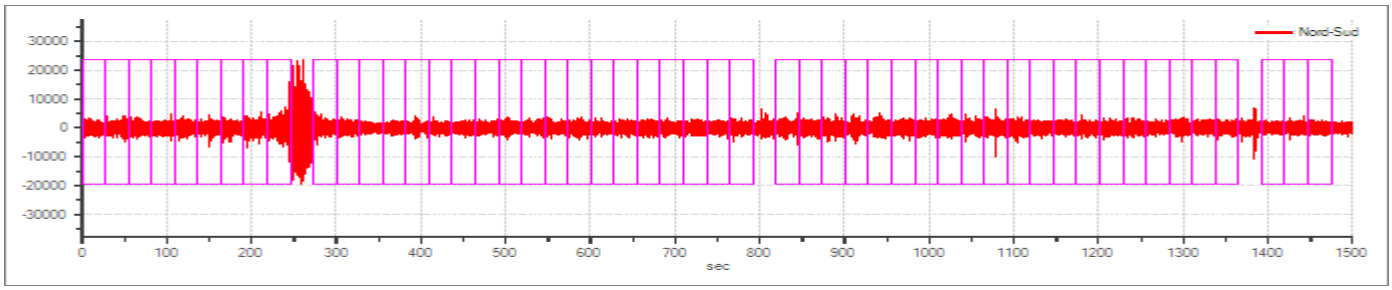
Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 51
Numero finestre incluse nel calcolo: 51
Dimensione temporale finestre: 27,307 s
Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento: 10,00 %

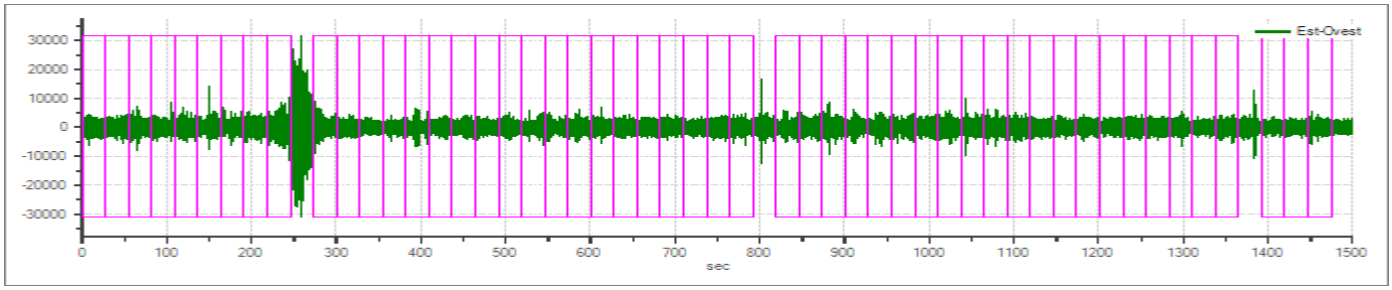
Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	27,307	Inclusa
2	27,307	54,613	Inclusa
3	54,613	81,92	Inclusa
4	81,92	109,227	Inclusa
5	109,227	136,533	Inclusa
6	136,533	163,84	Inclusa
7	163,84	191,147	Inclusa
8	191,147	218,453	Inclusa
9	218,453	245,76	Inclusa
10	273,067	300,373	Inclusa
11	300,373	327,68	Inclusa
12	327,68	354,987	Inclusa
13	354,987	382,293	Inclusa
14	382,293	409,6	Inclusa
15	409,6	436,907	Inclusa
16	436,907	464,213	Inclusa
17	464,213	491,52	Inclusa
18	491,52	518,827	Inclusa
19	518,827	546,133	Inclusa
20	546,133	573,44	Inclusa
21	573,44	600,747	Inclusa
22	600,747	628,053	Inclusa
23	628,053	655,36	Inclusa
24	655,36	682,667	Inclusa
25	682,667	709,973	Inclusa
26	709,973	737,28	Inclusa
27	737,28	764,587	Inclusa
28	764,587	791,893	Inclusa
29	819,2	846,507	Inclusa
30	846,507	873,813	Inclusa
31	873,813	901,12	Inclusa
32	901,12	928,427	Inclusa
33	928,427	955,733	Inclusa
34	955,733	983,04	Inclusa
35	983,04	1010,347	Inclusa
36	1010,347	1037,653	Inclusa
37	1037,653	1064,96	Inclusa
38	1064,96	1092,267	Inclusa
39	1092,267	1119,573	Inclusa
40	1119,573	1146,88	Inclusa
41	1146,88	1174,187	Inclusa
42	1174,187	1201,493	Inclusa
43	1201,493	1228,8	Inclusa
44	1228,8	1256,107	Inclusa
45	1256,107	1283,413	Inclusa
46	1283,413	1310,72	Inclusa
47	1310,72	1338,027	Inclusa
48	1338,027	1365,333	Inclusa
49	1392,64	1419,947	Inclusa
50	1419,947	1447,253	Inclusa
51	1447,253	1474,56	Inclusa

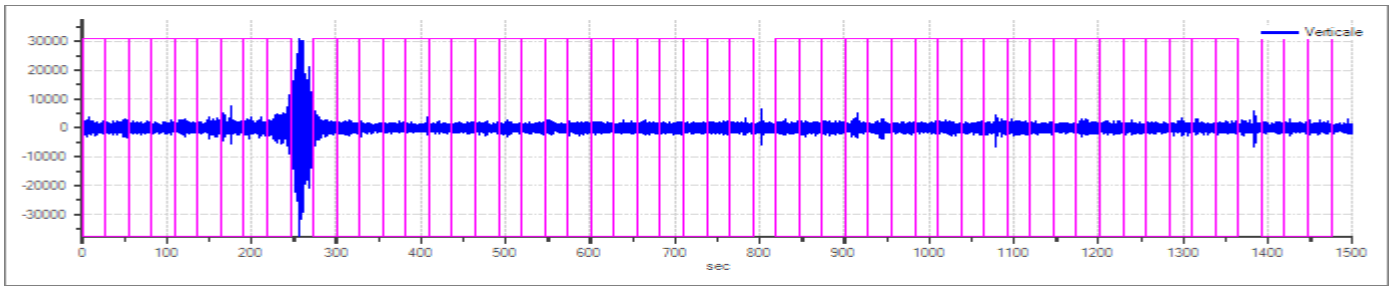
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

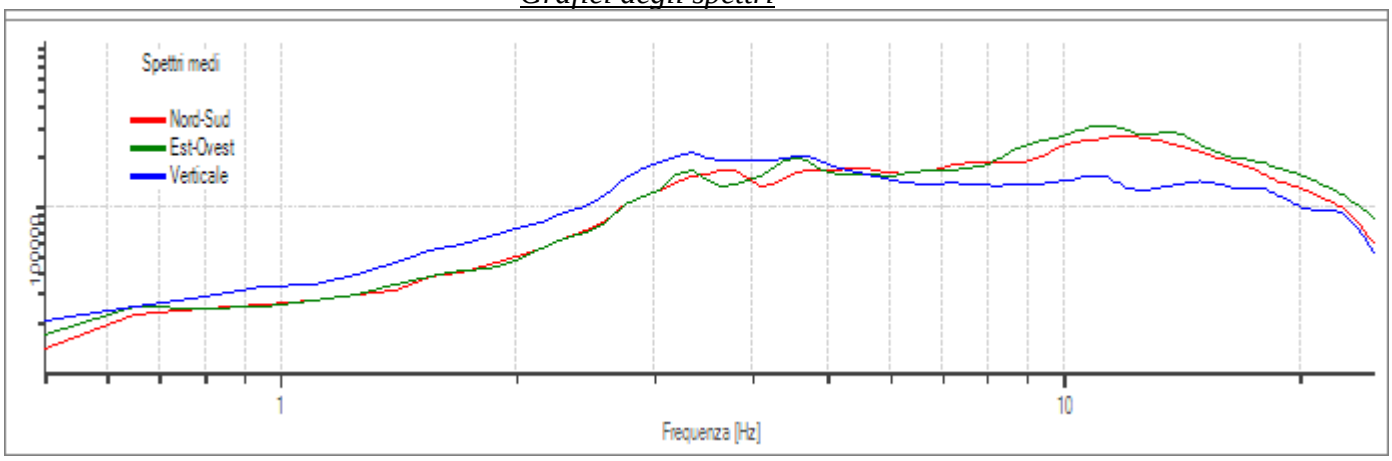


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

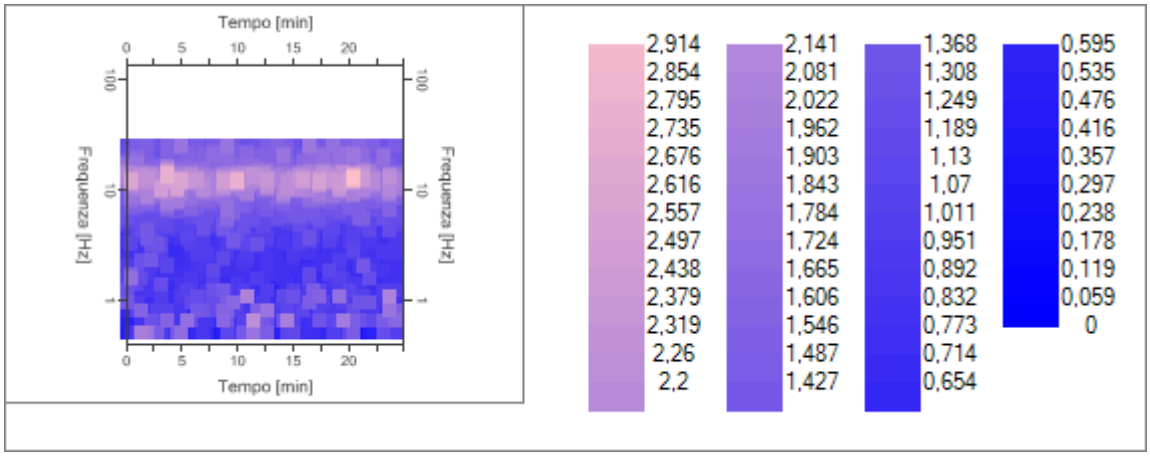


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

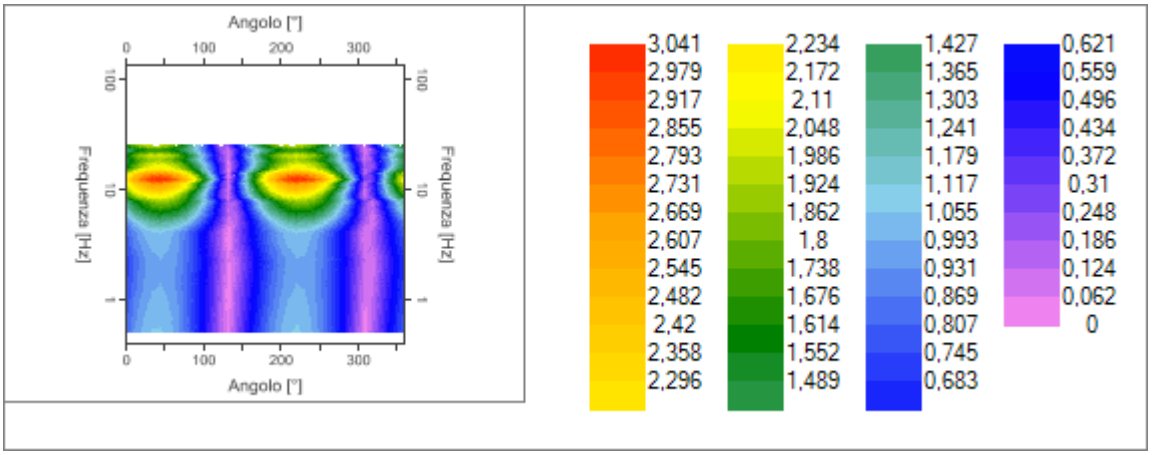
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

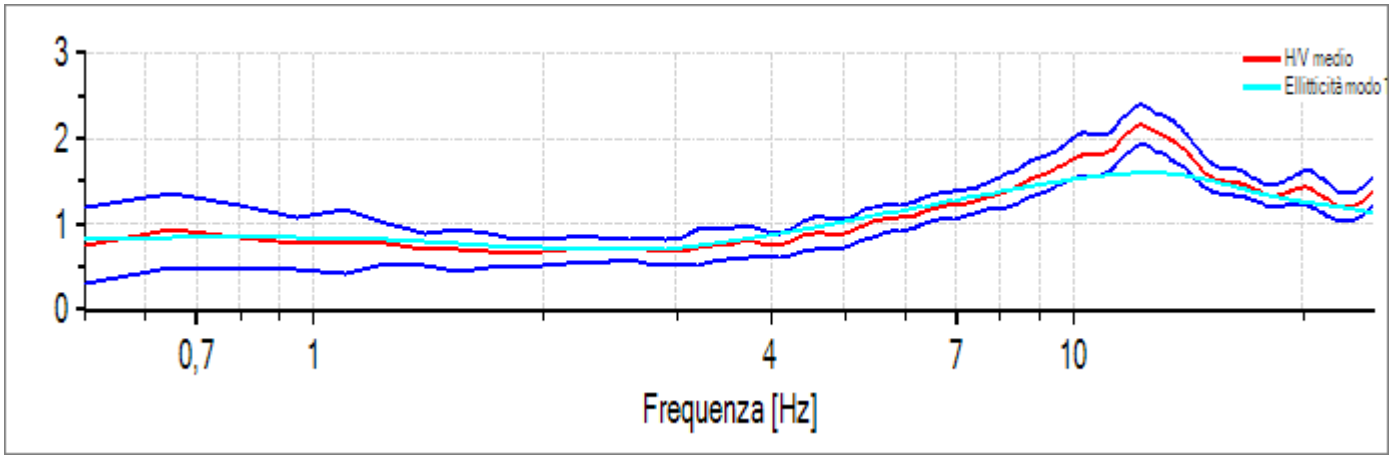
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	25,00 Hz
Frequenza minima:	0,50 Hz
Passo frequenze:	0,15 Hz
Tipo lisciamento::	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento:	10,00 %
Tipo di somma direzionale:	Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 12,35 Hz ±0,11 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2 \quad per \quad 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \quad se \quad f_0 > 0.5Hz$	Ok
$\sigma_A(f) < 3 \quad per \quad 0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0 \quad se \quad f_0 < 0.5Hz$	Ok
$\exists\, f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists\, f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Non superato
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

Modello stratigrafico

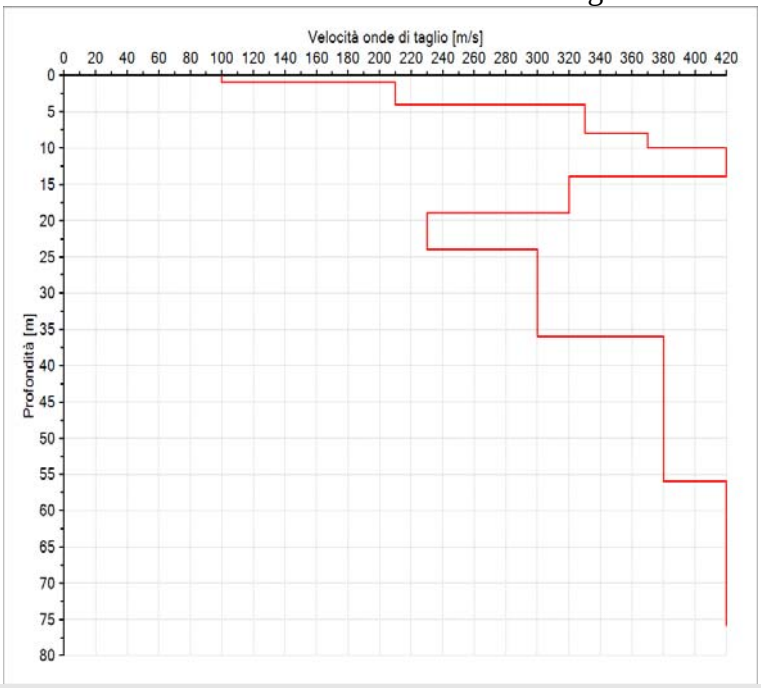
Dati riepilogativi:

Numero strati: 10
Frequenza del picco dell'ellitticità: 12,50 Hz
Valore di disadattamento: -1,00
Valore Vs30: 275,99 m/s

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m^3]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	1	17,7	0,4	100
2	1	3	18	0,38	210
3	4	4	18,4	0,37	330
4	8	2	19	0,36	370
5	10	4	19,2	0,35	420
6	14	5	19	0,35	320
7	19	5	20	0,34	230
8	24	12	21	0,33	300
9	36	20	22	0,32	380
10	56	20	23	0,3	420

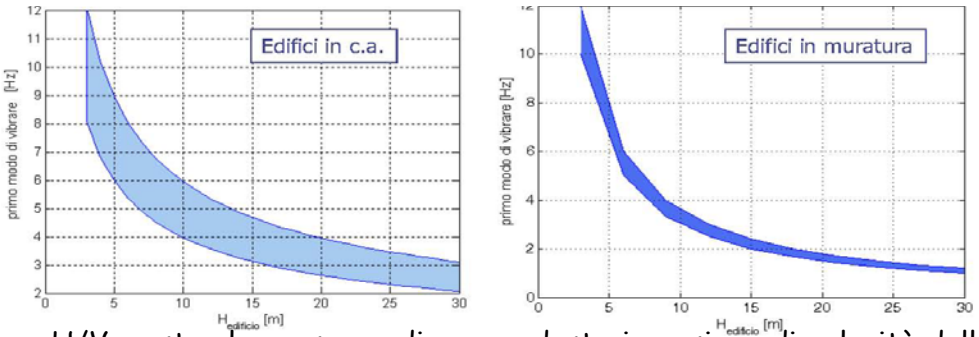
Profilo delle velocità delle onde di taglio.



CONCLUSIONI

La prova eseguita nell'area in esame ha permesso di ricavare i seguenti dati:

La curva H/V media (curva rossa) mostra un picco alla frequenza di circa 12 Hz con rapporto H/V leggermente maggiore di 2. Tale picco imputabile ad un contrasto di impedenza esistente in prossimità del passaggio con i depositi ghiaiosi è collocato al di fuori del campo delle frequenze di interesse ingegneristico (vedi grafico seguente).



La stessa curva H/V mostra la presenza di una modesta inversione di velocità delle onde di taglio nel range di profondità 14-24 metri imputabile ad un minore stato di addensamento del banco ghiaioso o alla presenza di livelli limoso sabbiosi con caratteristiche meccaniche sensibilmente minori rispetto ai terreni posti al di sopra e al di sotto di tale intervallo di profondità.

La velocità stimata delle onde di taglio nei primi 30 metri di suolo a partire dal p.c. è risultata essere pari a 276 m/sec.

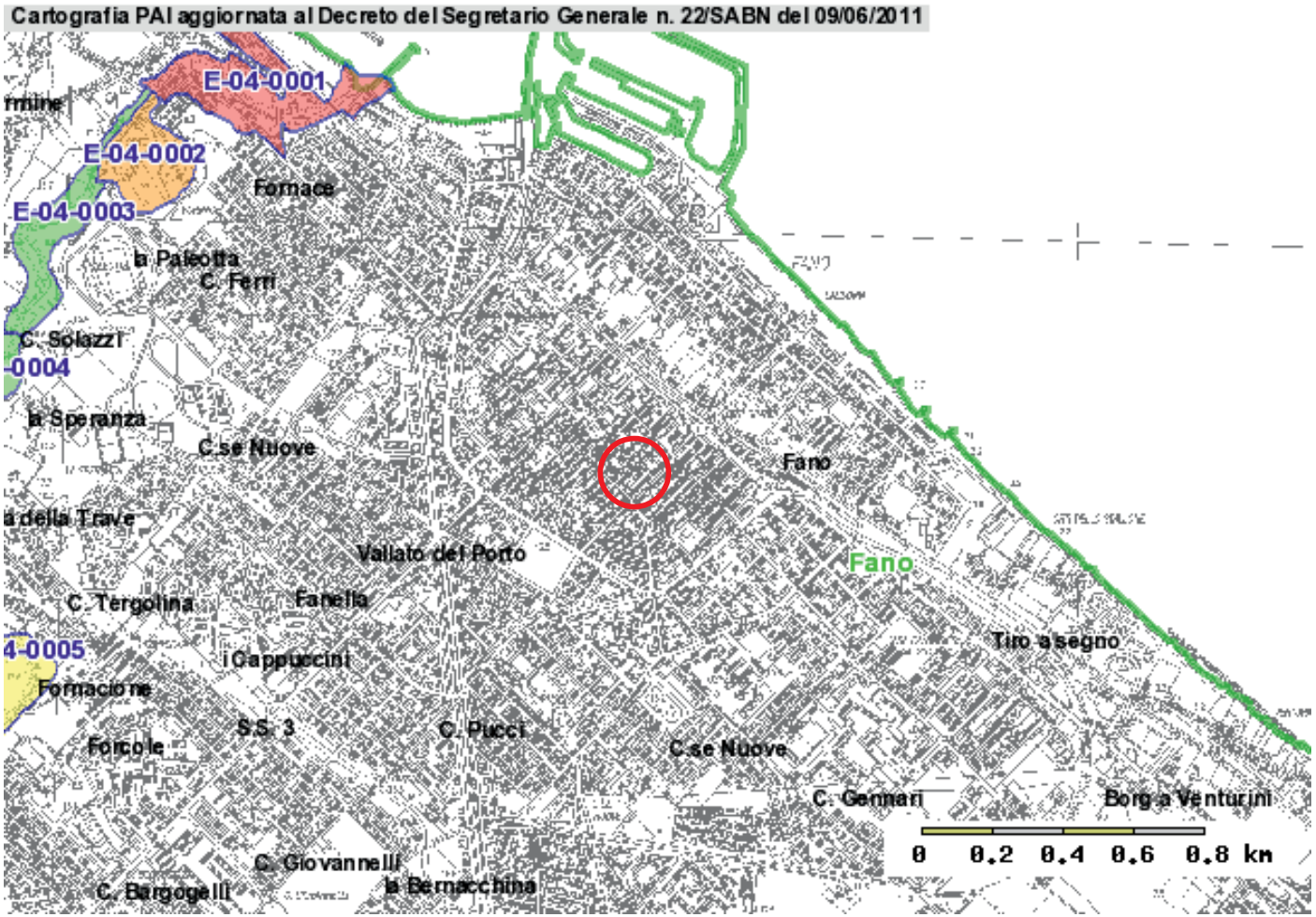
Sassoferrato, 10 ottobre 2018

SERVIZI SISMICI S.n.c.
di Donnini A. & Mantoni F.
Via Piano di Frassineta, 109
60041 - SASSOFERRATO (AN)
Cod. Fisc. e P.IVA: 02295830420
N. Rea: AN-192227

CARTA GEOMORFOLOGICA - IDROGEOLOGICA DELLE
PERICOLOSITÀ GEOLOGICHE E SISMICHE

AREA DI INTERESSE

STRALCIO P.A.I.



AREA DI INTERESSE

LEGENDA

ESONDAZIONI - PAI

- R1
- R2
- R3
- R4

ESONDAZIONI - PS2006

- CODICE_PS

FRANE

- R1
- R2
- R3
- R4

VALANGHE

- R4