



COMUNE DI GALLICANO NEL LAZIO

CITTA' METROPOLITANA DI ROMA CAPITALE

LAVORI DI MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA
"SUOR GIOVANNA ROMANO" NEL COMUNE DI GALLICANO NEL LAZIO

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GEOLOGICA E INDAGINI GEOLOGICHE

Raggruppamento Temporaneo di Professionisti (R.T.P.)

Capogruppo: Dott.Ing. Alessandro VERRECCHIA
Membro: Dott.Ing. Francesco VILO
Membro: Geom. Emiliano CAMPOLI

Scala:

Allegati n. **89**

Progr. n. **PR-02**

Tav. n.

Data: **11/2017**

Agg.:

Agg.:

IL GEOLOGO

Dott. Filippo PAGLIUCA





GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE, GEOFISICA,
PROVE GEOTECNICHE IN SITO, TOMOGRAFIA ELETTRICA

Dott. Filippo Pagliuca
Via Castagnola n° 6 03012 Anagni
Tel./Fax 0775728132 - e.mail:
filippo.pagliuca@pec.geologilazio.it

Studio geologico, geologico - tecnico e geofisico con indagini in sito, finalizzato ai
lavori di miglioramento sismico della scuola dell'infanzia "Suor Giovanna Romano"
ubicata presso viale Aldo Moro nel Comune di Galliciano Nel Lazio (RM)

NTC 2008

Committente:

Comune di Galliciano Nel Lazio

Si riserva in termini di Legge la proprietà esclusiva del presente elaborato e si vieta a chiunque, salvo espressa autorizzazione, di riprodurlo anche parzialmente, di usarlo per ulteriori progetti e renderlo comunque noto a terzi.

PREMESSA	5
1. RIFERIMENTI DI LEGGE	8
2. UBICAZIONE DEL SITO	9
3. LINEAMENTI GEOLOGICI REGIONALI	9
4. GEOLOGIA, MORFOLOGIA ED IDROGEOLOGIA DEL SITO	10
5. DESCRIZIONE DEI SONDAGGI, DELLE PROVE IN SITO E DI LABORATORIO	12
5.1. SONDAGGI GEOGNOSTICI, PROVE S.P.T. E PRELIEVO DEL CAMPIONE INDISTURBATO	12
5.2. DESCRIZIONE SINTETICA DELLE LITOLOGIE RINVENUTE	13
5.3. PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPERPESANTE (DPSH)	14
5.3.1. ANALISI DEI RISULTATI	15
5.4. PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO	15
6. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI LITOTIPI RINVENUTI IN SITO	16
7. AZIONE SISMICA	19
8. INDAGINE GEOFISICA TRAMITE TECNICA MASW	20
8.1. MOTO DEL SEGNALE SISMICO	20
8.2. ONDE DI RAYLEIGH - "R"	20
8.3. ANALISI DEL SEGNALE CON TECNICA MASW	20
8.4. MODELLIZZAZIONE	21
8.5. MODI DI VIBRAZIONE	21

8.6. PROFONDITÀ DI INDAGINE	22
8.7. CARATTERISTICHE DELLE ATTREZZATURE UTILIZZATE	22
8.8. STESE SISMICHE MASW	23
8.9. TRACCE (STESA MASW N° 1)	24
8.10. ANALISI SPETTRALE (STESA MASW N° 1)	25
8.11. CURVA DI DISPERSIONE (STESA MASW N° 1)	26
8.12. INVERSIONE (STESA MASW N° 1)	27
8.13. ANALISI DEI RISULTATI (STESA MASW N° 1)	28
8.14. TRACCE (STESA MASW N° 2)	29
8.15. ANALISI SPETTRALE (STESA MASW N° 2)	30
8.16. CURVA DI DISPERSIONE (STESA MASW N° 2)	31
8.17. INVERSIONE (STESA MASW N° 2)	32
8.18. ANALISI DEI RISULTATI (STESA MASW N° 2)	33
9. INDAGINE GEOFISICA TRAMITE TECNICA DOWN HOLE	34
9.1. PROVA SISMICA DOWN HOLE	34
9.2. ESAME DEI RISULTATI	35
9.3. DETERMINAZIONE DEL V_{S30}	37
10. ANALISI HVSR	41
10.1. INTRODUZIONE	41

10.2. DEFINIZIONI	41
10.3. OGGETTO DELLA MISURA: IL MICROTREMORE SISMICO AMBIENTALE	41
10.4. LA TECNICA IMPIEGATA. CENNI STORICI	42
10.5. STRUMENTAZIONE IMPIEGATA	44
10.6. PROCEDURA DI ANALISI DATI PER STAZIONI SINGOLE H/V	44
10.7. TRACCE DI INPUT	45
10.8. FILTRAGGIO DATI	46
10.9. TRACCE DI INPUT	47
11. STUDIO DI RISPOSTA SISMICA LOCALE (RSL)	48
11.1. PREMESSA	48
11.2. DATI SISMICI DI INPUT	49
11.3. SISMOSTRATIGRAFIA E CURVE DI DECADIMENTO	50
11.4. ACCELEROGRAMMI DI INPUT E DATI DI DISAGGREGAZIONE - SLO	51
11.4.1 ACCELEROGRAMMI (SLO)	51
11.4.2 DATI DI DISAGGREGAZIONE (SLO)	51
11.5. ACCELEROGRAMMI DI INPUT E DATI DI DISAGGREGAZIONE - SLD	54
11.5.1 ACCELEROGRAMMI (SLD)	54
11.5.2 DATI DI DISAGGREGAZIONE (SLD)	54
11.6. ACCELEROGRAMMI DI INPUT E DATI DI DISAGGREGAZIONE - SLV	57

<u>11.6.1 ACCELEROGRAMMI (SLV)</u>	57
<u>11.6.2 DATI DI DISAGGREGAZIONE (SLV)</u>	57
<u>11.7. ACCELEROGRAMMI DI INPUT E DATI DI DISAGGREGAZIONE - SLC</u>	60
<u>11.7.1 ACCELEROGRAMMI (SLC)</u>	60
<u>11.7.2 DATI DI DISAGGREGAZIONE (SLC)</u>	60
<u>11.8. SIMULAZIONE - SPETTRI SLO</u>	63
<u>11.9. SIMULAZIONE - SPETTRI SLD</u>	64
<u>11.10. SIMULAZIONE - SPETTRI SLV</u>	65
<u>11.11. SIMULAZIONE - SPETTRI SLC</u>	66
<u>12. CONCLUSIONI</u>	67
<u>BIBLIOGRAFIA</u>	71

PREMESSA

Anagni 23 Giugno 2017

In seguito all'incarico ricevuto dal Comune di Galliciano Nel Lazio, è stato eseguito uno studio geologico, geologico - tecnico e geofisico con indagini in sito, finalizzato ai lavori di miglioramento sismico della scuola dell'infanzia "Suor Giovanna Romano" ubicata presso viale Aldo Moro nel Comune di Galliciano Nel Lazio (RM). Lo studio è rivolto ad accertare le caratteristiche geologiche, geologico - tecniche, geomorfologiche e geofisiche del terreno stesso.

Nell'area in oggetto, sono stati eseguiti dalla Geotek S.r.l., nell'anno 2016, n° 1 sondaggio geognostico, prove di laboratorio geotecnico, prove DPSH, MASW, Down Hole ed una misura di rumore ambientale, finalizzati ai *"lavori di recupero dei locali al piano seminterrato della scuola elementare e materna"*.

L'opera, individuabile nella *classe d'uso III* ed ubicata in *zona sismica 2B*, rientra nel **Livello di Vulnerabilità Alto** (D.G.R. n° 375 del 05.07.2016), pertanto, tenendo in considerazione gli obiettivi del progetto, le indagini già eseguite ed il livello di vulnerabilità del sito è stato ritenuto opportuno integrare la precedente l'indagine nelle seguenti fasi:

- **ricerca bibliografica;**
- **rilevamento geologico dell'area** al fine di definire la situazione stratigrafica locale, l'origine e la natura dei litotipi, nonché il loro stato di alterazione e degradabilità;
- **analisi dei lineamenti geomorfologici** per evidenziare eventuali processi morfologici in atto o potenziali;
- **n° 2 sondaggi geognostici verticali** a carotaggio continuo, spinti fino alla profondità massima di circa 30 m dal p.c.;
- **esecuzione di prove S.P.T. in foro di sondaggio;**
- **prelievo di n° 1 campione di terreno indisturbato;**

- **prove di laboratorio geotecnico** (riconoscimento, contenuto in acqua, massa volumica, massa volumica dei solidi e prova di taglio diretto CD);
- **n° 2 prove penetrometriche dinamiche** con penetrometro superpesante (DPSH), spinte fino alla profondità massima di circa 11,6 m dal p.c.;
- **esecuzione di n° 2 indagini geofisiche con metodologia MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves)** finalizzate ad individuare il profilo verticale delle V_S ;
- **n° 1 misura di microtremore ambientale** (HVSr);
- **parametrizzazione geotecnica**;
- **Risposta Sismica Locale** (RSL).

A completamento della campagna d'indagine è stata prodotta la seguente documentazione:

- Allegato A:
 - stralcio Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000;
 - stralcio Carta Geologica di dettaglio;
 - stralcio CTR in scala 1:10.000;
 - stralcio catastale con l'ubicazione delle indagini eseguite;
 - sezione geologico - tecnica;
 - stralcio Carta Inventario delle fasce di rispetto;
 - stralcio Carta Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani (IFFI);
 - stralcio Carta Piano di Assetto Idrogeologico (PAI);
 - stralcio Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS).
- Allegato B:
 - Allegato B1: stratigrafie 2017;
 - Allegato B2: stratigrafia 2016.
- Allegato C:
 - Allegato C1: certificati di laboratorio geotecnico 2017;
 - Allegato C2: certificati di laboratorio geotecnico 2016.
- Allegato D:
 - Allegato D1: certificati prove DPSH 2017;
 - Allegato D2: certificati prove DPSH 2016.

- Allegato E:
 - spetti di Risposta Sismica Locale.
- Allegato F:
 - documentazione fotografica.

1. RIFERIMENTI DI LEGGE

La presente relazione geologica è redatta in conformità con quanto previsto dalla normativa:

- Legge n° 112 del 03.02.1963 “Leggi e regolamenti attinenti alla professione del geologo” D.P.R. n° 1403 del 16.11.1965 “Regolamento d’esecuzione della legge 03.02.1963, n° 112, contenente disposizioni per la tutela del titolo e della professione del geologo”;
- D.P.R. n° 554 del 21.12.1999 “Regolamento e attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici del 11.02.1994, n° 109, e successive modificazioni”;
- D.M. del 11.03.1988 e dalla legge n° 64 del 1974, “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- Deliberazione della Giunta Regionale del Lazio n° 2694 del 18 maggio 1999 “Linee guida e documentazione per l’indagine geologica e per l’indagine vegetazionale, della legge 02.02.1974 n° 64”; Circolare 769 del 02.11.1982 dell’Assessorato ai LLPP modifiche alla circolare 3317 del 29.10.1980;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20.03.2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”;
- Deliberazione della Giunta Regionale del Lazio n° 766 del 01.08.2003 “Nuova classificazione sismica della Regione Lazio”;
- Deliberazione della Giunta Regionale del Lazio n° 387 del 22.05.2009 e s.m.i. “Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Lazio”;
- D.M. del 14.01.2008 “Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare 2 febbraio 2009, 617, C.S.LL.PP “Istruzioni per l’applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008;
- D.G.R. n° 375 del 05.07.2016 “Regolamento per lo snellimento e la semplificazione delle procedure per l’esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico e di repressione delle violazioni della normativa sismica. Abrogazione del R.R. 07 febbraio 2012”.

2. UBICAZIONE DEL SITO

L'area oggetto del presente studio, ubicata nel settore centro - orientale del Foglio 150 "Roma" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, è compresa nella sezione n° 375100 della Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:10.000.

L'area d'intervento, posta ad una quota media di circa 270,0 m s.l.m., è ubicata presso il centro abitato di Galliciano Nel Lazio (RM).

3. LINEAMENTI GEOLOGICI REGIONALI

L'area in esame è stata interessata dalla deposizione di materiali vulcanici, emessi durante le numerose manifestazioni effusive ed esplosive che hanno caratterizzato l'attività del Vulcano Laziale. L'attività del complesso vulcanico si è manifestata nel Pleistocene medio superiore in alternanza a periodi di stasi.

Il Vulcano Laziale comincia la sua attività in un periodo risalente a circa 600.000 anni fa, con la fase denominata Tuscolano - Artemisio. Questa fase è divisa in quattro cicli.

Il primo ciclo si verifica intorno ai 530.000 - 500.000 anni ed è caratterizzato dall'emissione di tre colate piroclastiche seguite da fenomeni effusivi concentrati soprattutto nel settore sud - occidentale del Vulcano.

Il secondo ciclo è datato da 500.000 a 480.000 anni; il settore orientale viene ricoperto di materiale piroclastico sino a spessori di 90 m, l'unità così formatasi si espande per circa 80 km dal centro dell'apparato, tale unità è nota con il nome di Pozzolane rosse o di San Paolo.

Il quarto ciclo chiude la fase Tuscolano - Artemisio, con l'emissione di colate piroclastiche note localmente come "tufo litoide" e "tufo di Villa Senni".

Dopo un breve periodo di stasi inizia la seconda fase con una ingente eruzione che determina la fine del complesso Tuscolano - Artemisio, provocando il collasso della parte sommitale dell'edificio.

L'attività riprende all'interno dell'impianto attraverso la formazione di edifici secondari, fase dei Campi d'Annibale o delle Faete; questa seconda fase è datata 300.000 -

200.000 anni.

L'ultima fase, idromagmatica finale, è caratterizzata da eruzioni provenienti dai crateri periferici, localizzati nel settore occidentale dell'apparato centrale: Ariccia, Nemi ed Albano, le ultime fasi eruttive risalgono a 20.000 anni.

4. GEOLOGIA, MORFOLOGIA ED IDROGEOLOGIA DEL SITO

L'area interessata dallo studio in oggetto, come evidenziato dalle carte geologiche in allegato (Allegato A), è caratterizzata dalla presenza di prodotti vulcanici di copertura, tipici del Pleistocene medio e formati da cineriti a caratteri granulometrici limo - argillosi, pozzolane e tufi in facies da compatte e uniformi fino a incoerenti.

La morfologia dell'area, tipicamente collinare, è caratterizzata dalla presenza di rilievi di forma allungata, in direzione NW - SE, che si elevano fino a quote massime di poco superiori ai 300 m, i quali risultano intervallati da una serie di fossi, stretti e profondi con alte e ripide rive. In particolare, il sito oggetto d'indagine, ubicato ad una quota di circa 270 m s.l.m., si colloca su uno dei suddetti rilievi, la cui morfologia originaria è stata modificata da una intensa attività antropica che ha portato alla realizzazione di strade ed edifici. L'area può essere, pertanto, identificata nella "Categoria Topografica T1".

Sui depositi vulcanici risultano attivi una serie di processi esogeni, collegati a precisi fenomeni fisico - chimici direttamente responsabili dell'evoluzione geomorfologica.

In generale l'azione meccanica e chimica delle acque meteoriche, provocano l'alterazione e la degradazione dei depositi vulcanici con la conseguente formazione dei materiali di copertura e la pedogenizzazione delle cineriti.

Le stesse acque meteoriche, operano anche come processi di denudazione tendendo ad allontanare verso valle i materiali di copertura generati.

Le forme geomorfologiche prevalenti, sono quindi da associare a deboli processi di erosione lineare e portano alla formazione di vallecicole più o meno pronunciate.

Il reticolo idrografico, pertanto, risulta caratterizzato da una serie di fossi che corrono circa parallelamente tra loro, con direzione NW - SE; in particolare ad est del sito oggetto di studio, è presente il Fosso del Traglione, che rappresenta la via preferenziale di drenaggio dell'area. Vista la forte antropizzazione, il regolare deflusso delle acque di

dilavamento meteorico, è dovuto anche ad opere di urbanizzazione.

I terreni affioranti sono stati suddivisi in "Complessi Idrogeologici".

Un complesso idrogeologico può essere definito come l'insieme di termini litologici simili, aventi una comprovata unità spaziale e giaciturale, un tipo di permeabilità prevalente in comune ed un grado di permeabilità relativa che si mantiene in un campo di variazione piuttosto ristretto.

La differenziazione tra un complesso e l'altro è data dal grado di permeabilità relativa (permeabilità apparente di un complesso idrogeologico valutata dal confronto con i complessi circostanti) indipendentemente dal tipo.

I diversi gradi di permeabilità sono funzione di parametri quali granulometria, fratturazione, fessurazione, indice di carsificazione.

Il complesso idrogeologico presente nel sito in esame è costituito dal complesso "delle pozzolane", costituito da depositi da colata piroclastica, genericamente massivi e caotici, prevalentemente litoidi. Nel complesso sono comprese le ignimbriti ed i tufi e presenta uno spessore che va da pochi metri ad un migliaio di metri. Questo complesso è sede di una estesa ed articolata circolazione idrica sotterranea che alimenta la falda di base dei grandi acquiferi vulcanici regionali. La presenza nell'area di una successione di depositi costituiti da prodotti vulcano - clastici, da alternanze di facies limo - argillose, pozzolanacee e tufacee, determinano una variabilità delle caratteristiche idrogeologiche, che rendono possibile la formazione di falde sospese a contatto di litotipi a permeabilità differenziata.

Dal rilevamento geologico effettuato, dalla consultazione del Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani) a cura di ISPRA e dalla consultazione della cartografia tematica dell'Autorità di Bacino del fiume Tevere (Allegato A), non sono stati riconosciuti ed evidenziati fenomeni di dissesto morfologico in atto, tali da pregiudicare la stabilità complessiva dell'area. Dallo stralcio della carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) (Allegato A), il sito rientra in un' "area stabile suscettibile di amplificazione sismica locale".

5. DESCRIZIONE DEI SONDAGGI, DELLE PROVE IN SITO E DI LABORATORIO

5.1. Sondaggi geognostici, prove S.P.T. e prelievo del campione indisturbato

Il carotaggio continuo è stato eseguito, conformemente alla natura dei terreni attraversati, utilizzando un sistema di perforazione tradizionale costituito da batteria di aste e carotiere semplice da 101 mm di diametro.

Le carote di terreno, recuperate nei sondaggi, sono state conservate in apposite cassette catalogatrici in plastica provviste di appositi divisori e coperchio e sono state fotografate. Le informazioni di dettaglio, sulla natura dei terreni attraversati durante le perforazioni, sono inserite, unitamente alla documentazione fotografica (Allegato F), nei certificati stratigrafici redatti per i sondaggi effettuati (Allegato B).

In avanzamento, all'interno dei fori di sondaggio, sono state eseguite prove S.P.T. (Standard Penetration Test), con la porzione di foro sovrastante opportunamente rivestita, utilizzando attrezzature conformi a quanto stabilito nella normativa di riferimento ASTM D1586/67-74. La prova consiste nell'infissione a percussione, secondo una procedura standardizzata, di un campionatore di dimensioni standard a punta chiusa nel fondo del foro. La prova viene eseguita secondo le seguenti modalità:

- infissione preliminare di 150 mm, contando ed annotando il numero di colpi del maglio fino ad un massimo di 50 colpi;
- infissione del tratto di 300 mm contando ed annotando separatamente il numero di colpi relativi ai primi 150 mm ed ai secondi 150 mm fino ad un massimo di 100 colpi complessivi; il **rifiuto (Rif.)** si considera raggiunto quando si ottengono 100 colpi per un avanzamento minore o uguale a 300 mm.

Il prelievo del campione indisturbato è stato eseguito tramite l'utilizzo di un campionatore a pareti sottili (Shelby).

Il suddetto campionatore è costituito da un tubo metallico con scarpa tagliente e valvola a sfera superiore per lo sfogo dell'aria e/o del fluido presente nel foro ed ha un

diametro di 83 mm e lunghezza variabile tra 50 e 60 cm.

Il prelievo del campione indisturbato è stato eseguito preliminarmente alla manovra di rivestimento a quota e contemporaneamente alla manovra di perforazione.

Il campione prelevato, è stato sigillato in sito ed etichettato riportando le informazioni relative a data di prelievo, numero sondaggio, numero campione, profondità di inizio e fine prelievo.

5.2. Descrizione sintetica delle litologie rinvenute

La successione stratigrafica, analizzata mediante l'esecuzione di n° 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, spinti fino alla profondità massima di circa 30,0 m dal p.c. e più dettagliatamente descritta nelle stratigrafie allegate (Allegato B), è riportata di seguito:

- **terreno pedogenizzato** in matrice limo - sabbiosa, rinvenuto nel sondaggio S2₂₀₁₇ con spessore pari a circa 0,3 m;
- **terreno di riporto**, di colore marrone e/o marrone - rossastro, di natura vulcanica, a caratteri granulometrici variabili dall'argilla alla sabbia. Questa formazione si rinviene in tutti i sondaggi fino alla profondità massima di circa 3,0 m dal p.c.;
- **piroclastiti** di colore marrone e/o marrone - rossastro, a caratteri granulometrici limo - sabbiosi e sabbioso - limosi, con lapilli. All'interno dei sondaggi S1₂₀₁₇ ed S2₂₀₁₇, si rinvergono rari elementi litoidi. Questa formazione si rinviene in tutti i sondaggi al di sotto del terreno di riporto, con spessore compreso tra 5,0 m (S1₂₀₁₆) e 9,5 m (S1₂₀₁₇);
- **tufo litoide**: nei sondaggi S1₂₀₁₇ ed S2₂₀₁₇ si presenta di colore rossastro, a scorie nere, con intervalli di tufo terroso e si rinviene fino a fondo foro, nel sondaggio S1₂₀₁₆ si rinviene fino alla profondità di circa 26,0 m dal p.c.;
- **piroclastiti** a caratteri granulometrici limo - sabbiosi, di colore marrone, rinvenute nel sondaggio S1₂₀₁₆ al di sotto del tufo litoide, con spessore pari a 2,6 m;
- **pozzolana** a caratteri granulometrici sabbioso - limosi, di colore nerastro, rinvenuta nel sondaggio S1₂₀₁₆ alla profondità di circa 28,6 m dal p.c. e presente fino a fondo foro.

Durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici, non è stata riscontrata la presenza di falde superficiali.

5.3. Prova penetrometrica dinamica superpesante (DPSH)

La prova penetrometrica dinamica consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica metallica (infissa per tratti consecutivi δ), collegata ad un'asta di acciaio prolungabile con l'aggiunta di successive aste, di dimensioni standard, infisse verticalmente nel terreno per battitura, facendo cadere da un'altezza costante un maglio di dato peso e misurando il numero di colpi N necessari all'infissione.

Di seguito vengono riportate le caratteristiche tecniche del penetrometro in uso per la seguente indagine (Tabella 1):

Tabella 1: DPSH

PESO MASSA BATTENTE (M)	63,5 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA (H)	0,76 m
PESO TESTA BATTUTA (Ms)	19 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA (D)	51 mm
AREA BASE PUNTA CONICA (A)	20,43 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA (α)	60 °
LUNGHEZZA DELLE ASTE (La)	1,0 m
PESO ASTE PER METRO (Ma)	5,1 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA (P1)	1,00 m
AVANZAMENTO PUNTA (δ)	0,20 m
NUMERO DI COLPI PUNTA (N)	N (20)
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA PER COLPO	$Q = (MH)/(A \delta) =$ 11,65565 kg/cm ²
COEFF. TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,489$ ($Q_{spt} = 7,83 \text{ kg/cm}^2$)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd (funzione del numero di colpi N) (formula olandese):

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

Rpd = resistenza dinamica punta [area A] - **P** = peso totale aste e sistema battuta
M = peso massa battente (altezza caduta H) - **e** = infissione per colpo = δ / N

5.3.1. Analisi dei risultati

Sulla base della normativa vigente (D.G.R. n° 375 del 05.07.2016), delle esigenze progettuali e delle caratteristiche geolitologiche dei terreni presenti in sito sono state eseguite due prove penetrometriche dinamiche (DPSH), per determinare le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti in sito, spinte fino alla profondità massima di circa 11,6 m dal p.c. Le prove sono state svolte tramite penetrometro DPSH Tecoinsa modello TP 05.10D, con massa battente pari a 63,5 kg, le cui caratteristiche tecniche sono riportate in Tabella 1.

I risultati ottenuti dalle prove penetrometriche (Allegato D1) e le successive elaborazioni di normalizzazione dei risultati forniscono indicazioni complessivamente in accordo con quanto osservato dai sondaggi geognostici e dal rilevamento geologico effettuati, ovvero con la presenza di materiali caratterizzati da una discreta omogeneità nel grado di addensamento, con valori di N (numero colpi della punta) che si mantengono pressoché costanti fino alla profondità di circa 9,6 m, successivamente il numero di colpi aumenta fino a raggiungere il rifiuto strumentale alla profondità di fine indagine.

5.4. Prove di laboratorio geotecnico

Le prove di laboratorio sono state eseguite su n° 1 campione di terreno prelevato nel corso dei lavori di perforazione. Il campione, opportunamente, siglato e sigillato, è stato consegnato al laboratorio in.tec. Soc. Coop., con sede in Anagni (FR) ed *“Autorizzato con D.M. II.TT. n° 2049 a svolgere attività di prova e certificazione su terreni, ai sensi dell’Art. 59 del D.P.R. 380 del 06.06.01”*.

Le analisi e le prove eseguite (Allegato C) sul campione hanno rispettato le seguenti norme:

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| • Riconoscimento del materiale | Raccomandazioni AGI; UNI ENV 97/2 |
| • Contenuto di acqua | UNI CEN ISO/TS 17892 - 1 |
| • Massa volumica | UNI CEN ISO/TS 17892 - 2 |
| • Massa vol. dei granuli solidi | UNI CEN ISO/TS 17892 - 3 |
| • Taglio diretto CD | UNI CEN ISO/TS 17892 - 10 |

6. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI LITOTIPI RINVENUTI IN SITO

Al fine di verificare le caratteristiche geologico - tecniche dei terreni rinvenuti in sito, sono state eseguite prove in foro di sondaggio (S.P.T.), i cui risultati vengono riportati nelle Tabelle 2, 3 e 4, due prove penetrometriche dinamiche continue (Allegato D), tramite penetrometro DPSH Tecoinsa modello TP 05.10D, con massa battente pari a 63,5 kg, le cui caratteristiche tecniche sono riportate in Tabella 1 e prove di laboratorio geotecnico su n° 1 campione di terreno prelevato nel corso dei lavori di perforazione (Allegato C).

L'elaborazione delle prove penetrometriche dinamiche è stata effettuata mediante l'applicazione di formule sperimentali di correlazione con la nota e diffusa Standard Penetration Test (S.P.T.), essendo verificata la seguente relazione sperimentale: $N_{SPT} = \beta t N$ (par. 5), mentre il campione, opportunamente siglato e sigillato, è stato consegnato al Laboratorio Geotecnico in.tec. Soc. Coop. Con sede in Anagni, autorizzato con D.M. II.TT. n° 2049 a svolgere attività di prova e certificazione su terreni, ai sensi dell'Art. 59 del D.P.R. 380 del 06-06-01.

Tabella 2 - SPT S1₂₀₁₇

	n. colpi 15 cm	n. colpi 15 cm	n. colpi 15 cm
3,0 m dal p.c.	7	8	10
6,0 m dal p.c.	9	10	14
9,0 m dal p.c.	22	24	25
15,0 m dal p.c.	Rif.	-	-

Tabella 3 - SPT S2₂₀₁₇

	n. colpi 15 cm	n. colpi 15 cm	n. colpi 15 cm
3,00 m dal p.c.	6	8	9
6,0 m dal p.c.	3	5	6
9,0 m dal p.c.	7	11	14

Tabella 4 - SPT S1₂₀₁₆

	n. colpi 15 cm	n. colpi 15 cm	n. colpi 15 cm
1,5 m dal p.c.	3	2	3
3,0 m dal p.c.	4	5	9
6,5 m dal p.c.	Rif.	-	-

Dall'esame dei materiali provenienti dai sondaggi geognostici, dai risultati delle prove in sito (S.P.T. e DPSH) e di laboratorio, è possibile definire le unità geologico - tecniche e fornire la seguente parametrizzazione geotecnica:

terreno di riporto, di colore marrone e/o marrone - rossastro, di natura vulcanica, a caratteri granulometrici variabili dall'argilla alla sabbia. Questa formazione, che si rinviene in tutti i sondaggi fino alla profondità massima di circa 3,0 m dal p.c., è contraddistinta da scadenti caratteristiche geologico - tecniche (Tabella 5), come dimostrano i valori di resistenza dinamica alla penetrazione.

Tabella 5 - Valori medi ricavati da prove DPSH

Peso di volume (kN/m ³)	17,65
Angolo di attrito (°)	25
Coesione (kPa)	0

piroclastiti di colore marrone e/o marrone - rossastro, a caratteri granulometrici limo - sabbiosi e sabbioso - limosi, con lapilli. All'interno dei sondaggi S1₂₀₁₇ ed S2₂₀₁₇, si rinvencono rari elementi litoidi. Questa formazione, che si rinviene in tutti i sondaggi al di sotto del terreno di riporto, con spessore compreso tra 5,0 m (S1₂₀₁₆) e 9,5 m (S1₂₀₁₇), è contraddistinta da buone caratteristiche geologico - tecniche (Tabelle 6 e 7), come dimostrano i valori di resistenza dinamica alla penetrazione e le prove di laboratorio. Di seguito vengono riportati i parametri geotecnici ricavati dalle prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati dai sondaggi S2₂₀₁₇ ed S1₂₀₁₆.

Tabella 6 - S2C1 prof. 3,5 - 4,0 m (sondaggio S2₂₀₁₇)

Contenuto in acqua (%)	64
Massa volumica (Mg/m ³)	1,618
Massa volumica solidi (Mg/m ³)	2,638
Angolo d'attrito (°)	34
Coesione (kPa)	8,5

Tabella 7 - S1C1 prof. 2,5 - 3,0 m (sondaggio S1₂₀₁₆)

Contenuto in acqua (%)	40,97
Massa volumica (Mg/m ³)	1,584
Massa volumica solidi (Mg/m ³)	2,603
Indice dei vuoti	1,32
Porosità (%)	0,57
Grado di saturazione (%)	81
Analisi granulometrica per via umida	
Setaccio (mm)	Passante (%)
2	99,3
0,400	96,7
0,075	92,0
Limite Liquido (%)	54
Limite Plastico (%)	41
Indice Plastico (%)	13
Angolo d'attrito (°)	28
Coesione (kPa)	36,7

tufo litoide: nei sondaggi S1₂₀₁₇ ed S2₂₀₁₇ si presenta di colore rossastro, a scorie nere, con intervalli di tufo terroso e si rinviene fino a fondo foro, nel sondaggio S1₂₀₁₆ si rinviene fino alla profondità di circa 26,0 m dal p.c. I parametri geotecnici sono stati ricavati da analisi bibliografiche e da prove effettuate dallo scrivente su terreni analoghi.

Tabella 8 - Valori medi

Peso di volume (kN/m ³)	17,65
Angolo di attrito (°)	35
Coesione (kPa)	19,61

Per la definizione dei parametri geotecnici caratteristici del terreno, i parametri sopra menzionati, dovranno essere rapportati con i coefficienti parziali di riduzione al fine di ottenere i parametri geotecnici di progetto da utilizzare nei vari approcci di verifica.

Le verifiche dovranno essere effettuate secondo la relazione: **Rd ≥ Ed**.

Il sottoscritto, si riserva la possibilità di compiere ulteriori e definitive indagini al momento della realizzazione dei lavori (su segnalazione del direttore dei lavori) qualora dovessero insorgere nuovi elementi attualmente non rilevabili.

7. AZIONE SISMICA

Ai sensi della nuova normativa sismica (O.P.C.M. n° 3274/2003), il territorio nazionale è stato suddiviso in IV zone sismiche (Fig. 1), ciascuna contrassegnata dal valore del parametro di accelerazione orizzontale massima al suolo (a_g).

Il sito in esame, appartenente al Comune di Galliciano Nel Lazio (RM), ricade nella II zona sismica, sottozona B per cui, il valore di a_g , espresso come valore dell'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico ($a_{g/g}$), è pari 0,25.

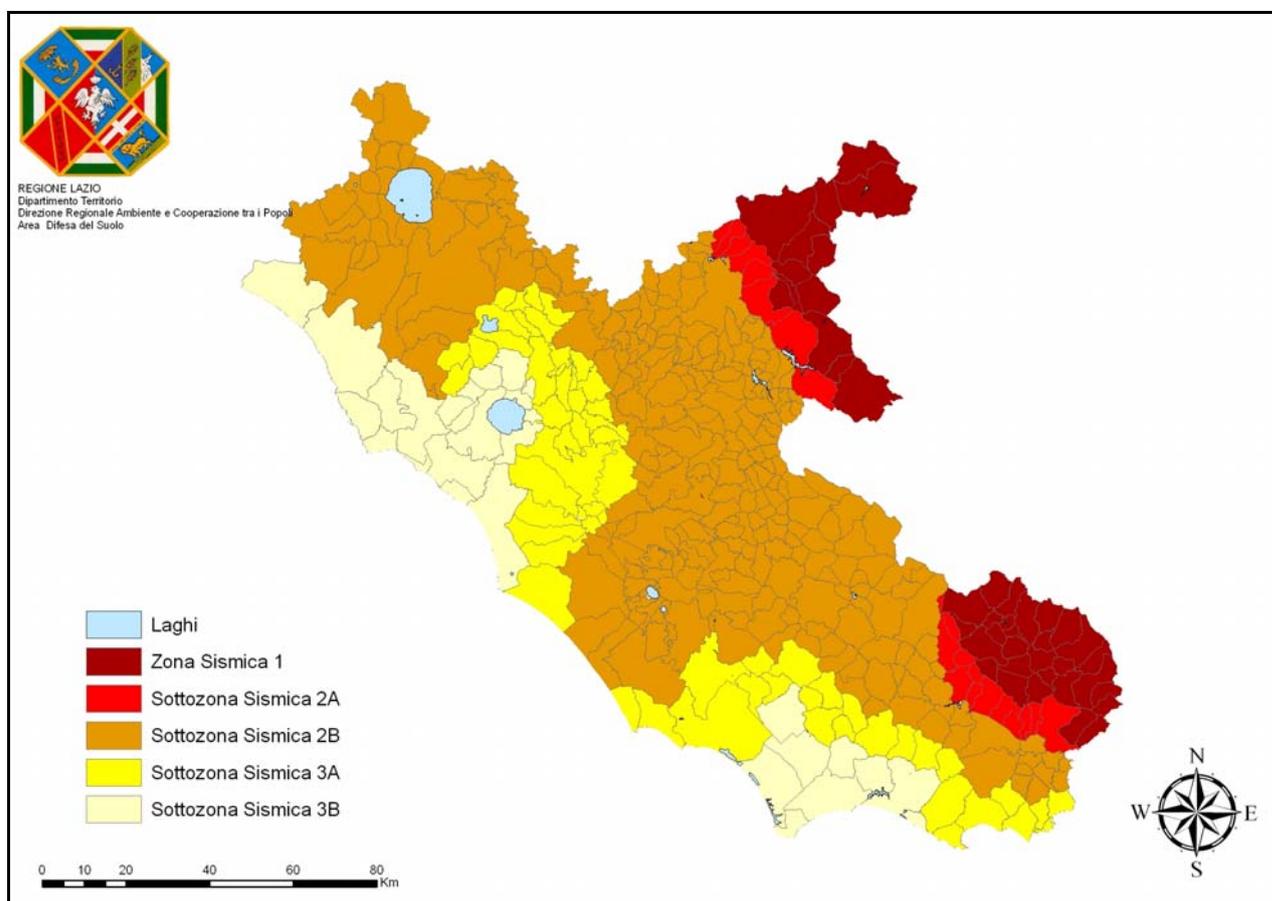


Fig. 1: zonazione sismica della Regione Lazio.

Il fabbricato viene identificato in classe d'uso III, pertanto in base alla zonazione sismica ed alla classe d'uso l'opera in oggetto può essere identificata nel **Livello di Vulnerabilità Alto**.

8. INDAGINE GEOFISICA TRAMITE TECNICA MASW

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

8.1. Moto del segnale sismico

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

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

8.2. Onde di Rayleigh - "R"

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

8.3. Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato

finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

8.4. Modellizzazione

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

$$v = \lambda \times v$$

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

8.5. Modi di vibrazione

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

8.6. Profondità di indagine

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

8.7. Caratteristiche delle attrezzature utilizzate

Per l'esecuzione delle indagini sismiche è stato impiegato il seguente sistema di acquisizione:

- sismografo MAE S.r.l. modello A 4000SE 16 canali;
- cavi sismici;
- n° 16 Geofoni verticali da 4,5 Hz;
- energizzatore costituito da una massa battente di 9 kg e piastra;
- prolunghe e materiali d'uso;
- durante i rilievi si è provveduto a controllare costantemente la qualità dei dati per verificare l'operatività del sistema.

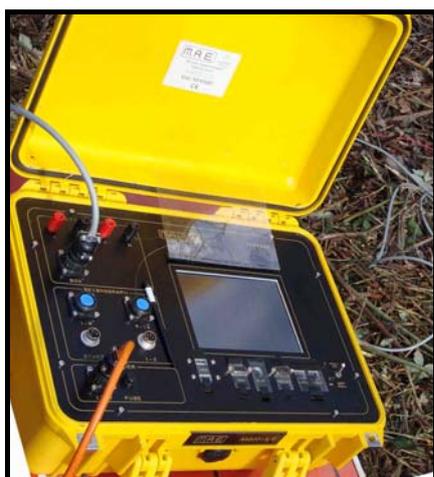


Fig. 2: Strumento di acquisizione



Fig. 3: Geofoni verticali da 4,5 Hz

8.8. Stese sismiche MASW

Le stese sismiche sono state acquisite con n° 16 geofoni disposti in modo rettilineo sul terreno, con una distanza intergeofonica del primo stendimento di 2,0 metri per una lunghezza totale pari a 30,0 m ed una distanza intergeofonica del secondo stendimento di 1,0 m per una lunghezza totale pari a 15 m.

La durata totale di ogni acquisizione è stata di 1024 ms, con frequenza di campionamento pari a 2000 c/sec.

E' stato eseguito uno scoppio ad una distanza di -8 m dal primo geofono come descritto nello schema di seguito riportato:

MASW n° 1

-8m

(scoppio) *

Geofono n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Distanze (m)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30

MASW n° 2

-8m

(scoppio) *

Geofono n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Distanze (m)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

L'interpretazione dei dati è stata effettuata analiticamente e con calcolo automatico mediante software **Easy MASW della GEOSTRU**.

8.9. Tracce (stesa MASW n° 1)

N. tracce	16
Durata acquisizione [msec]	1024
Interdistanza geofoni [m]	2,0
Periodo di campionamento [msec]	0,50

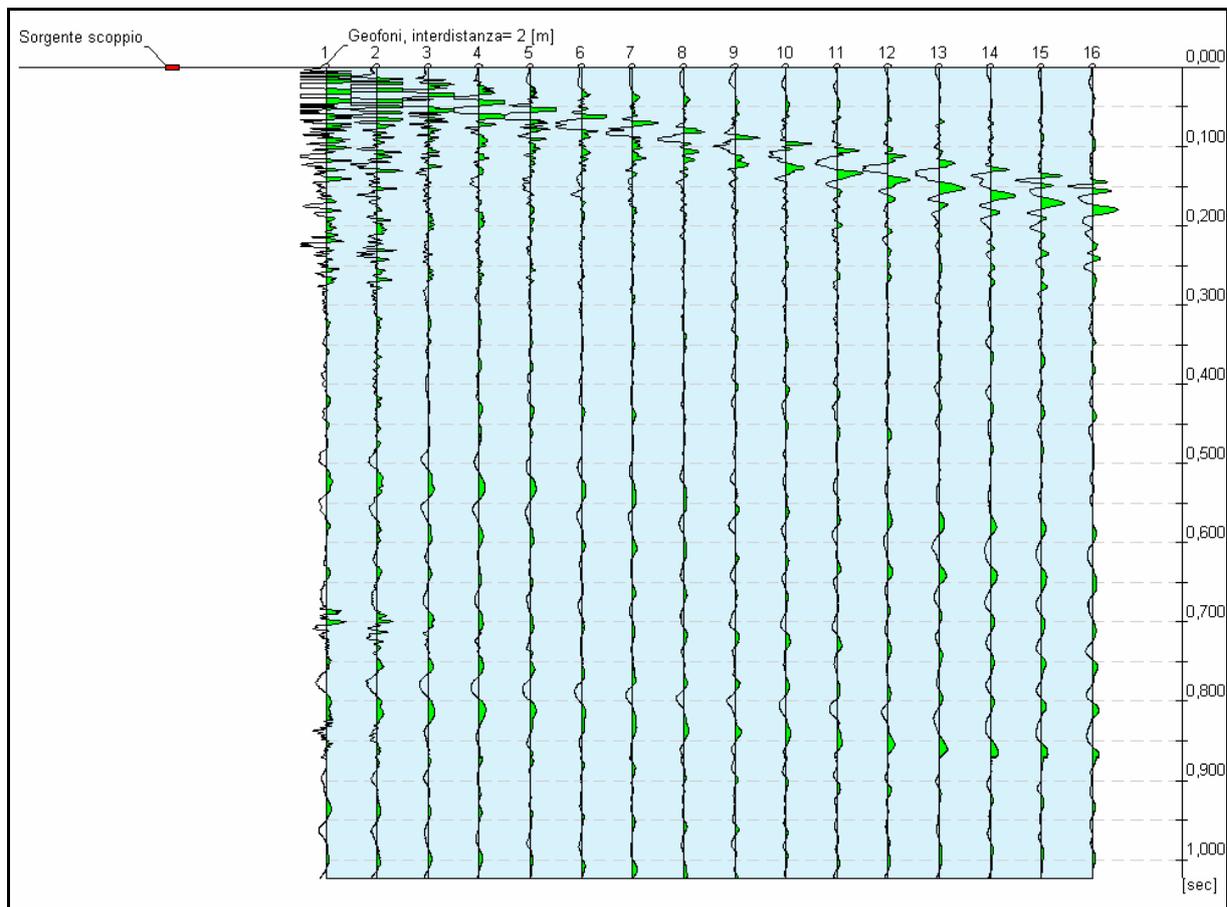


Fig. 4: particolare dei sismogrammi di acquisizione della prova MASW

8.10. Analisi spettrale (stesa MASW n° 1)

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1

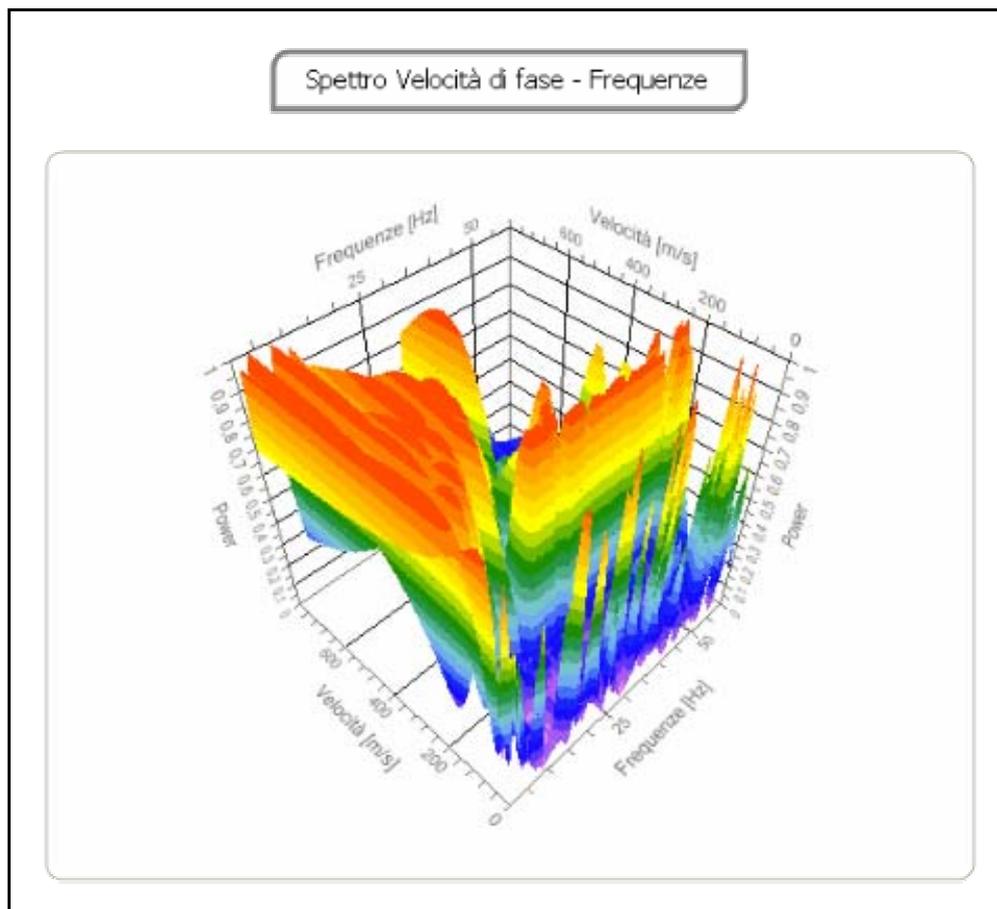


Fig. 5: Spettro Velocità di fase - Frequenze (3D)

8.11. Curva di dispersione (stesa MASW n° 1)

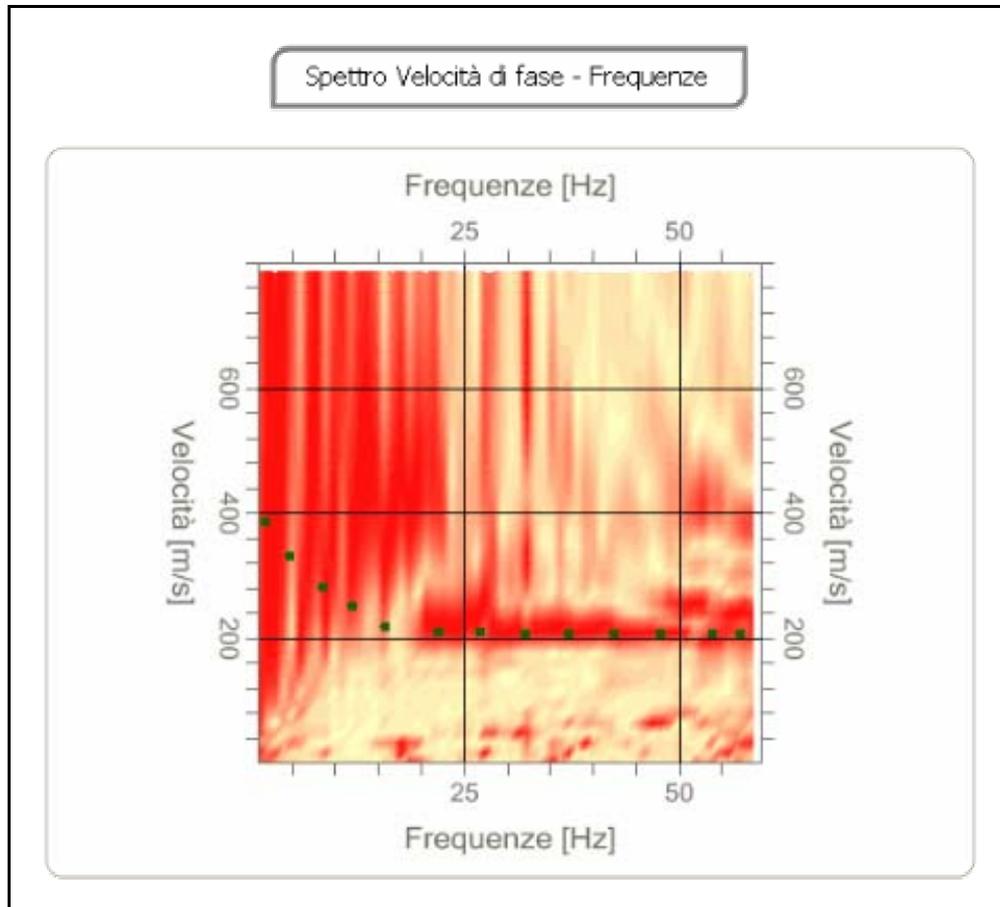


Fig. 6: Spettro Velocità di fase - Frequenze

8.12. Inversione (stesa MASW n° 1)

Tabella 9

n°	Profondità [m]	Spessore [m]	V _P [m/sec]	V _S [m/sec]
1	4,99	4,99	370,5	226,9
2	9,90	4,91	408,2	250,0
3	∞	∞	702,8	430,4

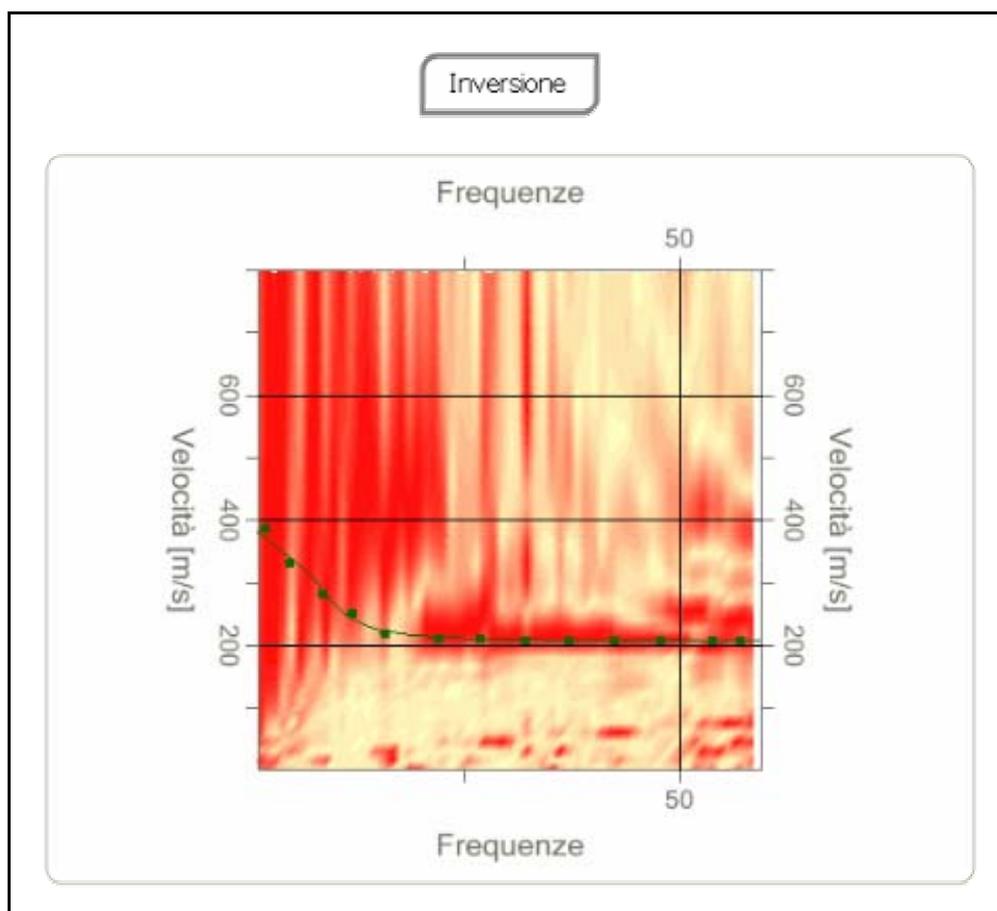


Fig. 7: curva di inversione

8.13. Analisi dei risultati (stesa MASW n° 1)

V_{S30} [m/sec]	339,60
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo 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 V_{S30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

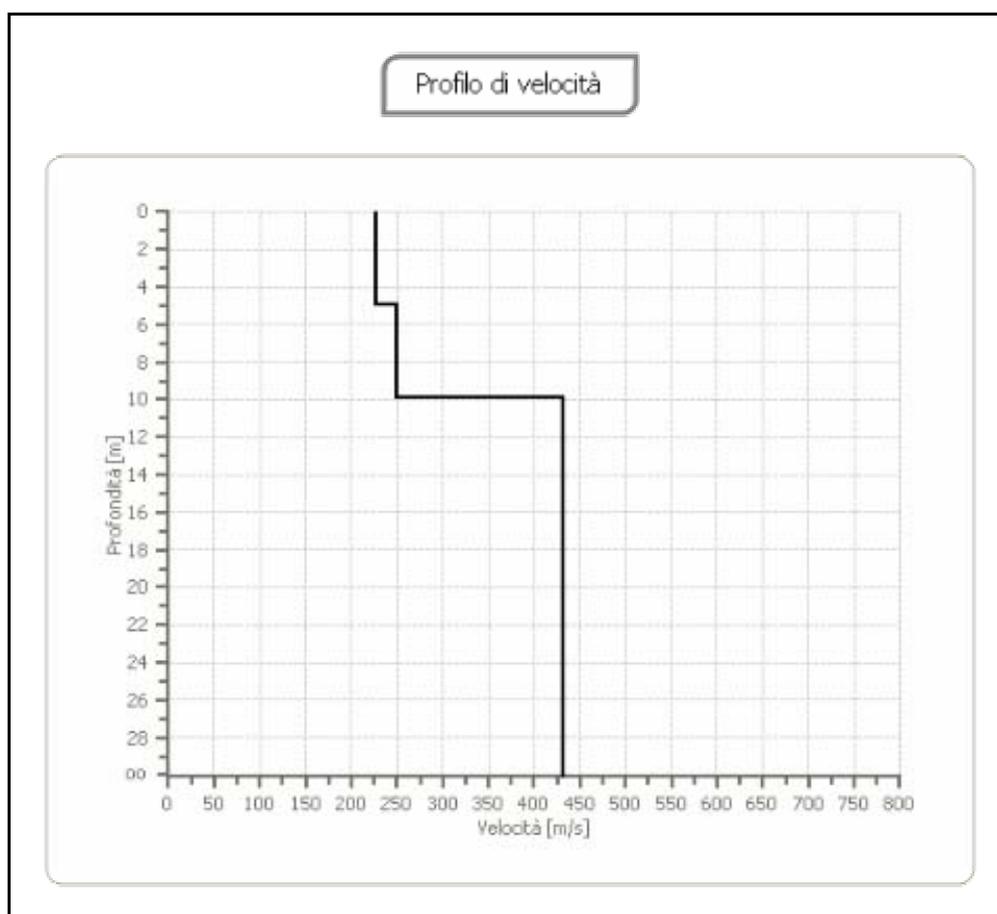


Fig. 8: Profilo di velocità

8.14. Tracce (stesa MASW n° 2)

N. tracce	16
Durata acquisizione [msec]	1024
Interdistanza geofoni [m]	1,0
Periodo di campionamento [msec]	0,50

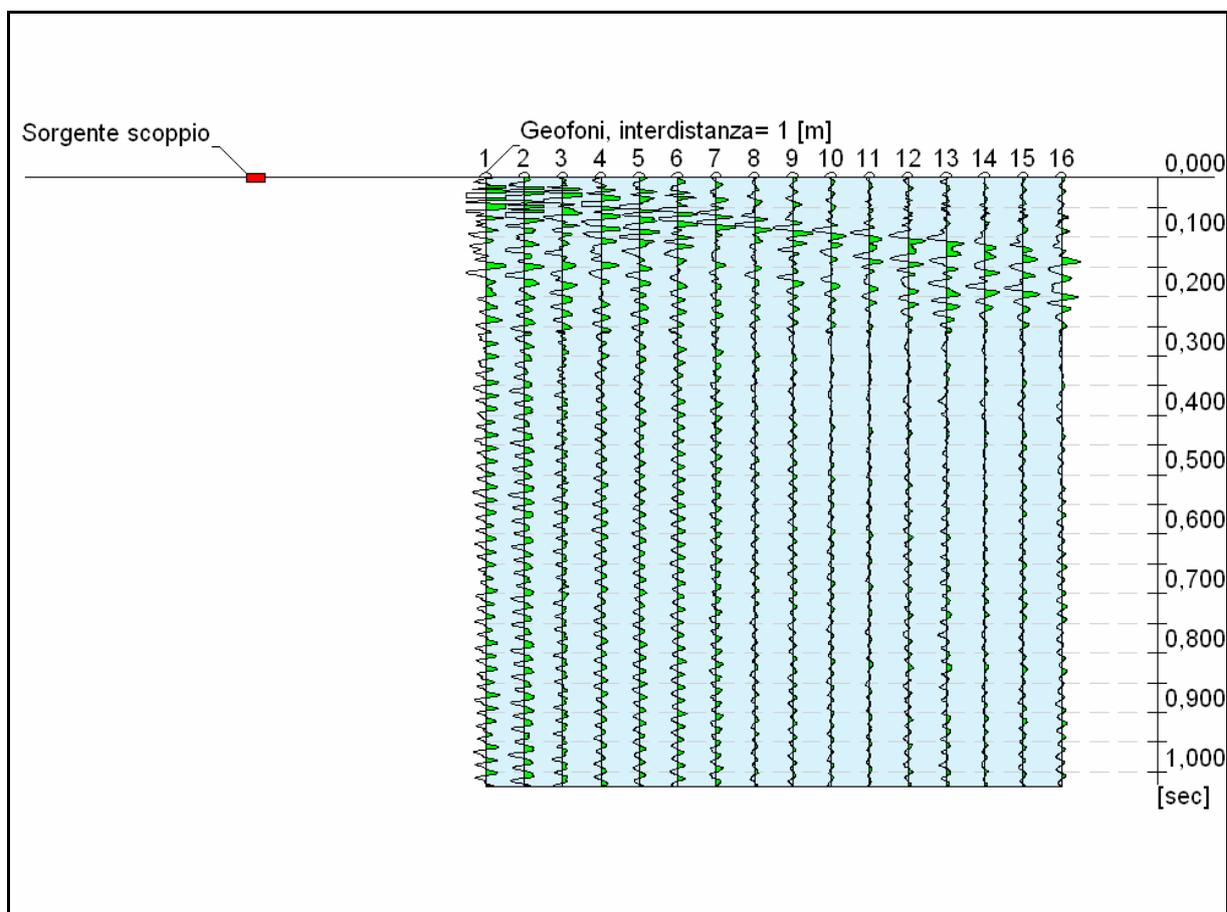


Fig. 9: particolare dei sismogrammi di acquisizione della prova MASW

8.15. Analisi spettrale (stesa MASW n° 2)

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1

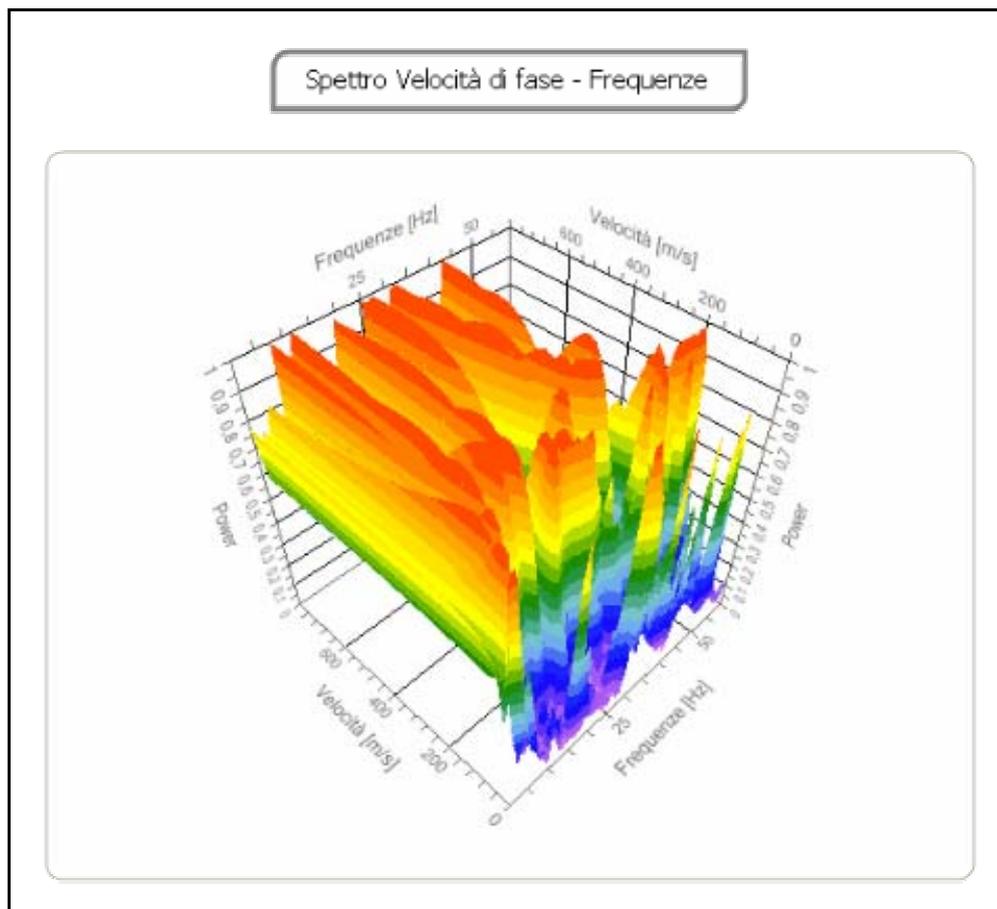


Fig. 10: Spettro Velocità di fase - Frequenze (3D)

8.16. Curva di dispersione (stesa MASW n° 2)

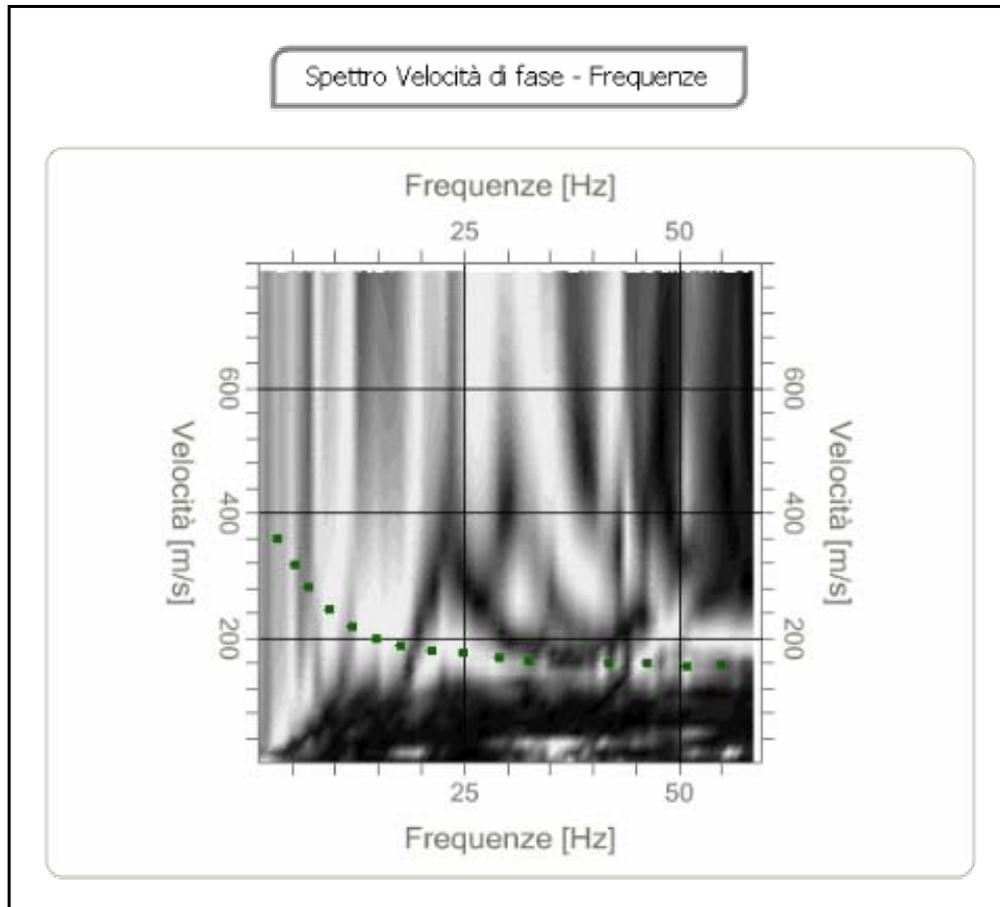


Fig. 11: Spettro Velocità di fase - Frequenze

8.17. Inversione (stesa MASW n° 2)

Tabella 10

n°	Profondità [m]	Spessore [m]	V _P [m/sec]	V _S [m/sec]
1	3,62	3,62	287,1	175,8
2	9,52	5,90	399,5	244,6
3	∞	∞	692,3	423,9

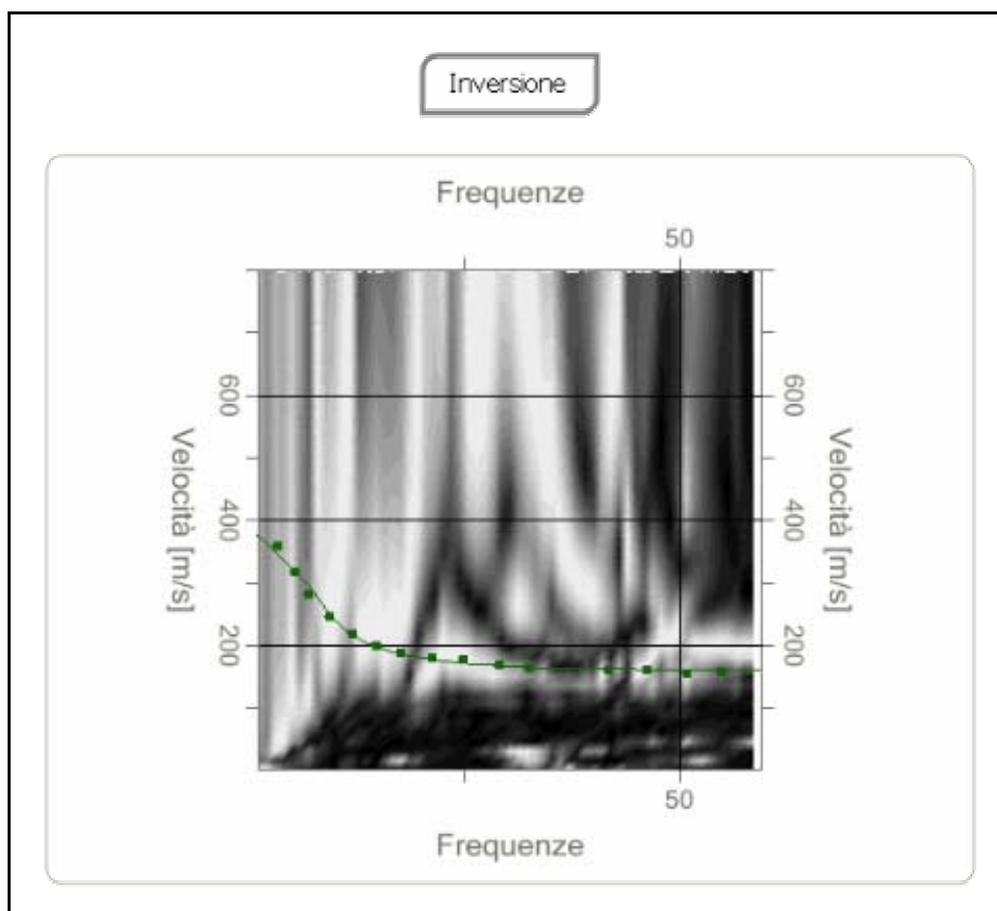


Fig. 12: curva di inversione

8.18. Analisi dei risultati (stesa MASW n° 2)

V_{S30} [m/sec]	322,50
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo 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 V_{S30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

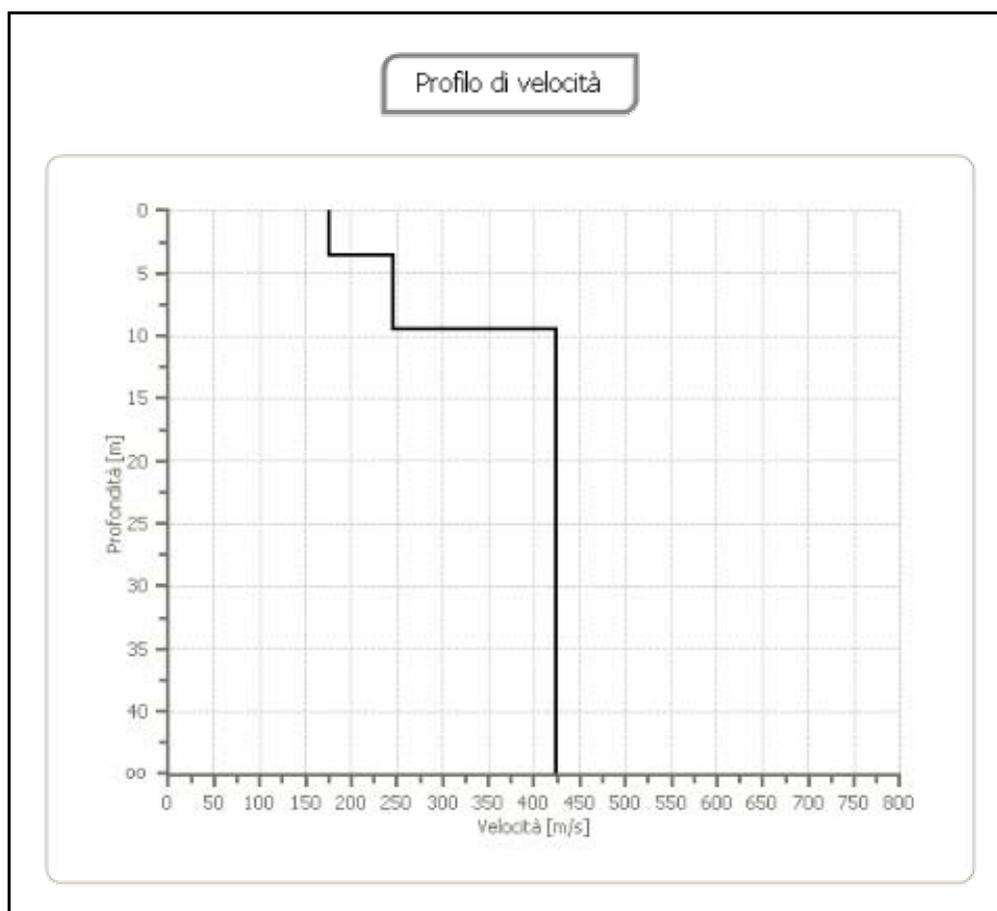


Fig. 13: Profilo di velocità

9. INDAGINE GEOFISICA TRAMITE TECNICA DOWN HOLE

Vista l'omogeneità riscontrata tra i sondaggi S1₂₀₁₇, S2₂₀₁₇ ed S1₂₀₁₆, per l'opera in progetto, si è ritenuto opportuno prendere in considerazione la prova Down Hole effettuata dalla Soc. Geotek S.r.l. nell'anno 2016.

Il rilievo geofisico, basato sull'impiego della sismica in foro tipo Down - Hole, è stato eseguito allo scopo di caratterizzare, da un punto di vista sismico, le varie formazioni litologiche affioranti nell'area in esame.

L'analisi delle velocità di propagazione delle onde sismiche ha permesso di definire la geometria e gli spessori dei terreni dei vari litotipi costituenti il sottosuolo e nel contempo, ha fornito informazioni circa la natura litologica degli stessi ed il loro stato di addensamento.

9.1. Prova sismica Down Hole

L'indagine sismica in foro, tipo Down - Hole, è stata eseguita nel foro di sondaggio S1 della lunghezza di 30 metri.

L'indagine è stata eseguita utilizzando un sismografo a 18 canali della M.A.E., modello A4000SE, con processore Pentium, display VGA a colori in LCD - TFT TouchScreen, trattamento del segnale a 12 bit, supporto di memorizzazione mediante Hard - Disk, con funzione di incremento multiplo del segnale ad opzione per l'inversione di polarità, attivazione di filtri "passa alto", "passa basso" e "notch" in acquisizione o post - acquisizione.

I guadagni sono selezionabili da software manualmente per ogni canale o in modo automatico e le acquisizioni sono automaticamente registrate sullo strumento. E' stato inoltre utilizzato un geofono tridimensionale da foro (o sonda geofonica), dotato di 3 geofoni da 10 Hz, di cui uno verticale per la registrazione delle onde P e due geofoni orizzontali, disposti a 90° fra di loro, atti a registrare meglio le onde S. L'ancoraggio della sonda geofonica alla parete della tubazione (PVC 4 80 mm) è stato garantito da una camera d'aria azionata da un dispositivo ad aria compressa.

Il punto di scoppio, costituito da una traversina in legno ben aderente alla superficie

del terreno, è posta ad una distanza di 3,00 m dal foro e di ciò se ne è tenuto conto per la correzione dei tempi di arrivo. L'energizzazione è stata generata colpendo la traversina, con una massa battente da 9 Kg, secondo tre direzioni (2 orizzontali e 1 verticale).

Calando la sonda geofonica nel tubo e posizionandola a diverse profondità (con passo di 2 metri) sono stati registrati i sismogrammi da cui sono stati individuati i tempi di arrivo delle onde P e S. Tramite un calcolo di interpolazione effettuato dal programma Down Hole di Geostru, vengono ricavati i sismogrammi caratteristici della formazione in esame.

Sui tabulati relativi alle prove effettuate si riportano le velocità delle onde P ed S calcolate per i vari sismostrati indagati.

Infine, i valori suddetti sono stati schematizzati su grafici in cui si evidenzia l'andamento delle velocità delle onde S con la profondità.

9.2. Esame dei risultati

I risultati di campagna e la loro interpretazione in chiave sismica, sono riportati di seguito.

Si riporta un tabulato con i tempi registrati in campagna, i valori di velocità V_P e V_S alle varie profondità ed infine, i moduli elastici.

Inoltre, si riportano i grafici delle dromocrone, le stratigrafie dei sismostrati per le onde P ed S.

Come si può osservare, sono stati individuati tre sismostrati:

- il primo orizzonte, dello spessore di 7,5 m, ha fatto registrare una velocità media delle onde P pari a 700,93 m/s ed una velocità delle onde S di 309,66 m/s;
- il secondo orizzonte, che si segue fino a 26,9 metri, è caratterizzato da V_P pari a 1879,84 e V_S pari a 993,34 m/s;
- il terzo orizzonte, che si segue fino a 30 metri, è caratterizzato da V_P pari a 1123,19 e V_S pari a circa 813,65 m/s.

Tabella 11 - ANALISI SISMICA DOWN-HOLE

n° Geof.	Z [m]	T _P [msec]	T _S [msec]
1	2,00	2,80	9,70
2	4,00	5,30	14,30
3	6,00	8,90	22,90
4	8,00	12,40	27,20
5	10,00	12,70	28,00
6	12,00	13,30	29,30
7	14,00	14,90	31,60
8	16,00	15,70	33,90
9	18,00	16,80	34,60
10	20,00	17,80	37,50
11	22,00	18,80	38,80
12	24,00	20,00	39,40
13	26,00	20,70	42,40
14	28,00	21,70	46,00
15	30,00	23,90	47,80

Tabella 12 - VALORI MEDI

V _P medio [m/s]	V _S medio [m/s]	g medio [kN/m ³]	ni medio	G medio [MPa]	Ed medio [MPa]	E medio [MPa]	Ev medio [MPa]
700,93	309,66	19,74	0,38	193	988,86	532,2	731,53
1879,84	993,34	23,51	0,31	2365,87	8472,96	6181,07	5318,47
1123,19	813,65	22,83	--	1541,42	2937,33	--	882,1

9.3. Determinazione del V_{S30}

La nuova normativa sismica italiana (Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003 e s.m.i.) prevede una classificazione del sito in 5 classi in funzione della velocità delle onde S dei primi 30 metri di terreno (V_{S30}).

Per V_{S30} si intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati fino a 30 metri di profondità, determinata secondo la seguente formula:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

Considerando la sismo stratigrafia ricavata dall'indagine eseguita nel sondaggio S1, il calcolo effettuato ha determinato il seguente valore:

$$V_{S30} = 630,78 \text{ m/s}$$

Pertanto, il sito investigato appartiene alla **Categoria B**

Descrizione:

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 V_{S30} compresi de 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $C_{U30} > 250$ Kpa nei terreni a grana fina).

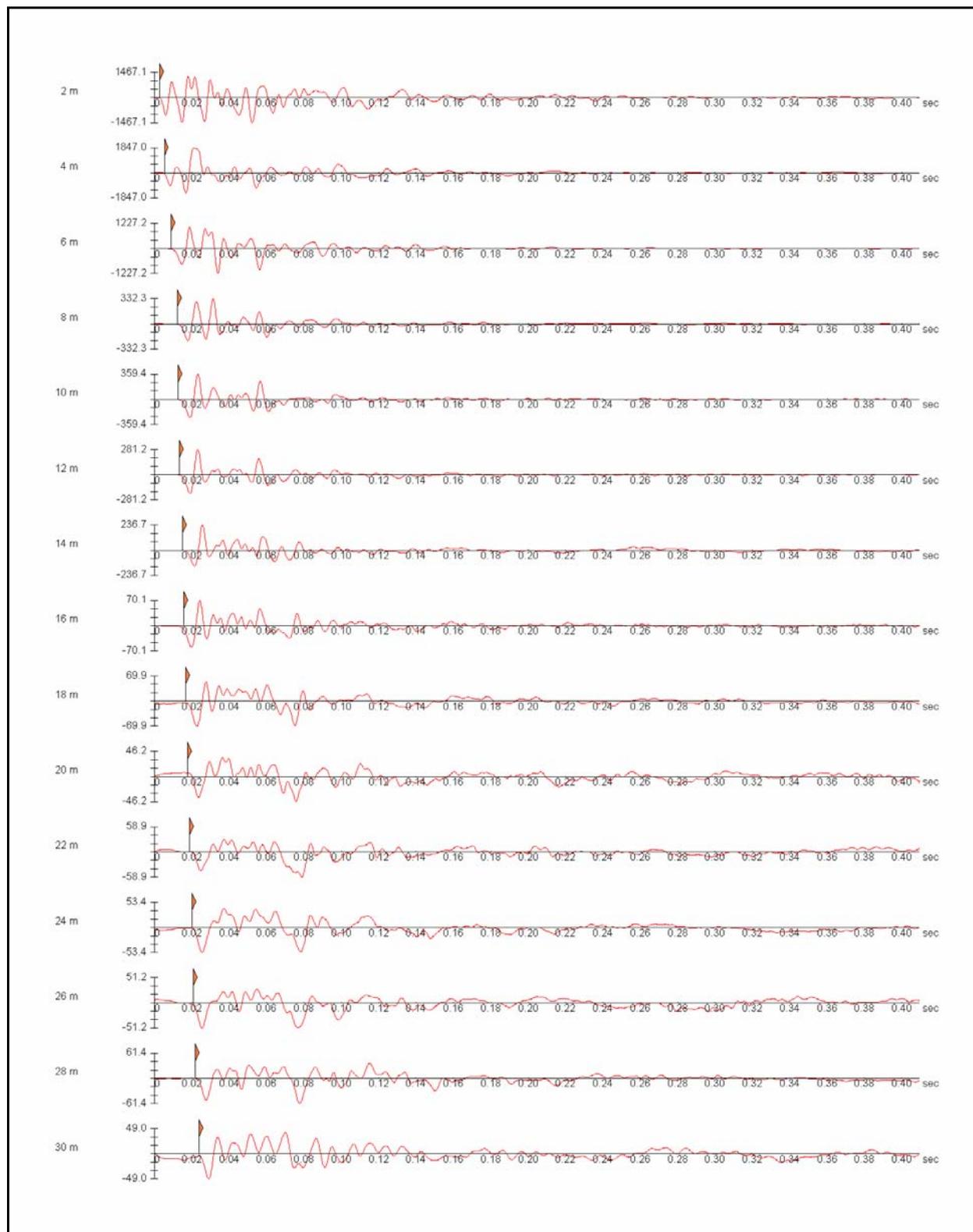


Fig. 14: sismogramma con i tempi di arrivo delle Onde P

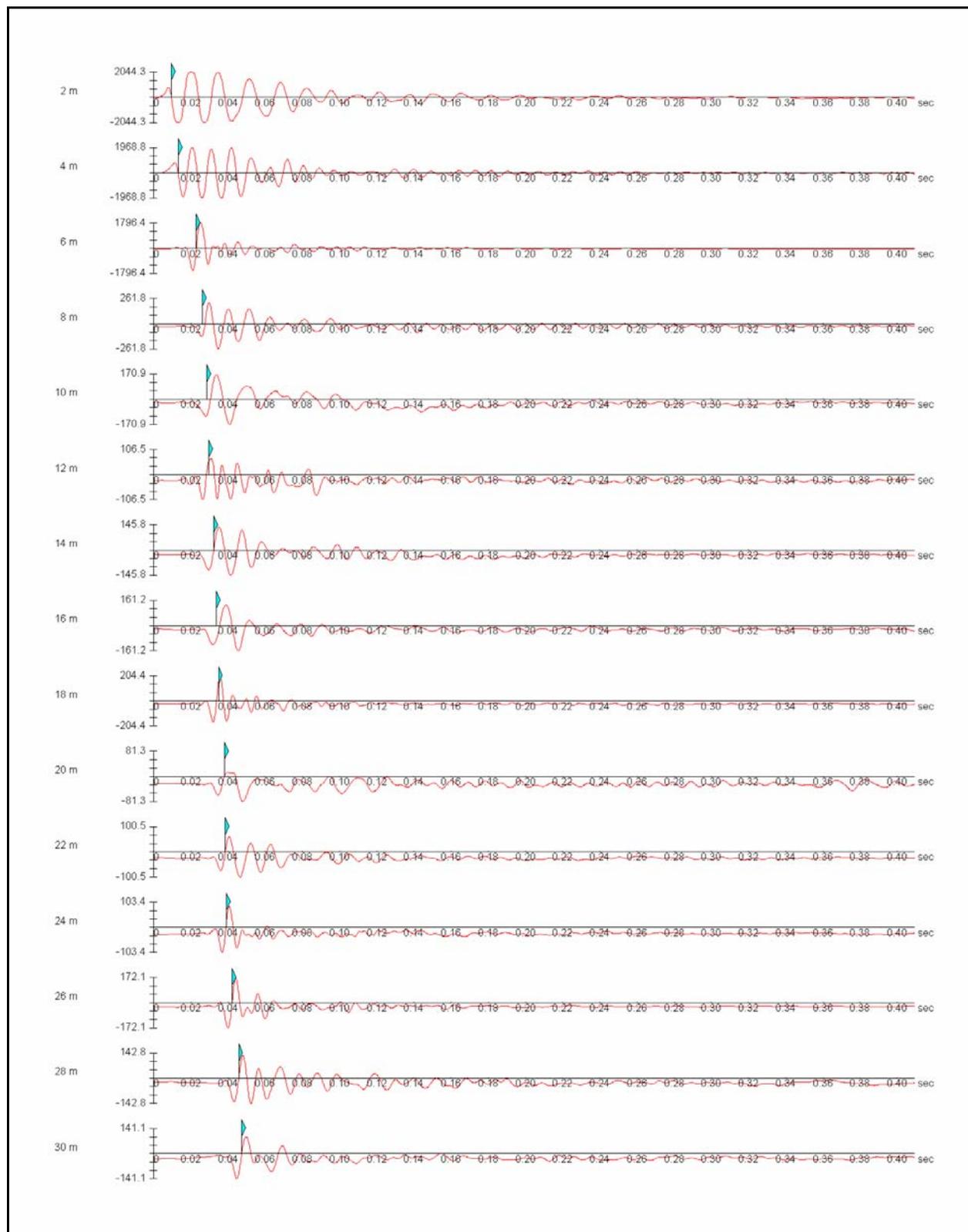


Fig. 15: sismogramma con i tempi di arrivo delle Onde S

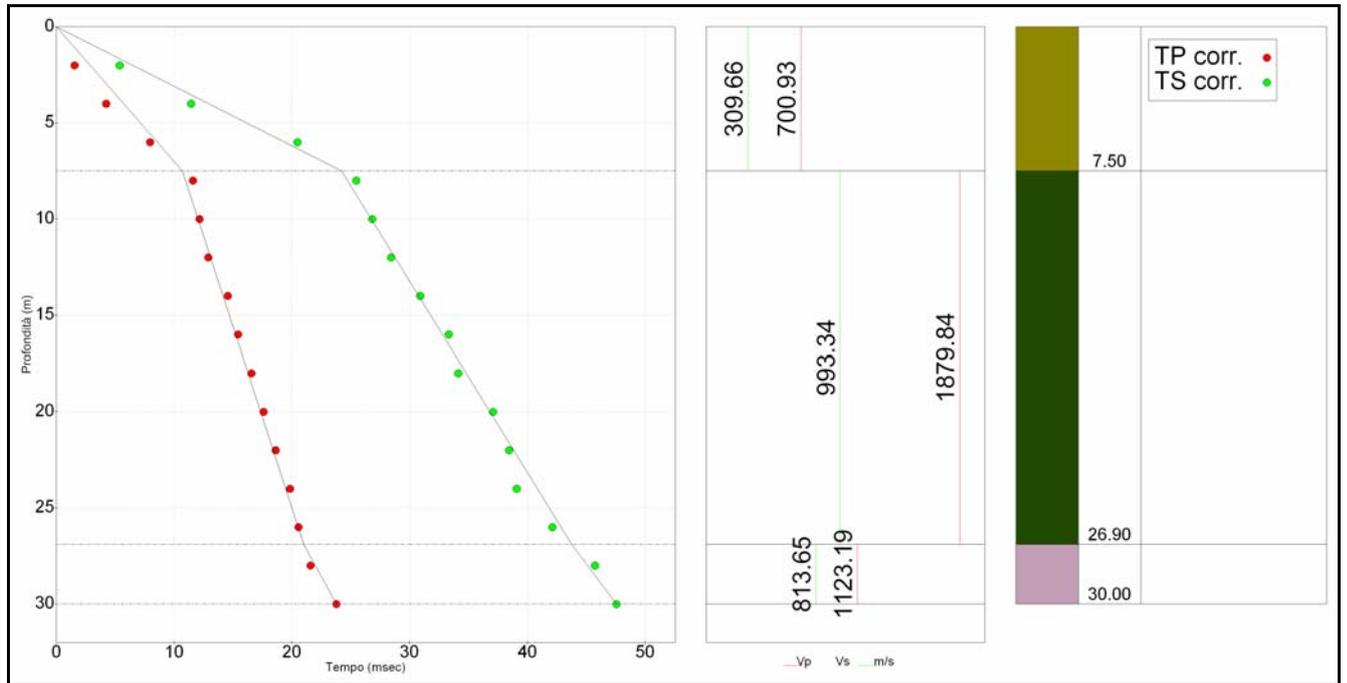


Fig. 16: dromocrona delle onde P ed S e sezione verticale

10. ANALISI HVSR

10.1. Introduzione

Sul terreno oggetto di studio è stata condotta un'indagine sismica passiva a stazione singola consistente in una acquisizione del microtremore ambientale a stazione singola in campo libero.

L'indagine effettuata permette di misurare le frequenze di risonanza dei terreni.

10.2. Definizioni

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

10.3. Oggetto della misura: il microtremore sismico ambientale

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato, oltre che dall'attività dinamica terrestre, dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica. Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo vicino. I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva. Nelle zone in cui non è presente alcuna sorgente di rumore locale e in assenza di vento, lo spettro in frequenza del rumore di fondo in un terreno roccioso e pianeggiante presenta l'andamento illustrato in Figura 17. A tale andamento generale, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie o anche il semplice passeggiare di una persona) e naturali che però si attenuano fortemente a frequenze superiori a 20 Hz, a causa dell'assorbimento anelastico originato dall'attrito interno delle rocce.

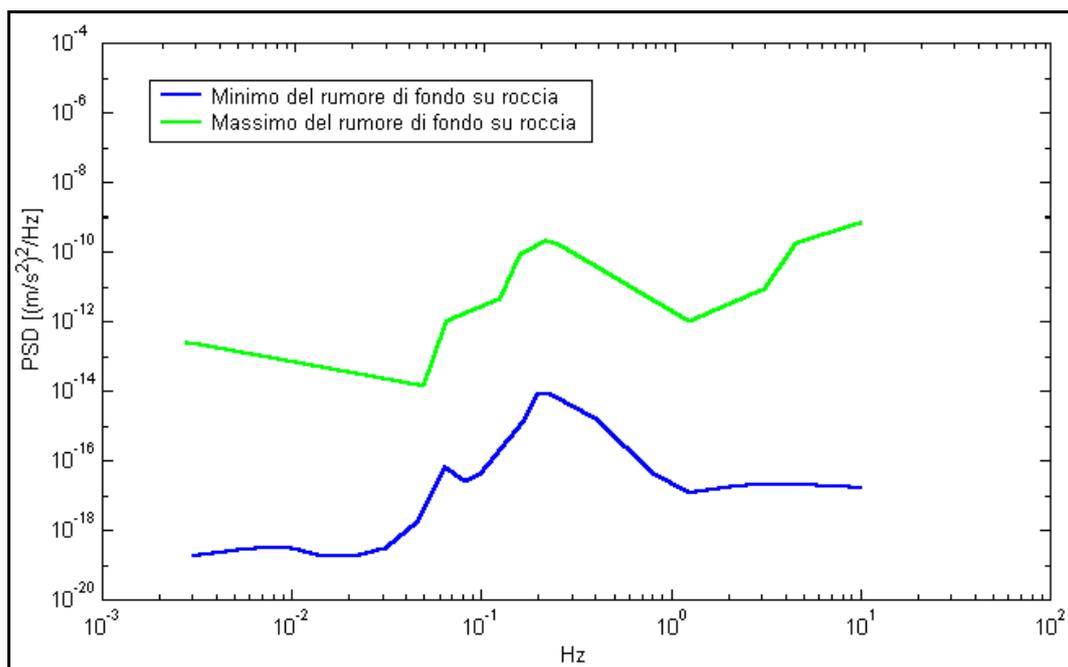


Fig. 17: Modelli standard del rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu) per la Terra secondo il servizio geologico statunitense (USGS). Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto

10.4. La tecnica impiegata. Cenni storici

Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo a partire dagli spettri del rumore sismico registrati in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è la tecnica dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSr o H/V), applicata da Nogoshi e Igarashi (1970). Il metodo fu in seguito reso popolare principalmente da Nakamura (1989) come strumento per la determinazione dell'amplificazione sismica locale. Mentre su questo punto non è ancora stato raggiunto il consenso, è invece ampiamente riconosciuto che la curva H/V è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza dei sottosuoli e, tramite opportuna inversione, delle profondità dei substrati rocciosi sotto le coperture sedimentarie.

Studi recenti hanno dimostrato che ulteriori picchi a frequenza maggiori di quelle del bedrock sono riconducibili a contrasti di impedenza interni alla copertura sedimentaria e picchi a frequenze minori di quella del bedrock sono invece riconducibili a contrasti di impedenza interni al bedrock stesso. Riconosciuta questa capacità e dato che, se è

disponibile una stima delle velocità delle onde elastiche, le frequenze di risonanza possono essere convertite in stratigrafia, ne risulta che il metodo H/V può essere usato come strumento stratigrafico.

Le basi teoriche dell'H/V sono relativamente semplici in un sistema bistrato del tipo sedimenti + bedrock in cui i parametri variano solo con la profondità (1-D). In questi casi la profondità h della discontinuità sismica viene ricavata tramite la formula semplice della risonanza $h = V / (4 f_r)$ o, al più, tramite la formula [1] in cui V_0 è la velocità al tetto dello strato, x un fattore che dipende dalle caratteristiche del sedimento (granulometria, coesione ecc.) e f_r la frequenza fondamentale di risonanza (cf. ad esempio Ibs-Von Seht e Wohlenberg, 1999).

$$h = \left[\frac{V_0(1-x)}{4f_r} + 1 \right]^{\frac{1}{1-x}} - 1 \quad [1]$$

Nei sistemi multistrato, teoricamente l'effetto di risonanza è sommabile, ma non in modo lineare e senza una corrispondenza 1:1. Ciò significa che la curva H/V relativa ad un sistema a più strati contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi allo spessore) di ciascuno di essi, ma non è interpretabile semplicemente applicando l'equazione [1]. L'inversione richiede l'analisi delle singole componenti e del rapporto H/V, che fornisce un'importante normalizzazione del segnale per a) il contenuto in frequenza, b) la risposta strumentale e c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

L'inversione delle misure di tremore a fini stratigrafici, nei casi reali, sfrutta la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti H/V misurati con quelli 'sintetici', cioè con quelli calcolati relativamente ad un modello. L'interpretazione è tanto più soddisfacente, e il modello tanto più vicino alla realtà, quanto più i dati misurati e quelli sintetici sono vicini. I modelli sintetici di inversione impiegati in questo lavoro partono dalla modellizzazione del campo d'onde superficiali (onde di Rayleigh e Love) in sistemi multistrato (Aki, 1964; Ben-Menahem e Singh, 1981). L'inversione delle curve H/V per ottenere un profilo di V_s è possibile a patto di disporre di un punto di taratura (es. penetrometria o sondaggio) che fornisca la profondità di un riflettore - anche molto superficiale - riconoscibile nella curva H/V oppure a patto di conoscere la V_s del primo strato a partire da tecniche indipendenti (Castellaro e Mulargia, 2007).

10.5. Strumentazione impiegata

Le misure di microtremore ambientale sono state effettuate per mezzo di un tromografo digitale portatile progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento (SR04S3 GEOBOX della SARA) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) ortogonali. I dati di microtremore ambientale, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti per 20 min alla frequenza di campionamento di 256 Hz.

10.6. Procedura di analisi dati per stazioni singole H/V

La tecnica H/V è la tecnica dedicata quando si vogliono mettere in luce le frequenze di risonanza dei terreni. Dalle registrazioni del rumore sismico ambientale su terreno sono state ricavate le curve H/V, secondo la procedura classica, descritta per esempio in SESAME (2005), con parametri:

- larghezza delle finestre d'analisi 20 s,
- lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale,
- rimozione dei transienti sulla serie temporale degli H/V.

10.7. Tracce di input

Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1200 s
Frequenza di campionamento: 150,00 Hz
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

Grafici tracce:

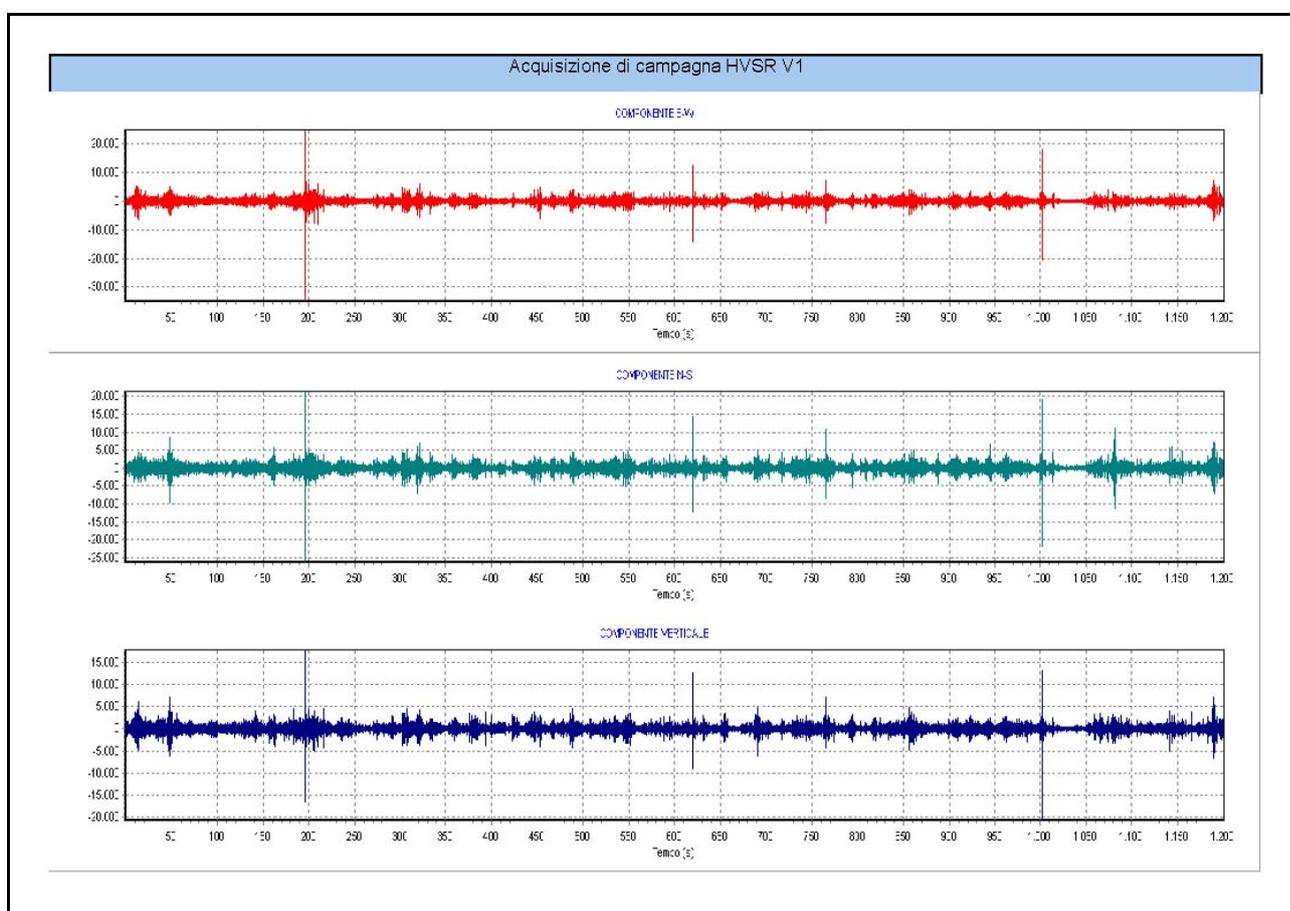


Fig. 18: Tracce in direzione Nord - Sud, Est -Ovest, Verticale

10.8. Filtraggio dati

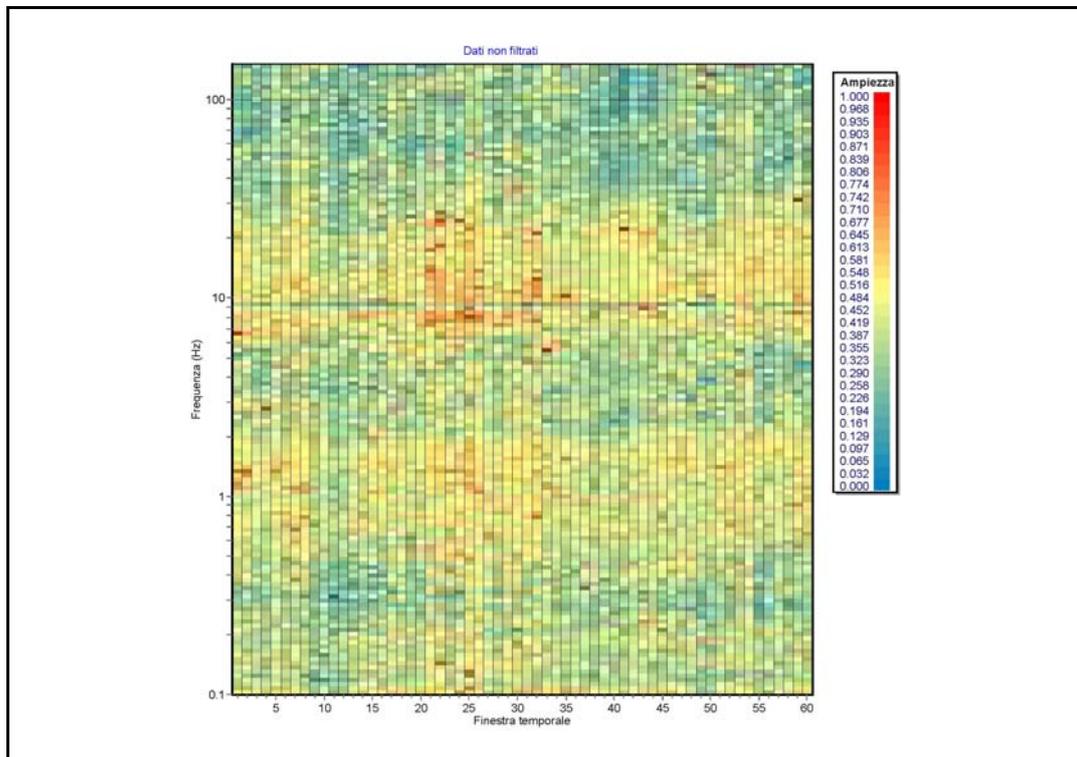


Fig. 19: Dati non lisciati

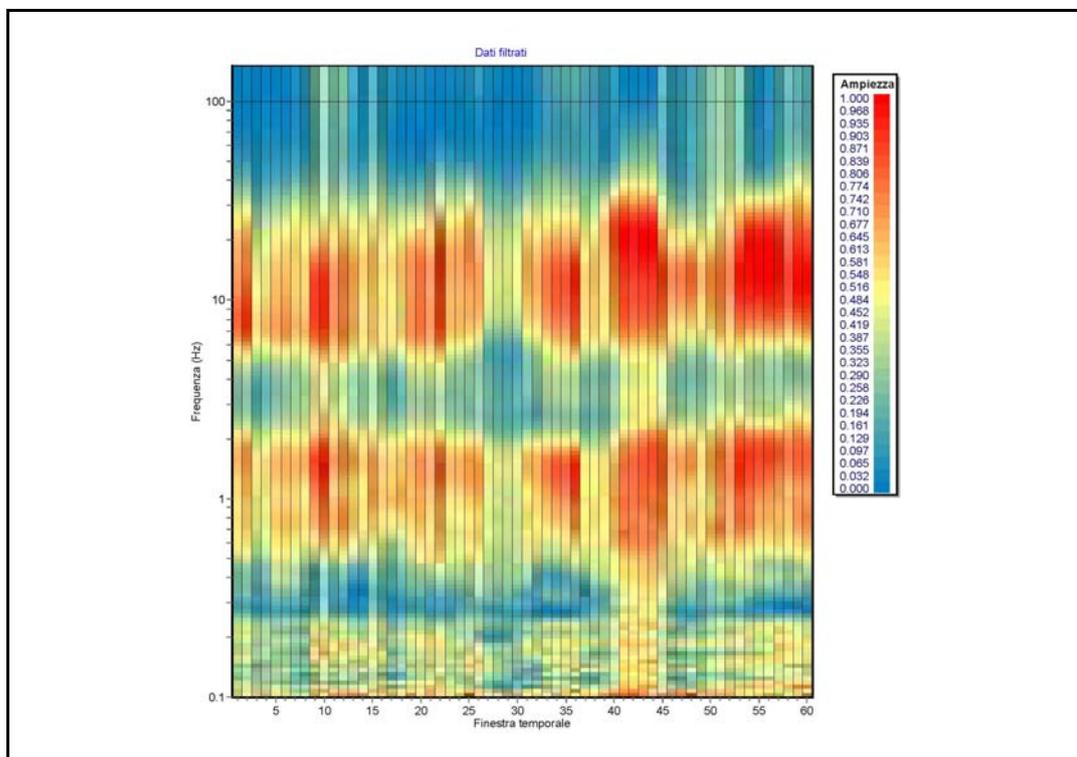


Fig. 20: Dati lisciati

10.9. Tracce di input

Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 110,00 Hz
 Frequenza minima: 1,00 Hz
 Passo frequenze: 0,10 Hz
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale
 Percentuale di lisciamento: 10,00 %
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

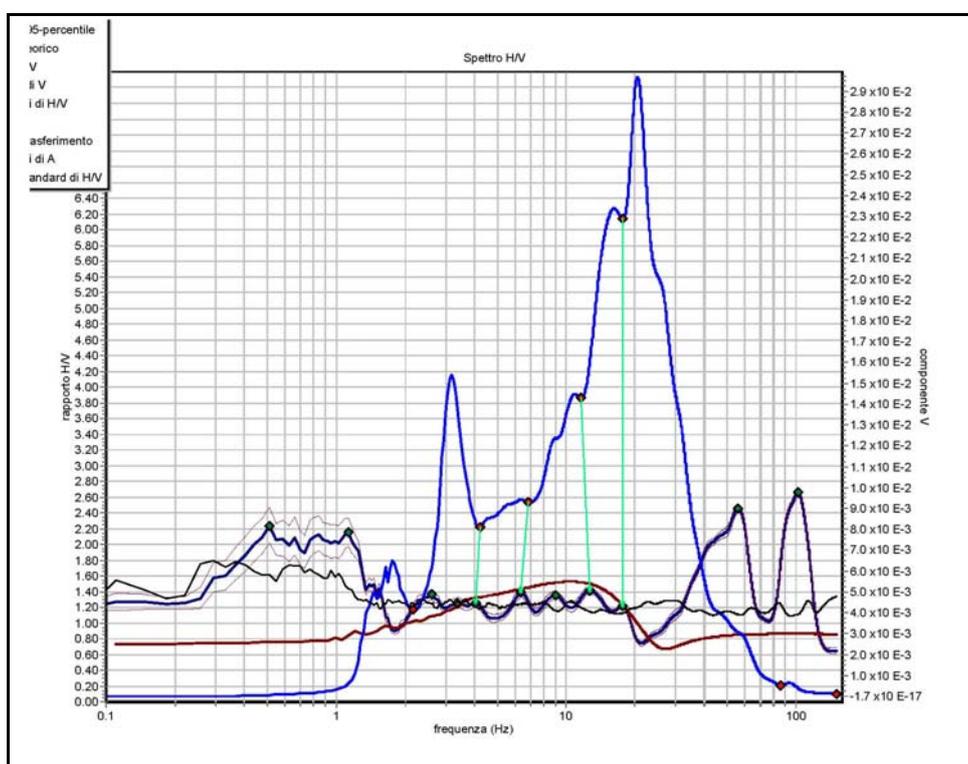


Fig. 21: Spettro H/V

Tabella parametri picchi stratigrafici da spettro H/V delle onde di Rayleigh e Love V1									
Criteri SESAME (2005) per una curva H/V attendibile S1: $f_p > 10/L_w$ - S2: $L_w \times N_w \times f_p > 200$ - S3: $s_a < 2$ per $0.5f_p < f < 2f_p$									
LEGENDA: L_w =lunghezza della finestra (s) - N_w =n. finestre - f_p (Hz)=frequenza del picco stratigrafico - s_a =deviazione standard									
N.	f_z (Hz)	H/V	K_g	H1(m)	H2(m)	H3(m)	S1	S2	S3
1	17.58	1.22	0.08	1.19	0.69	0.59	SI	SI	SI
2	12.67	1.41	0.16	1.84	1.07	0.91	SI	SI	SI
3	6.37	1.39	0.3	4.59	2.68	2.26	SI	SI	SI
4	4.03	1.26	0.39	8.47	4.93	4.17	SI	SI	SI

Fig. 22: Tabella parametri picchi stratigrafici in accordo con i criteri sesame

11. STUDIO DI RISPOSTA SISMICA LOCALE (RSL)

11.1. Premessa

In tutto il territorio regionale, i progetti esecutivi per le nuove realizzazioni e per gli interventi di adeguamento sismico di strutture e opere appartenenti a CLASSE d'uso III e IV ai sensi del all.2 della D.G.R. Lazio 387/09, devono provvedere approfondimenti conoscitivi tipici di uno Studio di Risposta Sismica Locale (RSL).

Gli studi di RSL danno indicazioni sull'applicabilità dell'approccio semplificato NTC08; l'applicabilità dell'approccio NTC08 o delle specifiche analisi NTC08 - RSL è garantito dal confronto degli spettri di risposta elastici ottenuti delle simulazioni e quelli di normativa. Lo spettro di risposta ottenuto dalle simulazioni dovrà essere standardizzato, dovrà cioè assumere la medesima "forma" di quella usate nelle NTC08, il limite di scarto per la applicabilità dell'approccio semplificato e per differenze inferiori al 10% in corrispondenza del periodo della struttura di progetto.

Il contesto geologico e la topografia dell'area permettono un approccio allo studio di RSL di tipo monodimensionale.

In sintesi lo studio di seguito sviluppato ha previsto la simulazione numerica di RSL per gli stati limite SLO, SLD, SLV ed SLC; per ogni simulazione lo studio è stato suddiviso nei seguenti passi:

- 1 scelta dell'input sismico, stima dell'accelerazione di base (a_g), dati di disaggregazione;
- 2 estrazione degli accelerogrammi di input, conversione e normalizzazione;
- 3 analisi monodimensionale di Risposta Sismica Locale.

Sono forniti gli spettri elastici calcolati (Allegato E).

11.2. Dati sismici di input

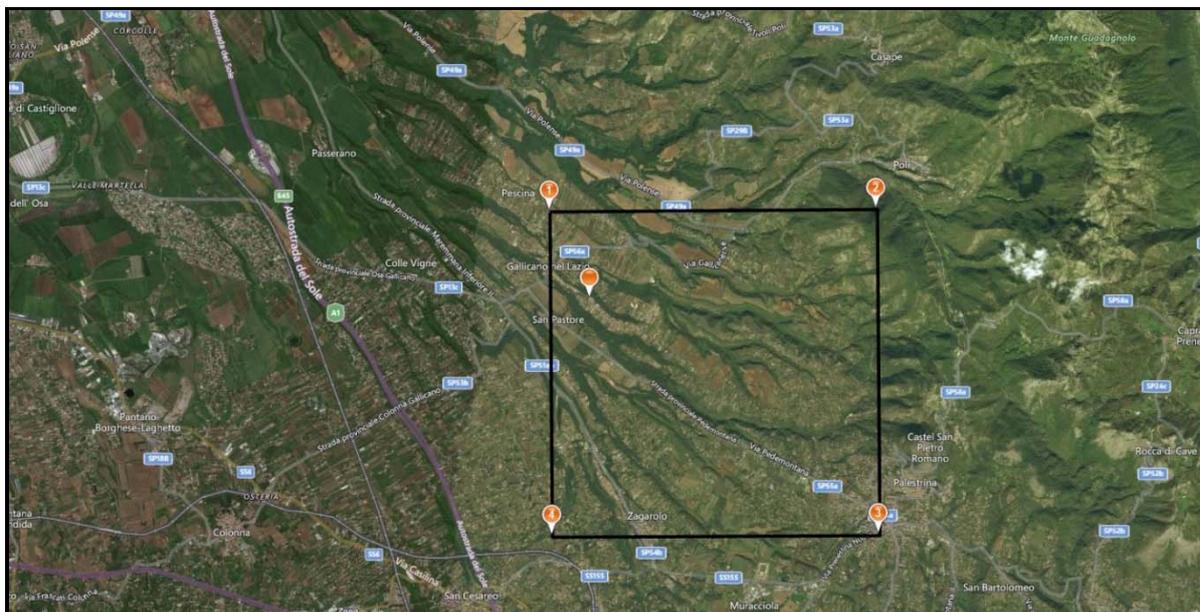


Fig. 23: foto aerea

Vita nominale (Vn): 50 [anni]
 Classe d'uso: III
 Coefficiente d'uso (Cu): 1,5
 Periodo di riferimento (Vr): 75 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 45 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 75 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 712 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 1462 [anni]

Tabella 13 - Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento INGV che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50)[°]	Longitudine (ED50)[°]	Distanza [m]
1	28517	41,882930	12,818670	1645,28
2	28518	41,883310	12,885840	5107,28
3	28740	41,833310	12,886280	6347,76
4	28739	41,832940	12,819180	4116,58

Tabella 14

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	45	0,069	2,440	0,271
SLD	75	0,085	2,455	0,279
SLV	712	0,189	2,489	0,296
SLC	1462	0,231	2,508	0,306

11.3. Sismostratigrafia e curve di decadimento

Correlando i risultati ottenuti dalla prova Down Hole con la stratigrafia del sondaggio a carotaggio continuo, è stato adottato un modello **sismo stratigrafico** del terreno come di seguito riportato:

Tabella 15 - modello sismo stratigrafico

STRATO	Prof Letto Strato	Velocità Vs (m/s)	Spessore	Terreni	γ (kN/m ³)
1	7,5	300	7,5	Sabbie - Piroclastiti	17,6
BEDROCK	∥	800	∥	∥	19

Dai profili di velocità delle onde S elaborate dai dati ottenuti durante la prova Down Hole, il bedrock sismico (velocità superiore ai 800 m/s per almeno 10 metri di spessore) **viene intercettato** ad una profondità di 7,5 metri dal p.c.

11.4. Accelerogrammi di INPUT e dati di DISAGGREGAZIONE - SLO

11.4.1 Accelerogrammi (SLO)

Stato limite	Tr[anni]	ag[g]	F0[-]	Tc*[s]
SLO	45	0,069	2,440	0,271

11.4.2 Dati di Disaggregazione (SLO)

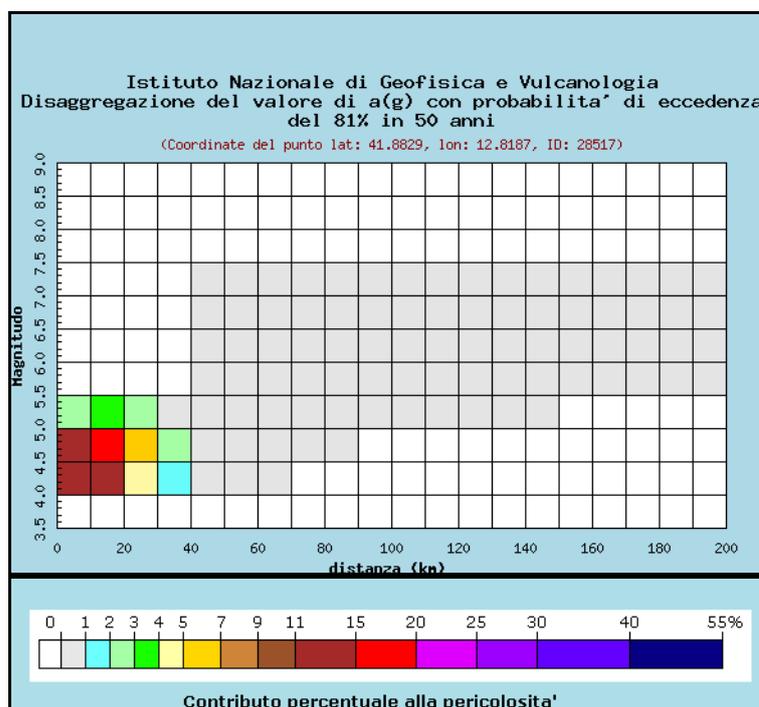


Fig. 24: grafico di disaggregazione - Magnitudo/Distanza con relative probabilità

Per quanto riguarda i dati sismici di input, come previsto da normativa, sono stati usati 7 accelerogrammi di riferimento estrapolati con l'utilizzo del software REXEL utilizzando i seguenti parametri di ingresso:

Latitudine (ED50): **41.8695** [°]
 Longitudine (ED50): **12,827** [°]
 Classe d'uso: **III**
 Vita Nominale: **50 anni**
 Cat. Topografica: **T1**
 Magnitudo: **4 - 6,5 M**
 Distanza: **0 - 30 R**

Per l'estrazione degli accelerogrammi di input è stata effettuata prendendo come dati sismici di input quelli sopra riportati; il software utilizzato è REXEL v 3.4, di seguito viene mostrata l'interfaccia di esempio per l'immissione dei dati richiesti (Fig. 25). Il software permette la scelta da parte dell'utente del set di accelerogrammi con associato il minor scarto rispetto allo spettro di riferimento (Fig. 26).

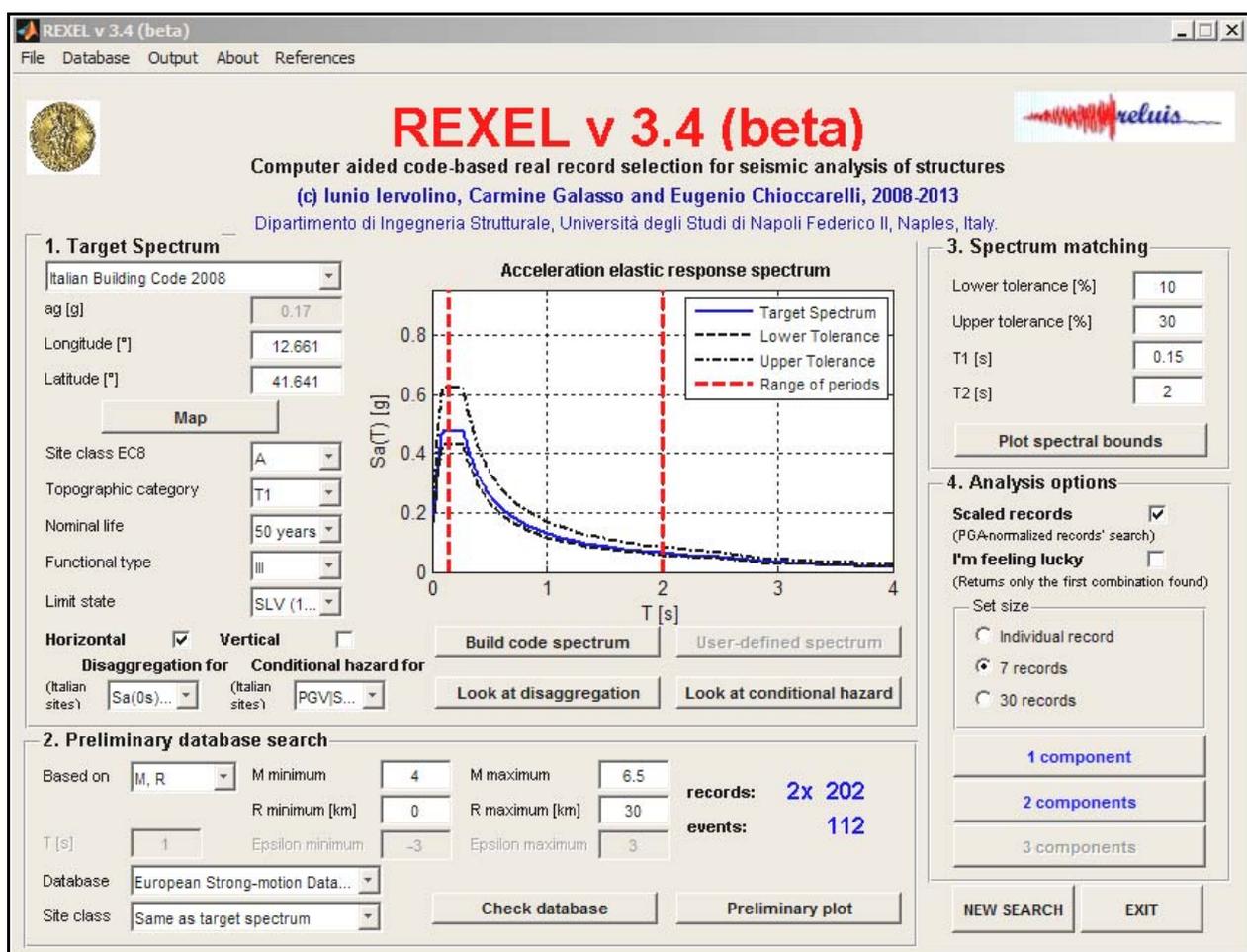


Fig. 25: Esempio di schermata per l'immissione dati di input di REXEL v 3.4 per ottenere gli accelerogrammi di input

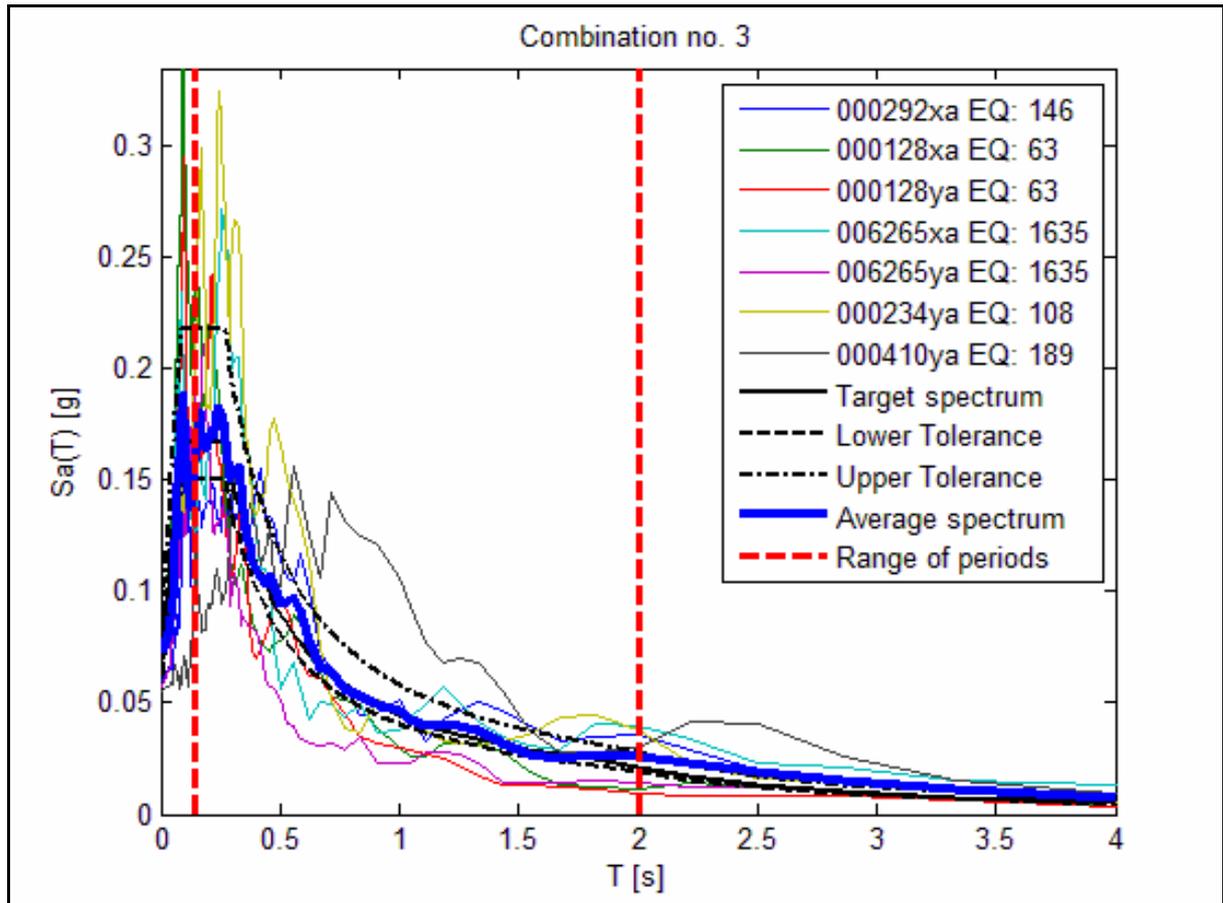


Fig. 26: Combinazione di accelerogrammi con associato il minor scarto rispetto allo spettro di riferimento (SLO)

11.5. Accelerogrammi di INPUT e dati di DISAGGREGAZIONE - SLD

11.5.1 Accelerogrammi (SLD)

Stato limite	Tr[anni]	ag[g]	F0[-]	Tc*[s]
SLD	75	0,085	2,465	0,279

11.5.2 Dati di Disaggregazione (SLD)

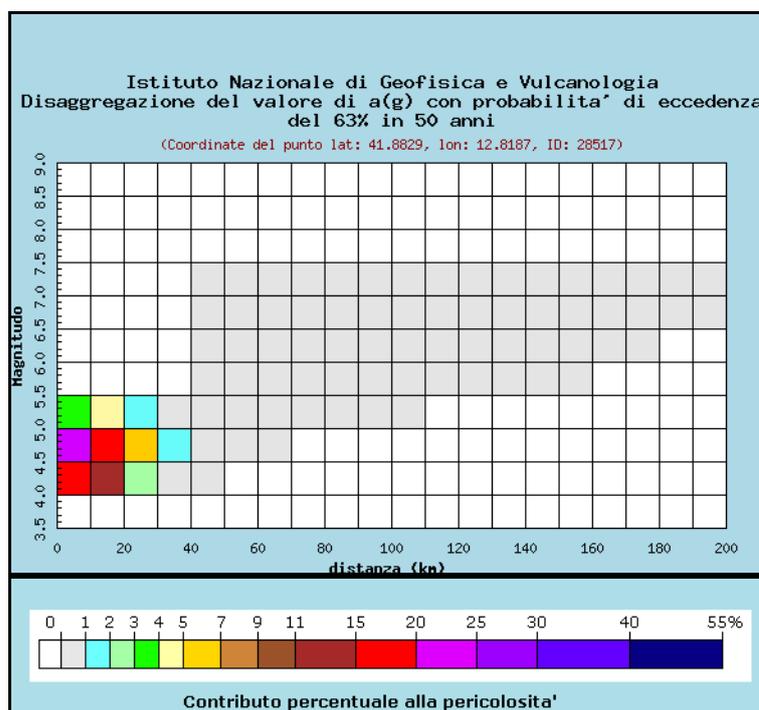


Fig. 27: grafico di disaggregazione - Magnitudo/Distanza con relative probabilità

Per quanto riguarda i dati sismici di input, come previsto da normativa, sono stati usati 7 accelerogrammi di riferimento estrapolati con l'utilizzo del software REXEL utilizzando i seguenti parametri di ingresso:

Latitudine (ED50): **41.8695** [°]
 Longitudine (ED50): **12,827** [°]
 Classe d'uso: **III**
 Vita Nominale: **50 anni**
 Cat. Topografica: **T1**
 Magnitudo: **4 - 6,5 M**
 Distanza: **0 - 30 R**

Per l'estrazione degli accelerogrammi di input è stata effettuata prendendo come dati sismici di input quelli sopra riportati; il software utilizzato è REXEL v 3.4, di seguito viene mostrata l'interfaccia di esempio per l'immissione dei dati richiesti (Fig. 28). Il software permette la scelta da parte dell'utente del set di accelerogrammi con associato il minor scarto rispetto allo spettro di riferimento (Fig. 29).

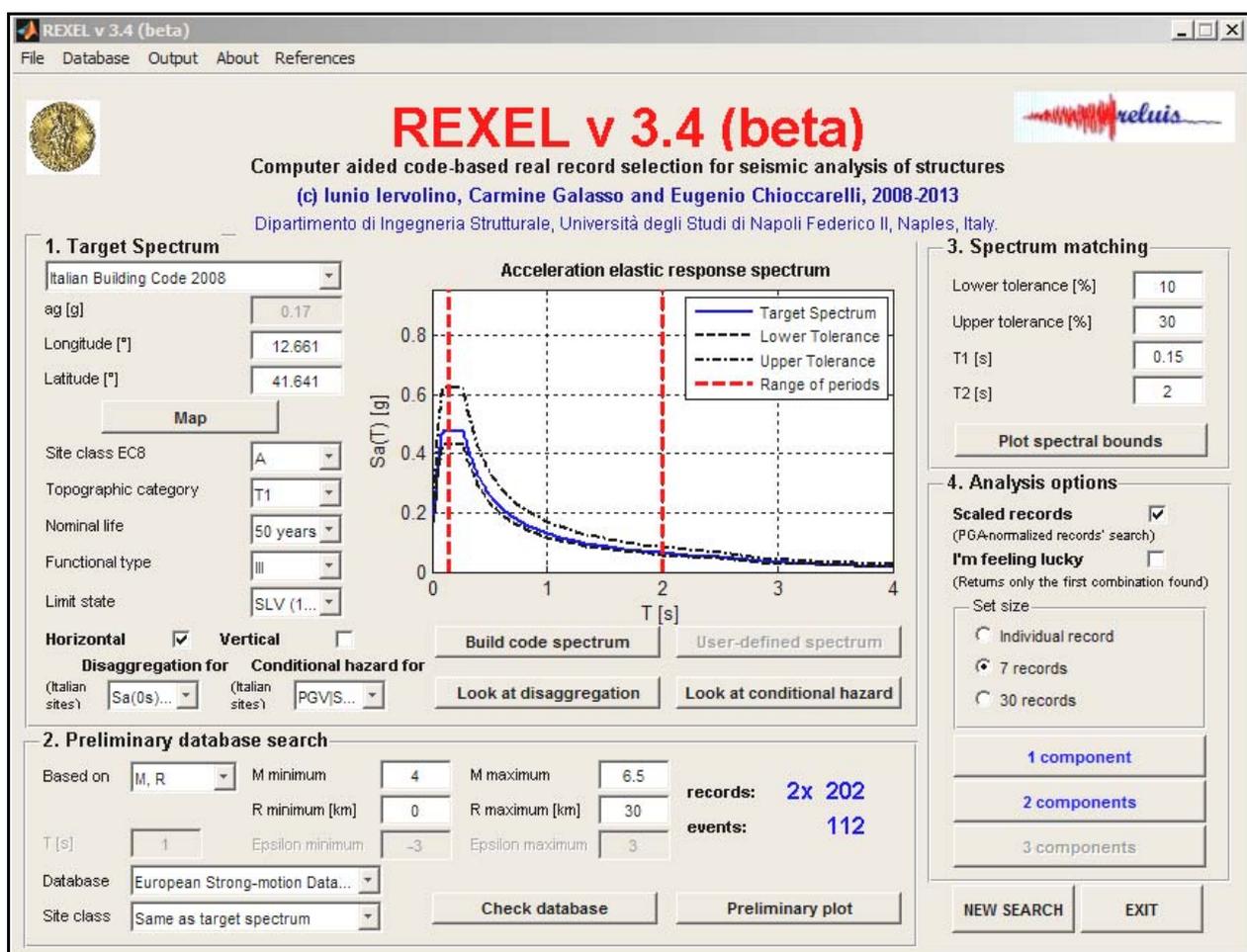


Fig. 28: Esempio di schermata per l'immissione dati di input di REXEL v 3.4 per ottenere gli accelerogrammi di input

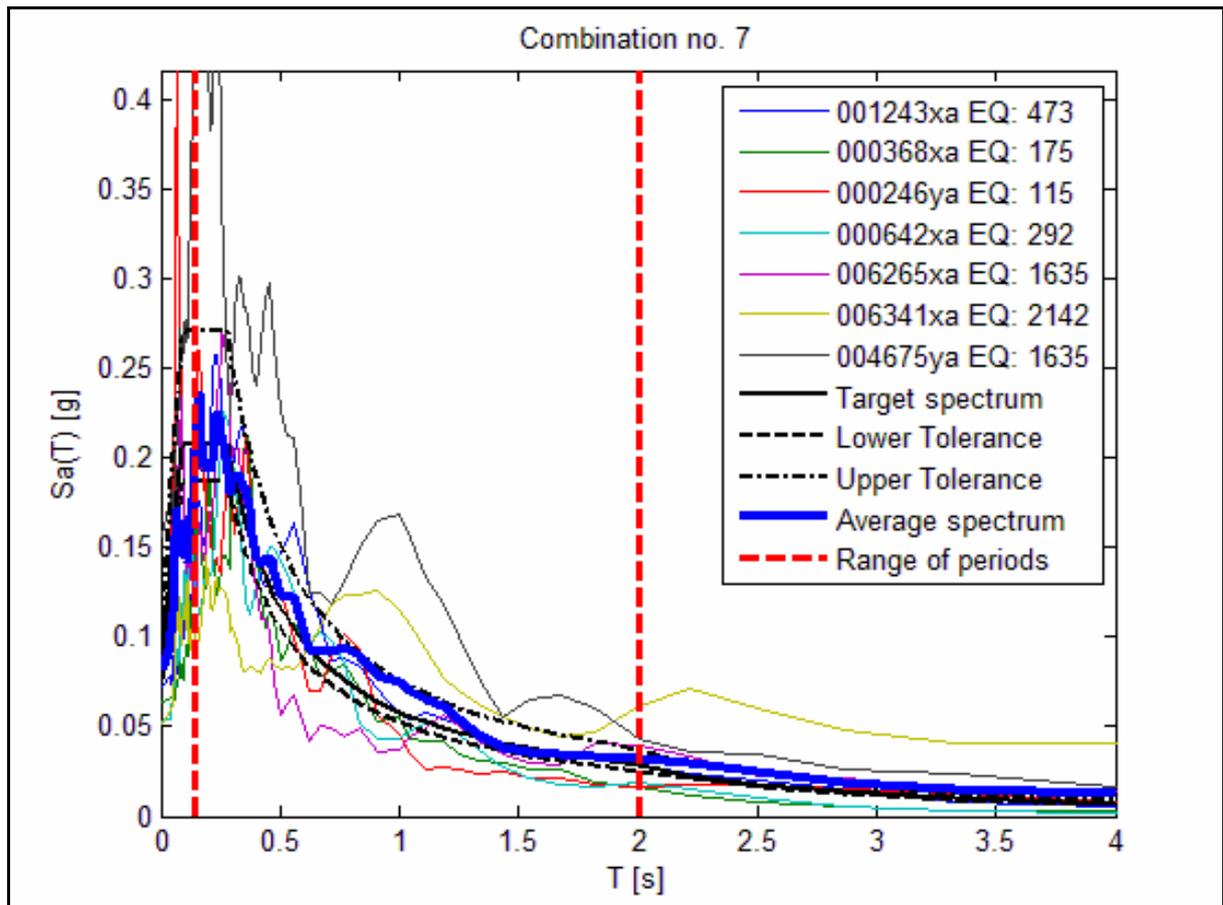


Fig. 29: Combinazione di accelerogrammi con associato il minor scarto rispetto allo spettro di riferimento (SLD)

11.6. Accelerogrammi di INPUT e dati di DISAGGREGAZIONE - SLV

11.6.1 Accelerogrammi (SLV)

Stato limite	Tr[anni]	ag[g]	F0[-]	Tc*[s]
SLV	712	0,189	2,489	0,296

11.6.2 Dati di Disaggregazione (SLV)

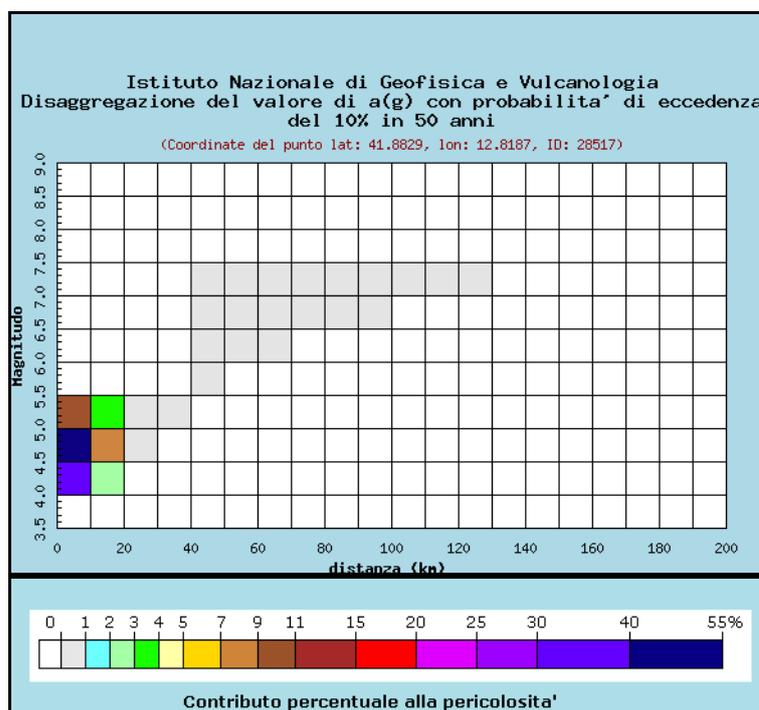


Fig. 30: grafico di disaggregazione - Magnitudo/Distanza con relative probabilità

Per quanto riguarda i dati sismici di input, come previsto da normativa, sono stati usati 7 accelerogrammi di riferimento estrapolati con l'utilizzo del software REXEL utilizzando i seguenti parametri di ingresso:

Latitudine (ED50):	41.8695 [°]
Longitudine (ED50):	12,827 [°]
Classe d'uso:	III
Vita Nominale:	50 anni
Cat. Topografica:	T1
Magnitudo:	4 - 6,5 M
Distanza:	0 - 30 R

Per l'estrazione degli accelerogrammi di input è stata effettuata prendendo come dati sismici di input quelli sopra riportati; il software utilizzato è REXEL v 3.4, di seguito viene mostrata l'interfaccia di esempio per l'immissione dei dati richiesti (Fig. 31). Il software permette la scelta da parte dell'utente del set di accelerogrammi con associato il minor scarto rispetto allo spettro di riferimento (Fig. 32).

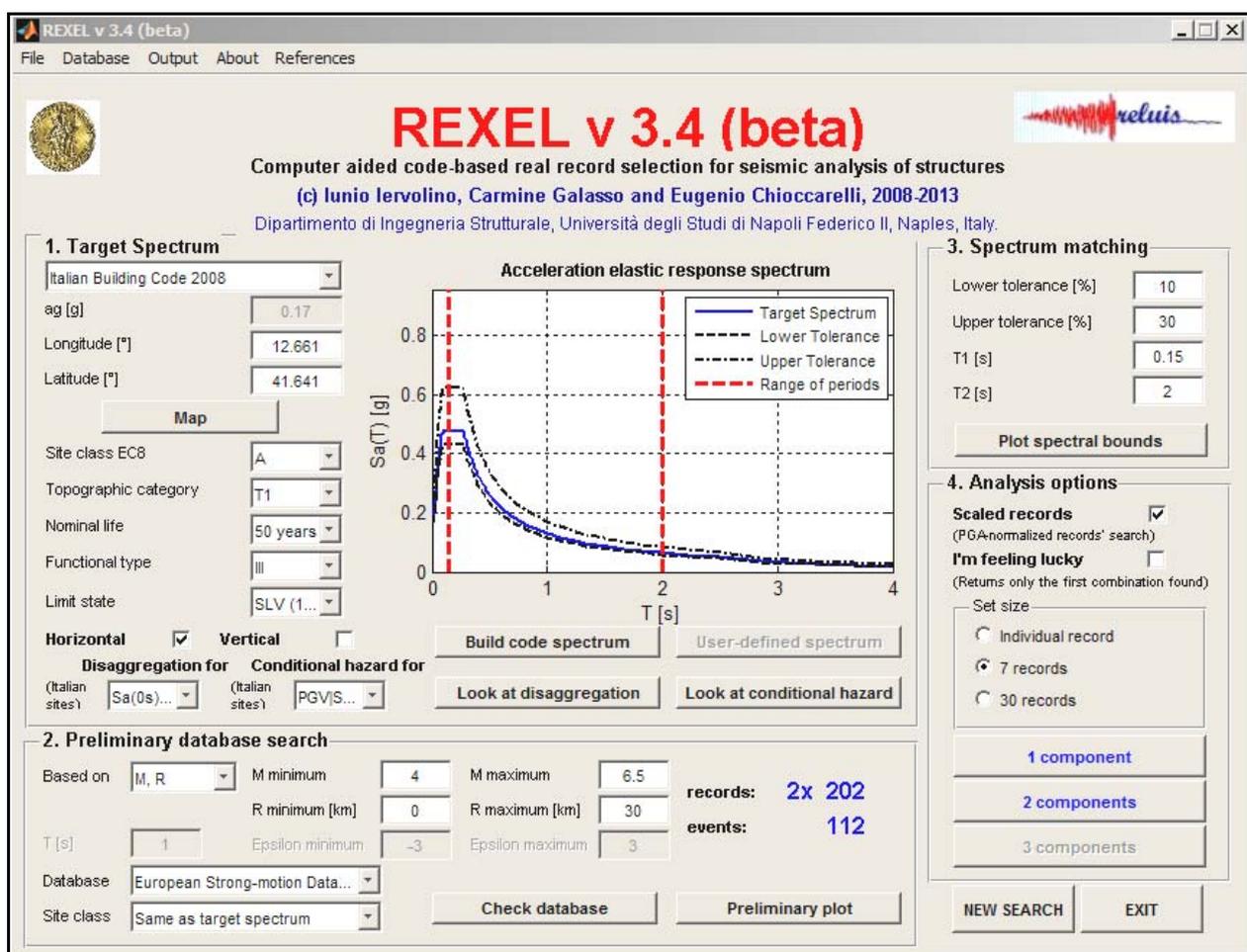


Fig. 31: Esempio di schermata per l'immissione dati di input di REXEL v 3.4 per ottenere gli accelerogrammi di input

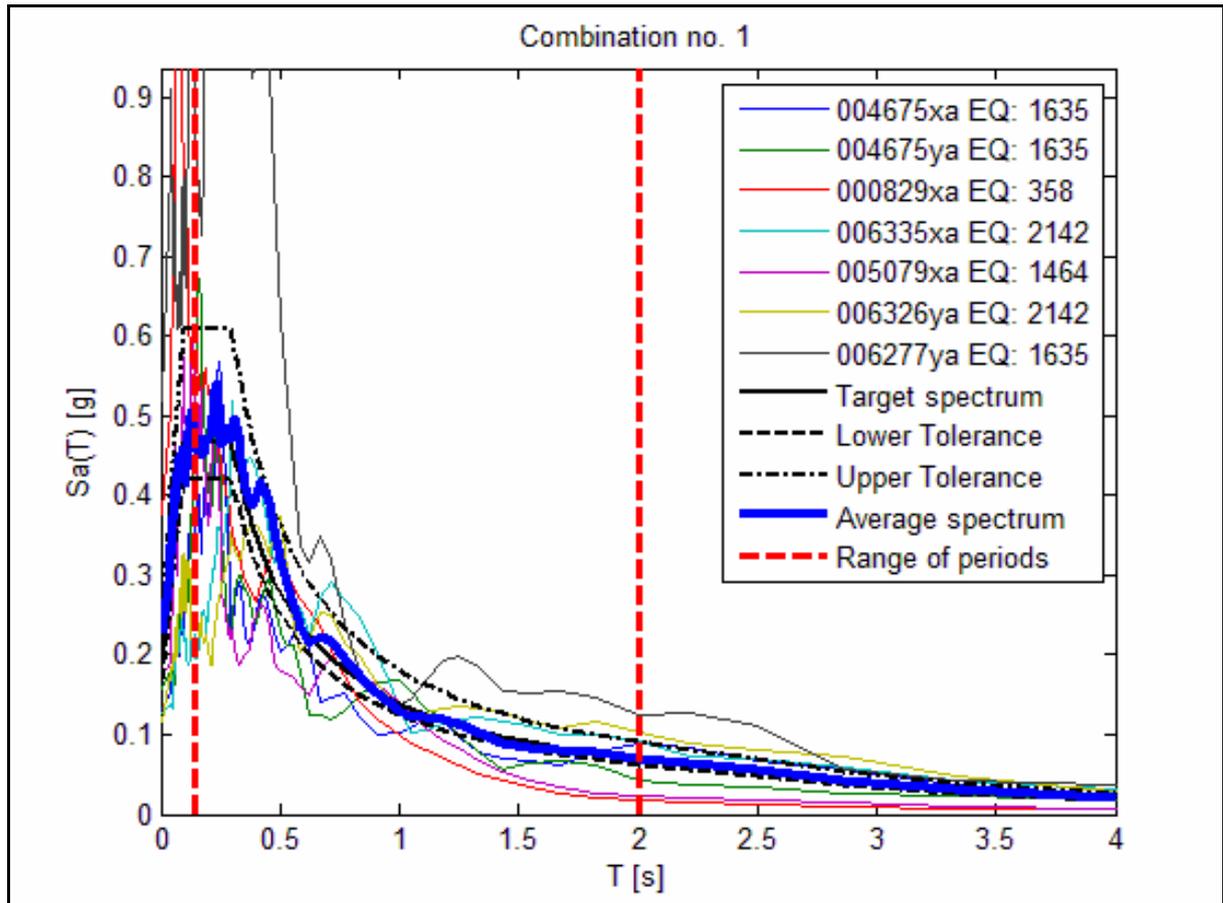


Fig. 32: Combinazione di accelerogrammi con associato il minor scarto rispetto allo spettro di riferimento (SLV)

11.7. Accelerogrammi di INPUT e dati di DISAGGREGAZIONE - SLC

11.7.1 Accelerogrammi (SLC)

Stato limite	Tr[anni]	ag[g]	F0[-]	Tc*[s]
SLC	1462	0,231	2,508	0,306

11.7.2 Dati di Disaggregazione (SLC)

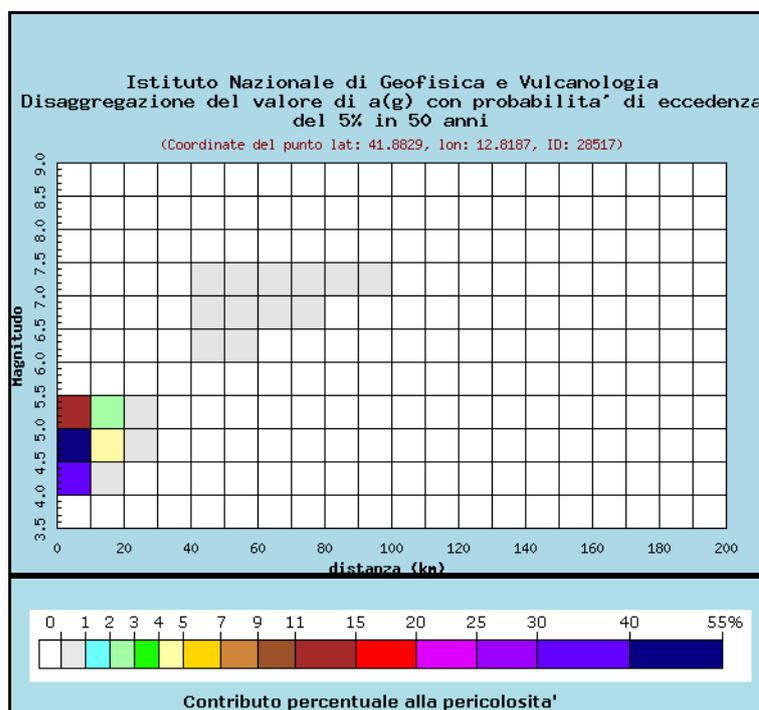


Fig. 33: grafico di disaggregazione - Magnitudo/Distanza con relative probabilità

Per quanto riguarda i dati sismici di input, come previsto da normativa, sono stati usati 7 accelerogrammi di riferimento estrapolati con l'utilizzo del software REXEL utilizzando i seguenti parametri di ingresso:

Latitudine (ED50): **41.8695** [°]
 Longitudine (ED50): **12,827** [°]
 Classe d'uso: **III**
 Vita Nominale: **50 anni**
 Cat. Topografica: **T1**
 Magnitudo: **4 - 6,5 M**
 Distanza: **0 - 30 R**

Per l'estrazione degli accelerogrammi di input è stata effettuata prendendo come dati sismici di input quelli sopra riportati; il software utilizzato è REXEL v 3.4, di seguito viene mostrata l'interfaccia di esempio per l'immissione dei dati richiesti (Fig. 34). Il software permette la scelta da parte dell'utente del set di accelerogrammi con associato il minor scarto rispetto allo spettro di riferimento (Fig. 35).

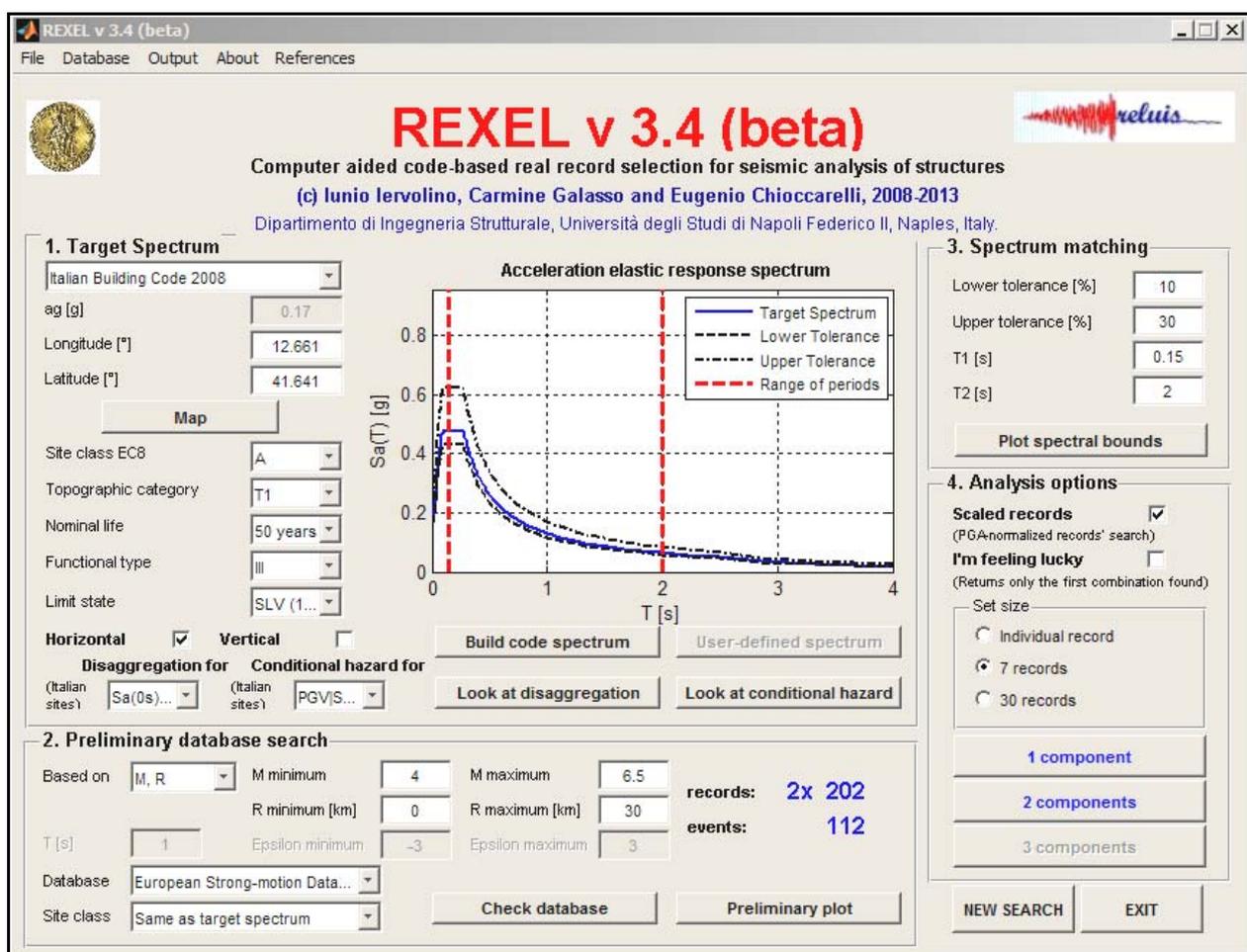


Fig. 34: Esempio di schermata per l'immissione dati di input di REXEL v 3.4 per ottenere gli accelerogrammi di input

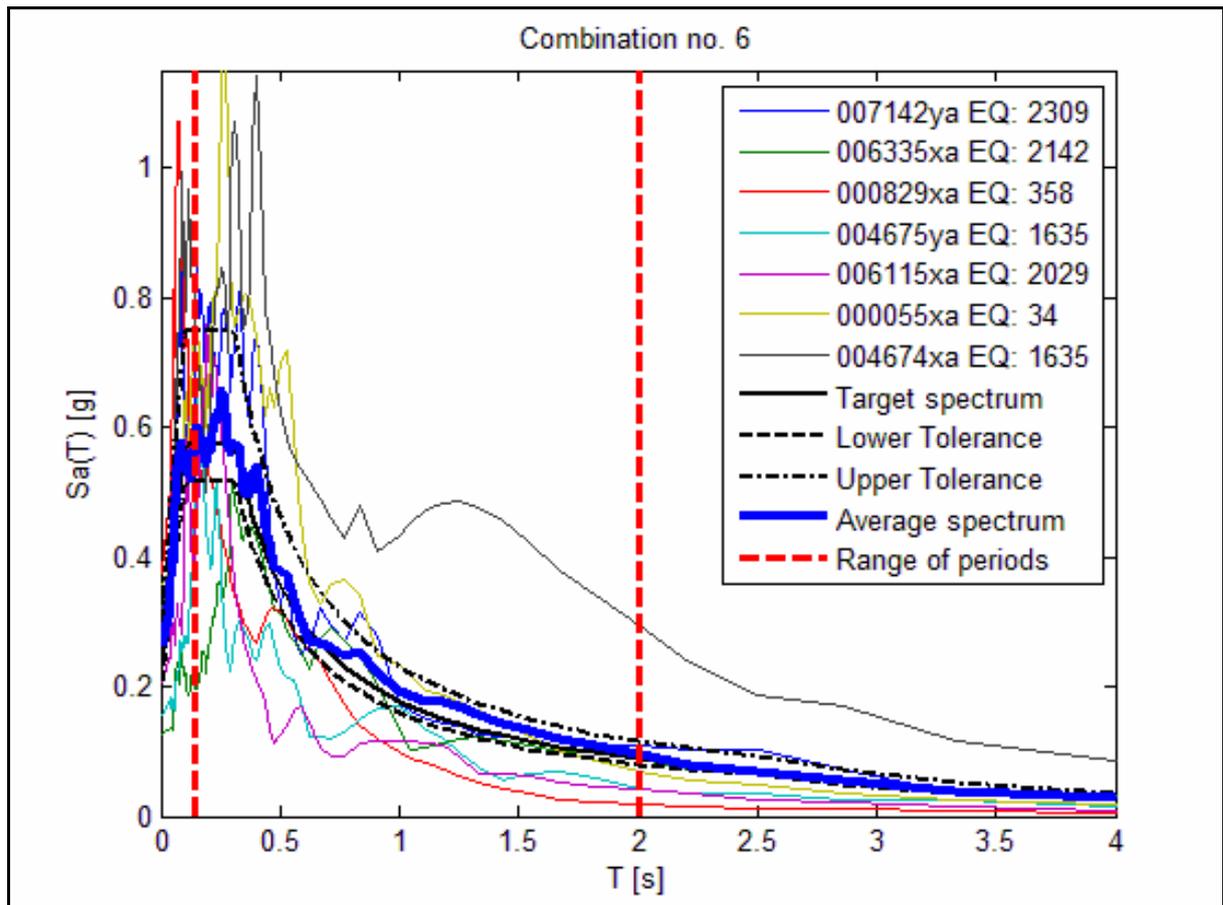


Fig. 35: Combinazione di accelerogrammi con associato il minor scarto rispetto allo spettro di riferimento (SLC)

11.8. Simulazione - Spettri SLO

Stato limite	Tr[anni]	ag[g]	F0[-]	Tc*[s]
SLO	45	0,069	2,440	0,271

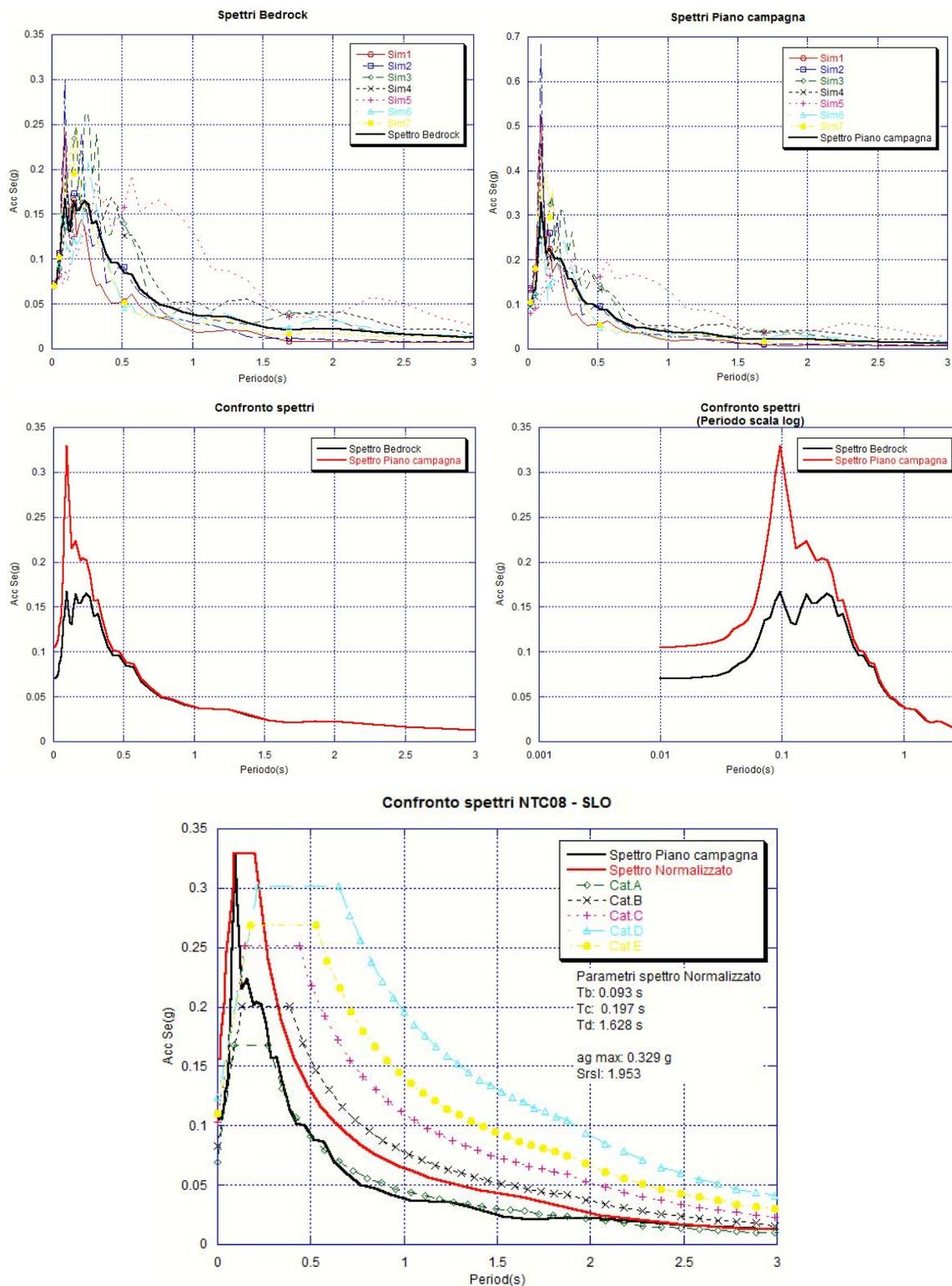


Fig. 36: Spettri - Bedrock e Piano Campagna

11.9. Simulazione - Spettri SLD

Stato limite	Tr[anni]	ag[g]	F0[-]	Tc*[s]
SLD	75	0,085	2,455	0,279

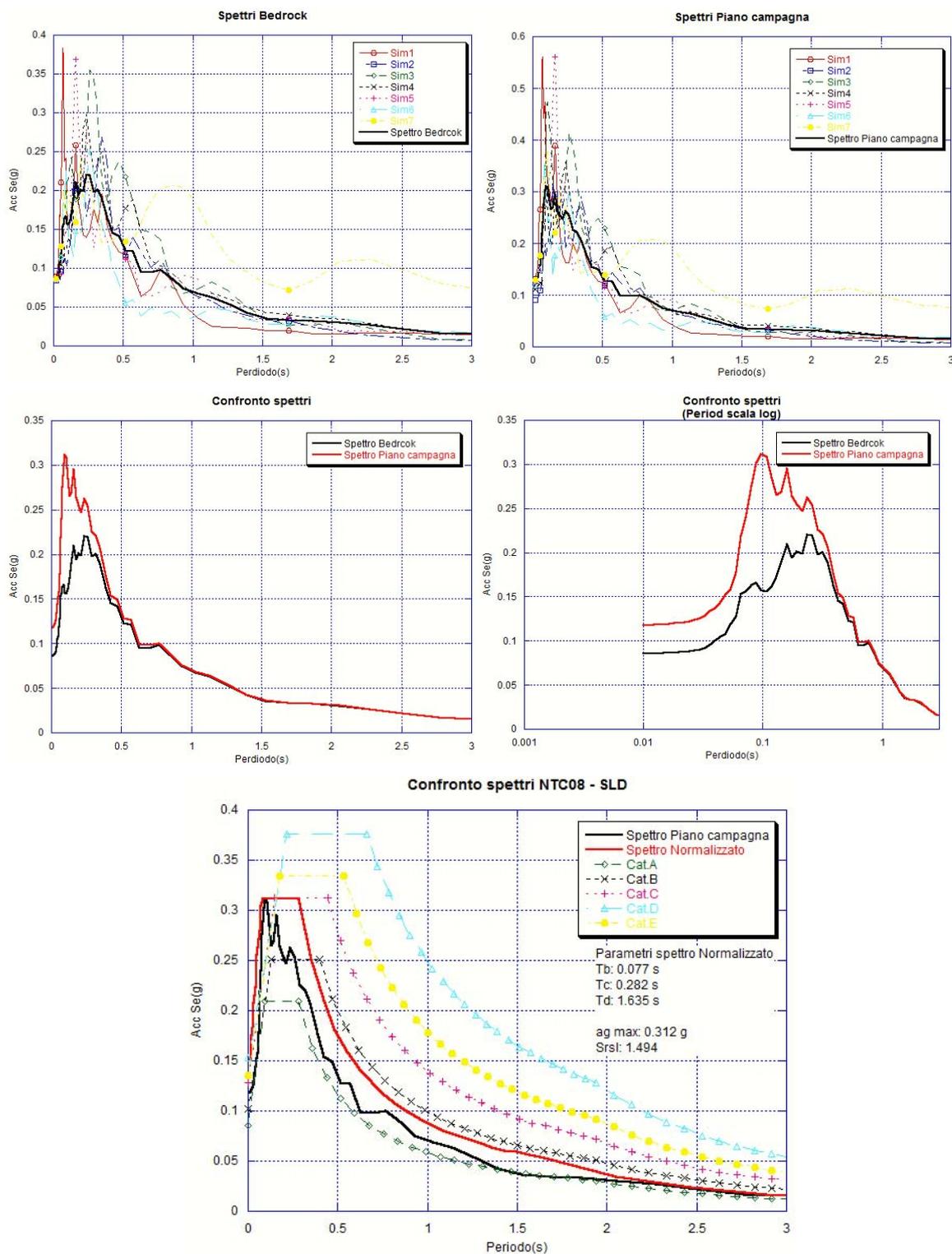


Fig. 37: Spettri - Bedrock e Piano Campagna

11.10. Simulazione - Spettri SLV

Stato limite	Tr[anni]	ag[g]	F0[-]	Tc*[s]
SLV	712	0,189	2,489	0,296

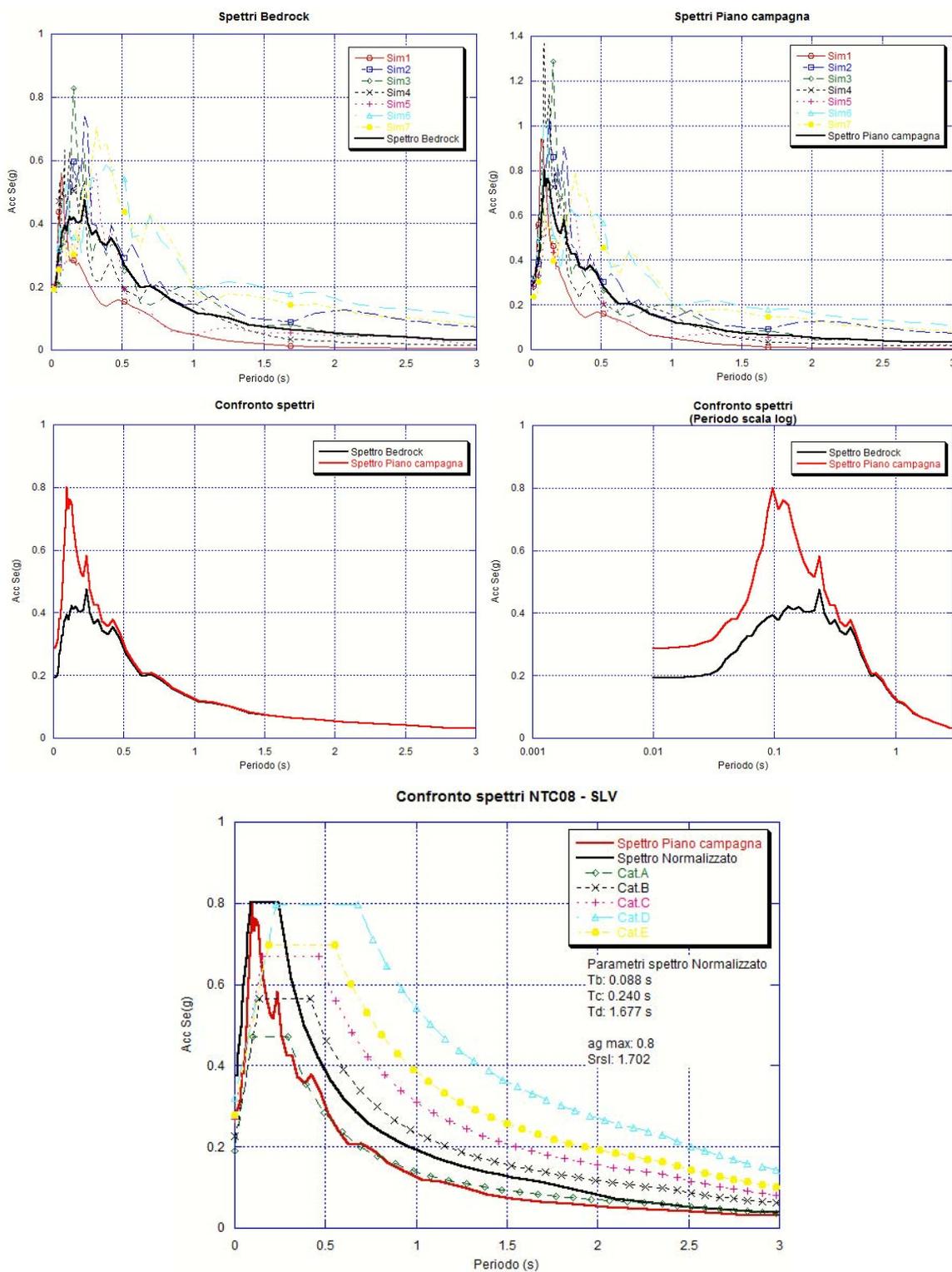


Fig. 38: Spettri - Bedrock e Piano Campagna

11.11. Simulazione - Spettri SLC

Stato limite	Tr[anni]	ag[g]	F0[-]	Tc*[s]
SLC	1462	0,231	2,508	0,306

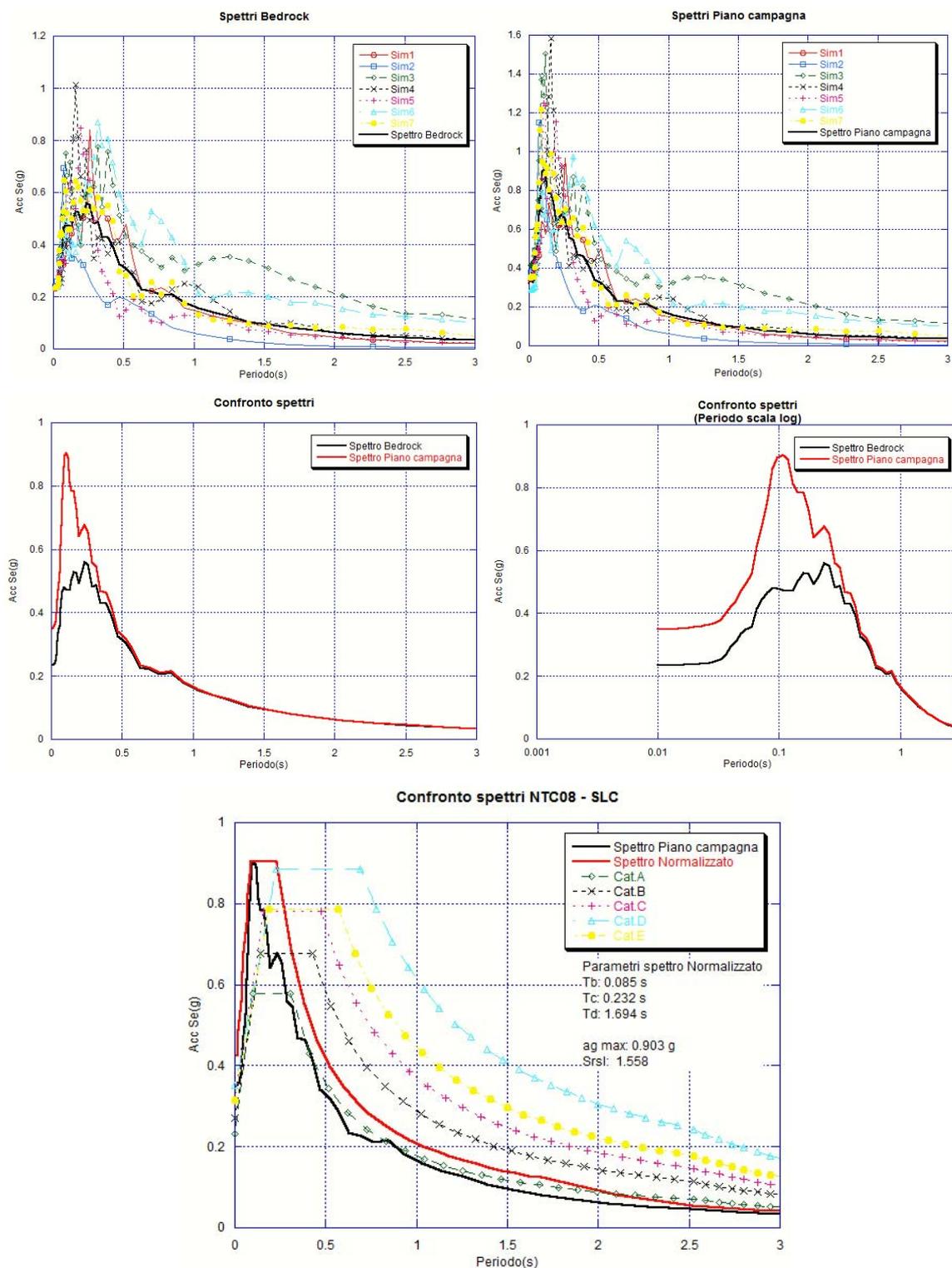


Fig. 39: Spettri - Bedrock e Piano Campagna

12. CONCLUSIONI

Sulla base dei dati acquisiti dallo studio geologico è possibile trarre le seguenti conclusioni:

- l'opera in progetto, ricadente nella *classe d'uso III* ed ubicata in *zona sismica 2B*, rientra nel **Livello di Vulnerabilità Alto** (D.G.R. n° 375 del 05.07.2016);
- l'area oggetto del presente studio, ubicata nel settore centro - orientale del Foglio 150 "Roma" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, è compresa nella sezione n° 375100 della Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:10.000;
- l'area interessata dall'opera in oggetto, è caratterizzata dalla presenza di prodotti vulcanici di copertura, tipici del Pleistocene medio e formati da cineriti a caratteri granulometrici limo - argillosi, pozzolane e tufi in facies da compatte e uniformi fino a incoerenti;
- il sito oggetto d'indagine, ubicato ad una quota di circa 270 m s.l.m., si colloca su un rilievo collinare, la cui morfologia originaria è stata modificata da una intensa attività antropica che ha portato alla realizzazione di strade ed edifici. L'area può essere identificata nella "*Categoria Topografica T1*";
- il reticolo idrografico risulta caratterizzato da una serie di fossi che corrono circa parallelamente tra loro, con direzione NW - SE; in particolare ad est del sito oggetto di studio, è presente il Fosso del Traglione, che rappresenta la via preferenziale di drenaggio dell'area. Vista la forte antropizzazione, il regolare deflusso delle acque di dilavamento meteorico, è dovuto anche ad opere di urbanizzazione;
- il complesso idrogeologico presente nel sito in esame è costituito dal complesso "delle pozzolane", costituito da depositi da colata piroclastica, genericamente massivi e caotici, prevalentemente litoidi. Nel complesso sono comprese le ignimbriti ed i tufi e presenta uno spessore che va da pochi metri ad un migliaio di metri. Questo complesso è sede di una estesa ed articolata circolazione idrica sotterranea che alimenta la falda di base dei grandi acquiferi vulcanici regionali. La presenza nell'area di una successione di depositi costituiti da prodotti vulcano - clastici, da alternanze di facies limo - argillose, pozzolanacee e tufacee, determinano una variabilità delle caratteristiche idrogeologiche, che rendono

- possibile la formazione di falde sospese a contatto di litotipi a permeabilità differenziata;
- dal rilevamento geologico effettuato, dalla consultazione del Progetto IFFI a cura di ISPRA e dalla consultazione della cartografia tematica dell'Autorità di Bacino del fiume Tevere, non sono stati riconosciuti ed evidenziati fenomeni di dissesto morfologico in atto, tali da pregiudicare la stabilità complessiva dell'area. Dallo stralcio della carta delle MOPS, il sito rientra in un'"*area stabile suscettibile di amplificazione sismica locale*";
 - nell'area, sono stati eseguiti dalla Geotek S.r.l., nell'anno 2016, n° 1 sondaggio geognostico, prove di laboratorio geotecnico, prove DPSH, MASW, Down Hole ed una misura di rumore ambientale;
 - per l'opera in progetto, al fine di integrare le indagini già eseguite nell'anno 2016, sono stati eseguiti n° 2 sondaggi geognostici verticali a carotaggio continuo spinti fino alla profondità massima di 30,0 m dal p.c., con prove S.P.T. in foro di sondaggio e prelievo di un campione di terreno sottoposto a prove di laboratorio, n° 2 prove penetrometriche dinamiche con penetrometro superpesante (DPSH), spinte fino alla profondità massima di circa 11,6 m dal p.c.;
 - i litotipi rilevati durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici sono:
 - terreno pedogenizzato;
 - terreno di riporto;
 - piroclastiti;
 - tufo litoide;
 - pozzolana;
 - durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici, non è stata riscontrata la presenza di falde superficiali;
 - dai risultati ottenuti dalle prove penetrometriche si fa rilevare la presenza di materiali caratterizzati da una discreta omogeneità nel grado di addensamento, con valori di N (numero colpi della punta) che si mantengono pressoché costanti fino alla profondità di circa 9,6 m, successivamente il numero di colpi aumenta fino a raggiungere il rifiuto strumentale alla profondità di fine indagine;
 - per la definizione dei parametri geotecnici caratteristici del terreno, i parametri sopra menzionati, dovranno essere rapportati con i coefficienti parziali di riduzione al fine di ottenere i parametri geotecnici di progetto da utilizzare nei vari approcci

- di verifica;
- le verifiche dovranno essere effettuate secondo la relazione: **$Rd \geq Ed$** ;
 - il sito in esame, appartenente al Comune di Galliciano Nel Lazio (RM), ricade nella zona sismica, sottozona B per cui, il valore di a_g , espresso come valore dell'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g/g), è pari 0,25;
 - sono state eseguite due indagini geofisiche con metodologia MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) finalizzate ad individuare il profilo verticale delle V_S ;
 - dall'insieme delle risultanze della prospezione sismica MASW n° 1 effettuata è possibile affermare che:
 - le sezioni ottenute mostrano un primo sismostrato superficiale caratterizzato da $V_S = 226,9$ m/s fino alla profondità di 4,99 m;
 - un secondo sismostrato dello spessore di circa 4,91 m (fino alla profondità di circa 9,90 m), caratterizzato da $V_S = 250,0$ m/s;
 - un terzo ed ultimo sismostrato da 9,90 m in poi caratterizzato da $V_S = 430,4$ m/s;
 - la V_{S30} risulta pari a circa 339,60 m/s, per cui il terreno investigato, ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008, appartiene, per ciò che riguarda la velocità delle onde sismiche, alla categoria di **Suolo di tipo C**;
 - dall'insieme delle risultanze della prospezione sismica MASW n° 2 effettuata è possibile affermare che:
 - le sezioni ottenute mostrano un primo sismostrato superficiale caratterizzato da $V_S = 175,8$ m/s fino alla profondità di 3,62 m;
 - un secondo sismostrato dello spessore di circa 5,90 m (fino alla profondità di circa 9,52 m), caratterizzato da $V_S = 244,6$ m/s;
 - un terzo ed ultimo sismostrato da 9,52 m in poi caratterizzato da $V_S = 423,9$ m/s;
 - la V_{S30} risulta pari a circa 322,50 m/s, per cui il terreno investigato, ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008, appartiene, per ciò che riguarda la velocità delle onde sismiche, alla categoria di **Suolo di tipo C**;
 - allo scopo di caratterizzare da un punto di vista sismico, le varie formazioni litologiche affioranti nell'area in esame e vista l'omogeneità riscontrata tra i

- sondaggi S1₂₀₁₇, S2₂₀₁₇ ed S1₂₀₁₆, è stata presa in considerazione la Down Hole realizzata dalla Geotek S.r.l. nell'anno 2016;
- la prova Down Hole ha messo in evidenza la presenza di n° 3 sismostrati:
 - il primo orizzonte, dello spessore di 7,5 m, ha fatto registrare una velocità media delle onde P pari a 700,93 m/s ed una velocità delle onde S di 309,66 m/s;
 - il secondo orizzonte, che si segue fino a 26,9 metri, è caratterizzato da V_P pari a 1879,84 e V_S pari a 993,34 m/s;
 - il terzo orizzonte, che si segue fino a 30 metri, è caratterizzato da V_P pari a 1123,19 e V_S pari a circa 813,65 m/s;
 - considerando la sismostratigrafia ricavata dall'indagine eseguita nel sondaggio S1₂₀₁₆, il calcolo effettuato ha determinato il seguente valore: $V_S = 630,78$ m/s;
 - sul terreno in oggetto è stata condotta un'indagine sismica passiva consistente in una acquisizione del microtremore ambientale;
 - per l'opera in progetto, è stato eseguito uno studio di **Risposta Sismica Locale** (Capitolo 11);
 - il sottoscritto, si riserva la possibilità di compiere ulteriori e definitive indagini al momento della realizzazione dei lavori (su segnalazione del direttore dei lavori) qualora dovessero insorgere nuovi elementi attualmente non rilevabili.

Il Geologo

Dott. Geol. Pagliuca Filippo - A.P. 1928

BIBLIOGRAFIA

BIGI G., Casentino D., Parlotto M. (1988), *Modello litostratigrafico-strutturale della Regione Lazio (scala 1:250000)*, Università di Roma "La Sapienza" - Dipartimento di Scienze della Terra Sezione di Geologia, Regione Lazio Assessorato alla Programmazione.

CAMPONECHI B. NOLASCO F. (1982), *Le risorse naturali della Regione Lazio: Roma e i Colli Albani*, Regione Lazio.

C. CESTELLI GUIDI (1981), *Geotecnica e tecnica delle fondazioni*, Hoepli.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1967), *Carta geologica d'Italia scala 1:100000, foglio 150 "Roma", e note illustrative*, ROMA.

Dott. Geol. Filippo Pagliuca
Via Castagnola n° 6 03012 Anagni
Tel./Fax 0775728132 - Cell: 3313800353 - e.mail:
filippo.pagliuca@pec.geologilazio.it
f_pagliuca@libero.it

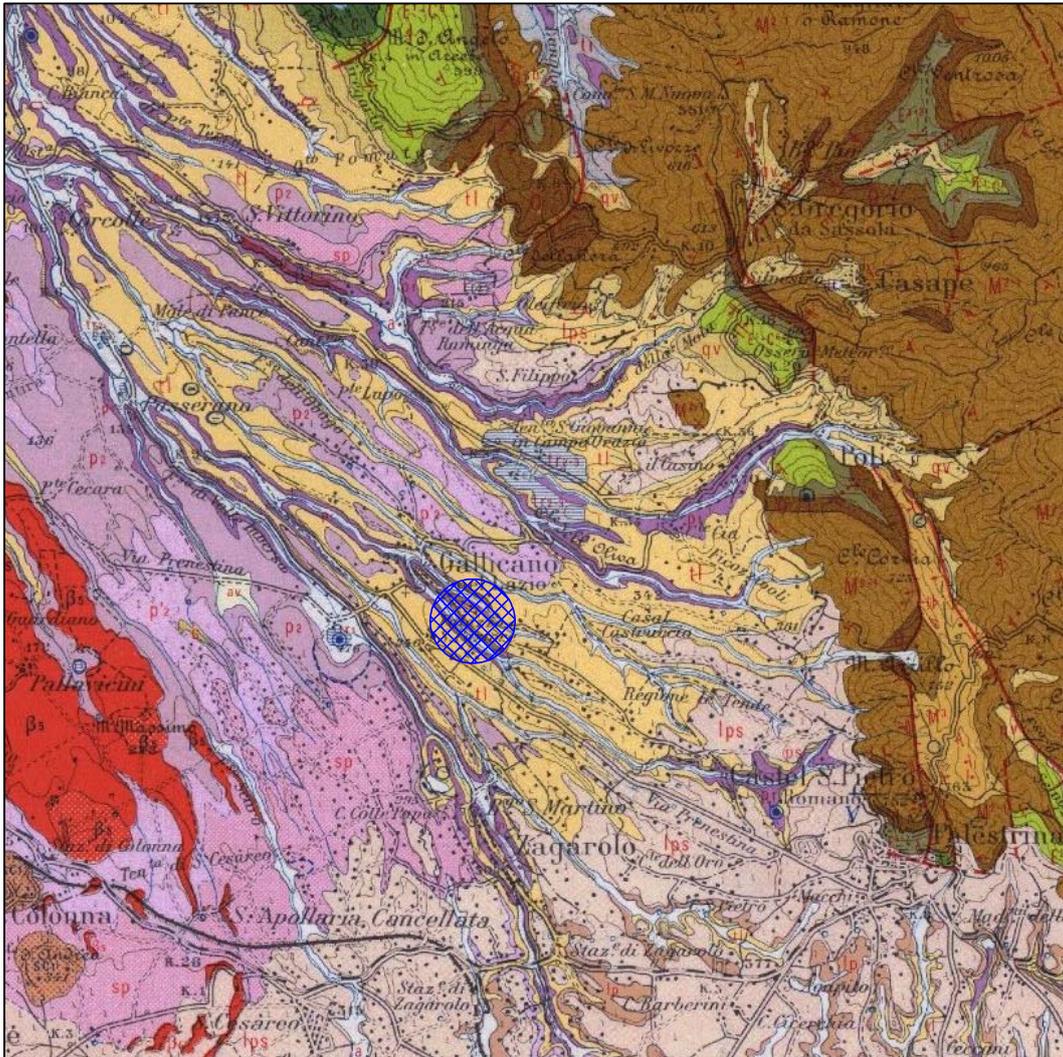
Allegato A

- CARTOGRAFIA -

Comune di Galliciano Nel Lazio

Viale Aldo Moro - Galliciano Nel Lazio (RM)

Stralcio Carta Geologica F. 150 "Roma" Scala 1:100.000

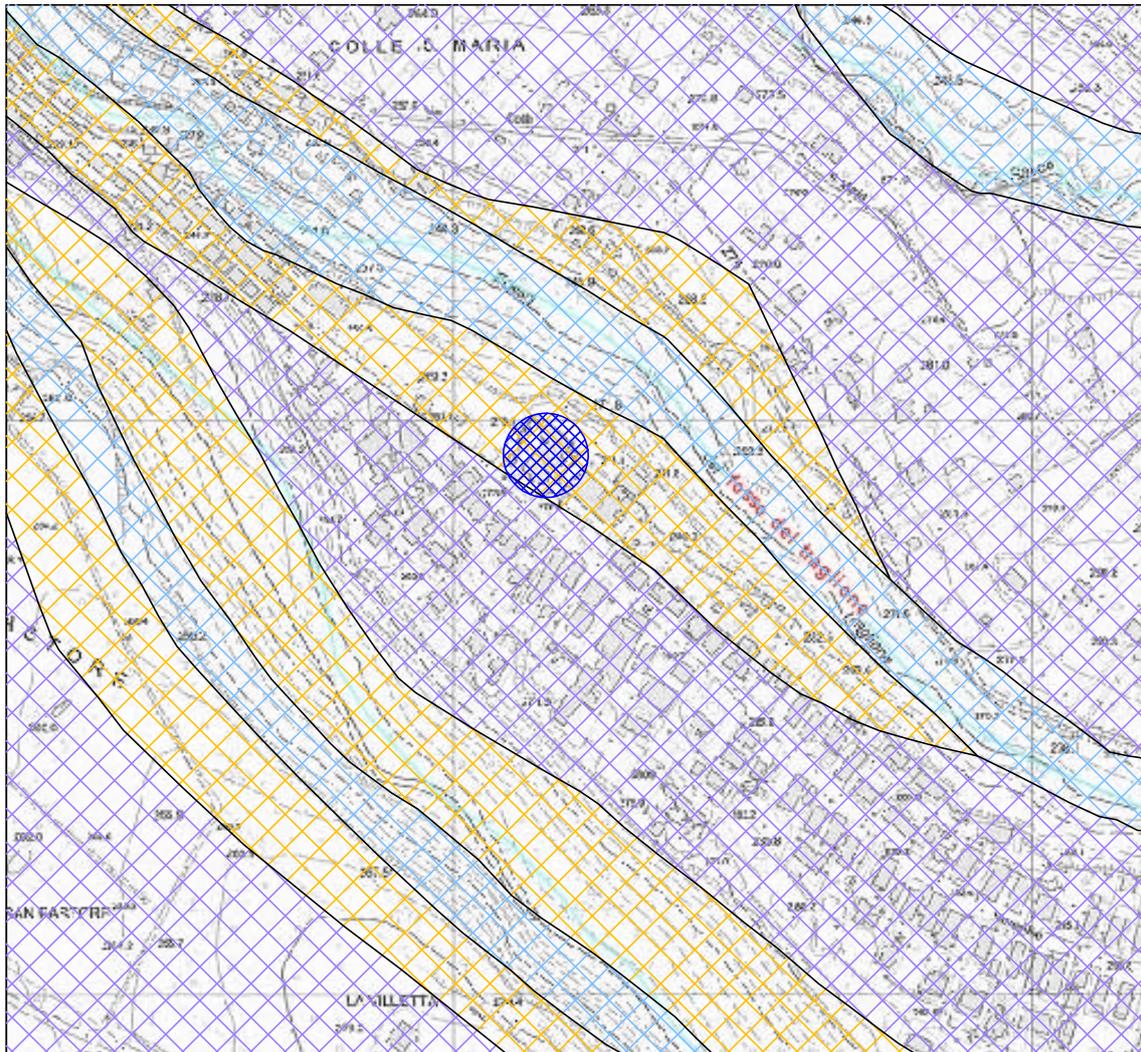


UBICAZIONE DEL SITO



<p>Arginature del Tevere e terrapieni, ruderi romani d'età imperiale in parte sepolti, nell'area di Roma e estesa la coste delle discariche, di spessore variabile (A).</p> <p>Alluvioni di golenia (F, Tevere, F. Aniene) (L).</p> <p>Argille, limi, sabbie e ghiaie alluvionali recenti (valli Tiberina, dell'Aniene, "marane" e "toni" della Campagna Romana) (S) generalmente sovrapposte a riempimento pleistocenico (Q1) (Q2) non affiorate. Detrito di fondo conoidi (U).</p>	<p>"Tulo brullo" (= tulo romano, Aut.) di varia origine, parte per colate lapicide, laccolico-biotico con grossi nodi di compatte e uniformi con lustrazione granodica, a vacuoli, e brecciate, fino a incroci (pozzolane), colore da giallo ocra a rosso lavico, alla base da grigio-verdastro a nero con molluschi terrestri (<i>Mallea murex</i> L.) e dattiloidi (<i>Margaritana auriculata</i> SPENGL.), mammiferi (<i>Cervus elaphus</i> L.) impronte calcitranti di lupi, Bili (FRO, RENZI, ZADINI, ecc.), nella zona di Palatrina si presenta con due orizzonti vicarianti (volta con paleosoli) (S) ai quali fanno passaggio (Poli-Volturnone) (U).</p>
<p>Bacino Romano-Tiberino (= serie fluvio-lacustre, Aut.) orizzonte superiore a pomice chiare ghiaie con conoidi di tulo vulcanico (II) e (S), con <i>Palaeosolus anteaes</i> TAC. <i>Stenoloma Mendel</i> L. e K., <i>Bur pinnigata</i> BM., <i>Cornu</i> G., ecc. sabbie ghiaie concrezionate (Bona, Monte delle Cioie) con flora calcarea e anfibia a carattere boreale (<i>Cyprina Biondi</i> YARK, <i>Stupa Invernati</i> BRESI); diotoni, marne e limi lacustri e <i>Trapa senes</i> e nodulose (<i>Cardium fasciatum</i> MULL., <i>Limonax palustris</i> MULL., <i>Pleurota surra</i> L., <i>Helix pulchella</i> MULL., <i>H. (Candidula) protege</i> SCHM., <i>Fusa rugosa</i> BRAD., ecc.) (U) traverati (U).</p> <p>Equivalenti di (II) sulle pendici del Vulcano Laziale, tufi sabbiosi e lapilli fusi con abbondante leucite alterata e lessi diatomitici, rimanimento di bacini e paludi.</p>	<p>Scorie e lapilli scuri (= pozzolane nere, Aut.) lapilli + grossoloni con intercali grossi blocchi lavici (= conglomerato giallo, Aut.) della Via Laurentina (U). Pozzolane inferiori, violacee e rosse in massa, con abbondanti protoni scorie bruno-rossi e rossigni, con sparsi talora piccoli frammenti di calcari marinosi e consistenze friabili (U).</p>
<p>Paleosoli; facies pedogenizzate dei lapilli varicolori (L1).</p> <p>Lapilli di vario colore: viola, gialli, bruni, neri (= lapilli policolori, Aut.) distalmente stratificati, con intercalazioni cineritiche, zone talora argillifiche, ricchi di minerali (fenici) (grossi) solati, e abbondante leucite anticristallizzata (L1).</p>	<p>UA Calcarei detritico-organogeni e breccie calcaree grigiastre alternate a calcari marinosi-arenacei e marne arenacee grigie, grigio-verdastre e bruno tipo "baccaro", con livello di selce nerastra, passanti inferiormente a calcari microclastici e breccie calcaree evanescenti e grigi con intercalazioni di marne, con lamelle fibrose (<i>Onca</i> <i>Ignifera</i> SACCO, <i>Anete murex</i> BISM.), acinidati (<i>Urosalpinx murex</i> BRESI, <i>Schizura donai</i> BRESI, <i>Rumex</i> sulla (BISMOL.) e <i>Sporopolleniti</i> (<i>Leontopodium filiforme</i> MULL., <i>L. vulcani</i> BISM., e <i>UOLG.</i> L. mendelii (MORONI), <i>Margaritana longipala</i> (MULL.), <i>Amphigastrea murex</i> (VERA), <i>A. Anesi</i> (DREX.), <i>L. LANGHIANO</i>, <i>AQUILANO</i>) (U).</p>
<p>Lave in grandi colate, soprastanti o sottostanti a (L1) leucite litrica e reticulata di S. Maria delle Mole - Divino Amore leucite reticulata di Velletri, di Saponara e del Chia, della via Aniene (Ciclo di Riva o del Tivoli) da grigio chiara e grigio verdastro scura, con rari fenocristalli di augite e di leucite; lave di Caschiera, Cristoforata-Cestroni e del Vermicino; leucite leucitica della Cascata (Volturnone) (L1).</p> <p>Lave leucitiche a tendenza cordata dei cumuli cupoliformi (M. Falcone, M. Mesimoli) (L1).</p>	<p>UA Calcarei detritico-organogeni, breccie calcaree e conglomerati grigi e biancastri, con intercalazioni di marne e calcari marinosi grigi e grigio-verdastri tipo "scaglia" e calcari, erano biancastri in strati poco spessi con <i>Miastella murex</i> (FABC. e BISM.), <i>Globulularia angustata</i> MULL., <i>Cusiano</i> - <i>liferiano</i>, <i>Bili</i>, <i>Idem</i>, marne biancastre tipo "craie", passanti inferiormente a calcari marinosi biancastri, a luoghi rossi tipo "scaglia", con selce bruna e rossa; intercalazioni di marne biancastre o bianco-verdastre in strati poco spessi e di conglomerati, con <i>Globulularia anteaes</i> (BISM.), <i>C. Anesi</i> (DREX.), <i>Schizura murex</i> BRESI, <i>Chelonicus murex</i> (FABC.), <i>Mastichionia</i> sp., (<i>G. G. lapidaria</i> BRESI), <i>Diaparsia pulcherrima</i> (BISM.-CHALM.), <i>Sporopolleniti</i> (<i>Urosalpinx murex</i> BRESI), <i>Camellia parvula</i> parva BRESI, <i>Chelonicus murex</i> BRESI, <i>Cenomaniano</i> biancastri di ruffine ed incroci: <i>B.A. Taurini</i> meridionali e <i>M. Prenestini</i> occidentali, <i>CUSIANO</i> - <i>CENOMANIANO</i> (U).</p>
<p>Tulo con abbondante leucite poco o punto alterata, con intercali agglomerati di protoni vari (= facies Villa Senni, tulo italico, Aut.), pesante e paleosolite tulo ocra-bruno, Aut. (L1) tulo grigio poco coerenti con leucite alterate (L1). Pozzolane superiori, grigio o violacee in massa (= pozzolane, Aut.) con protoni scorie e blocchi rigati (diocroci) a leucite, ultrabasi e grossi, protoni e blocchi, pozzolane grigie e scorie e lapilli neri (Gualdello) (L1).</p>	<p>Immersione ed inclinazione degli strati:</p> <ul style="list-style-type: none"> ↗ 0° - 10° ↘ 10° - 45° ↘ 45° - 80° ↘ 80° - 90° <p>Foglia: la breccia indicano l'immersione, i trattini la parte ribassata.</p> <p>Foglia presunte: la breccia indicano l'immersione, i trattini la parte ribassata.</p> <p>Sovraccorciamento; i trattini indicano la parte sovraccorta.</p> <p>Dacordanza importante.</p> <p>Località fossilifera (verrebrati).</p> <p>Località fossilifera (flora).</p> <p>Giacimento preistorico (Paleolitico medio e superiore).</p> <p>Località di interesse mineralogico.</p>

Comune di Galliciano Nel Lazio
Viale Aldo Moro - Galliciano Nel Lazio (RM)
Stralcio Carta Geologica di Dettaglio



UBICAZIONE DEL SITO



Tufo litoide

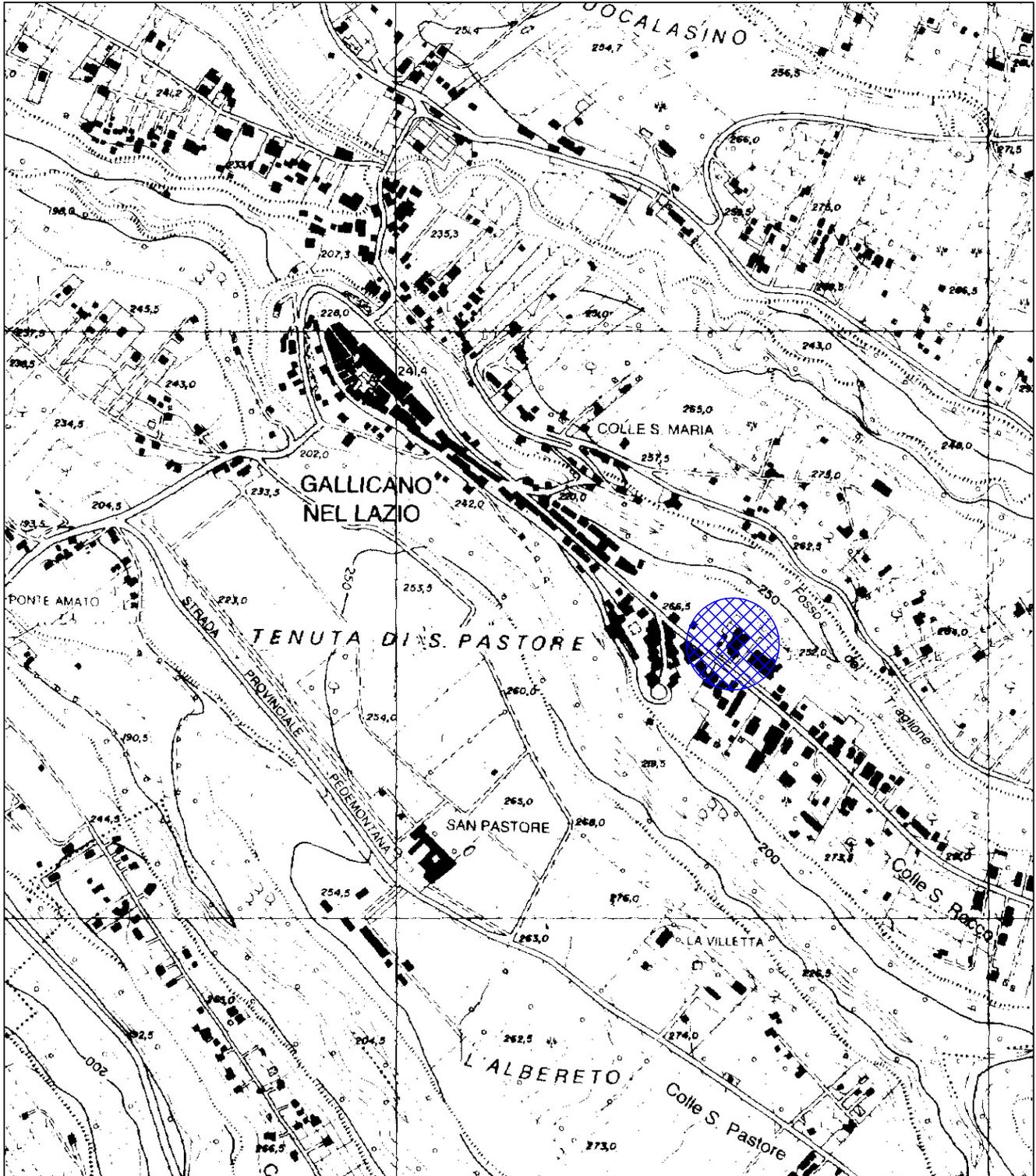


Ghiaia / Sabbia / Argilla



Pozzolana

Comune di Galliciano Nel Lazio
Viale Aldo Moro - Galliciano Nel Lazio (RM)
Stralcio CTR n° 375100



SCALA 1:10.000

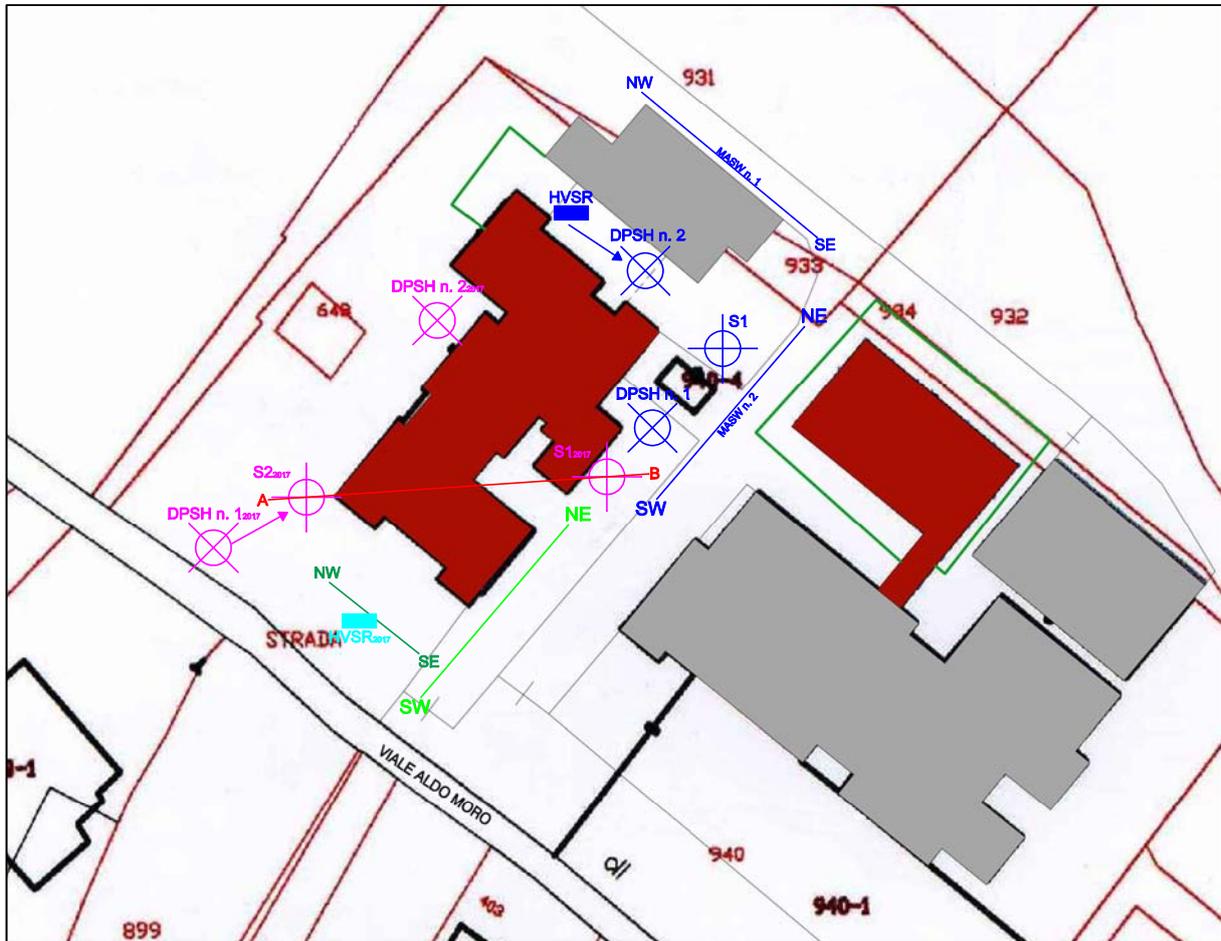


UBICAZIONE DEL SITO

Comune di Galliciano Nel Lazio

Viale Aldo Moro - Galliciano Nel Lazio (RM)

Planimetria catastale con ubicazione delle indagini eseguite



SCALA 1:1000



Sondaggio Geognostico



Dynamic Penetration Super Heavy (DPSH)

NE — SW Multi-channel Analysis of Surface Waves - MASW n° 1²⁰¹⁷

NW — SE Multi-channel Analysis of Surface Waves - MASW n° 2²⁰¹⁷

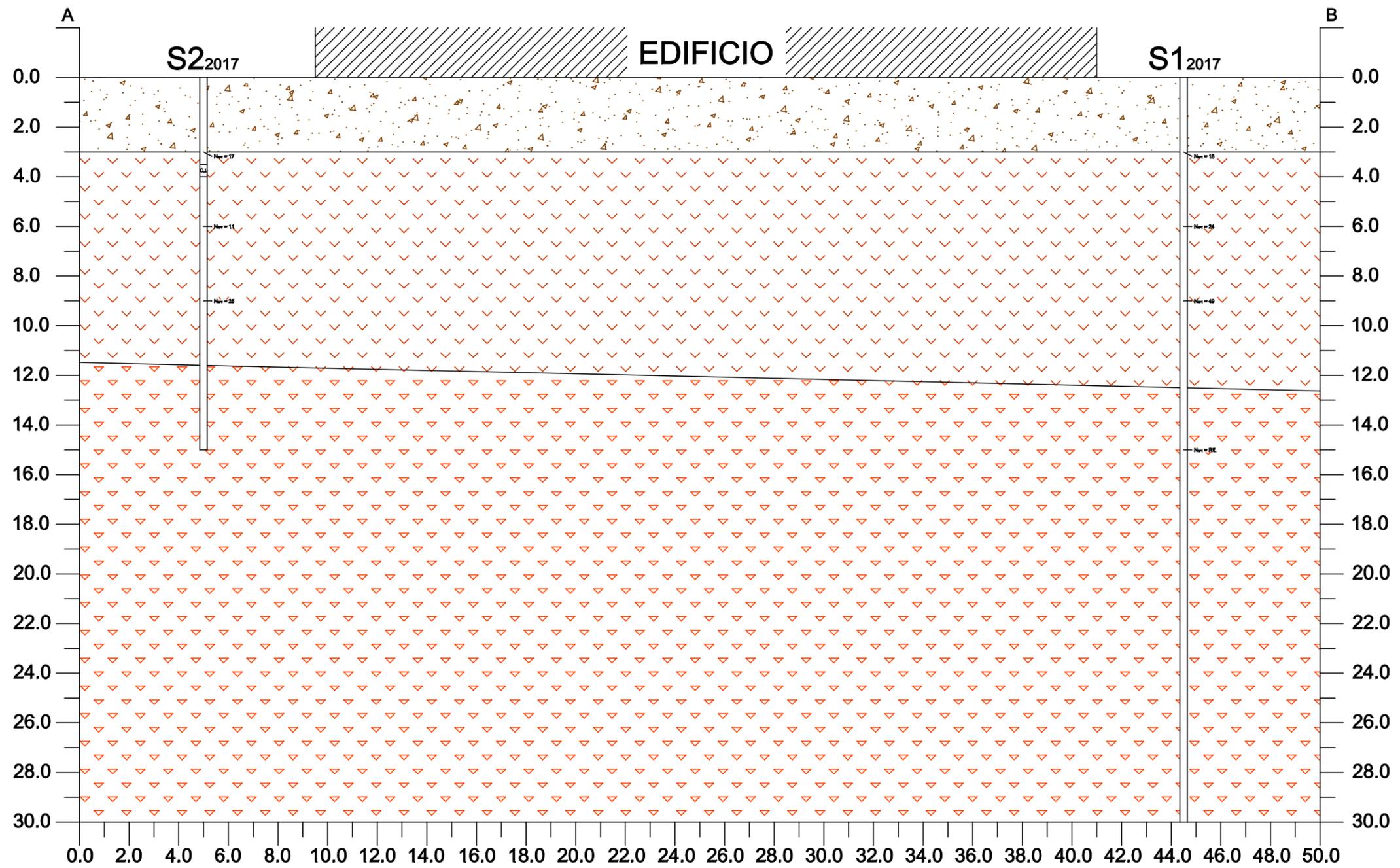
A — B Traccia sezione geologico - tecnica

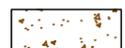


Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSRe)

Note: in blu sono riportate le indagini eseguite nell'anno 2016
il sondaggio S1 eseguito nel 2016 è stato attrezzato per prova Down Hole

Comune di Galliciano Nel Lazio
Viale Aldo Moro - Galliciano Nel Lazio (RM)
Sezione Geologico - Tecnica

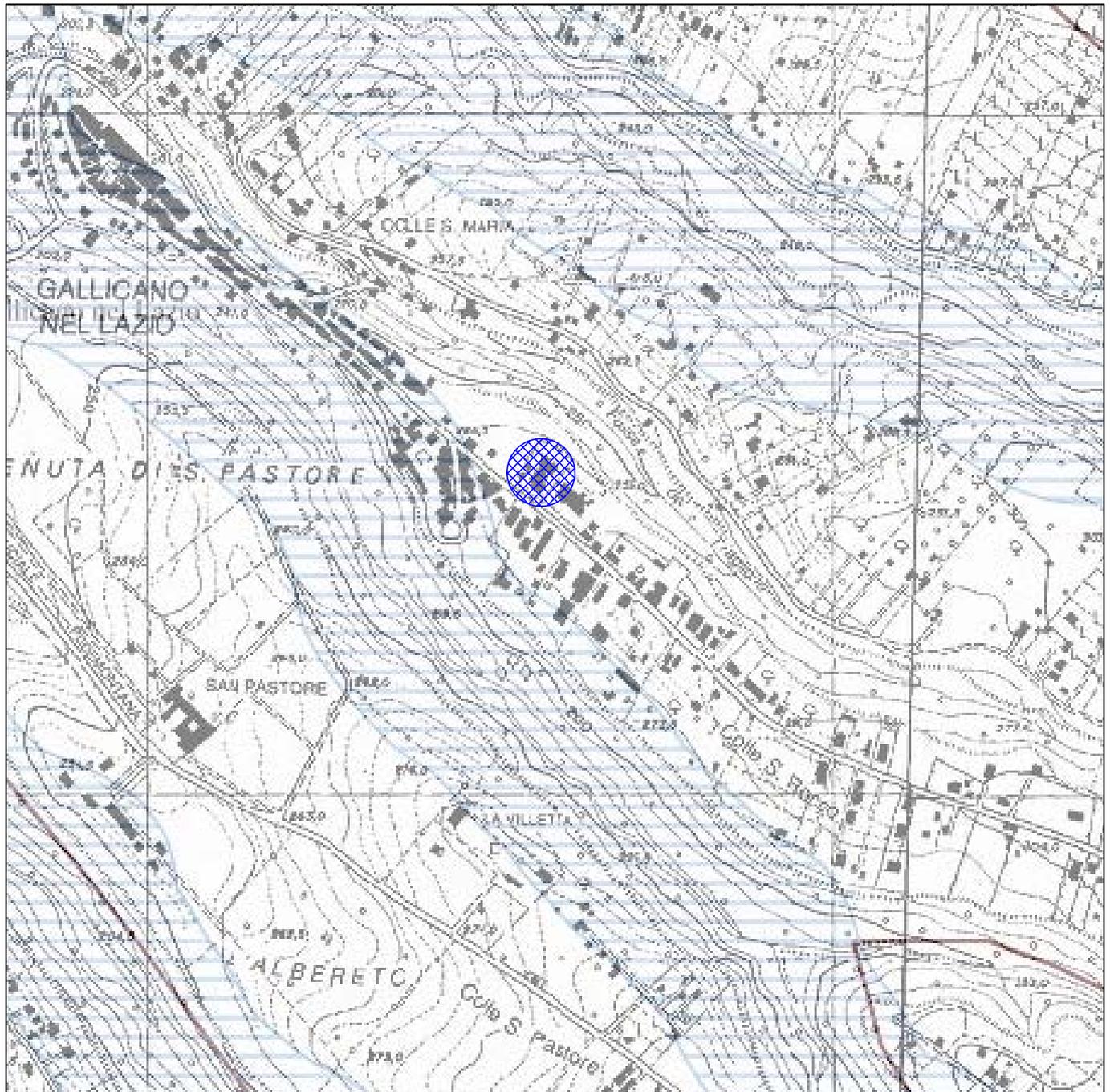


 Terreno di riporto

 Piroclastiti

 Tufo

Comune di Galliciano Nel Lazio
Viale Aldo Moro - Galliciano Nel Lazio (RM)
Fascia di Rispetto



UBICAZIONE DEL SITO

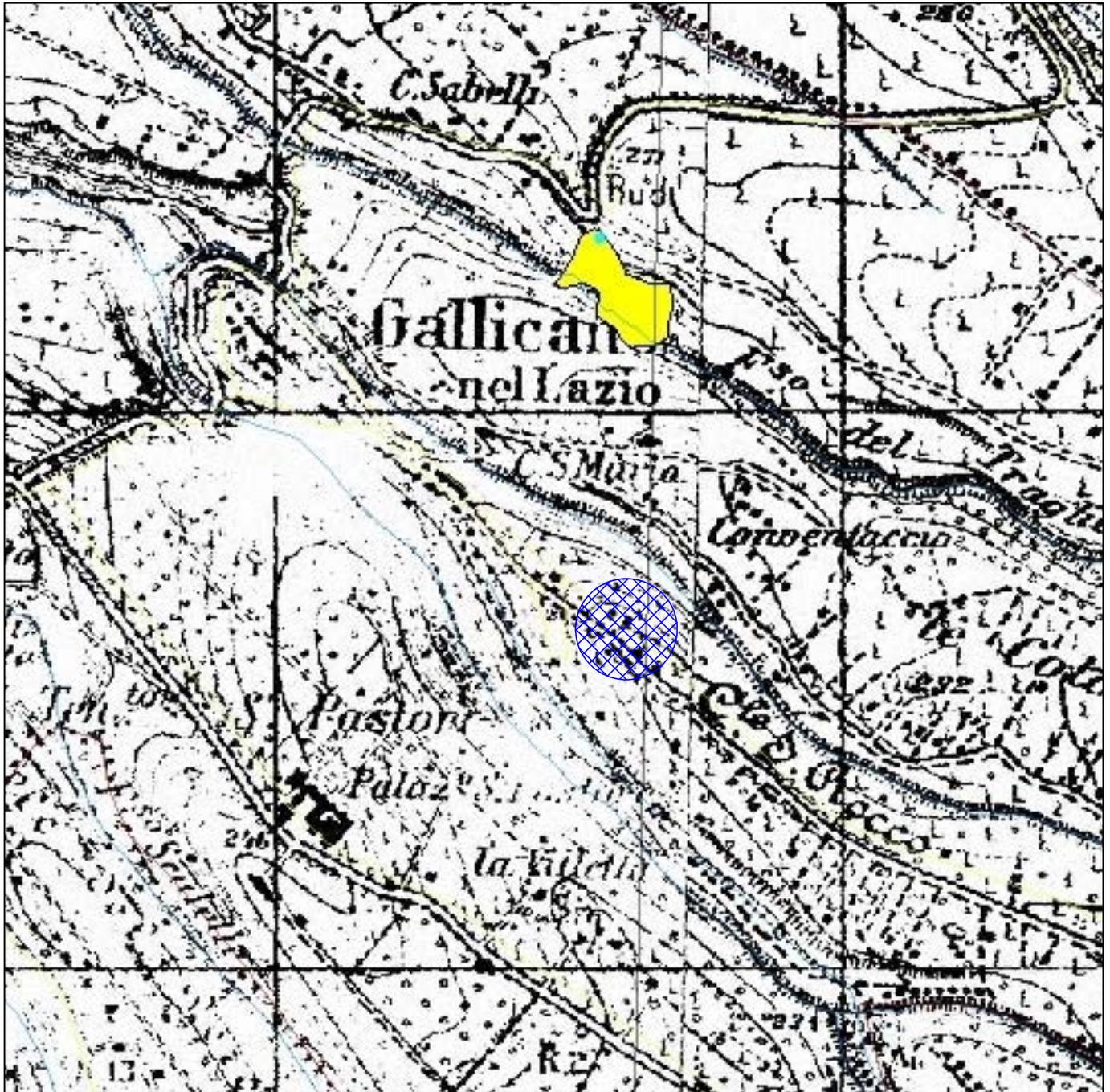


Aree soggette a fascia di rispetto

Comune di Galliciano Nel Lazio

Viale Aldo Moro - Galliciano Nel Lazio (RM)

Stralcio Carta Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani (IFFI)



NON IN SCALA



UBICAZIONE DEL SITO

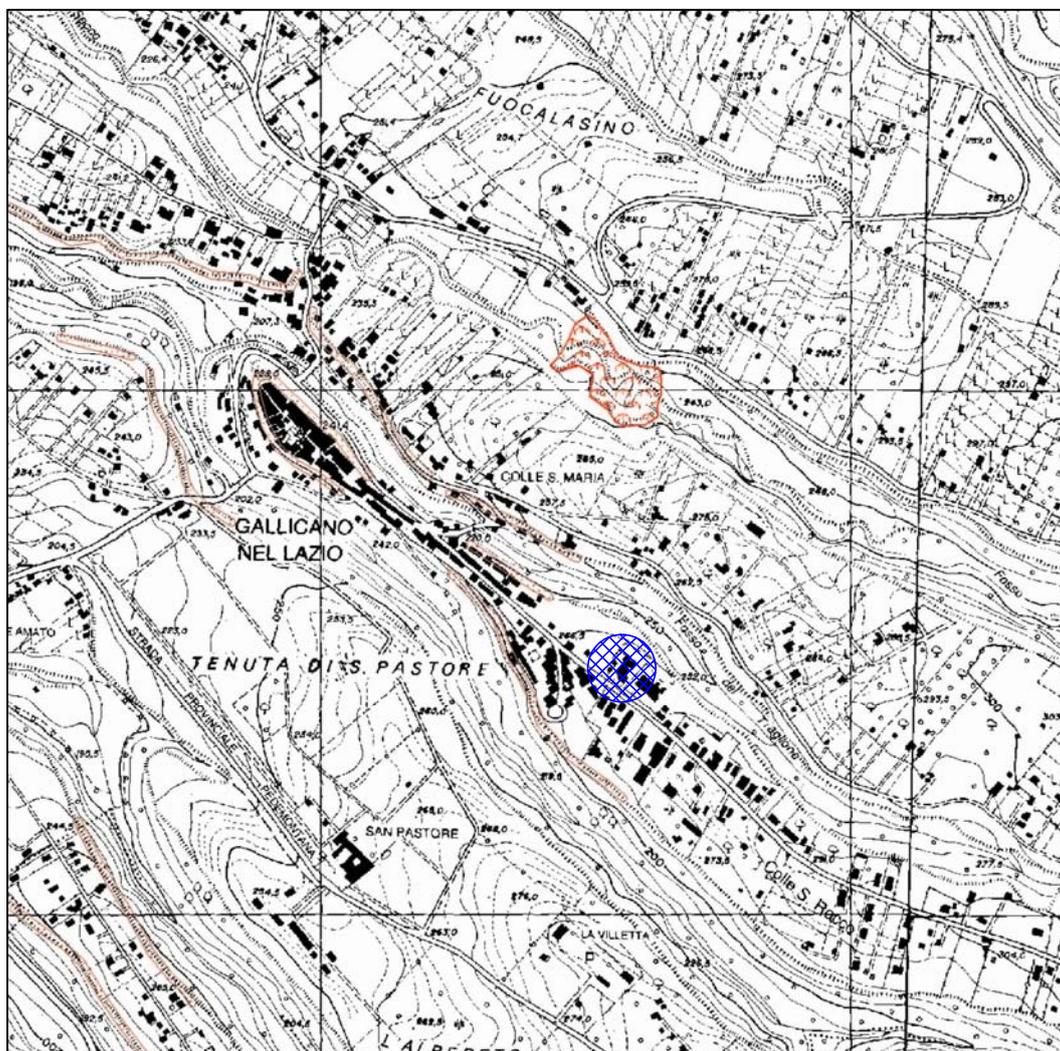


SCIVOLAMENTO ROTAZIONALE / TRASLATIVO

Comune di Galliciano Nel Lazio

Viale Aldo Moro - Galliciano Nel Lazio (RM)

*Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI)
Inventario dei Fenomeni Franosi e e situazioni a rischio di frana*



 UBICAZIONE DEL SITO



Legenda

Inventario delle frane

fenomeno attivo	fenomeno quiescente	fenomeno inattivo*	fenomeno presunto	
				frana per crollo o ribaltamento
				frana per scivolamento
				frana per colamento
				frana complessa
				area con franosità diffusa
				area interessata da deformazioni gravitative profonde (DGPV)
				area interessata da deformazioni superficiali lente e/o soliflusso
				frana presunta

fenomeno attivo	fenomeno quiescente	fenomeno inattivo*	fenomeno presunto	
				orlo di scarpata di frana
				frana non cartografabile

Situazioni di rischio da frana

PAI - Progetto di primo aggiornamento

- R4 - 'molto elevato'
- R3 - 'elevato'

Piano vigente

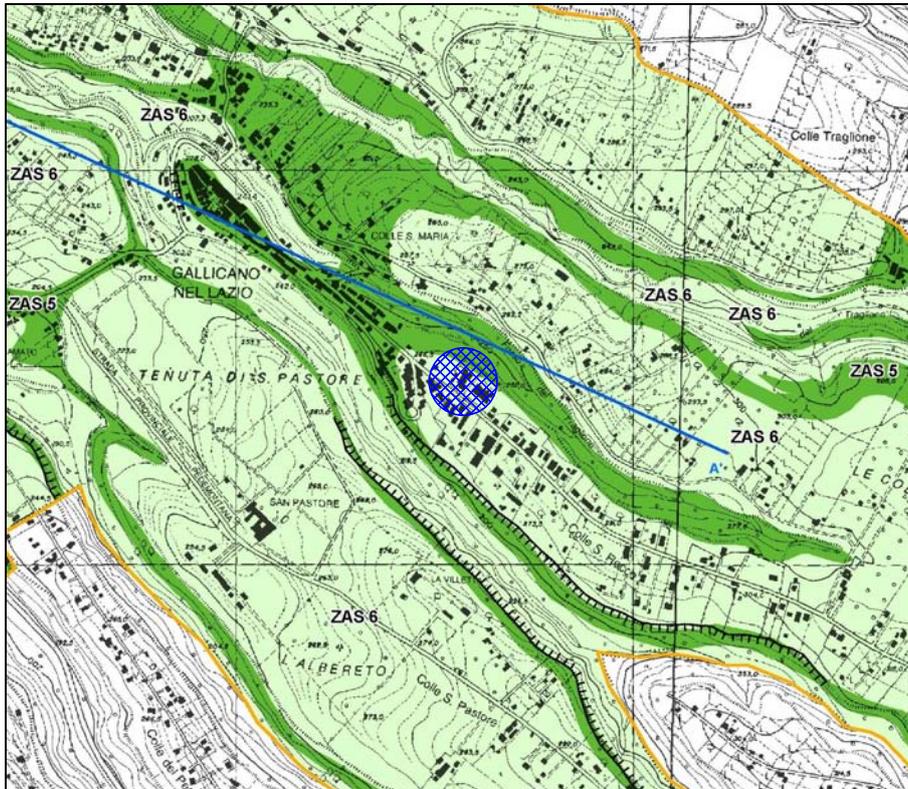
- R4 - 'molto elevato'
- R3 - 'elevato'



Comune di Galliciano Nel Lazio

Viale Aldo Moro - Galliciano Nel Lazio (RM)

Stralcio Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)



UBICAZIONE DEL SITO



LEGENDA

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

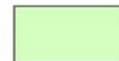
Informazioni sulle litologie affioranti

 Colate piroclastiche da mediamente consistenti a litoidi
Spessore max 30 m.

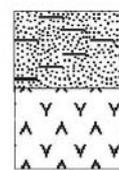
 Cineriti scorie e lapilli da incoerenti a mediamente consistenti
Spessore max: 20 m



ZAS 5



ZAS 6



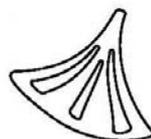
Instabilita' di versante



Zone instabili rilevate

Zone instabili per fenomeni di SinkHole

FORME SUPERFICIALI RILEVANTI



Conoide



Orlo di scarpata morfologica (10 - 20m)

Dott. Geol. Filippo Pagliuca
Via Castagnola n° 6 03012 Anagni
Tel./Fax 0775728132 - Cell: 3313800353 - e.mail:
filippo.pagliuca@pec.geologilazio.it
f_pagliuca@libero.it

Allegato B

- STRATIGRAFIE -

Dott. Geol. Filippo Pagliuca
Via Castagnola n° 6 03012 Anagni
Tel./Fax 0775728132 - Cell: 3313800353 - e.mail:
filippo.pagliuca@pec.geologilazio.it
f_pagliuca@libero.it

Allegato B1

- STRATIGRAFIE 2017 -

Dott. Geol. Filippo Pagliuca

Via Castagnola, 6 - 03012 Anagni (FR)
Tel. / Fax 0775 728132 - Cel. 3313800353
mail: f_pagliuca@libero.it

Committente: Comune di Galliciano Nel Lazio

Località: Viale Aldo Moro - Galliciano Nel Lazio (RM)

Data inizio/fine: 25/26 Maggio 2017

Attrezzatura: TM8L aste e carotiere

Lunghezza perforazione (m): 30,0

Scala 1:150

Quota del p.c. s.l.m.(m): p.c.

Sigla: S1 2017

Spessore Profondità	Stratigrafia	Cam pi oni	DESCRIZIONE	Carotiere diam.mm/ prof.m	S.P.T.	% carotaggio
0,25			Asfalto.			
0,30			Terreno costituito da pozzolane di colore rossastro.			
2,70			Terreno di riporto, di colore marrone - rossastro, di natura vulcanica, a caratteri granulometrici variabili dall'argilla alla sabbia.		3,0 7-8-10	
3,00						
9,50			Piroclastiti, di colore marrone - rossastro, da moderatamente addensate ad addensate, a caratteri granulometrici sabbioso - limosi, con lapilli. All'interno si rinvencono rari elementi litoidi.		6,0 9-10-14	90
12,50					9,0 22-24-25	
17,50			Tufo litoide di colore rossastro, a scorie nere, con intervalli di tufo terroso.		15,0 Rif.	75
30,00				101/30,0		

Dott. Geol. Filippo Pagliuca
 Via Castanola, 6 - 03012 Anagni (FR)
 Tel. / Fax 0775 728132 - Cel. 3313800353
 mail: f_pagliuca@libero.it

Committente: Comune di Galliciano Nel Lazio

Località: Viale Aldo Moro - Galliciano Nel Lazio (RM)

Data inizio/fine: 26 Maggio 2017

Attrezzatura: TM8L aste e carotiere

Lunghezza perforazione (m): 15,0

Scala 1:75

Quota del p.c. s.l.m.(m):

Sigla: S2 2017

Legenda campioni: =rimaneggiato =S.P.T. =da vane test =a percussione =indisturbato a pressione =indisturbato rotativo

Spessore (Profondità)	Stratigrafia	Cam pi oni	DESCRIZIONE	Carotiere diam.mm/ prof.m	S.P.T.	% carotaggio
0,30			Terreno pedogenizzato in matrice limo - sabbiosa.			
0,30						
1						
2,70			Terreno di riporto, di colore marrone - rossastro, di natura vulcanica, a caratteri granulometrici variabili dall'argilla alla sabbia.			
2						
3					3,0 6-8-9	
3,00						
3,50						
4						
5						
6					6,0 3-5-6	
7			Piroclastiti, di colore marrone - rossastro, moderatamente addensate, a caratteri granulometrici sabbioso - limosi, con lapilli. All'interno si rinvencono rari elementi litoidi.			90
8,60						
8						
9					9,0 7-11-14	
10						
11						
11,60						
12						
13			Tufo litoide di colore rossastro, a scorie nere, con intervalli di tufo terroso.			
3,40						
14						
15				101/15,0		
15,00						

Dott. Geol. Filippo Pagliuca
Via Castagnola n° 6 03012 Anagni
Tel./Fax 0775728132 - Cell: 3313800353 - e.mail:
filippo.pagliuca@pec.geologilazio.it
f_pagliuca@libero.it

Allegato B2

- STRATIGRAFIA 2016 -

Dott. Geol. Filippo Pagliuca
Via Castagnola n° 6 03012 Anagni
Tel./Fax 0775728132 - Cell: 3313800353 - e.mail:
filippo.pagliuca@pec.geologilazio.it
f_pagliuca@libero.it

Allegato C

- CERTIFICATI DI LABORATORIO GEOTECNICO -

Dott. Geol. Filippo Pagliuca
Via Castagnola n° 6 03012 Anagni
Tel./Fax 0775728132 - Cell: 3313800353 - e.mail:
filippo.pagliuca@pec.geologilazio.it
f_pagliuca@libero.it

Allegato C1

- CERTIFICATI DI LABORATORIO GEOTECNICO 2017 -



in.tec. Soc. Coop.

Laboratorio di ricerca e sperimentazioni
su materiali da costruzione, su terreni,
acque ed ambiente. www.laboratoriointec.it
Certificazione del Sistema di Gestione Qualità UNI EN
ISO 9001:2008, REA: 183020 - C.F. e P.IVA 02863590606



03012 ANAGNI (FR) - Via Fontanile S. Angelo n° 2 (Via Casilina km 61) - Tel. 0775-768767 ; Fax 0775-768183

CERTIFICATO n. 318 , Pagina 1 di 5

Prot. n. P1270-3040 Nota n. Responsabile Indagini del 29-05-2017
Anagni 06-06-2017 V.A. n. 203 del 29-05-2017

Committente : Dott. Geol. FILIPPO PAGLIUCA
Via Castagnola n° 6 , ANAGNI (FR)

Lavoro : INDAGINE GEOLOGICO-TECNICA PER LAVORI DI MIGLIORAMENTO SISMICO
DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA "SUOR GIOVANNA ROMANO",
GALLICANO NEL LAZIO (Roma)

Proprietà : COMUNE DI GALLICANO NEL LAZIO (Roma)

Campione : TERRENO INDISTURBATO

Oggetto : PROVE ED ANALISI DI LABORATORIO

Dati Dichiarati : - PRELIEVO DEL 26-05-2017
- SONDAGGIO 2
- CAMPIONE 1
- PROFONDITÀ 3,50 + 4,00 metri da P.C.

Data Prove : 01 + 06 Giugno 2017

Note : - CAMPIONE E DATI FORNITI DAL RICHIEDENTE LE PROVE
- DOMANDA DI PROVE SOTTOSCRITTA DAL Dott. Geol. FILIPPO PAGLIUCA ,
Responsabile delle Indagini

Codice Lavorazione : 203/S2 C1

RISULTATI DELLE PROVE e/o ANALISI

RICONOSCIMENTO DEL MATERIALE (Raccomandazioni AGI ; UNI ENV 1997/2)

CAMPIONE INDISTURBATO , LUNGHEZZA 30 cm , CLASSE DI QUALITÀ "1" :

SABBIA ARGILLOSA DEBOLMENTE GHIAIOSA , COLORE MARRONE , BEN ADDENSATA ,
NATURA PIROCLASTICA .
PRESENZA DI INCLUSI LAPIDEI DI DIMENSIONI MILLIMETRICHE

TE003A

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI ACQUA (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

- CONTENUTO IN ACQUA (w) 64,00 %

TE005

Lo Sperimentatore
Geom. *Marcello Testani*

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geologo *Gianluigi Romani*

A.L.I.G.

ASSOCIAZIONE LABORATORI
DI INGEGNERIA E GEOTECNICA
ENTE MORALE

Laboratorio Autorizzato con D.M. II.TT. n° 2049 a svolgere attività
di prova e certificazione su terreni , ai sensi dell'Art. 59 del D.P.R. 380
del 06-06-01



in.tec. Soc. Coop.

Laboratorio di ricerca e sperimentazioni
su materiali da costruzione, su terreni,
acque ed ambiente. www.laboratoriointec.it
Certificazione del Sistema di Gestione Qualità UNI EN
ISO 9001:2008, REA: 183020 - C.F. e P.IVA 02863590606

03012 ANAGNI (FR) - Via Fontanile S. Angelo n° 2 (Via Casilina km 61) - Tel. 0775-768767 ; Fax 0775-768183

CERTIFICATO n. 318 , Pagina 2 di 5

Prot. n. P1270-3040
Anagni 06-06-2017

Nota n. Responsabile Indagini
V.A. n. 203

del 29-05-2017
del 29-05-2017

Committente : Dott. Geol. FILIPPO PAGLIUCA
Via Castagnola n° 6 , ANAGNI (FR)

Codice Lavorazione : 203/S2 C1

RISULTATI DELLE PROVE e/o ANALISI

DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA CON FUSTELLA (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

- MASSA VOLUMICA 1,618 Mg/m³ TE007A

**DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI
(UNI CEN ISO/TS 17892-3 , Metodo del Picnometro)**

- MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI ... 2,638 Mg/m³ TE009

TAGLIO DIRETTO , CONSOLIDATO DRENATO "CD" (UNI CEN ISO/TS 17892/10)

- DIMENSIONI PROVINI 60 x 60 x 20 mm
- ANGOLO DI ATTRITO 34,0 (°)
- COESIONE 8,5 kPa TE043D

Lo Sperimentatore
Geom. Marcello Testani

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geologo Gianluigi Romani

A.L.I.G.

ASSOCIAZIONE LABORATORI
DI INGEGNERIA E GEOTECNICA
ENTE MORALE

Laboratorio Autorizzato con D.M. II.TT. n° 2049 a svolgere attività
di prova e certificazione su terreni , al sensi dell'Art. 59 del D.P.R. 380
del 06-06-01



in.tec. Soc. Coop.

Laboratorio di ricerca e sperimentazioni
su materiali da costruzione, su terreni,
acque ed ambiente. www.laboratoriointec.it
Certificazione del Sistema di Gestione Qualità UNI EN
ISO 9001:2008, REA: 183020 - C.F. e P.IVA 02863590606

03012 ANAGNI (FR) - Via Fontanile S. Angelo n° 2 (Via Casilina km 61) - Tel. 0775-768767 ; Fax 0775-768183

CERTIFICATO n. 318 , Pagina 3 di 5

Prot. n. P1270-3040 Nota n. Responsabile Indagini del 29-05-2017
Anagni 06-06-2017 V.A. n. 203 del 29-05-2017

Committente : Dott. Geol. FILIPPO PAGLIUCA
Via Castagnola n° 6 , ANAGNI (FR)

Codice Lavorazione : 203/S2 C1/144TAG

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATO DRENATO

Condizione Iniziale dei Provini

Provino n.	Dimensioni mm	Massa Volumica		Contenuto in Acqua %	Carico di Prova kPa
		Umida Mg/m ³	Secca Mg/m ³		
1	60 x 60 x 20	1,621	0,987	64,22	100,0
2	60 x 60 x 20	1,615	0,985	63,89	200,0
3	60 x 60 x 20	1,618	0,987	63,89	300,0

Note : - MASSA VOLUMICA secondo UNI CEN ISO/TS 17892-2 , Metodo Geometrico
- CONTENUTO IN ACQUA secondo UNI CEN ISO/TS 17892-1

Risultati ottenuti con Velocità di Deformazione pari a 0,0089 mm/min

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Sforzo kPa	Deformazione Orizzontale %	Altezza mm	Sforzo kPa	Deformazione Orizzontale %	Altezza mm	Sforzo kPa	Deformazione Orizzontale %	Altezza mm
0,0	0,00	19,42	0,0	0,00	18,55	0,0	0,00	18,20
25,8	0,51	19,40	2,4	0,06	18,55	71,6	0,56	18,19
47,5	1,12	19,37	32,6	0,15	18,54	132,0	1,19	18,15
58,4	1,76	19,36	61,1	0,65	18,51	162,2	1,95	18,13
65,2	2,44	19,36	80,1	1,26	18,48	181,0	2,54	18,11
70,6	3,15	19,35	99,1	1,83	18,45	196,1	3,18	18,10
73,3	3,85	19,35	115,4	2,44	18,42	203,7	3,75	18,07
74,7	4,57	19,35	126,3	3,11	18,40	207,4	4,46	18,07
76,0	5,28	19,34	134,4	3,76	18,38	211,2	5,18	18,05
75,8	5,99	19,34	138,3	4,47	18,36	211,1	5,86	18,03
75,8	6,69	19,34	141,1	5,16	18,34	211,1	6,59	18,01
73,1	7,43	19,33	141,1	5,86	18,32	209,2	7,29	18,00
73,1	8,16	19,33	142,5	6,57	18,30	206,1	8,00	17,99
			142,5	7,28	18,29			
			142,5	8,03	18,28			
			141,1	8,76	18,27			
			141,1	9,51	18,26			

Lo Sperimentatore
Geom. Marcello Testani

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geologo Gianluigi Romani

A.L.I.G.

ASSOCIAZIONE LABORATORI
DI INGEGNERIA E GEOTECNICA
ENTE MORALE

Laboratorio Autorizzato con D.M. II.TT. n° 2049 a svolgere attività
di prova e certificazione su terreni , ai sensi dell'Art. 59 del D.P.R. 380
del 06-06-01



in.tec. Soc. Coop.

Laboratorio di ricerca e sperimentazioni
su materiali da costruzione, su terreni,
acque ed ambiente. www.laboratoriointec.it
Certificazione del Sistema di Gestione Qualità UNI EN
ISO 9001:2008, REA: 183020 - C.F. e P.IVA 02863590606

03012 ANAGNI (FR) - Via Fontanile S. Angelo n° 2 (Via Casilina km 61) - Tel. 0775-768767 ; Fax 0775-768183

CERTIFICATO n. 318 , Pagina 4 di 5

Prot. n. P1270-3040
Anagni 06-06-2017

Nota n. Responsabile Indagini
V.A. n. 203

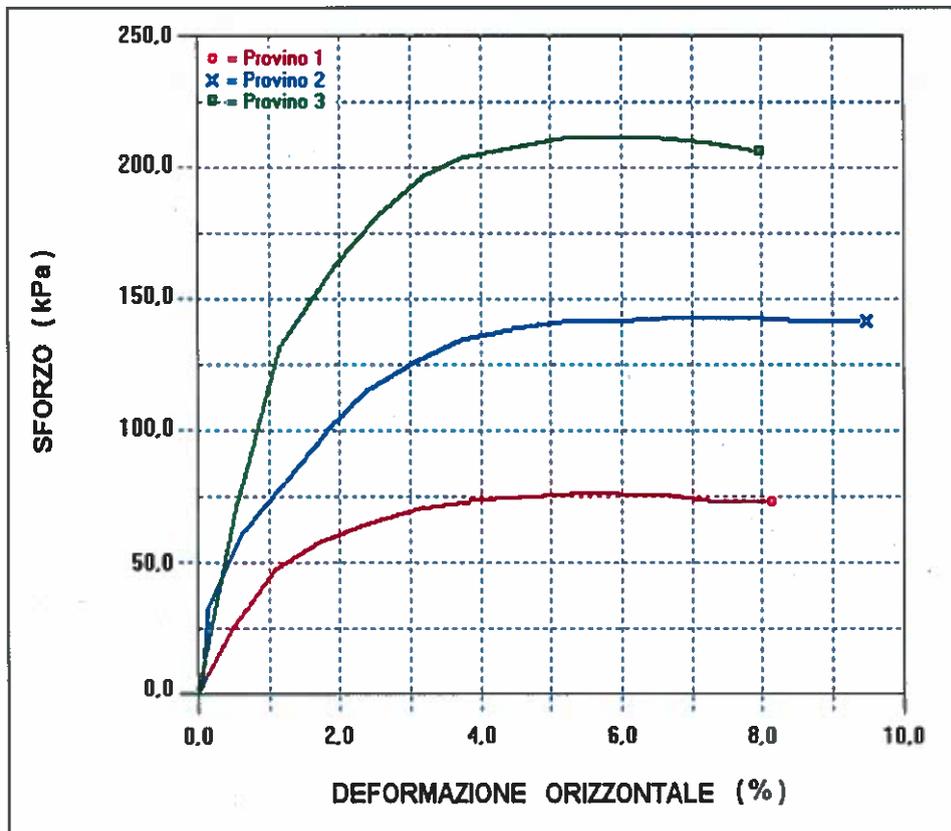
del 29-05-2017
del 29-05-2017

Committente : Dott. Geol. FILIPPO PAGLIUCA
Via Castagnola n° 6 , ANAGNI (FR)

Codice Lavorazione : 203/S2 C1/144TAG

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATO DRENATO

Risultati ottenuti con Velocità di Deformazione pari a 0,0089 mm/min



Lo Sperimentatore
Geom. Marcello Testani

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geologo Gianluigi Romani

A.L.I.G.

ASSOCIAZIONE LABORATORI
DI INGEGNERIA E GEOTECNICA
ENTE MORALE

Laboratorio Autorizzato con D.M. II.TT. n° 2049 a svolgere attività
di prova e certificazione su terreni , ai sensi dell'Art. 59 del D.P.R. 380
del 06-06-01



in.tec. Soc. Coop.

Laboratorio di ricerca e sperimentazioni
su materiali da costruzione, su terreni,
acque ed ambiente. www.laboratoriointec.it
Certificazione del Sistema di Gestione Qualità UNI EN
ISO 9001:2008, REA: 183020 - C.F. e P.IVA 02863590606

03012 ANAGNI (FR) - Via Fontanile S. Angelo n° 2 (Via Casilina km 61) - Tel. 0775-768767 ; Fax 0775-768183

CERTIFICATO n. 318 , Pagina 5 di 5

Prot. n. P1270-3040
Anagni 06-06-2017

Nota n. Responsabile Indagini
V.A. n. 203

del 29-05-2017
del 29-05-2017

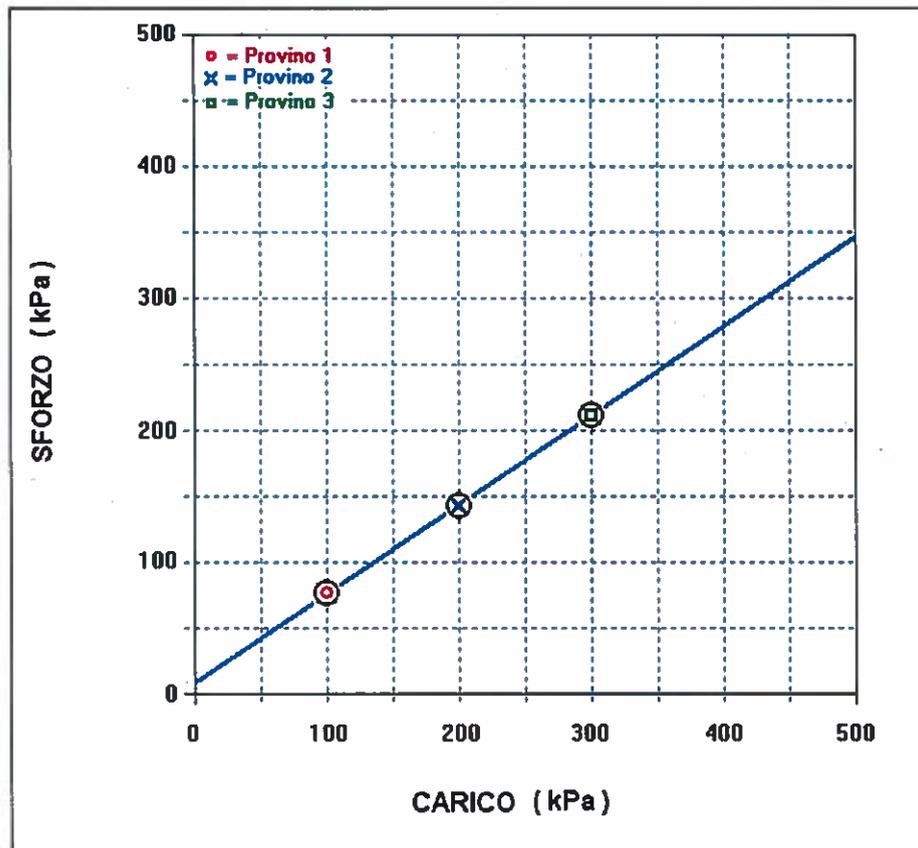
Committente : Dott. Geol. FILIPPO PAGLIUCA
Via Castagnola n° 6 , ANAGNI (FR)

Codice Lavorazione : 203/S2 C1/144TAG

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATO DRENATO

Risultati a Rottura ottenuti con Velocità di Deformazione pari a 0,0089 mm/min

Provino n.	Carico kPa	Sforzo di Taglio kPa	Massa Volumica Secca Mg/m ³	Umidità %
1	100,0	76,0	1,020	60,87
2	200,0	142,6	1,077	59,04
3	300,0	211,2	1,094	58,40



ANGOLO D'ATTRITO 34,0°

COESIONE 8,5 kPa

Lo Sperimentatore
Geom. Marcello Testani

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geologo Gianluigi Romani

A.L.I.G.

ASSOCIAZIONE LABORATORI
DI INGEGNERIA E GEOTECNICA
ENTE MORALE

Laboratorio Autorizzato con D.M. II.TT. n° 2049 a svolgere attività
di prova e certificazione su terreni, ai sensi dell'Art. 59 del D.P.R. 380
del 06-06-01

Dott. Geol. Filippo Pagliuca
Via Castagnola n° 6 03012 Anagni
Tel./Fax 0775728132 - Cell: 3313800353 - e.mail:
filippo.pagliuca@pec.geologilazio.it
f_pagliuca@libero.it

Allegato C2

- CERTIFICATI DI LABORATORIO GEOTECNICO 2016 -



in.tec. Soc. Coop.

Laboratorio di ricerca e sperimentazioni
su materiali da costruzione, su terreni,
acque ed ambiente. www.laboratoriointec.it
Certificazione del Sistema di Gestione Qualità UNI EN
ISO 9001:2008, REA: 183020 - C.F. e P.IVA 02863590606

03012 ANAGNI (FR) - Via Fontanile S. Angelo n° 2 (Via Casilina km 61) - Tel. 0775-768767 ; Fax 0775-768183

CERTIFICATO n. 139 , Pagina 2 di 6

Prot. n. G683-1678
Anagni 29-06-2016

Nota n. Responsabile Indagini
V.A. n. 84

del 22-06-2016
del 22-06-2016

Committente : GEOTEK srl
Via Costa del Forno n° 29, PIGLIO (FR)

Codice Lavorazione : 84

RISULTATI DELLE PROVE e/o ANALISI

DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA CON FUSTELLA (UNI CEN ISO/TS 17892-2)		
- MASSA VOLUMICA	1,584 Mg/m ³	TE007A
DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI (UNI CEN ISO/TS 17892-3 , Metodo del Picnometro)		
- MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI ...	2,603 Mg/m ³	TE009
DETERMINAZIONE DELL'INDICE DEI VUOTI (CNR 65)		
- INDICE VUOTI	1,32	TE011A
DETERMINAZIONE DELLA POROSITÀ (CNR 65)		
- POROSITÀ	0,57 %	TE011B
DETERMINAZIONE DEL GRADO DI SATURAZIONE		
- GRADO DI SATURAZIONE	81,0 %	TE011C

Lo Sperimentatore
Geom. Marcello Testani

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geologo Gianluigi Romani

A.L.I.G.

ASSOCIAZIONE LABORATORI
DI INGEGNERIA E GEOTECNICA
ENTE MORALE

Laboratorio Autorizzato con D.M. II.TT. n° 2049 a svolgere attività
di prova e certificazione su terreni, ai sensi dell'Art. 59 del D.P.R. 380
del 06-06-01



in.tec. Soc. Coop.

Laboratorio di ricerca e sperimentazioni
su materiali da costruzione, su terreni,
acque ed ambiente. www.laboratoriointec.it
Certificazione del Sistema di Gestione Qualità UNI EN
ISO 9001:2008, REA: 183020 - C.F. e P.IVA 02863590606

03012 ANAGNI (FR) - Via Fontanile S. Angelo n° 2 (Via Casilina km 61) - Tel. 0775-768767 ; Fax 0775-768183

CERTIFICATO n. 139 , Pagina 3 di 6

Prot. n. G683-1678
Anagni 29-06-2016

Nota n. Responsabile Indagini
V.A. n. 84

del 22-06-2016
del 22-06-2016

Committente : GEOTEK srl
Via Costa del Forno n° 29, PIGLIO (FR)

Codice Lavorazione : 84

RISULTATI DELLE PROVE e/o ANALISI

ANALISI GRANULOMETRICA PER VIA UMIDA per CLASSIFICAZIONE (Raccomandazioni AGI)			
DIM. MAX. DEI GRANI		4	mm
		PASSANTE	%
SETACCIO mm	2	99,3	
"	0,400	96,7	
"	0,075	92,0	
TE022			
DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG (CNR UNI 10014)			
- LIMITE LIQUIDO		54	%
- LIMITE PLASTICO		41	%
- INDICE PLASTICO		13	%
TE023			
CLASSIFICAZIONE DI UNA TERRA (CNR UNI 10006)			
- CLASSIFICAZIONE		A 7-5	
TE026			
TAGLIO DIRETTO , CONSOLIDATO DRENATO "CD" (UNI CEN ISO/TS 17892/10)			
- DIMENSIONI PROVINI		60 x 60 x 20	mm
- ANGOLO DI ATTRITO		28,0	(°)
- COESIONE		36,7	kPa
TE043D			

Lo Sperimentatore
Geom. *Marcello Testani*

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geologo *Gianluigi Romani*

A.L.I.G.

ASSOCIAZIONE LABORATORI
DI INGEGNERIA E GEOTECNICA
ENTE MORALE

Laboratorio Autorizzato con D.M. II.TT. n° 2049 a svolgere attività
di prova e certificazione su terreni , ai sensi dell'Art. 59 del D.P.R. 380
del 06-06-01



in.tec. Soc. Coop.

Laboratorio di ricerca e sperimentazioni
su materiali da costruzione, su terreni,
acque ed ambiente. www.laboratoriointec.it
Certificazione del Sistema di Gestione Qualità UNI EN
ISO 9001:2008, REA: 183020 - C.F. e P.IVA 02863590606

03012 ANAGNI (FR) - Via Fontanile S. Angelo n° 2 (Via Casilina km 61) - Tel. 0775-768767 ; Fax 0775-768183

CERTIFICATO n. 139 , Pagina 4 di 6

Prot. n. G683-1678 Nota n. Responsabile Indagini del 22-06-2016
Anagni 29-06-2016 V.A. n. 84 del 22-06-2016

Committente : GEOTEK srl
Via Costa del Forno n° 29 , PIGLIO (FR)

Codice Lavorazione : 84/36TAG

PROVA DI TAGLIO DIRETTO TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATO DRENATO

Condizione Iniziale dei Provini

Provino n.	Dimensioni mm	Massa Volumica		Contenuto in Acqua %	Carico di Prova kPa
		Umida Mg/m ³	Secca Mg/m ³		
1	60 x 60 x 20	1.601	1.135	41.10	100.0
2	60 x 60 x 20	1.571	1.114	40.99	200.0
3	60 x 60 x 20	1.580	1.122	40.81	300.0

Note : - MASSA VOLUMICA secondo UNI CEN ISO/TS 17892-2 . Metodo Geometrico
- CONTENUTO IN ACQUA secondo UNI CEN ISO/TS 17892-1

Risultati ottenuti con Velocità di Deformazione pari a 0,0089 mm/min

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Sforzo	Deformazione Orizzontale	Altezza	Sforzo	Deformazione Orizzontale	Altezza	Sforzo	Deformazione Orizzontale	Altezza
kPa	%	mm	kPa	%	mm	kPa	%	mm
0.0	0.00	19.27	0.0	0.00	18.95	0.0	0.00	18.35
46.4	0.63	19.21	62.2	0.31	18.90	100.7	0.41	18.30
62.9	1.40	19.17	86.6	0.86	18.84	136.5	1.02	18.24
73.2	2.18	19.14	104.8	1.52	18.76	158.9	1.70	18.16
80.4	3.00	19.13	119.5	2.31	18.70	174.6	2.45	18.10
84.5	3.83	19.12	129.2	3.15	18.64	183.5	3.19	18.04
87.6	4.64	19.11	136.6	4.05	18.58	190.2	3.96	17.98
88.6	5.49	19.10	139.0	4.99	18.53	192.5	4.74	17.93
88.6	6.34	19.07	140.2	6.01	18.48	192.5	5.52	17.88
88.6	7.17	19.06	141.4	7.11	18.43	192.2	6.34	17.83
88.6	8.00	19.03	141.4	8.17	18.38	192.2	7.18	17.78
89.4	8.86	19.01	141.4	9.20	18.35	194.4	7.95	17.74
89.4	9.70	18.98	140.0	10.24	18.32	194.4	8.74	17.72
88.6	10.55	18.95	138.9	10.96	18.30	192.2	9.54	17.70
88.6	11.40	18.92				192.2	10.40	17.69

Lo Sperimentatore
Geom. *Marcello Testani*

Il Direttore del Laboratorio
Dott. *Geologo Gianluigi Romani*

A.L.I.G.

ASSOCIAZIONE LABORATORI
DI INGEGNERIA E GEOTECNICA
ENTE MORALE

Laboratorio Autorizzato con D.M. II.TT. n° 2049 a svolgere attività
di prova e certificazione su terreni , ai sensi dell'Art. 59 del D.P.R. 380
del 06-06-01



in.tec. Soc. Coop.

Laboratorio di ricerca e sperimentazioni
su materiali da costruzione, su terreni,
acque ed ambiente. www.laboratoriointec.it
Certificazione del Sistema di Gestione Qualità UNI EN
ISO 9001:2008, REA: 183020 - C.F. e P.IVA 02863590606

03012 ANAGNI (FR) - Via Fontanile S. Angelo n° 2 (Via Casilina km 61) - Tel. 0775-768767 ; Fax 0775-768183

CERTIFICATO n. 139 , Pagina 5 di 6

Prot. n. G683-1678
Anagni 29-06-2016

Nota n. Responsabile Indagini
V.A. n. 84

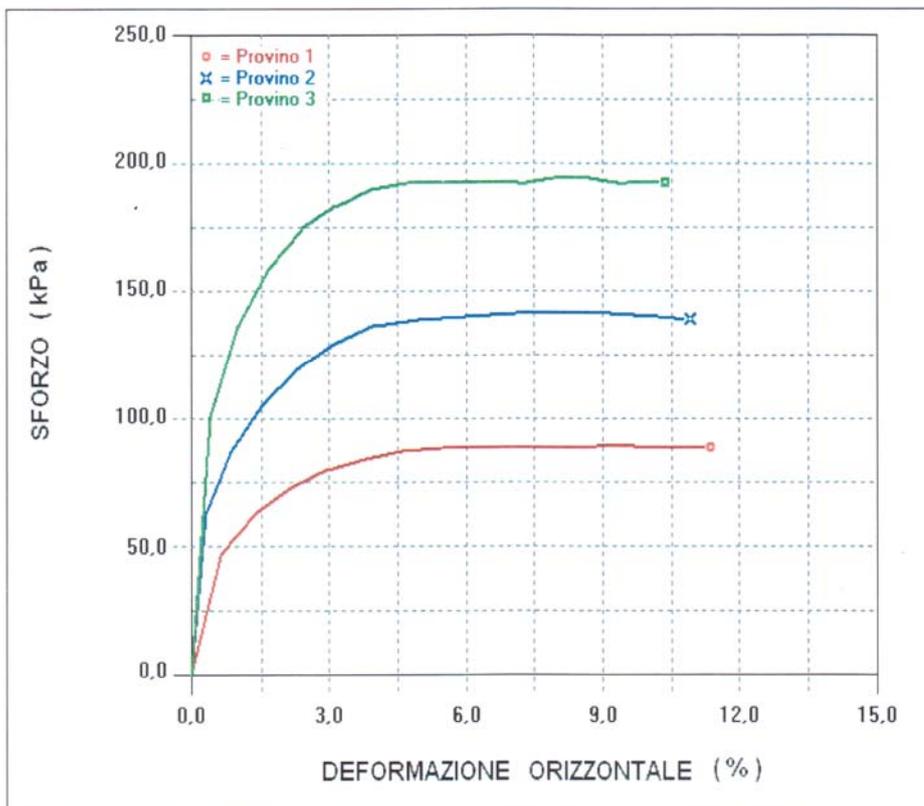
del 22-06-2016
del 22-06-2016

Committente : GEOTEK srl
Via Costa del Forno n° 29 , PIGLIO (FR)

Codice Lavorazione : 84/36TAG

PROVA DI TAGLIO DIRETTO TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATO DRENATO

Risultati ottenuti con Velocità di Deformazione pari a 0,0089 mm/min



Lo Sperimentatore
Geom. Marcello Testani

A.L.I.G.

ASSOCIAZIONE LABORATORI
DI INGEGNERIA E GEOTECNICA
ENTE MORALE

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geologo Gianluigi Romani

Laboratorio Autorizzato con D.M. II.TT. n° 2049 a svolgere attività
di prova e certificazione su terreni , ai sensi dell'Art. 59 del D.P.R. 380
del 06-06-01



in.tec. Soc. Coop.

Laboratorio di ricerca e sperimentazioni
su materiali da costruzione, su terreni,
acque ed ambiente. www.laboratoriointec.it
Certificazione del Sistema di Gestione Qualità UNI EN
ISO 9001:2008, REA: 183020 - C.F. e P.IVA 02863590606

03012 ANAGNI (FR) - Via Fontanile S. Angelo n° 2 (Via Casilina km 61) - Tel. 0775-768767 ; Fax 0775-768183

CERTIFICATO n. 139 , Pagina 6 di 6

Prot. n. G683-1678
Anagni 29-06-2016

Nota n. Responsabile Indagini
V.A. n. 84

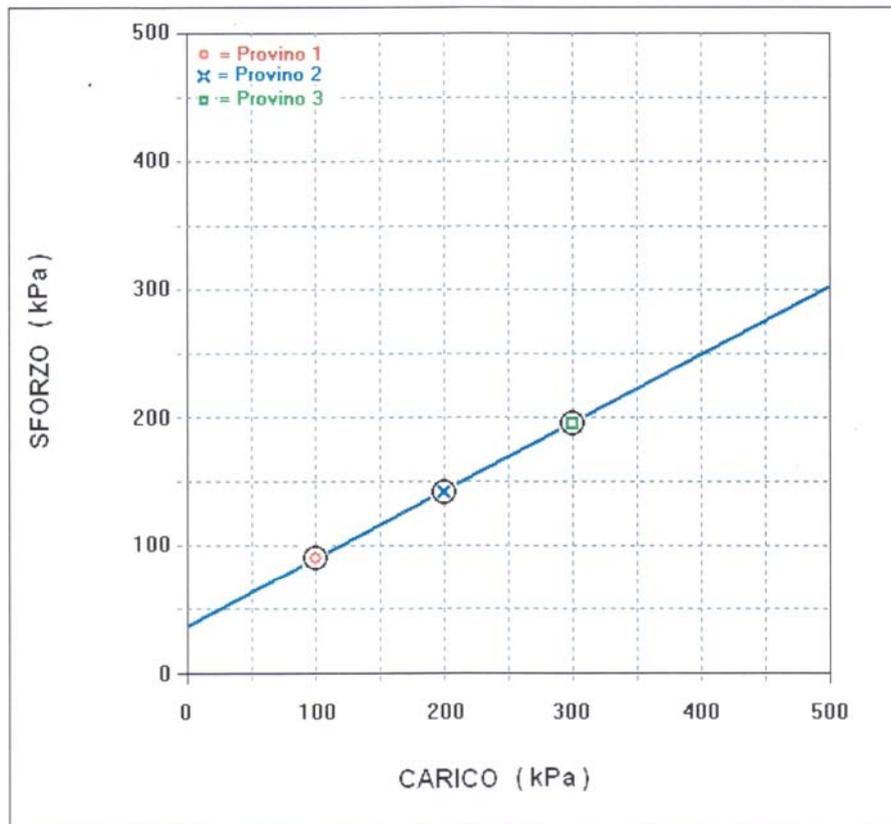
del 22-06-2016
del 22-06-2016

Committente : GEOTEK srl
Via Costa del Forno n° 29 , PIGLIO (FR)

Codice Lavorazione : 84/36TAG

PROVA DI TAGLIO DIRETTO TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATO DRENATO

Risultati a Rottura ottenuti con Velocità di Deformazione pari a 0,0089 mm/min				
Provino n.	Carico kPa	Sforzo di Taglio kPa	Massa Volumica Secca Mg/m ³	Umidità %
1	100.0	89.7	1,194	49.19
2	200.0	141.4	1,209	48.22
3	300.0	194.7	1,264	47.63



ANGOLO D'ATTRITO 28,0°

COESIONE 36,7 kPa

Lo Sperimentatore
Geom. Marcello Testani

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geologo Gianluigi Romani

A.L.I.G.

ASSOCIAZIONE LABORATORI
DI INGEGNERIA E GEOTECNICA
ENTE MORALE

Laboratorio Autorizzato con D.M. II.TT. n° 2049 a svolgere attività
di prova e certificazione su terreni , ai sensi dell'Art. 59 del D.P.R. 380
del 06-06-01

Dott. Geol. Filippo Pagliuca
Via Castagnola n° 6 03012 Anagni
Tel./Fax 0775728132 - Cell: 3313800353 - e.mail:
filippo.pagliuca@pec.geologilazio.it
f_pagliuca@libero.it

Allegato D

- CERTIFICATI PROVE DPSH -

Dott. Geol. Filippo Pagliuca
Via Castagnola n° 6 03012 Anagni
Tel./Fax 0775728132 - Cell: 3313800353 - e.mail:
filippo.pagliuca@pec.geologilazio.it
f_pagliuca@libero.it

Allegato D1

- CERTIFICATI PROVE DPSH 2017 -



Dott. Geol. Filippo Pagliuca

Via Castagnola, 6 - Anagni (FR)

Tel/Fax 0775728132 - Cel. 3313800353 - mail: f_pagliuca@libero.it - P.E.C.: filippo.pagliuca@pec.geologilazio.it

Committente: Comune di Galliciano Nel Lazio

Località: Viale Aldo Moro - Galliciano Nel Lazio (RM)

Data: 26 Maggio 2017 Attrezzatura: DPSH Tecoinsa modello TP 05.10D

Note:

Quota(m): 11,6

Sigla: \DPSH n° 1

Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,2	2		3	
0,4	3		4	
0,6	4		6	
0,8	5		8	
1	7		10	
1,2	7		10	
1,4	8		12	
1,6	9		14	
1,8	9		14	
2	8		12	
2,2	8		12	
2,4	9		14	
2,6	9		14	
2,8	9		14	
3	10		15	
3,2	11		16	
3,4	10		15	
3,6	10		15	
3,8	9		14	
4	9		14	
4,2	8		12	
4,4	7		10	
4,6	7		10	
4,8	8		12	
5	9		14	
5,2	7		10	
5,4	8		12	
5,6	8		12	
5,8	7		10	
6	6		9	
6,2	6		9	
6,4	7		10	
6,6	7		10	
6,8	8		12	
7	6		9	
7,2	8		12	
7,4	6		9	
7,6	6		9	
7,8	5		8	
8	5		8	



Dott. Geol. Filippo Pagliuca

Via Castagnola, 6 - Anagni (FR)

Tel/Fax 0775728132 - Cel. 3313800353 - mail: f_pagliuca@libero.it - P.E.C.: filippo.pagliuca@pec.geologilazio.it

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
8,2	7		10	
8,4	6		9	
8,6	6		9	
8,8	7		10	
9	6		9	
9,2	8		12	
9,4	7		10	
9,6	8		12	
9,8	9		14	
10	10		15	
10,2	11		16	
10,4	15		22	
10,6	19		28	
10,8	22		33	
11	26		39	
11,2	35		52	
11,4	40		60	
11,6	50		75	



Dott. Geol. Filippo Pagliuca

Via Castagnola, 6 - Anagni (FR)

Tel/Fax 0775728132 - Cel. 3313800353 - mail: f_pagliuca@libero.it - P.E.C.: filippo.pagliuca@pec.geologilazio.it

Committente: Comune di Galliciano Nel Lazio

Località: Viale Aldo Moro - Galliciano Nel Lazio (RM)

Data: 26 Maggio 2017 Attrezzatura: DPSH Tecoinsa modello TP 05.10D

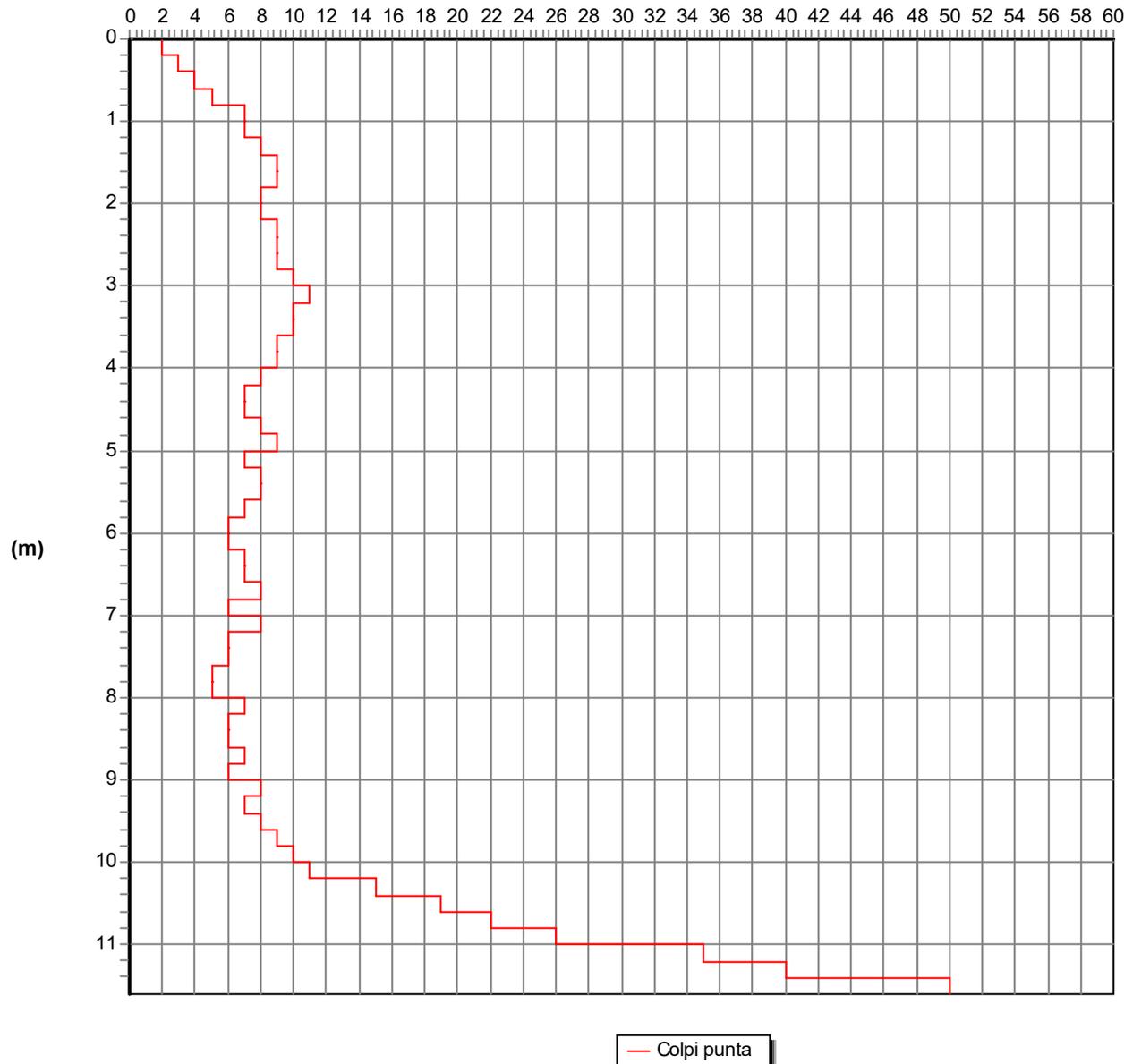
Note:

Quota(m): 11,6

Sigla: \DPSH n° 1

Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): Non rilevata





Dott. Geol. Filippo Pagliuca

Via Castagnola, 6 - Anagni (FR)

Tel/Fax 0775728132 - Cel. 3313800353 - mail: f_pagliuca@libero.it - P.E.C.: filippo.pagliuca@pec.geologilazio.it

Committente: Comune di Galliciano Nel Lazio

Località: Viale Aldo Moro - Galliciano Nel Lazio (RM)

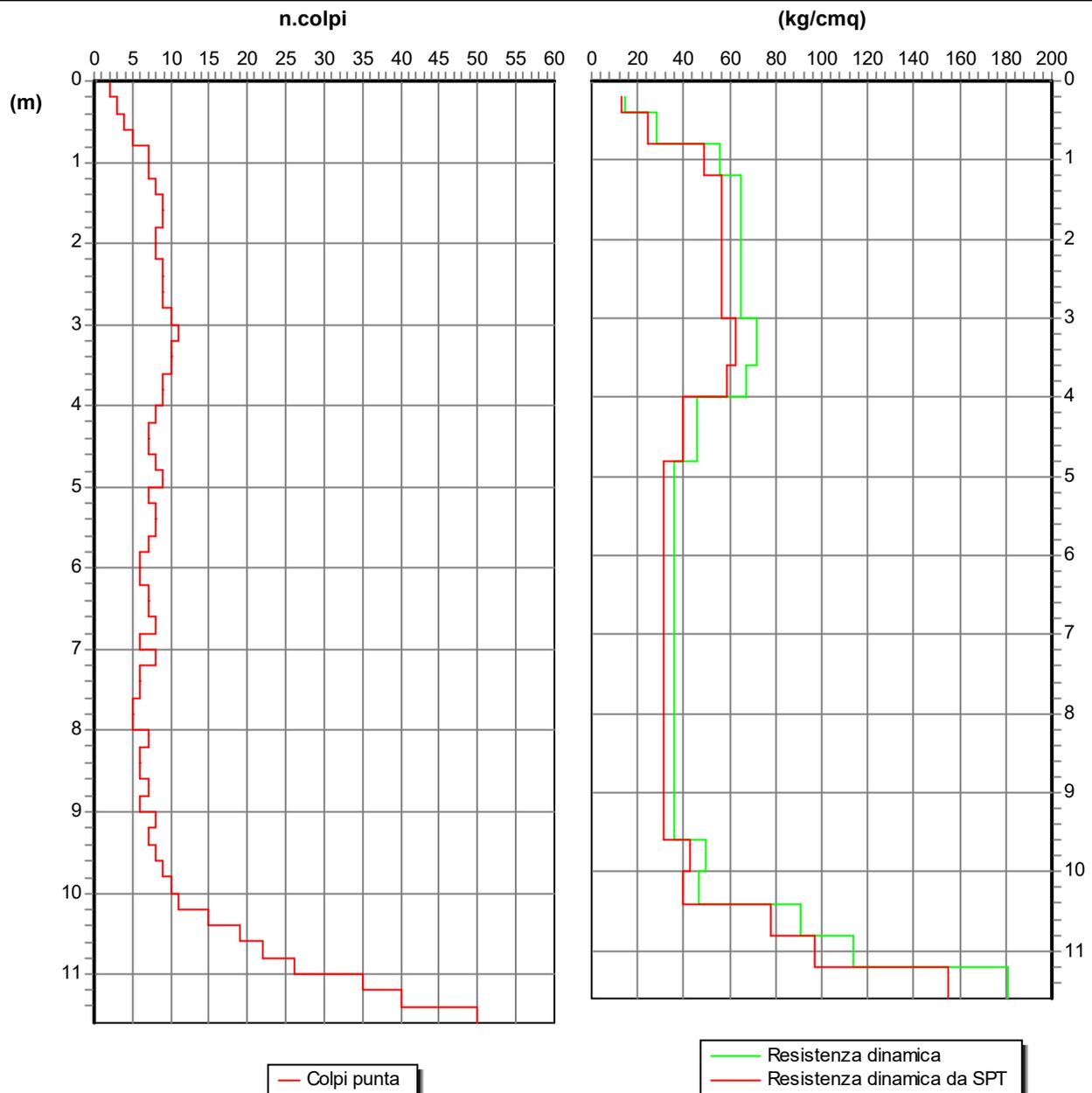
Data: 26 Maggio 2017 Attrezzatura: DPSH Tecoinsa modello TP 05.10D

Note:

Quota(m): 11,6

Sigla: \DPSH n° 1

Grafico n.colpi - resistenza dinamica





Dott. Geol. Filippo Pagliuca

Via Castagnola, 6 - Anagni (FR)

Tel/Fax 0775728132 - Cel. 3313800353 - mail: f_pagliuca@libero.it - P.E.C.: filippo.pagliuca@pec.geologilazio.it

Committente: Comune di Galliciano Nel Lazio

Località: Viale Aldo Moro - Galliciano Nel Lazio (RM)

Data: 26 Maggio 2017 Attrezzatura: DPSH Tecoinsa modello TP 05.10D

Note:

Quota(m): 11,0

Sigla: \DPSH n° 2

Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,2	8		12	
0,4	7		10	
0,6	8		12	
0,8	7		10	
1	10		15	
1,2	6		9	
1,4	6		9	
1,6	7		10	
1,8	8		12	
2	8		12	
2,2	9		14	
2,4	10		15	
2,6	12		18	
2,8	12		18	
3	10		15	
3,2	14		21	
3,4	10		15	
3,6	10		15	
3,8	10		15	
4	9		14	
4,2	10		15	
4,4	8		12	
4,6	8		12	
4,8	7		10	
5	6		9	
5,2	6		9	
5,4	6		9	
5,6	7		10	
5,8	6		9	
6	6		9	
6,2	7		10	
6,4	7		10	
6,6	7		10	
6,8	7		10	
7	7		10	
7,2	9		14	
7,4	8		12	
7,6	6		9	
7,8	6		9	
8	6		9	



Dott. Geol. Filippo Pagliuca

Via Castagnola, 6 - Anagni (FR)

Tel/Fax 0775728132 - Cel. 3313800353 - mail: f_pagliuca@libero.it - P.E.C.: filippo.pagliuca@pec.geologilazio.it

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
8,2	7		10	
8,4	6		9	
8,6	6		9	
8,8	7		10	
9	8		12	
9,2	8		12	
9,4	8		12	
9,6	7		10	
9,8	10		15	
10	12		18	
10,2	14		21	
10,4	18		27	
10,6	22		33	
10,8	35		52	
11	50		75	



Dott. Geol. Filippo Pagliuca

Via Castagnola, 6 - Anagni (FR)

Tel/Fax 0775728132 - Cel. 3313800353 - mail: f_pagliuca@libero.it - P.E.C.: filippo.pagliuca@pec.geologilazio.it

Committente: Comune di Galliciano Nel Lazio

Località: Viale Aldo Moro - Galliciano Nel Lazio (RM)

Data: 26 Maggio 2017 Attrezzatura: DPSH Tecoinsa modello TP 05.10D

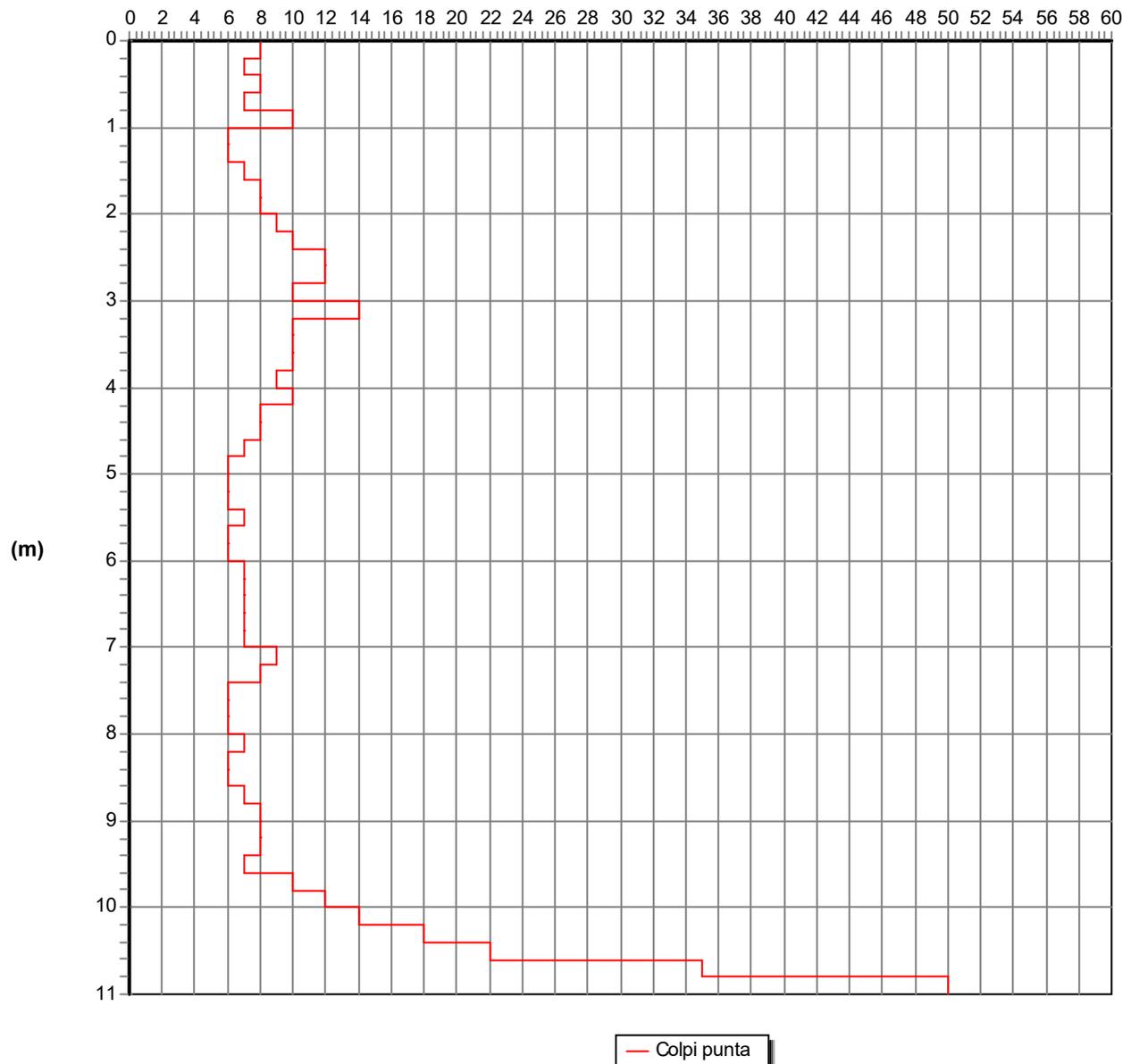
Note:

Quota(m): 11,0

Sigla: \DPSH n° 2

Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): Non rilevata





Dott. Geol. Filippo Pagliuca

Via Castagnola, 6 - Anagni (FR)

Tel/Fax 0775728132 - Cel. 3313800353 - mail: f_pagliuca@libero.it - P.E.C.: filippo.pagliuca@pec.geologilazio.it

Committente: Comune di Galliciano Nel Lazio

Località: Viale Aldo Moro - Galliciano Nel Lazio (RM)

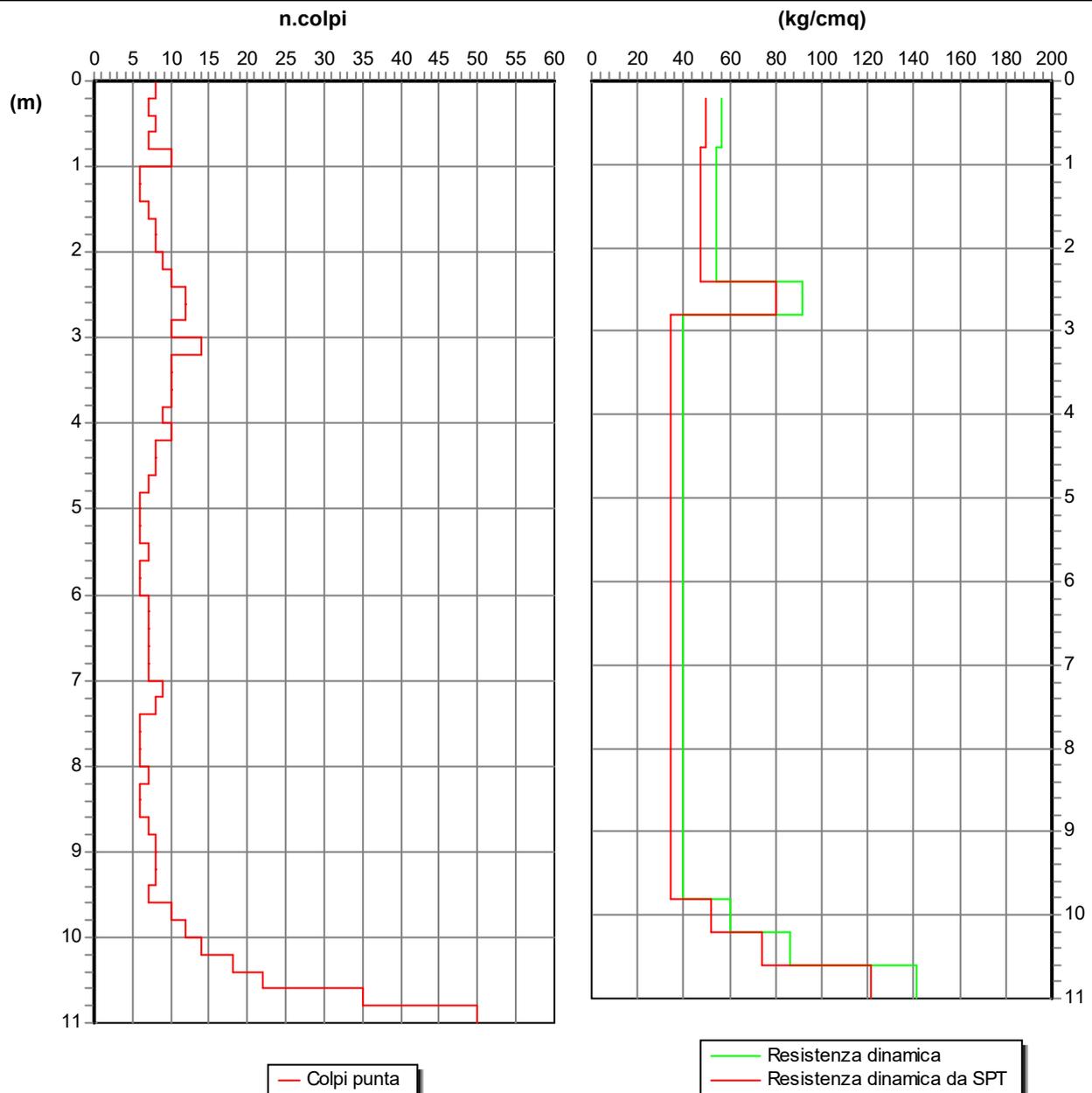
Data: 26 Maggio 2017 Attrezzatura: DPSH Tecoinsa modello TP 05.10D

Note:

Quota(m): 11,0

Sigla: \DPSH n° 2

Grafico n.colpi - resistenza dinamica



Dott. Geol. Filippo Pagliuca
Via Castagnola n° 6 03012 Anagni
Tel./Fax 0775728132 - Cell: 3313800353 - e.mail:
filippo.pagliuca@pec.geologilazio.it
f_pagliuca@libero.it

Allegato D2

- CERTIFICATI PROVE DPSH 2016 -

Committente: Comune di Galliciano Nel Lazio

Località: Viale Aldo Moro - Galliciano Nel Lazio (RM)

Data: 24 Giugno 2016

Attrezzatura: DPSH Tecoinsa modello TP 05.10D

Note:

Quota(m): 11.0

Sigla: \DPSH n° 1

Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0.2	6		13	
0.4	13		28	
0.6	12		26	
0.8	9		19	
1	9		19	
1.2	8		17	
1.4	6		13	
1.6	9		19	
1.8	10		22	
2	9		19	
2.2	7		15	
2.4	9		19	
2.6	10		22	
2.8	9		19	
3	10		22	
3.2	11		24	
3.4	10		22	
3.6	10		22	
3.8	9		19	
4	10		22	
4.2	10		22	
4.4	8		17	
4.6	9		19	
4.8	9		19	
5	11		24	
5.2	7		15	
5.4	7		15	
5.6	7		15	
5.8	6		13	
6	6		13	
6.2	7		15	
6.4	8		17	
6.6	7		15	
6.8	5		11	
7	5		11	
7.2	8		17	
7.4	5		11	
7.6	6		13	
7.8	4		9	
8	6		13	

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
8.2	7		15	
8.4	7		15	
8.6	7		15	
8.8	7		15	
9	8		17	
9.2	7		15	
9.4	7		15	
9.6	9		19	
9.8	9		19	
10	12		26	
10.2	11		24	
10.4	11		24	
10.6	19		41	
10.8	31		67	
11	50		108	

Committente: Comune di Galliciano Nel Lazio

Località: Viale Aldo Moro - Galliciano Nel Lazio (RM)

Data: 24 Giugno 2016

Attrezzatura: DPSH Tecoinsa modello TP 05.10D

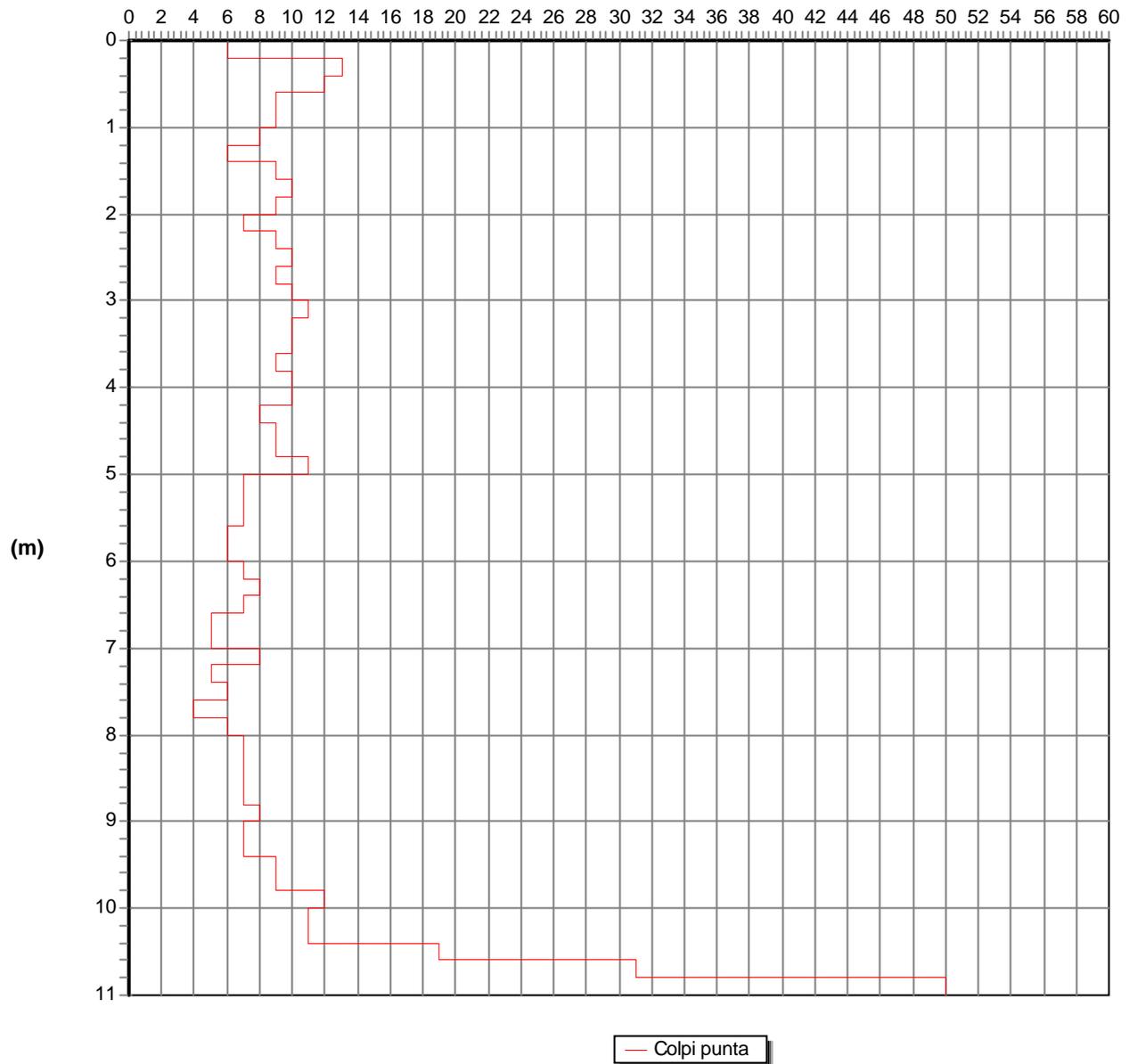
Note:

Quota(m): 11.0

Sigla: \DPSH n° 1

Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): Non rilevata



Committente: Comune di Galliciano Nel Lazio

Località: Viale Aldo Moro - Galliciano Nel Lazio (RM)

Data: 24 Giugno 2016

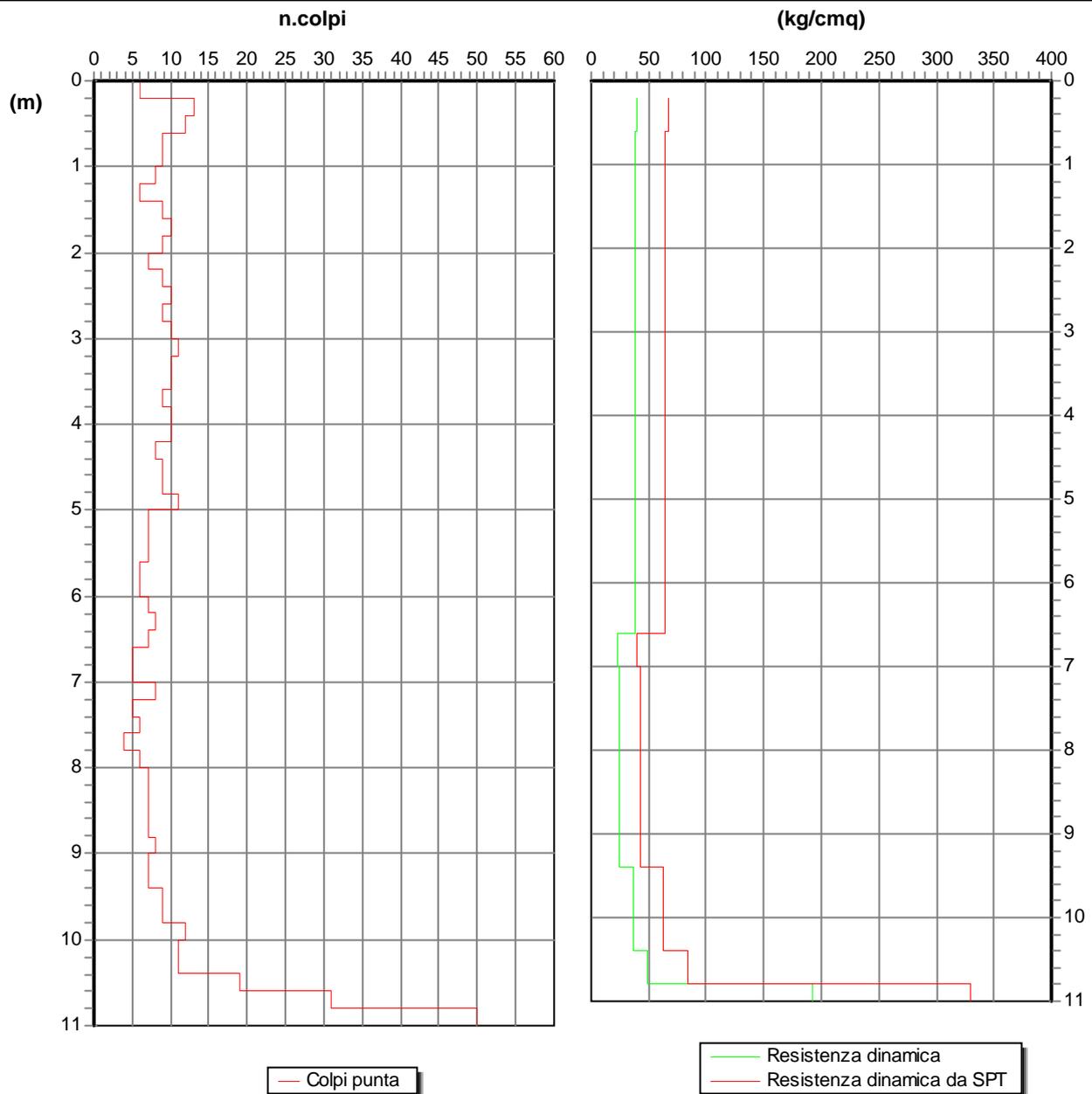
Attrezzatura: DPSH Tecoinsa modello TP 05.10D

Note:

Quota(m): 11.0

Sigla: \DPSH n° 1

Grafico n.colpi - resistenza dinamica



Committente: Comune di Galliciano Nel Lazio

Località: Viale Aldo Moro - Galliciano Nel Lazio (RM)

Data: 24 Giugno 2016

Attrezzatura: DPSH Tecoinsa modello TP 05.10D

Note:

Quota(m): 4.8

Sigla: \DPSH n° 2

Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N.colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0.6	1		2	
0.8	1		2	
1	2		4	
1.2	2		4	
1.4	3		6	
1.6	3		6	
1.8	3		6	
2	3		6	
2.2	3		6	
2.4	4		9	
2.6	4		9	
2.8	4		9	
3	3		6	
3.2	7		15	
3.4	7		15	
3.6	8		17	
3.8	10		22	
4	12		26	
4.2	16		34	
4.4	16		34	
4.6	21		45	
4.8	30		65	

Committente: Comune di Galliciano Nel Lazio

Località: Viale Aldo Moro - Galliciano Nel Lazio (RM)

Data: 24 Giugno 2016

Attrezzatura: DPSH Tecoinsa modello TP 05.10D

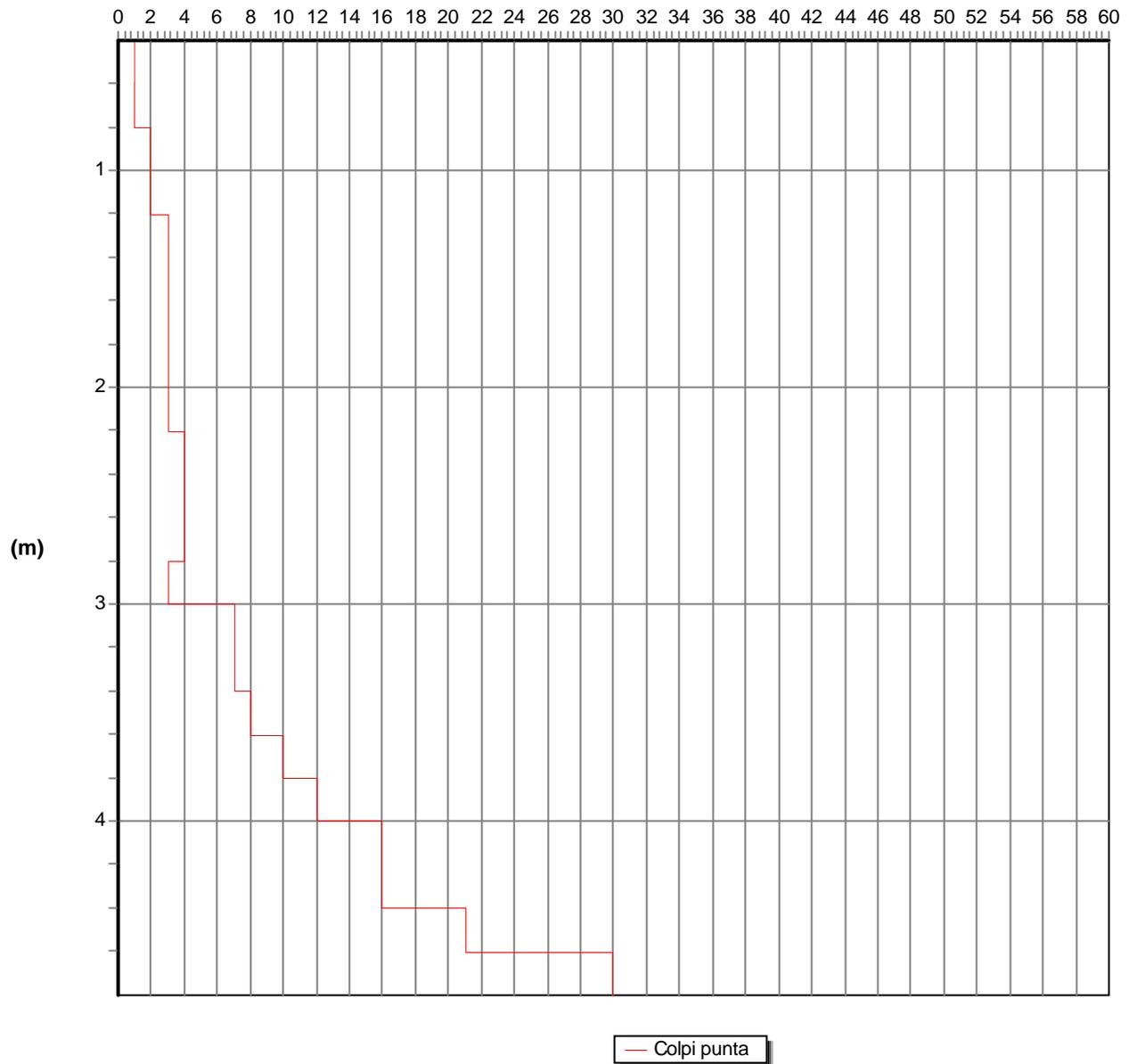
Note:

Quota(m): 4.8

Sigla: \DPSH n° 2

Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c.(m): Non rilevata



Committente: Comune di Galliciano Nel Lazio

Località: Viale Aldo Moro - Galliciano Nel Lazio (RM)

Data: 24 Giugno 2016

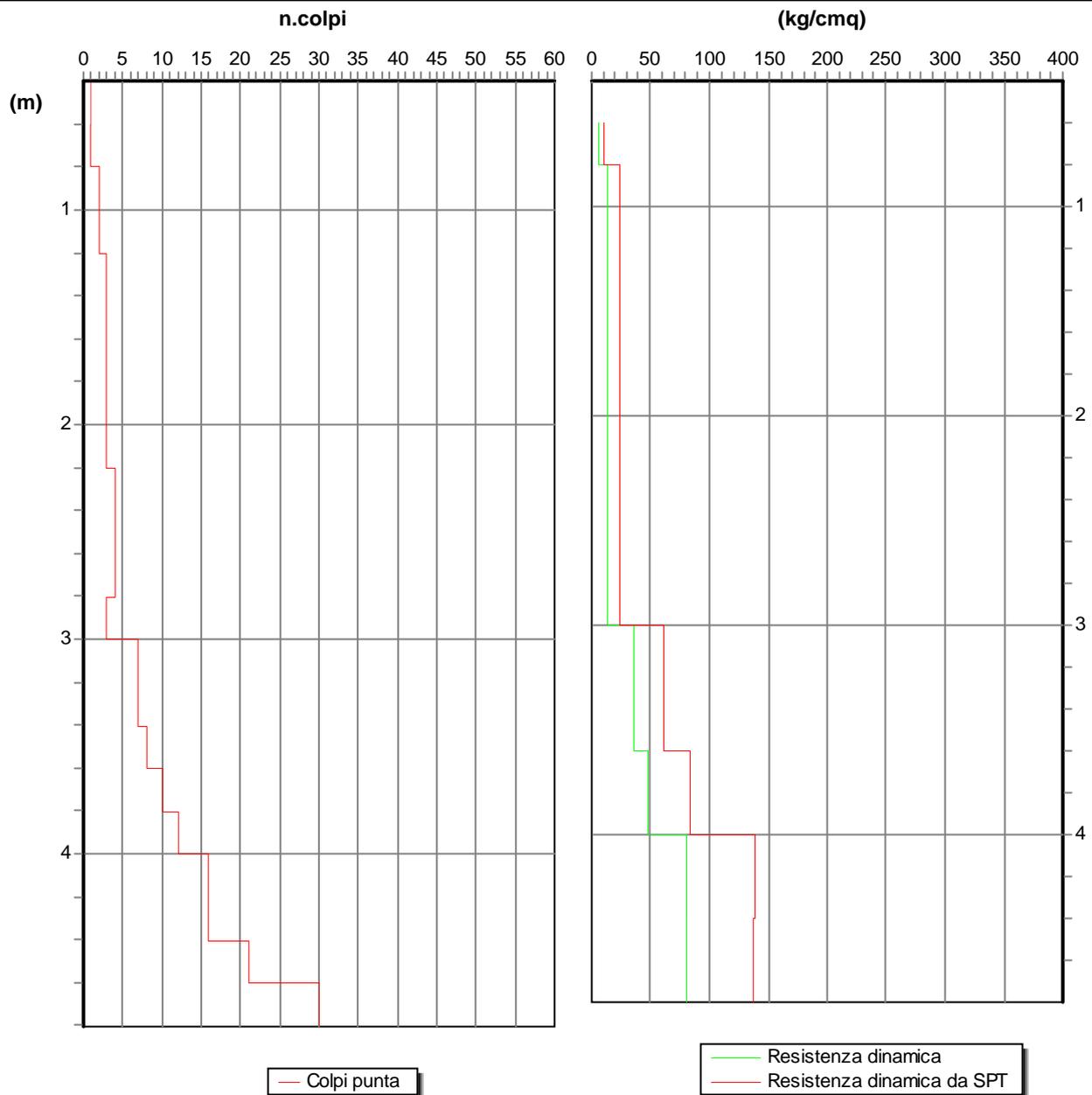
Attrezzatura: DPSH Tecoinsa modello TP 05.10D

Note:

Quota(m): 4.8

Sigla: \DPSH n° 2

Grafico n.colpi - resistenza dinamica



Dott. Geol. Filippo Pagliuca
Via Castagnola n° 6 03012 Anagni
Tel./Fax 0775728132 - Cell: 3313800353 - e.mail:
filippo.pagliuca@pec.geologilazio.it
f_pagliuca@libero.it

Allegato E

- SPETTRI DI RSL -

Spettri elastici allo Stato Limite Operatività

Periodo	Input	Output
0,01	0,069947	0,104922
0,011037	0,070024	0,105095
0,012181	0,070124	0,105313
0,013444	0,070248	0,10558
0,014838	0,070401	0,105912
0,016376	0,0706	0,106321
0,018074	0,070882	0,106835
0,019947	0,071262	0,107499
0,022015	0,071664	0,108204
0,024298	0,072225	0,109154
0,026817	0,072965	0,110431
0,029597	0,073943	0,112098
0,032666	0,075358	0,114184
0,036052	0,07762	0,117891
0,03979	0,082125	0,124558
0,043915	0,087104	0,128692
0,048468	0,089787	0,131482
0,053493	0,094332	0,137742
0,059038	0,103946	0,152151
0,065159	0,118095	0,176381
0,071914	0,13463	0,206157
0,07937	0,138655	0,247894
0,087599	0,156867	0,296218
0,09668	0,166897	0,328736
0,106704	0,147917	0,286618
0,117766	0,133146	0,251398
0,129975	0,130558	0,214908
0,14345	0,147421	0,21915
0,158322	0,164439	0,223464
0,174736	0,155332	0,212639
0,192852	0,154082	0,201637
0,212846	0,160093	0,204064
0,234912	0,165272	0,202848
0,259266	0,161503	0,187582
0,286146	0,139077	0,156624
0,315811	0,14228	0,157443
0,348553	0,124877	0,137395
0,384689	0,106088	0,114033
0,424571	0,09635	0,101949
0,468588	0,095425	0,100328
0,517168	0,084843	0,088779
0,570785	0,083341	0,08687
0,629961	0,066917	0,069291
0,695271	0,057109	0,058881
0,767353	0,048987	0,050117
0,846907	0,046278	0,047022
0,934709	0,041308	0,041864
1,03161	0,037412	0,037769
1,13857	0,036214	0,03646
1,25661	0,035696	0,03593
1,38688	0,029651	0,029893
1,53067	0,023975	0,024089
1,68936	0,021294	0,021434
1,8645	0,022467	0,022578
2,0578	0,021533	0,021643
2,27114	0,01898	0,019038
2,5066	0,016073	0,016125
2,76647	0,014447	0,014492
3,05328	0,011541	0,011585
3,36982	0,010313	0,010338
3,71918	0,007744	0,007764
4,10477	0,006121	0,006138
4,53032	0,003779	0,003794
5	0,002489	0,002496

Spettri elastici allo Stato Limite Danno

Periodo	Input	Output
0,01	0,08561	0,117859
0,011037	0,085718	0,118055
0,012181	0,085852	0,1183
0,013444	0,086018	0,118601
0,014838	0,086223	0,118901
0,016376	0,08648	0,119358
0,018074	0,086799	0,119929
0,019947	0,087195	0,120657
0,022015	0,087711	0,121546
0,024298	0,088372	0,122653
0,026817	0,089234	0,124119
0,029597	0,090387	0,126044
0,032666	0,092185	0,128876
0,036052	0,095317	0,133986
0,03979	0,099886	0,136632
0,043915	0,10522	0,14416
0,048468	0,107811	0,152058
0,053493	0,118776	0,157591
0,059038	0,127552	0,17789
0,065159	0,152744	0,218621
0,071914	0,156369	0,240119
0,07937	0,1635	0,275751
0,087599	0,166313	0,302083
0,09668	0,157897	0,311794
0,106704	0,156091	0,308743
0,117766	0,16117	0,285231
0,129975	0,173481	0,265153
0,14345	0,189307	0,269115
0,158322	0,210039	0,295016
0,174736	0,193881	0,264797
0,192852	0,201253	0,25505
0,212846	0,199119	0,246733
0,234912	0,22023	0,262806
0,259266	0,220164	0,254578
0,286146	0,198277	0,226111
0,315811	0,20068	0,221209
0,348553	0,189879	0,207031
0,384689	0,163355	0,176768
0,424571	0,145565	0,154497
0,468588	0,14216	0,149444
0,517168	0,123035	0,128714
0,570785	0,121487	0,126808
0,629961	0,094904	0,098403
0,695271	0,095268	0,098073
0,767353	0,09825	0,100044
0,846907	0,087731	0,089285
0,934709	0,07442	0,075355
1,03161	0,067496	0,06834
1,13857	0,062926	0,063435
1,25661	0,053825	0,054391
1,38688	0,042736	0,043121
1,53067	0,035829	0,036078
1,68936	0,033924	0,034201
1,8645	0,032814	0,032954
2,0578	0,0305	0,030614
2,27114	0,026787	0,02686
2,5066	0,021857	0,021937
2,76647	0,017139	0,017188
3,05328	0,014364	0,014405
3,36982	0,012741	0,012794
3,71918	0,010001	0,010045
4,10477	0,008103	0,008143
4,53032	0,005445	0,00548
5	0,00376	0,003783

Spettri elastici allo Stato Limite Vita

Periodo	Input	Output
0,01	0,191777	0,286281
0,011037	0,192042	0,286831
0,012181	0,19239	0,28758
0,013444	0,192806	0,288488
0,014838	0,193336	0,28964
0,016376	0,194014	0,291079
0,018074	0,194885	0,292893
0,019947	0,19604	0,295267
0,022015	0,197242	0,297709
0,024298	0,199153	0,301359
0,026817	0,202017	0,306397
0,029597	0,206434	0,313279
0,032666	0,21349	0,324529
0,036052	0,226247	0,346918
0,03979	0,253326	0,36629
0,043915	0,269663	0,380006
0,048468	0,279994	0,380129
0,053493	0,304768	0,409197
0,059038	0,324408	0,440698
0,065159	0,329162	0,495647
0,071914	0,353279	0,564893
0,07937	0,371461	0,61406
0,087599	0,384966	0,728003
0,09668	0,394645	0,800802
0,106704	0,378828	0,731099
0,117766	0,403976	0,761418
0,129975	0,421399	0,74816
0,14345	0,410595	0,67851
0,158322	0,419212	0,612943
0,174736	0,407333	0,564315
0,192852	0,402567	0,531851
0,212846	0,409415	0,516671
0,234912	0,474295	0,580875
0,259266	0,401586	0,474669
0,286146	0,365488	0,425061
0,315811	0,377205	0,425077
0,348553	0,343665	0,372806
0,384689	0,330266	0,357123
0,424571	0,354117	0,376745
0,468588	0,321307	0,33882
0,517168	0,267835	0,28085
0,570785	0,233979	0,241412
0,629961	0,198265	0,205099
0,695271	0,202494	0,209439
0,767353	0,184273	0,18911
0,846907	0,158608	0,161937
0,934709	0,139326	0,142103
1,03161	0,11789	0,119863
1,13857	0,113235	0,114384
1,25661	0,101739	0,102936
1,38688	0,082208	0,083203
1,53067	0,072189	0,072802
1,68936	0,064635	0,065004
1,8645	0,060593	0,061201
2,0578	0,051642	0,052052
2,27114	0,047352	0,047698
2,5066	0,041268	0,041507
2,76647	0,034728	0,034847
3,05328	0,02902	0,029151
3,36982	0,023637	0,023751
3,71918	0,018956	0,019082
4,10477	0,015217	0,015292
4,53032	0,010374	0,010432
5	0,007342	0,007388

Spettri elastici allo Stato Limite Collasso

Periodo	Input	Output
0,01	0,234131	0,348122
0,011037	0,234376	0,34866
0,012181	0,234701	0,349295
0,013444	0,235098	0,350103
0,014838	0,235589	0,35111
0,016376	0,236216	0,352367
0,018074	0,237023	0,353934
0,019947	0,238112	0,356094
0,022015	0,239132	0,35802
0,024298	0,240977	0,360894
0,026817	0,24362	0,364935
0,029597	0,247271	0,370302
0,032666	0,253797	0,37802
0,036052	0,265663	0,398233
0,03979	0,291682	0,420382
0,043915	0,309611	0,440193
0,048468	0,336155	0,472353
0,053493	0,349711	0,494133
0,059038	0,356797	0,527493
0,065159	0,415351	0,611699
0,071914	0,4425	0,675109
0,07937	0,467006	0,75821
0,087599	0,480595	0,8585
0,09668	0,478625	0,897076
0,106704	0,473298	0,902576
0,117766	0,47203	0,889699
0,129975	0,470262	0,813699
0,14345	0,503752	0,783312
0,158322	0,529309	0,785316
0,174736	0,525637	0,729849
0,192852	0,492565	0,641854
0,212846	0,519862	0,660125
0,234912	0,561099	0,675972
0,259266	0,553199	0,653016
0,286146	0,480948	0,560164
0,315811	0,487423	0,546474
0,348553	0,430259	0,469958
0,384689	0,42873	0,463748
0,424571	0,394016	0,422305
0,468588	0,325741	0,341948
0,517168	0,309356	0,323435
0,570785	0,277489	0,287999
0,629961	0,226933	0,234499
0,695271	0,220663	0,227566
0,767353	0,206076	0,210948
0,846907	0,210986	0,215334
0,934709	0,179311	0,182473
1,03161	0,156579	0,15893
1,13857	0,139884	0,14146
1,25661	0,125603	0,12713
1,38688	0,104494	0,1058
1,53067	0,093245	0,094343
1,68936	0,080621	0,081318
1,8645	0,07079	0,071535
2,0578	0,060099	0,060662
2,27114	0,051314	0,051711
2,5066	0,045506	0,045787
2,76647	0,03846	0,0386
3,05328	0,03179	0,031904
3,36982	0,025218	0,025313
3,71918	0,021219	0,021327
4,10477	0,016421	0,016493
4,53032	0,010755	0,010853
5	0,007642	0,007718

Dott. Geol. Filippo Pagliuca
Via Castagnola n° 6 03012 Anagni
Tel./Fax 0775728132 - Cell: 3313800353 - e.mail:
filippo.pagliuca@pec.geologilazio.it
f_pagliuca@libero.it

Allegato F

- DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA -



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Sigla Sondaggio	S1	Data Inizio	25/05/2017
Profondità	30 m	Data Fine	26/05/2017

CASSETTE CATALOGATRICI

BOX n° 1 da 00.00 a 05.00 m



BOX n° 2 da 05.00 a 10.00 m





DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Sigla Sondaggio	S1	Data Inizio	25/05/2017
Profondità	30 m	Data Fine	26/05/2017

CASSETTE CATALOGATRICI

BOX n° 3 da 10.00 a 15.00 m



BOX n° 4 da 15.00 a 20.00 m





DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Sigla Sondaggio	S1	Data Inizio	25/05/2017
Profondità	30 m	Data Fine	26/05/2017

CASSETTE CATALOGATRICI

BOX n° 5 da 20.00 a 25.00 m



BOX n° 6 da 25.00 a 30.00 m





DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Sigla Sondaggio	S2	Data Inizio	26/05/2017
Profondità	15 m	Data Fine	26/05/2017

CASSETTE CATALOGATRICI

BOX n° 1 da 00.00 a 05.00 m



BOX n° 2 da 05.00 a 10.00 m





DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Sigla Sondaggio	S2	Data Inizio	26/05/2017
Profondità	15 m	Data Fine	26/05/2017

CASSETTE CATALOGATRICI

BOX n° 3 da 10.00 a 15.00 m





PROVE IN SITO

Dynamic Penetration Super Heavy (DPSH)

DPSH n° 1



DPSH n° 2





PROVE IN SITO

Multi-channel Analysis of Surface Waves

MASW n° 1



MASW n° 2



Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr)

