



COMUNE DI ZAGAROLO

- UFFICIO TECNICO LL.PP. - VI^a AREA -

OGGETTO : RIQUALIFICAZIONE EDILIZIA DELL'ISTITUTO
SECONDARIO DI PRIMO GRADO "A. TIBULLO"
MEDIANTE SOSTITUZIONE DEL BLOCCO AULE
SUD

PROGETTO DEFINITIVO

LOCALITA' : Via Colle dei Frati, 7

Progettista:
Arch. Erasmo Di Girolamo

R.U.P.:
Ing. Cesare Rinaldi

012

RELAZIONE
GEOLOGICA

-

Giugno 2018

1 PREMESSA

La presente relazione geologica, è stata redatta sulla base di prove e considerazioni effettuate nel febbraio 2017, relativamente al “Progetto per la realizzazione di uno spogliatoio e una tettoia a servizio della Scuola Albio Tibullio” sita in Via dei Frati n°7.

Data la recente effettuazione della predetta relazione geologica ed inoltre, la sua vicinanza spaziale al sito di realizzazione dell'intervento oggetto dell'attuale progetto definitivo, si ritiene la totale validità dei parametri e delle considerazioni in essa contenute.

COMUNE DI ZAGAROLO

Progetto per la realizzazione di uno spogliatoio e una tettoia a servizio della Scuola Albio Tubullio sita in Via dei Frati n° 7.

INDAGINE GEOLOGICA

Il Committente: Ing. Emanuele Finotto

Il Geologo
Dott. Leonardo Romboli



Febbraio 2017

1. PREMESSA	3
2 - PARAMETRI RILEVATI.....	4
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE	4
3.1 - Cenni geomorfologici.....	4
3.2 Cenni geolitologici.....	6
3.3 Cenni idrogeologici	6
4. GEOLOGIA DI DETTAGLIO DELL'AREA.....	6
4.1 Caratteristiche geomorfologiche e litologiche	6
4.2 Caratteristiche idrogeologiche.....	7
1 <i>Circolazione superficiale</i>	7
2 <i>Circolazione sotterranea</i>	7
5. INDAGINI ESEGUITE	7
5.1 Prove penetrometriche	7
5.2 Sondaggi	7
5.3 Indagini geofisiche	7
5.3.1. MASW	7
Risultati	8
5.3.2 HVSR.....	15
HVSR	15
5.4 Down Hole.....	18
6. MODELLO GEOTECNICO	23
6.1 Caratteristiche fondazionali	23
7 – SISMICITA' DELL'AREA	24
7.1 RISPOSTA SISMICA LOCALE	26
8. VERIFICA LIQUEFAZIONE	44
9. CONCLUSIONI.....	44

1. PREMESSA

Per conto dell'Ingegnere Emanuele Finotto è stato eseguito uno studio geologico tecnico per la scuola media Albio Tubullio sita in Via dei Frati n° 7, nel comune di Zagarolo.

Lo studio si è reso necessario per verificare la fattibilità dell'opera nei confronti della geomorfologia locale, determinare la risposta sismica locale e le caratteristiche fisico meccaniche del suolo di fondazione, così come previsto dalla seguente normativa di riferimento.

- Legge n° 64 del 2.2.74
- Decreto Ministeriale dell'11.3.1988
- Decreto Ministeriale 14.01.2008
- Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
- Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni". di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- Circolare 2 febbraio 2009. Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007
- Delibera di giunta regionale Lazio n. 835 del 03.11.2009
- Delibera di giunta regionale Lazio n. 10 del 13.01.2012
- Delibera di giunta regionale Lazio n. 375 del 05.7.2016

Gli elaborati sono stati redatti ai sensi dell'art. 41 del D.P.R. 328/01

La struttura in progetto appartiene alla "Classe d'uso III" e rientra fra i **Progetti a controllo obbligatorio strutture per l'istruzione** (Art. 5 – h. DGR 375/2016). La UAS è la **2B**, per cui il livello di vulnerabilità dell'Opera è: **Alto**.

LIVELLO DI VULNERABILITA' DELL'OPERA

	zona sismica 1	zona sismica 2a	zona sismica 2b	zona sismica 3a	zona sismica 3b
ASSEVERAZIONI	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BASSO	BASSO
PROGETTI A SORTEGGIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BASSO	BASSO
PROGETTI A CONTROLLO OBBLIGATORIO (classe d'uso II; classe d'uso III, escluse le strutture per l'istruzione - DGRL n. 489/2012)	ALTO	MEDIO	MEDIO	BASSO	BASSO
PROGETTI A CONTROLLO OBBLIGATORIO (classe d'uso III - strutture per l'istruzione; classe d'uso IV e opere pubbliche)	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO

Il lavoro è stato così condotto:

- Analisi della cartografia e bibliografia geologica esistente:
 - Rilievo geomorfologico di superficie
 - Acquisizione dati, dalle indagini fino ad oggi eseguite nell'area
 - Vista la geomorfologia dell'area e le caratteristiche della struttura in progetto, per la definizione del modello geofisico del suolo, sono state eseguite le prove minime previste dal DGR 375/2016 su terra:
- N° 2 sondaggi a carotaggio continuo di cui n° 1 allestito Down Hole, l'altro con SPT in foro
 - N° 3 prova penetrometrica dinamica pesante DPSH
 - N° 2 indagini sismiche MASW
 - N° 1 misura di rumore HVSR
 - N° 1 campione e prova di laboratorio per la caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni di fondazione
 - N°1 prova geofisica diretta in foro down hole
 - Risposta sismica locale

2 - PARAMETRI RILEVATI

L'indagine geologica è stata finalizzata alla conoscenza di tutti i fattori geomorfologici presenti nell'area, in particolare sono stati evidenziati i seguenti parametri:

- Geolitologia, stratigrafia, tettonica
- Geomorfologia e caratteristiche di stabilità
- Idrogeologia ed andamenti freatici
- Rischio sismico dell'area
- Geotecnica e caratteristiche fondazionali

i dati rilevati sono stati tradotti in cartografie e grafici, che fanno parte integrante del presente lavoro.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

3.1 - Cenni geomorfologici

L'area in studio è ubicata sulle prime pendici nord ovest del Vulcano Laziale, che si affacciano sulla Campagna Romana, la sua storia geologica è caratterizzata da una intensa attività tettonica, cominciata fin dal Giurassico medio, quando si cominciano a distinguere facies differenti.

Nella porzione orientale si instaura un ambiente di mare sottile di piattaforma carbonatica con deposito di migliaia di metri di dolomie e calcari che si protrarrà fino al Miocene; in quella occidentale si sviluppa un ambiente marino più profondo con sedimentazione di facies calcaree e marnose di tipo pelagico.

Nel Miocene inizia, con l'orogenesi appenninica, uno smembramento tettonico dell'area laziale e si mettono in posto forti spessori di materiali flyschoidi (marne ed arenarie).

L'orogenesi appenninica presenta una certa continuità ed è suddivisa in diverse fasi compressive e distensive di varia intensità, durante le quali mutano tutti i rapporti geometrici originali, che portano alla creazione della catena appenninica.

Dopo l'ultima fase tettonica compressiva, sviluppatasi nel Pliocene inferiore, si assiste lungo il margine tirrenico ad una fase tettonica distensiva che determina il formarsi di un vasto bacino che si colma di sedimenti prevalentemente marini.

A seguito di questo processo distensivo, in un periodo compreso tra 2 e 1 milione di anni or sono inizia nel Lazio un'intensa attività vulcanica che si manifesta nei centri eruttivi delle isole Ponziane, nei Monti Cimini e Vulsini e nei centri Cerite e Tolfetano.

Il sollevamento finale dell'Appennino, ancora in corso, è concomitante con un sollevamento generale dell'area laziale che fa emergere i sedimenti marini del Pliocene e del Pleistocene inferiore che subiscono una forte erosione.

Dopo una lunga fase glaciale (emersione - avanzamento della linea di costa - periodo erosivo), circa 750.000 anni fa con l'interglaciale (immersione - arretramento della linea di costa - periodo deposizionale) si instaura su gran parte del territorio un ambiente di tipo continentale con deposito di sedimenti argillosi, sabbiosi e ghiaiosi, che ricoprono i sottostanti orizzonti marini del Plio-Pleistocene.

A tale serie sedimentaria continentale di colmamento viene dato il nome di Unità del Paleotevere o di Ponte Galeria.

A questo periodo seguono altre glaciazioni e periodi interglaciali, con variazioni del livello del mare e colmamenti delle zone precedentemente incise.

Il nuovo ciclo glaciale vede, a nord e a sud della città di Roma, la comparsa di due distretti vulcanici che manifestano la loro attività quasi contemporaneamente: a nord l'Apparato Sabatino che precede di poco quello dei Colli Albani a sud.

I materiali dei due apparati ricoprono migliaia di km² di territorio, con spessori variabili da pochi decimetri alle decine di metri e, in alcuni casi, alle centinaia di metri.

Questo tipo di vulcanesimo ha dato luogo a vari tipi di depositi: piroclastiti di ricaduta, colate piroclastiche, colate di tipo idromagmatico e colate laviche.

A sud e ad est di Roma si hanno prevalentemente i prodotti dei Colli Albani, mentre a nord e a ovest quelli dei numerosi centri eruttivi dei Sabatini (Baccano, Bracciano, Sacrofano, Trevignano e molti altri).

Il Vulcano dei Colli Albani si è impostato al di sopra di un substrato sedimentario costituito da unità delle successioni pelagiche mesozoiche con testimonianze di una transizione esterna. Per questo motivo è possibile affermare che l'apparato vulcanico dei Colli Albani si è sviluppato in una zona, particolarmente tettonizzata e ribassata rispetto alle aree circostanti, che ha facilitato la risalita delle masse magmatiche per mezzo delle numerose linee di debolezza.

Il Vulcano Laziale ha, con molta probabilità, iniziato la sua attività contemporaneamente agli altri distretti alcalino-potassici, anche se la prima data radiometrica disponibile è di circa 530.000 anni e si riferisce alla prima grande unità esplosiva in colata piroclastica emessa dal primordiale apparato centrale Tuscolano-Artemisio.

Per semplicità l'attività del Vulcano Laziale viene suddivisa in tre fasi principali:

- attività Tuscolano-Artemisio (600.000-360.000 anni fa) che termina con il collasso della parte sommitale del cono, accompagnato da un ingente lancio di scorie e lapilli con effusioni laviche, causato dalla colata piroclastica di due unità note in letteratura quali il "tufo litoide" e il "tufo di Villa Senni".

- attività dei Campi di Annibale (300.000-200.000 anni fa) che, in seguito ad un

periodo di stasi, riprende all'interno dell'area collassata. Questa fase ha avuto un'importanza sicuramente subordinata rispetto alla precedente, infatti il volume di materiale eruttato è di circa 100 volte inferiore.

- attività idromagmatica (200.000-20.000 anni fa) in cui si sono verificate eruzioni dai crateri eccentrici con emissione di materiali di natura tufacea contenenti blocchi di lave, di altri tufi e di rocce sedimentarie.

Un sollevamento generale dell'area precede l'ultimo glaciale, che è il responsabile dell'assetto morfologico del territorio così come noi lo osserviamo abitualmente.

Circa 120.000 anni or sono inizia l'ultimo glaciale che, come i precedenti che hanno caratterizzato tutto il Pleistocene, provoca una discesa progressiva e lenta del livello marino che raggiunge un minimo, circa 15-18.000 anni or sono, di circa -120 m rispetto al livello attuale.

Successivamente, il livello marino risale rapidamente (in termini geologici) fino a raggiungere una quota prossima a quella attuale circa 5000-7000 anni fa.

Questa imponente discesa del livello del mare e la successiva risalita, che ha portato al colmamento delle valli erose durante la fase regressiva, sono la causa principale della forma della costa, della piana e del corso del Tevere e di quella degli altri fiumi e torrenti ad esso affluenti, nonché del paesaggio collinare della campagna romana.

3.2 Cenni geolitologici

L'area è caratterizzata dalla presenza dei terreni vulcanici derivanti dall'attività dell'Apparato Vulcanico dei Colli Albani. La serie vulcanica, durante l'ultimo periodo glaciale è stata profondamente incisa dal Tevere e dai torrenti principali. Successivamente, nell'interglaciale, queste incisioni sono state parzialmente colmate da alluvioni recenti.

Al di sopra di questi terreni possono essere presenti localmente terreni di riporto, recenti od antichi, spesso derivanti dal riempimento di depressioni, artificiali o naturali.

Al di sotto della serie vulcanica è presente un substrato sedimentario antico caratterizzato da terreni alluvionali o fluvio-lacustri, costituiti da ghiaie, sabbie, limi e argille (Formazione del Paleotevere) che presenta alla base i livelli argillosi marini del Plio-Pleistocene, che sono stati rinvenuti tramite perforazioni su tutta l'area.

3.3 Cenni idrogeologici

Il sistema idrogeologico sotterraneo è caratterizzato dall'area extracalderica, costituita da alternanze di prodotti vulcanici a permeabilità da bassa ad elevata, che ospitano un acquifero stratificato con drenaggio prevalentemente radiale.

I terreni affioranti nell'area presentano in genere una elevata trasmissività infatti, come è visibile dalla carta allegata, sono costituiti da:

- piroclastiti con permeabilità media

4. GEOLOGIA DI DETTAGLIO DELL'AREA

4.1 Caratteristiche geomorfologiche e litologiche

Più in particolare l'area interessata al progetto, è ubicata su di un colle piroclastico in Via dei Frati all'interno della scuola media statale Albio Tubullio.

L'intervento è ubicato sul tratto leggermente in pendenza alla quota di 310 metri circa s.l.m.; non si evidenzia nelle immediate vicinanze alcun fenomeno di disequilibrio che possa in qualche modo interessare l'area in oggetto.

I terreni affioranti sono cineriti limo-sabbiose pedogenizzate.

4.2 Caratteristiche idrogeologiche

1 Circolazione superficiale

E' caratterizzata da un ruscellamento regimentato dagli interventi di urbanizzazione presenti.

2 Circolazione sotterranea

Le vulcaniti hanno diverso grado di permeabilità, le cineriti molto basso, mentre le piroclastiti pozzolaniche e tufitiche presentano una infiltrazione efficace media intorno a 100-200 mm/anno; quindi al contatto fra livelli a diversa permeabilità si sono formate falde, sempre di modesta entità, falde di una certa importanza sono impostate a 150 metri dal p.d.c.

5. INDAGINI ESEGUITE

Per determinare la stratigrafia e le caratteristiche fisiche e sismiche del suolo di fondazione sono stati effettuate: prove penetrometriche, sondaggio e indagini geofisiche.

5.1 Prove penetrometriche

Sono state eseguite n°3 prove penetrometriche dinamiche ubicate come in planimetria allegata.

L'attrezzatura usata è un penetrometro dinamico pesante DPSH Penni 63, ha un maglio da 63,5 Kg con volata di 75 cm, diametro punta 5,08 cm.

Il numero dei colpi N per ogni 20 cm di avanzamento delle aste è stato riportato sul relativo istogramma.

5.2 Sondaggi

E' stato eseguito un sondaggio a carotaggio continuo spinto alla profondità di 30 metri dal p.d.c. ed è stato attrezzato a Down Hole.

Un altro sondaggio a carotaggio continuo spinto a 10 metri dal pdc con SPT in foro di sondaggio

5.3 Indagini geofisiche

5.3.1. MASW

E' stata eseguita un'indagine geofisica tramite n°2 stendimenti col metodo MASW, a copertura dell'area interessata.

Lo scopo dell'indagine è quello di valutare la velocità di propagazione delle onde sismiche longitudinali e trasversali dei terreni, ricavare il parametro Vs30 ed il bedrock sismico.

La strumentazione utilizzata è costituita da un sismografo multicanale M.A.E. Sysmatrack, avente le seguenti caratteristiche tecniche :

- capacità di campionamento dei segnali tra 0.002 e 0.00005 sec;
- sistema di comunicazione e di trasmissione del “tempo zero” (time break)
- filtri High Pass e Band Reject
- “Automatic Gain Control”
- convertitore A/D a 24 bit
- 24 geofoni verticali di 4.5 Hz;
- massa battente pesante di 8 Kg.

Configurazione geometrica utilizzata

- N° geofoni utilizzati 24
- Interdistanza geofonica 1 metro
- N° battute 4

Elaborazione dati

E' stato utilizzato software “Easy MASW” della GEOSTRU.

La procedura MASW può essere sintetizzata in tre stadi distinti:

1. acquisizione dei dati di campo;
2. estrazione della curva di dispersione;
3. inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs che descrive la variazione di Vs con la profondità.

Risultati

Nelle tabelle che seguono, sono riportati i risultati delle prove MASW eseguite.

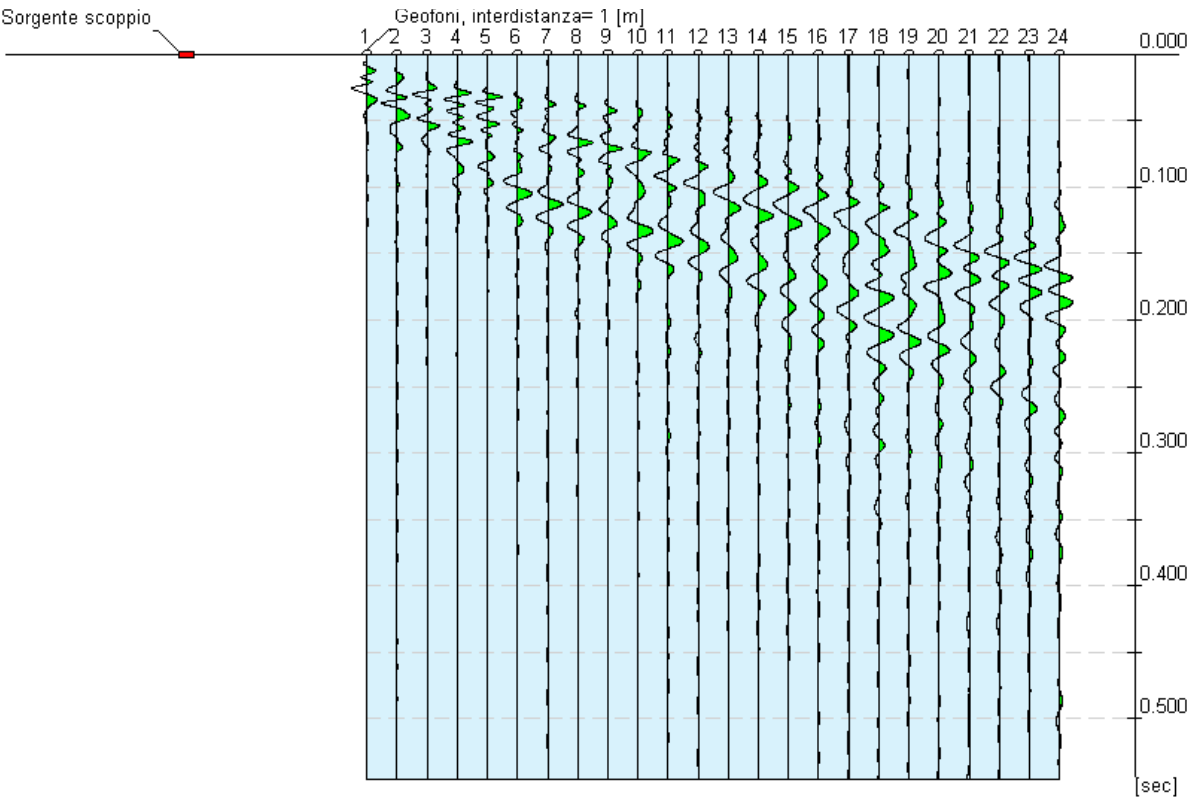
Il valore del parametro Vs30 è stato calcolato utilizzando la stratigrafia Vs e la formula:

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

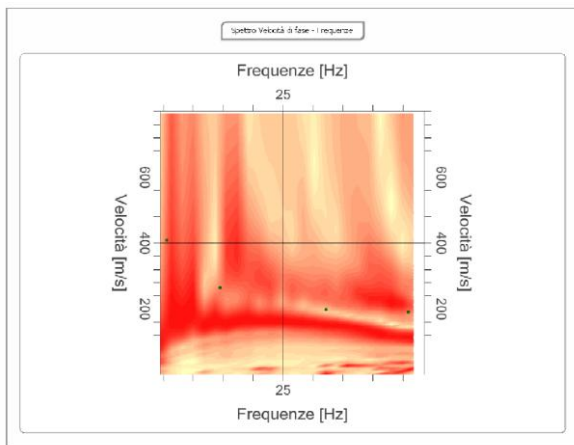
dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i – esimo, per un total e di N strati presenti nei 30 m superiori.

N. tracce	24		
Durata acquisizione [msec]	516.0	Frequenza minima di elaborazione [Hz]	5
Interdistanza geofoni [m]	1.0	Frequenza massima di elaborazione [Hz]	50
Periodo di campionamento [msec]	0.133	Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
		Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
		Intervallo velocità [m/sec]	1

MASW 1

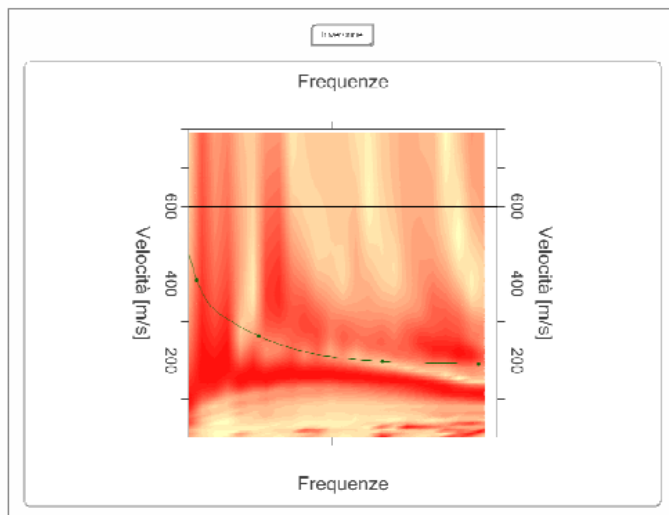


Curva di dispersione

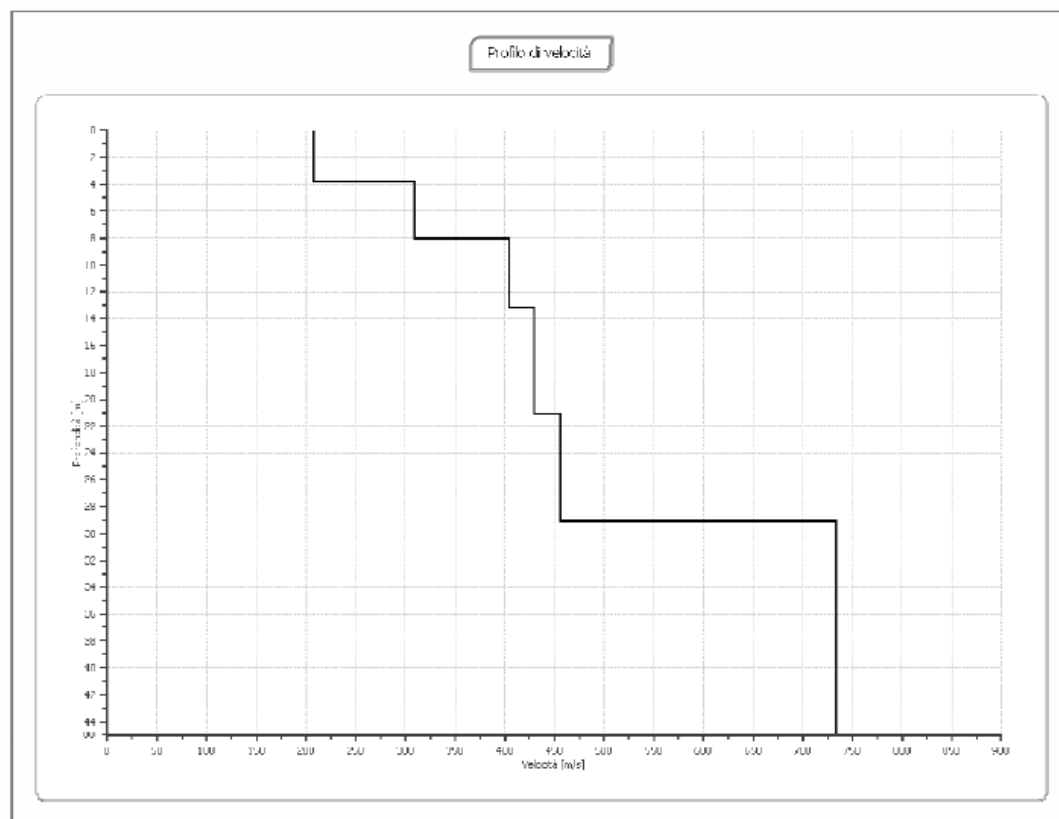


n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]
1	5.7	408.8
2	14.5	236.5
3	32.2	197.4
4	45.9	190.8

Inversione

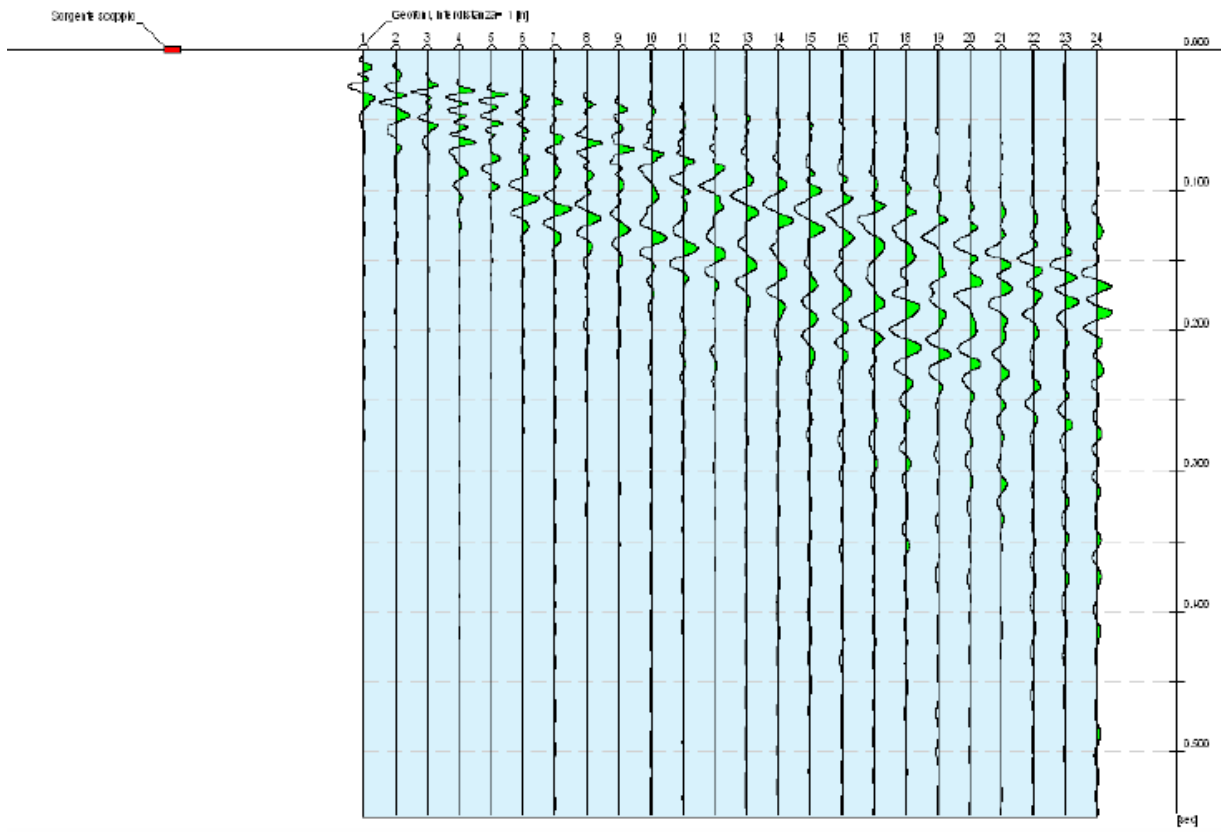


n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	3.78	3.78	338.9	207.5
2	8.06	4.29	504.4	308.9
3	13.14	5.08	659.4	403.8
4	21.12	7.98	700.7	429.1
5	29.12	8.00	744.3	455.8
6	∞	∞	1196.8	732.9

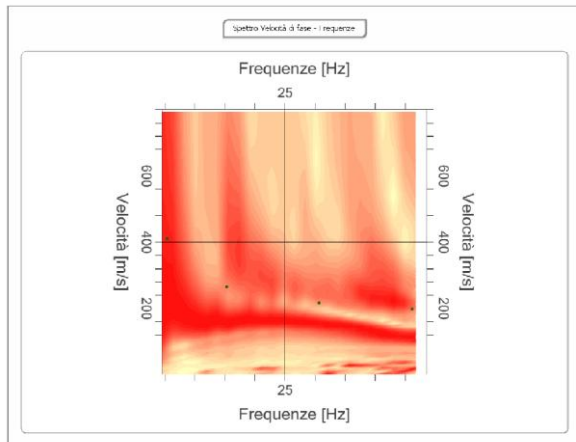


Vs30 [m/sec]	365.90
Categoria del suolo	B

MASW 2

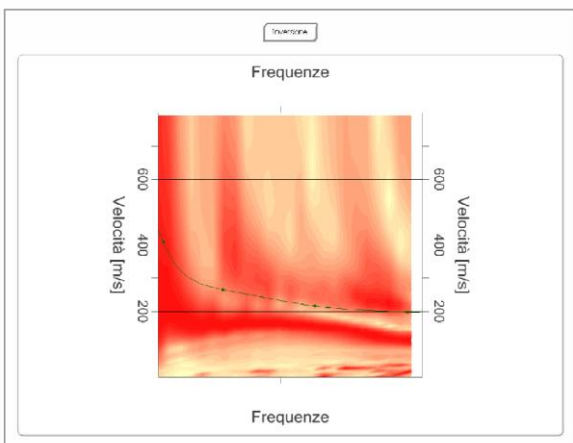


Curva di dispersione

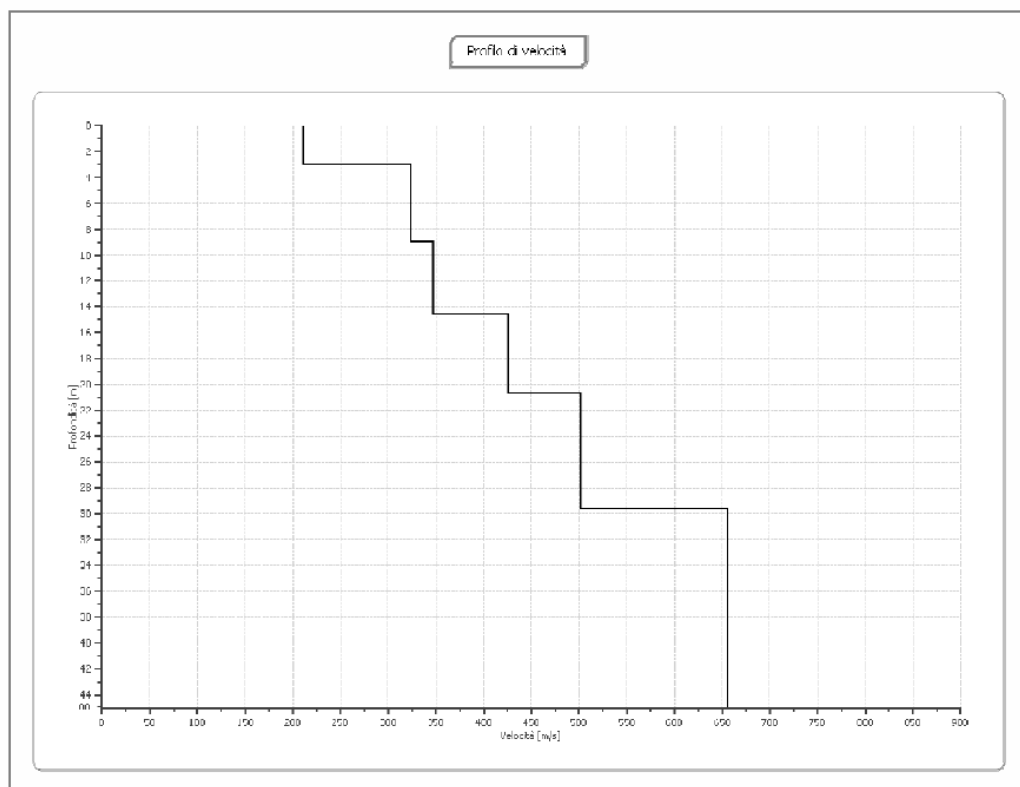


n	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]
1	5.4	410.4
2	15.3	265.1
3	30.7	215.6
4	46.2	197.4

Inversione



n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1	3.05	3.05	344.4	210.9
2	9.02	5.97	528.0	323.3
3	14.62	5.60	566.6	347.0
4	20.74	6.12	695.6	425.9
5	29.68	8.94	819.2	501.7
6	∞	∞	1070.2	655.4



Vs30 [m/sec]	382.10
Categoria del suolo	B

5.3.2 HVSR

Misura della frequenza naturale del sito con tecnica passiva.

E' stata utilizzata la seguente strumentazione:

Strumentazione della M.A.E. Sensore triassiale S3S2 frequenza 2Hz, accoppiato a sismografo Sysmatrack, elaborazione dati tramite software Easy HVSR della GeoStru.

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione viene effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME.

HVSR

Posizione: scuola media

Operatore: Savo

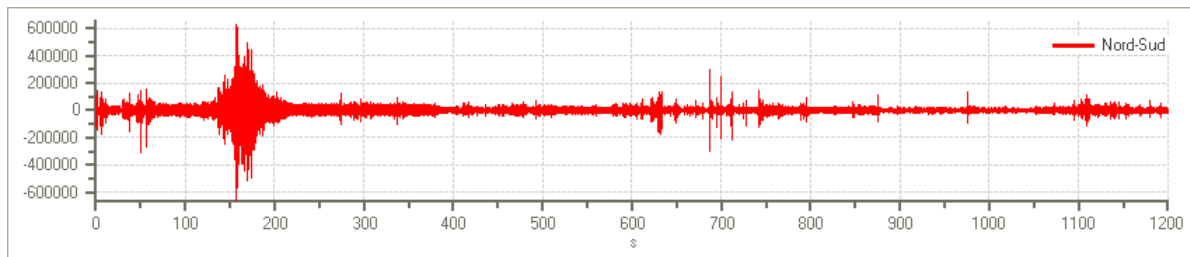
Responsabile: Romboli

Tracce in input

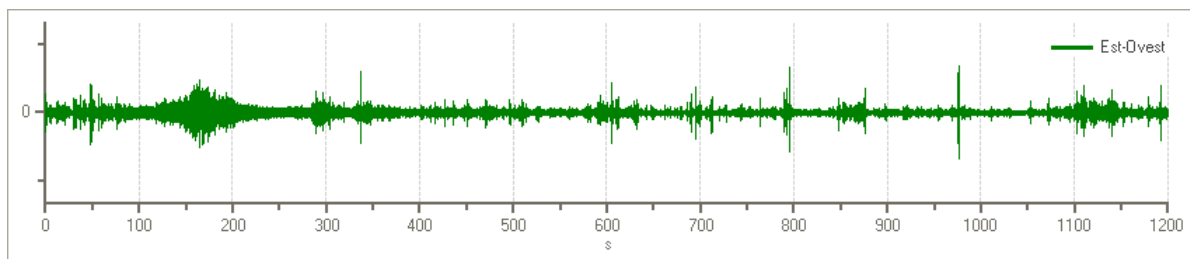
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1200 s
Frequenza di campionamento:	250.00 Hz
Numero campioni:	300000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

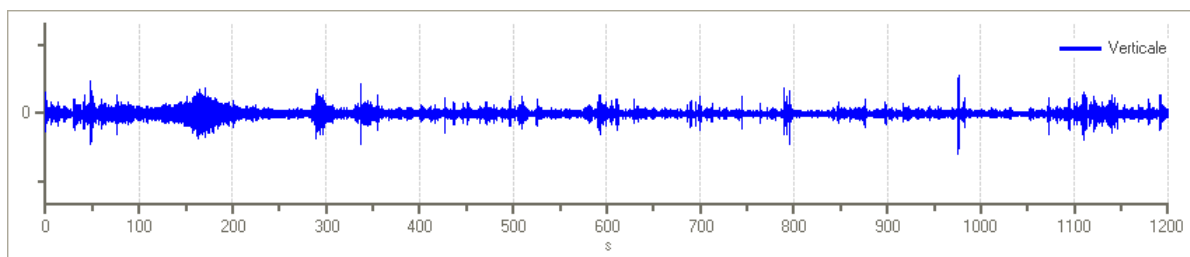
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



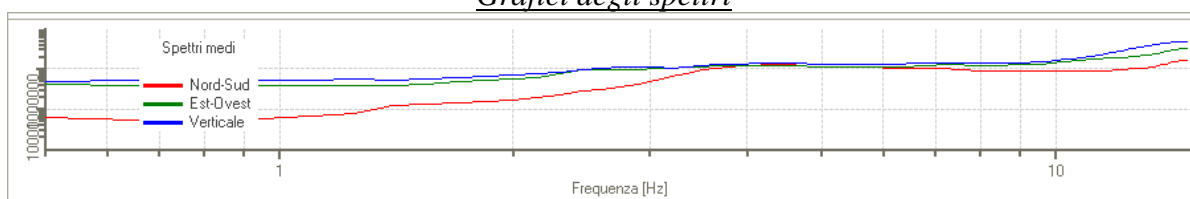
Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

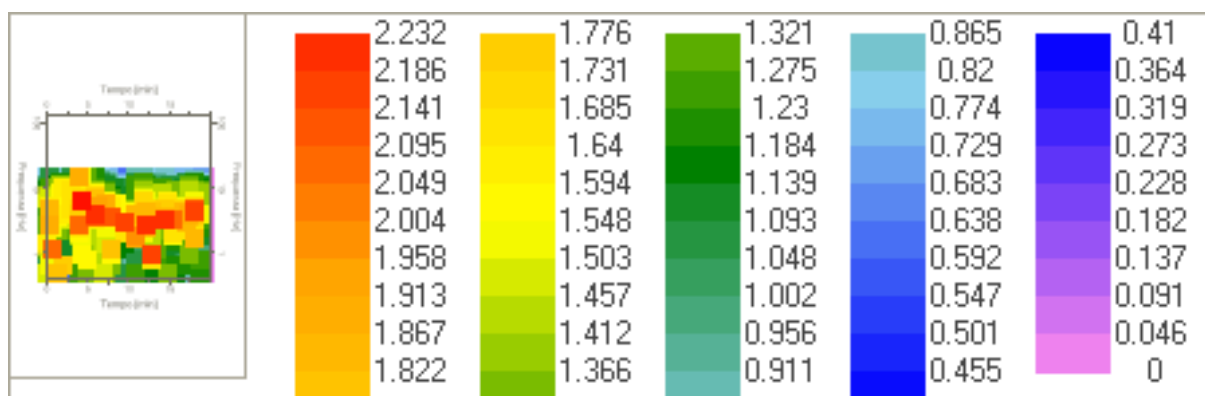
Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 49
 Numero finestre incluse nel calcolo: 37
 Dimensione temporale finestre: 20.000 s
 Tipo di liscio: Konno & Ohmachi
 Percentuale di liscio: 10.00 %
 Coefficiente di banda: 40.00

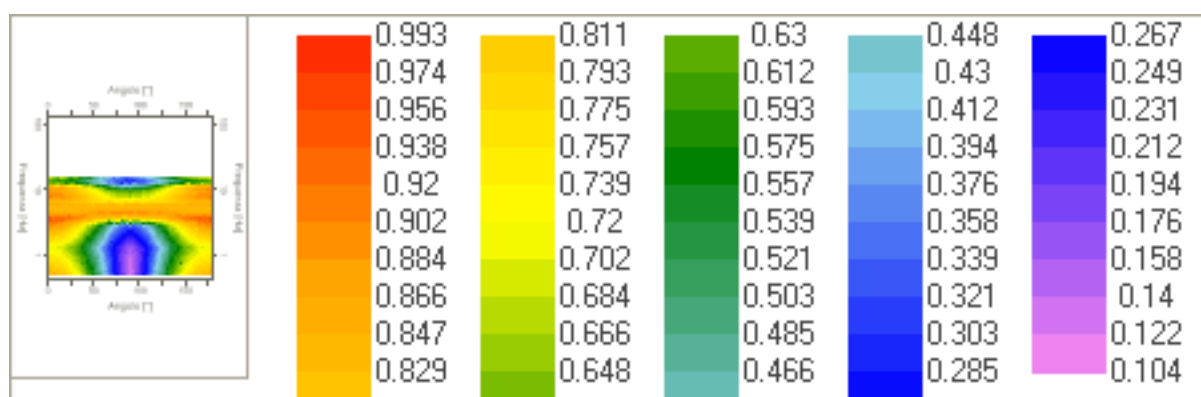
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

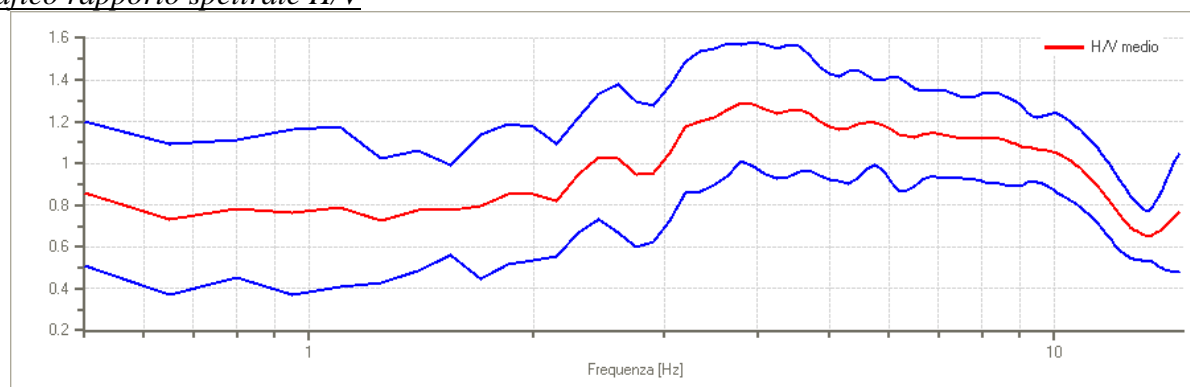
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 15.00 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz
 Tipo lisciamento: Konno & Ohmachi
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media geometrica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: **3.80 Hz \pm 0.22 Hz**

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica

$f_0 > 10/l_w$
 $n_c(f_0) > 200$

Esito

Ok
 Ok

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

5.4 Down Hole

Si tratta di una prospezione sismica in foro, che tramite la misurazione del tempo di percorso delle onde P e S nel tragitto fra la sorgente sismica in superficie e il ricevitore all'interno del foro di sondaggio, consente di caratterizzare sismicamente e dal punto di vista geotecnico (proprietà elastiche) i diversi livelli stratigrafici.

L'equipaggiamento utilizzato è costituito da:

- Sorgente meccanica di energizzazione
- Geofono sensore foro 3D della M.A.E. con frequenza di 4.5 Hz
 - Componente verticale n.1 (S3)
 - Componente orizzontale n.4 (S5)
 - Sfasamento delle componenti orizzontali: 90 gradi (S3)
 - Sfasamento delle componenti orizzontali: 45 gradi (S5)
 - Bloccaggio ad aria compressa 1,5 bar con pompa in dotazione
 - Contenitore inox diametro: 50 mm
 - Lunghezza: 300 mm
 - Cavo in dotazione: 60 mt
- Sismografo multicanale M.A.E. Sysmatrack

Down Hole

La misura dei tempi di arrivo delle onde sismiche è stata effettuata ogni metro di profondità.

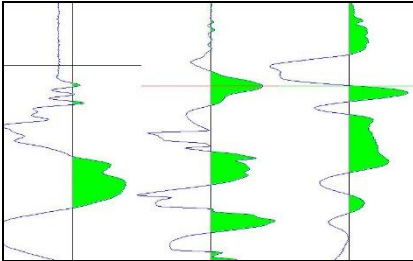
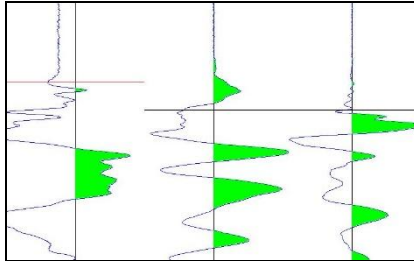
L'elaborazione dei dati è stata effettuata con programma PS LAB della MAE.

REPORT ANALISI DOWN-HOLE

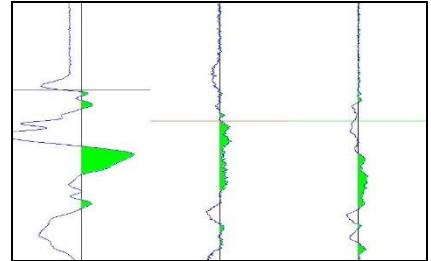
mt	tp	ts	tp c.	ts c.
1,00 mt	6,00 ms	11,20 ms	4,24 mt	7,92 mt
2,00 mt	10,27 ms	17,33 ms	9,19 mt	15,50 mt
3,00 mt	12,13 ms	20,13 ms	11,51 mt	19,10 mt
4,00 mt	10,80 ms	21,07 ms	10,48 mt	20,44 mt
5,00 mt	12,00 ms	23,87 ms	11,77 mt	23,41 mt
6,00 mt	16,53 ms	26,67 ms	16,31 mt	26,31 mt
7,00 mt	20,53 ms	28,80 ms	20,32 mt	28,51 mt
8,00 mt	22,80 ms	30,00 ms	22,62 mt	29,77 mt
9,00 mt	23,20 ms	28,13 ms	23,06 mt	27,96 mt
10,00 mt	26,40 ms	29,87 ms	26,27 mt	29,72 mt
11,00 mt	28,27 ms	31,07 ms	28,15 mt	30,94 mt
12,00 mt	30,67 ms	33,87 ms	30,56 mt	33,75 mt
13,00 mt	32,27 ms	34,93 ms	32,17 mt	34,83 mt
14,00 mt	32,27 ms	34,80 ms	32,19 mt	34,71 mt
15,00 mt	33,60 ms	38,40 ms	33,53 mt	38,31 mt
16,00 mt	33,20 ms	39,07 ms	33,14 mt	38,99 mt
17,00 mt	33,87 ms	42,40 ms	33,81 mt	42,33 mt
18,00 mt	34,80 ms	45,60 ms	34,75 mt	45,53 mt
19,00 mt	34,27 ms	49,07 ms	34,22 mt	49,00 mt
20,00 mt	36,53 ms	51,73 ms	36,48 mt	51,67 mt
21,00 mt	35,87 ms	55,33 ms	35,83 mt	55,27 mt
22,00 mt	35,60 ms	48,27 ms	35,56 mt	48,22 mt
23,00 mt	37,20 ms	48,80 ms	37,16 mt	48,75 mt
24,00 mt	36,40 ms	48,13 ms	36,37 mt	48,09 mt
25,00 mt	37,47 ms	51,87 ms	37,44 mt	51,83 mt
26,00 mt	38,67 ms	51,33 ms	38,64 mt	51,29 mt
27,00 mt	38,80 ms	51,60 ms	38,77 mt	51,56 mt
28,00 mt	40,13 ms	57,60 ms	40,10 mt	57,56 mt
29,00 mt	40,00 ms	59,20 ms	39,98 mt	59,16 mt
30,00 mt	44,40 ms	66,53 ms	44,38 mt	66,50 mt

Sismogrammi

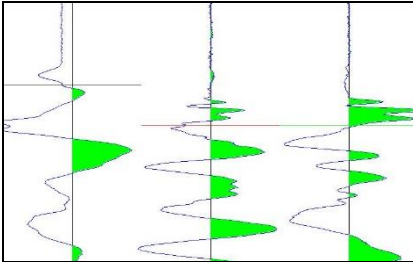
Misura : 1 m

**Misura : 2 m**

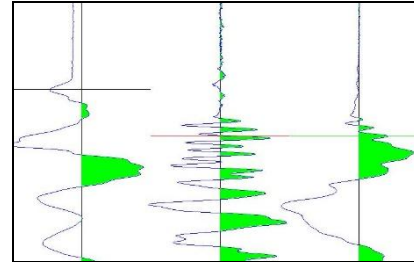
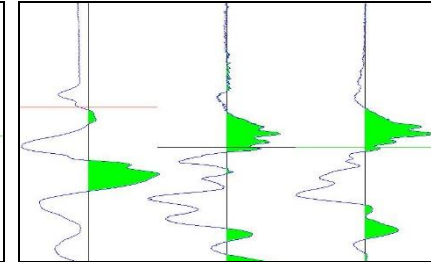
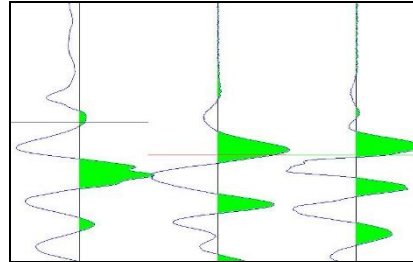
Misura : 3 m



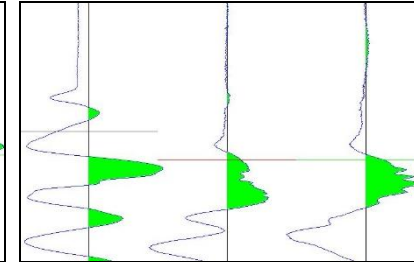
Misura : 4 m



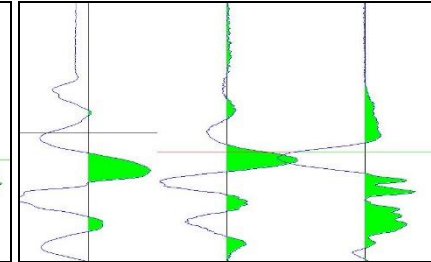
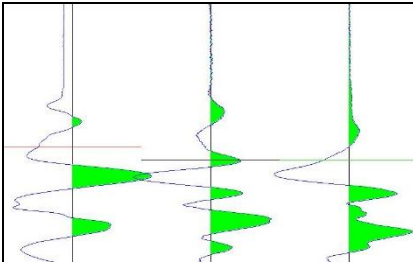
Misura : 5 m

**Misura : 6 m****Misura : 7 m**

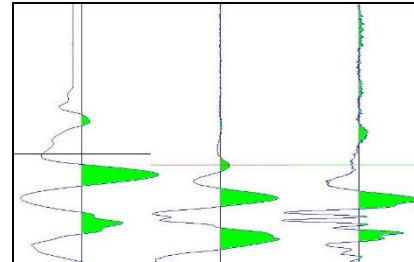
Misura : 8 m



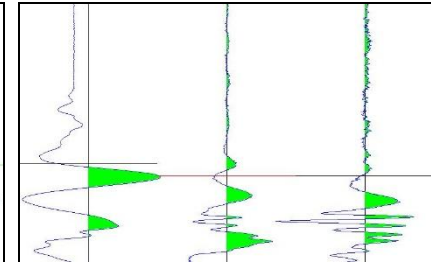
Misura : 9 m

**Misura : 10 m**

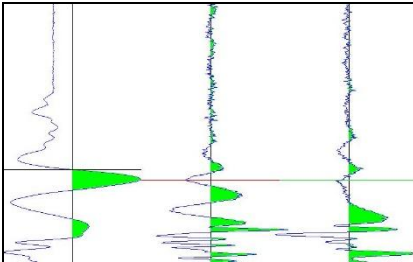
Misura : 11 m



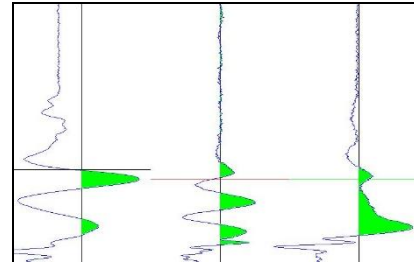
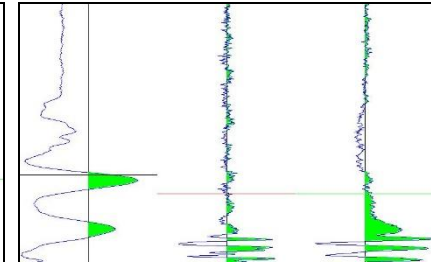
Misura : 12 m



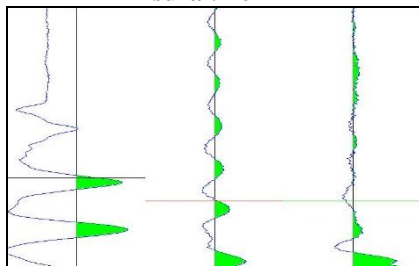
Misura : 13 m



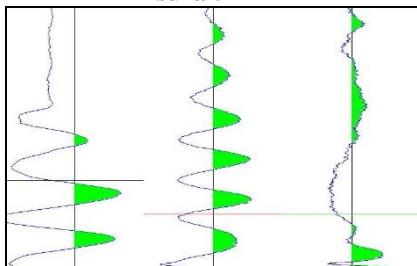
Misura : 14 m

**Misura : 15 m**

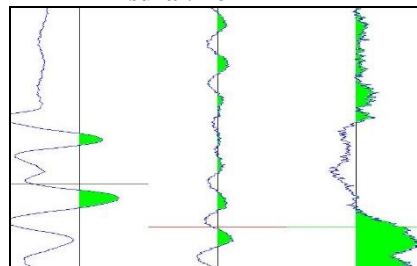
Misura : 16 m



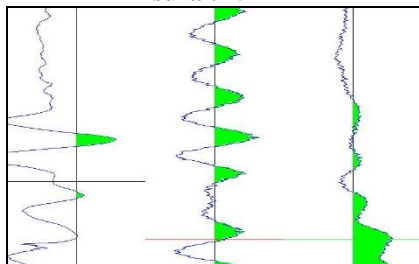
Misura : 17 m



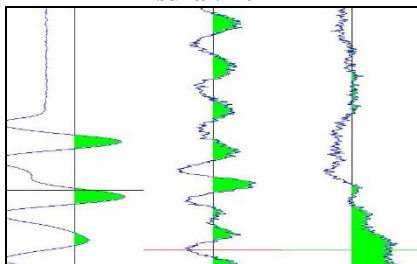
Misura : 18 m



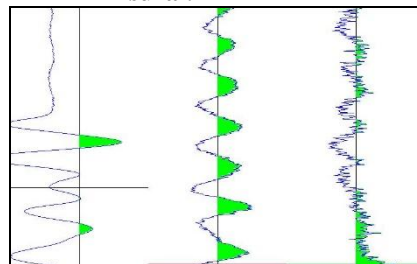
Misura : 19 m



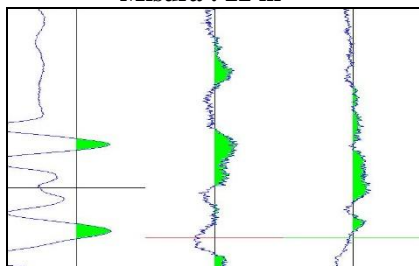
Misura : 20 m



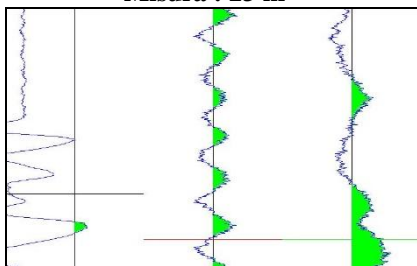
Misura : 21 m



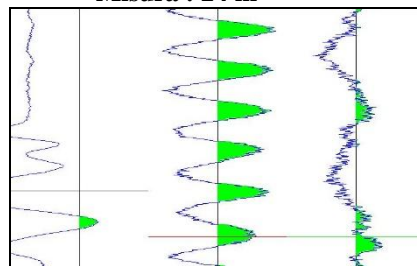
Misura : 22 m



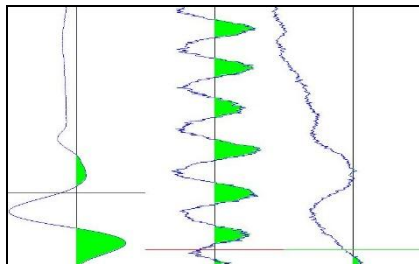
Misura : 23 m



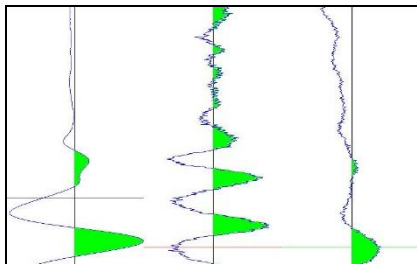
Misura : 24 m



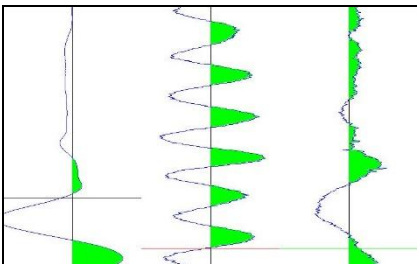
Misura : 25 m



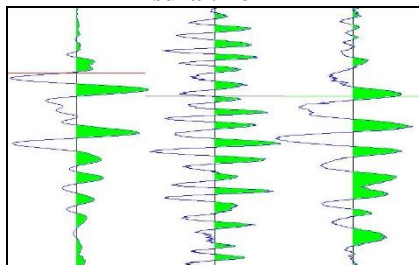
Misura : 26 m



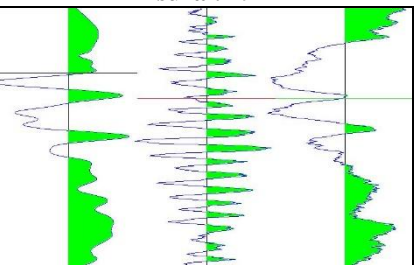
Misura : 27 m



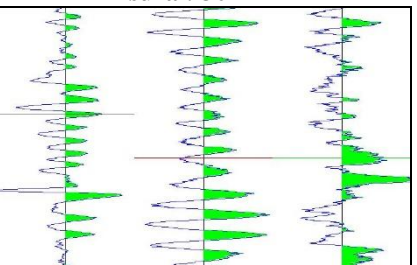
Misura : 28 m

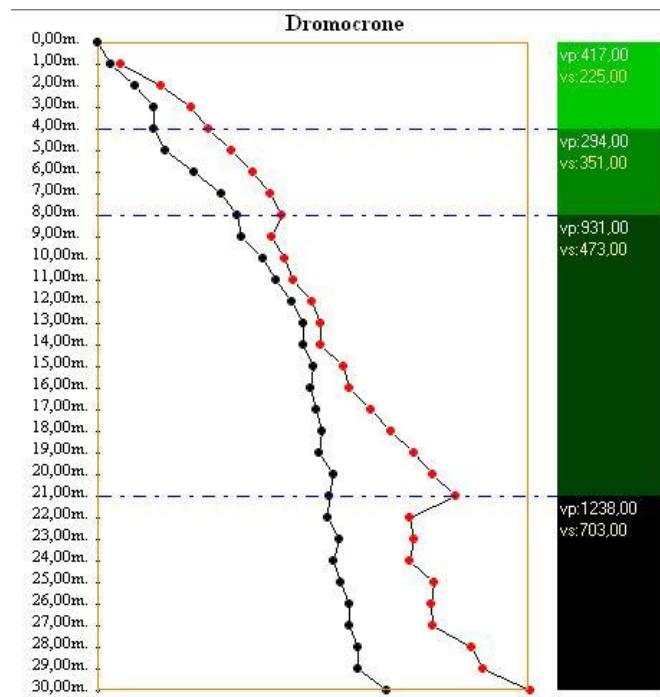


Misura : 29 m



Misura : 30 m





6. MODELLO GEOTECNICO

Dalle indagini eseguite è stato possibile elaborare il seguente modello geotecnico:

	Unità a	Unità b	Unità c	Unità d
Definizione	Colluvioni cineritiche limo sabbiose, debolmente argillose	Piroclastiti sabbiose, addensate, sabbie pozzolanace	Pozzolane molto addensate	Tufi litoidi
Spessore [m]	4	5	11	>20
Nspt	4	14	18	Rif.
Rd [daN/cm ²]	18	35	44	180
γ [daN/m ³]	1629	1700	1920	2100
γ_s [daN/m ³]	1600	1680	1710	1800
γ_{sat} [daN/m ³]	1720	1750	1920	1980
W %	36,82	31	24	27
ϕ	19,5°	28°	30°	40°
Coes. dren. C' [daN/cm ²]	0.26	0.02	0.15	-
Coes. non dren. Cu [daN/cm ²]	0.4	0.1	1.8	-
E [daN/cm ²]	120	270	350	650
G [daN/cm ²]	117	130	600	1200
E _{ed} [daN/cm ²]	48	64	-	-

6.1 Caratteristiche fondazionali

Per il calcolo delle fondazioni si potranno utilizzare i parametri geomeccanici sopra elencati

7 – SISMICITA' DELL'AREA

Per la classificazione sismica (O.P.C.M. n° 3274/2003 aggiornata con l'OPCM 3519/06) il territorio nazionale è stato suddiviso in zone sismiche, ciascuna contrassegnata dal parametro di accelerazione orizzontale massima al suolo (a_g).

ZONA SISMICA	SOTTOZONA SISMICA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI (a_g)
1		$0.25 \leq a_g < 0,278g$ (<i>val. Max per il Lazio</i>)
2	A	$0.20 \leq a_g < 0.25$
	B	$0.15 \leq a_g < 0.20$
3	A	$0.10 \leq a_g < 0.15$
	B	(<i>val. min.</i>) $0.062 \leq a_g < 0.10$

Il valore di a_g , espresso come frazione dell'accelerazione di gravità g , per il Comune di Zagarolo è pari a $0.15 \leq a_g < 0.20$, poiché fa parte della UAS 2B .

Ai sensi del DM 14/01/2008 “Nuove norme tecniche per le costruzioni” per ciascun progetto va indicata:

la vita nominale V_N (Tab. 2.41. NTC) e la classe d'uso col relativo coefficiente C_U a cui corrisponde un periodo di riferimento V_R (Tab. C.2.4.1 NTC).

Nel nostro caso per la struttura in progetto si ha:

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (V_N): 50 [anni]

Classe d'uso: III

Coefficiente d'uso (C_U): 1,5

Periodo di riferimento (V_R): 75 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 45 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 75 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 712 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 1462 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 41,8318800 [°]

Longitudine (WGS84): 12,8350800 [°]

Latitudine (ED50): 41,8328700 [°]

Longitudine (ED50): 12,8360000 [°]

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

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	28739	41,832940	12,819180	1393,68
2	28740	41,833310	12,886280	4165,88
3	28962	41,783320	12,886760	6932,61
4	28961	41,782940	12,819700	5714,46

Parametri di pericolosità sismica per Tr diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	45	0,070	2,425	0,269
SLD	75	0,087	2,436	0,277
SLV	712	0,194	2,501	0,289
SLC	1462	0,232	2,502	0,299

7.1 RISPOSTA SISMICA LOCALE

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Trattandosi di una struttura appartenente ad un edificio scolastico, in classe d'uso III, non può essere utilizzato il metodo semplificato, ma va calcolata la RSL:

E' stato utilizzato software RSL della GeoStru; la procedura di calcolo adoperata ha avuto come base di partenza gli Accelerogrammi Regionali della UAS ZAGAROLO:

1258114-000_A
1258114-000_E
1258114-000_D
1258114-000_C
1258114-000_B

In comparazione con le indagini simiche, MASW, DownHole e HVSR si stabilisce la profondità del bedrock sismico (> 800 m/s) a 30 metri dal p.d.c.

Profilo				Velocità onde di taglio		Tensione verticale	
	4.00 [m]	4.00 [m]	Limi aabbiosi debolmente argillosi	225.0 [m/s]		32.6 [kPa]	
	5.00 [m]	9.00 [m]	Sabbie addensate	351.0 [m/s]		107.7 [kPa]	
	11.00 [m]	20.00 [m]	POzzolane molto addensate	400.0 [m/s]		255.8 [kPa]	
	20.00 [m]	40.00 [m]	Tufi litoidi	700.0 [m/s]		571.4 [kPa]	
			Bedrock	800.0 [m/s]		781.4 [kPa]	
		∞					

Elaborazione per RSL

Di seguito si riporta per ciascun stato limite:

- Fattori di amplificazione,
- Tabella del grafico normalizzato e grafico
- Parametri spettro normalizzato

- Grafici di confronto con quelli di normativa
- Parametri e grafico spettro verticale

Per il confronto si riporta la tabella dei parametri degli spettri di normativa , relativi alle
Categ. B – C

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operativit à SLO Cat. C	Danno SLD Cat. C	Salvaguar dia vita SLV Cat. C	Prev. collasso SLC Cat. C	Operativit à SLO Cat. B	Danno SLD Cat. B	Salvaguar dia vita SLV Cat. B	Prev. collasso SLC Cat. B
Tr [anni]	45	75	712	1462	45	75	712	1462
ag [m/s ²]	0.687	0.844	1.874	2.296	0.687	0.844	1.874	2.296
Fo	2.432	2.447	2.494	2.503	2.432	2.447	2.494	2.503
Tc* [s]	0.27	0.278	0.293	0.303	0.27	0.278	0.293	0.303
Ss	1.50	1.50	1.41	1.35	1.20	1.20	1.20	1.17
St	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Cc	1.62	1.60	1.57	1.56	1.43	1.42	1.41	1.40
TB [s]	0.146	0.148	0.154	0.157	0.129	0.132	0.137	0.141
TC [s]	0.437	0.445	0.461	0.472	0.386	0.395	0.412	0.423
TD [s]	1.880	1.944	2.364	2.536	1.880	1.944	2.364	2.536
Se(0) [m/s ²]	1.237	1.519	3.180	3.715	0.989	1.215	2.699	3.212
Se(TB)[m/s ²]	3.007	3.717	7.931	9.300	2.406	2.974	6.730	8.039

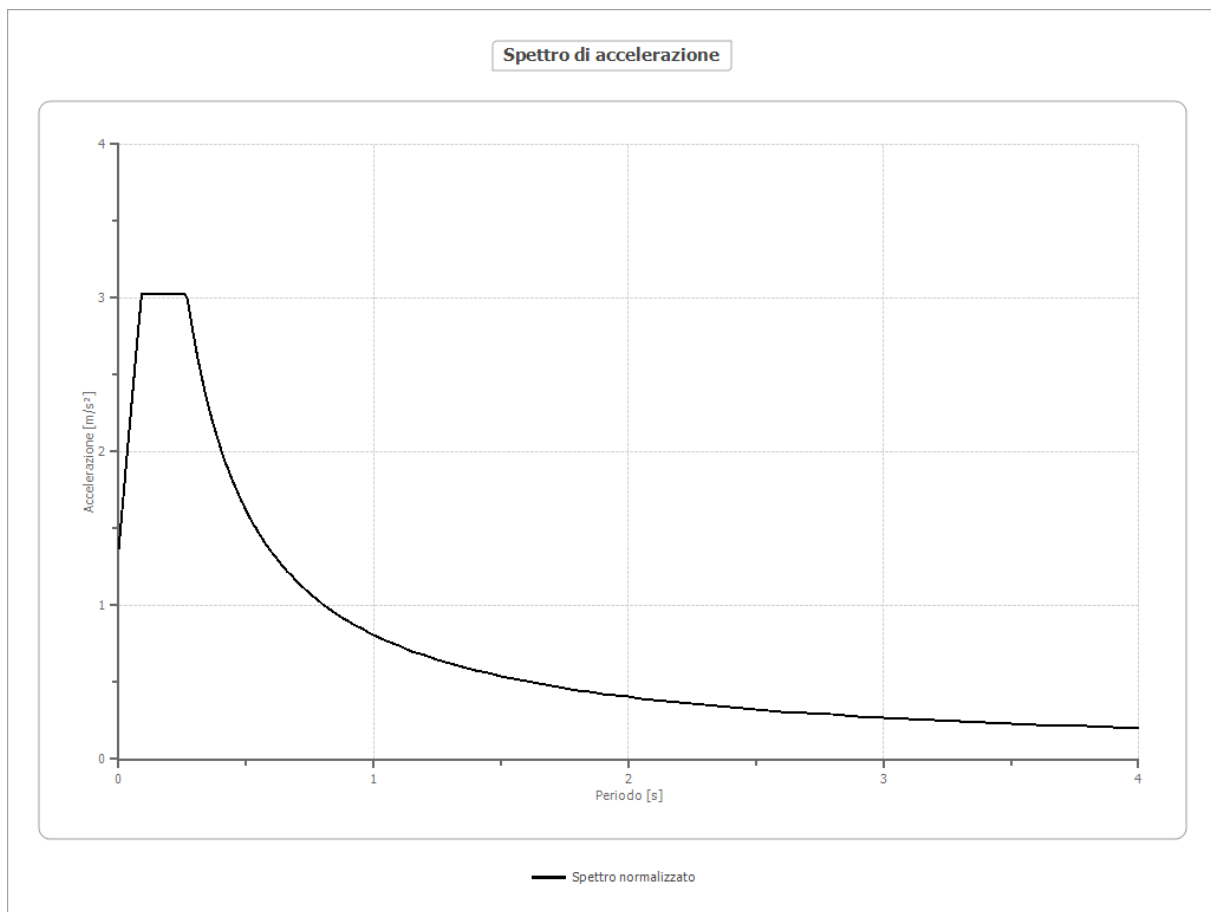
SLO

Fattori di amplificazione

Tai	0.180 [s]
Tvi	0.320 [s]
Tao	0.190 [s]
Tvo	0.310 [s]
Sami	1.518 [m/s ²]
Svmi	0.062 [m/s]
Samo	3.026 [m/s ²]
Svmo	0.129 [m/s]
Fa	1.994 [-]
Fv	2.087 [-]
TB	0.089 [s]
TC	0.267 [s]
TD	1.880 [s]
SA(0)	1.370 [m/s ²]
SA(TB)	3.026 [m/s ²]

Spettro normalizzato di risposta elastico

Periodo [s]	Accelera zione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelera zione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelera zione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelera zione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelera zione [m/s ²]
0.00	1.3696	0.26	3.0265	0.52	1.5555	0.98	0.8254	2.25	0.3595
0.01	1.5556	0.27	2.9957	0.53	1.5261	1.00	0.8088	2.30	0.3517
0.02	1.7416	0.28	2.8887	0.54	1.4979	1.05	0.7703	2.35	0.3442
0.03	1.9276	0.29	2.7891	0.55	1.4706	1.10	0.7353	2.40	0.3370
0.04	2.1136	0.30	2.6962	0.56	1.4444	1.15	0.7033	2.50	0.3235
0.05	2.2995	0.31	2.6092	0.57	1.4190	1.20	0.6740	2.60	0.3111
0.06	2.4855	0.32	2.5277	0.58	1.3946	1.25	0.6471	2.70	0.2996
0.07	2.6715	0.33	2.4511	0.60	1.3481	1.30	0.6222	2.80	0.2889
0.08	2.8575	0.34	2.3790	0.62	1.3046	1.35	0.5991	2.90	0.2789
0.09	3.0265	0.35	2.3110	0.64	1.2638	1.40	0.5777	3.00	0.2696
0.10	3.0265	0.36	2.2468	0.66	1.2255	1.45	0.5578	3.10	0.2609
0.11	3.0265	0.37	2.1861	0.68	1.1895	1.50	0.5392	3.20	0.2528
0.12	3.0265	0.38	2.1286	0.70	1.1555	1.55	0.5218	3.30	0.2451
0.13	3.0265	0.39	2.0740	0.72	1.1234	1.60	0.5055	3.40	0.2379
0.14	3.0265	0.40	2.0221	0.74	1.0930	1.65	0.4902	3.50	0.2311
0.15	3.0265	0.41	1.9728	0.76	1.0643	1.70	0.4758	3.60	0.2247
0.16	3.0265	0.42	1.9258	0.78	1.0370	1.75	0.4622	3.70	0.2186
0.17	3.0265	0.43	1.8810	0.80	1.0111	1.80	0.4494	3.80	0.2129
0.18	3.0265	0.44	1.8383	0.82	0.9864	1.85	0.4372	3.90	0.2074
0.19	3.0265	0.45	1.7974	0.84	0.9629	1.90	0.4257	4.00	0.2022
0.20	3.0265	0.46	1.7584	0.86	0.9405	1.95	0.4148		
0.21	3.0265	0.47	1.7210	0.88	0.9191	2.00	0.4044		
0.22	3.0265	0.48	1.6851	0.90	0.8987	2.05	0.3946		
0.23	3.0265	0.49	1.6507	0.92	0.8792	2.10	0.3852		
0.24	3.0265	0.50	1.6177	0.94	0.8605	2.15	0.3762		
0.25	3.0265	0.51	1.5860	0.96	0.8426	2.20	0.3677		



Parametri spettro normalizzato

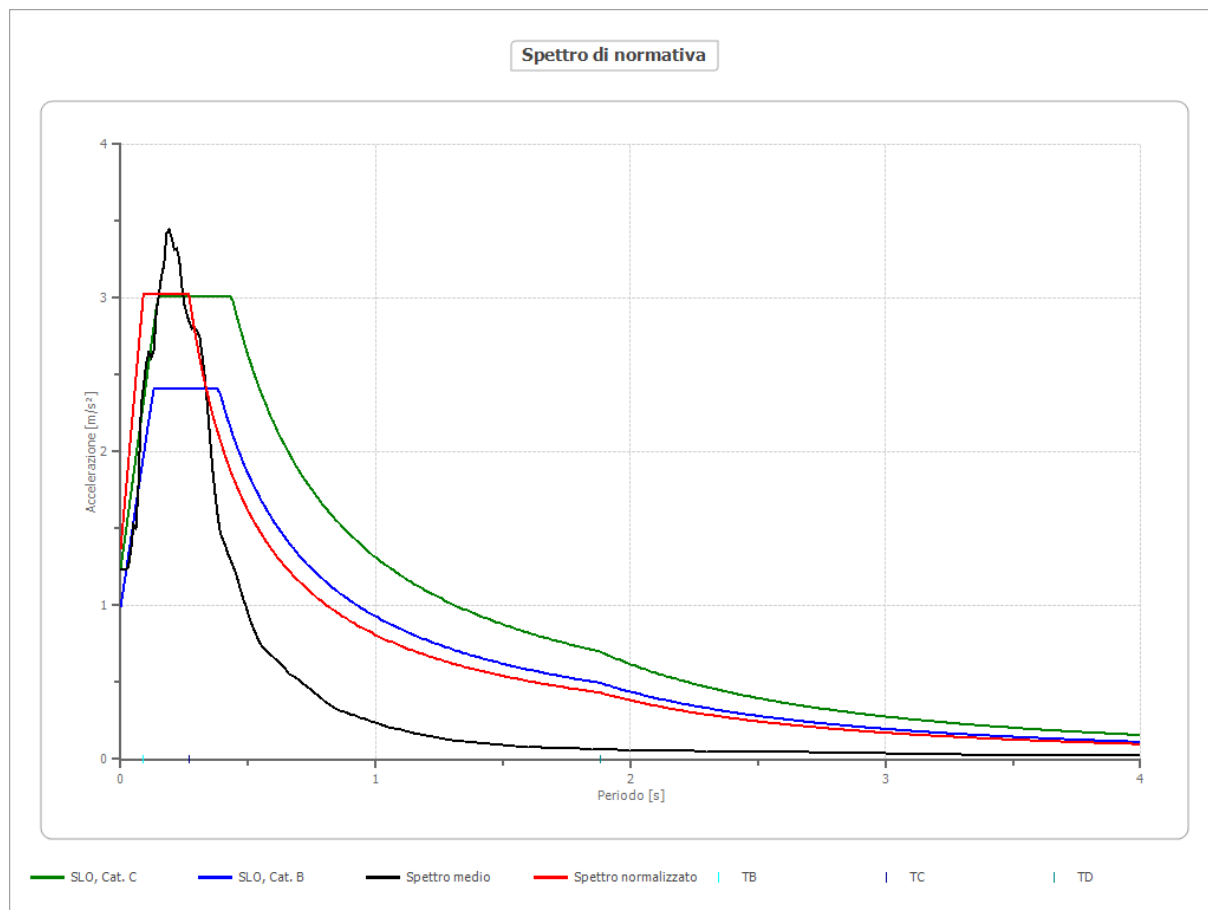
Ag [m/s ²]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [m/s ²]	Se(TB) [m/s ²]
1.370	2.210	0.267	0.089	0.267	1.880	1.370	3.026

Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operativit à SLO Cat. C	Danno SLD Cat. C	Salvaguar dia vita SLV Cat. C	Prev. collasso SLC Cat. C	Operativit à SLO Cat. B	Danno SLD Cat. B	Salvaguar dia vita SLV Cat. B	Prev. collasso SLC Cat. B
Tr [anni]	45	75	712	1462	45	75	712	1462
ag [m/s ²]	0.687	0.844	1.874	2.296	0.687	0.844	1.874	2.296
Fo	2.432	2.447	2.494	2.503	2.432	2.447	2.494	2.503
Tc* [s]	0.27	0.278	0.293	0.303	0.27	0.278	0.293	0.303
Ss	1.50	1.50	1.41	1.35	1.20	1.20	1.20	1.17
St	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Cc	1.62	1.60	1.57	1.56	1.43	1.42	1.41	1.40
TB [s]	0.146	0.148	0.154	0.157	0.129	0.132	0.137	0.141
TC [s]	0.437	0.445	0.461	0.472	0.386	0.395	0.412	0.423
TD [s]	1.880	1.944	2.364	2.536	1.880	1.944	2.364	2.536

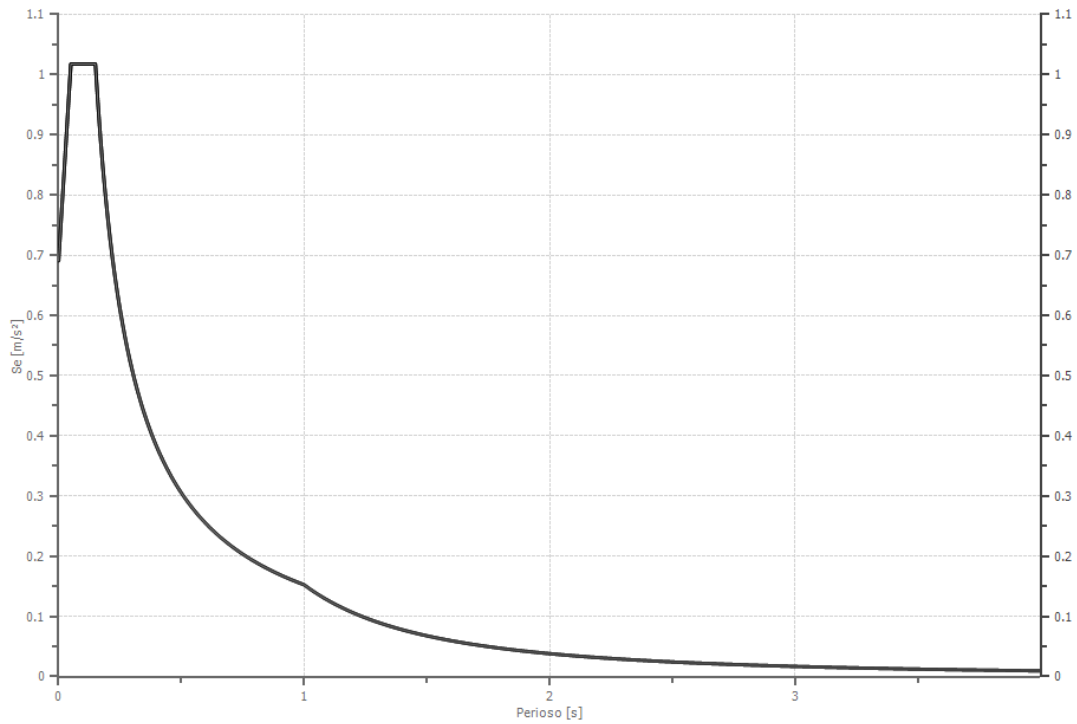
Se(0) [m/s ²]	1.237	1.519	3.180	3.715	0.989	1.215	2.699	3.212
Se(TB) [m/s ²]	3.007	3.717	7.931	9.300	2.406	2.974	6.730	8.039



Spettro verticale di progetto

Ag [m/s ²]	F0	Tc*	Fv	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [m/s ²]	Se(TB) [m/s ²]
1.370	2.210	0.150	1.115	1.5	0.050	0.150	1.000	0.691	1.018

Spettro verticale di progetto



SLD

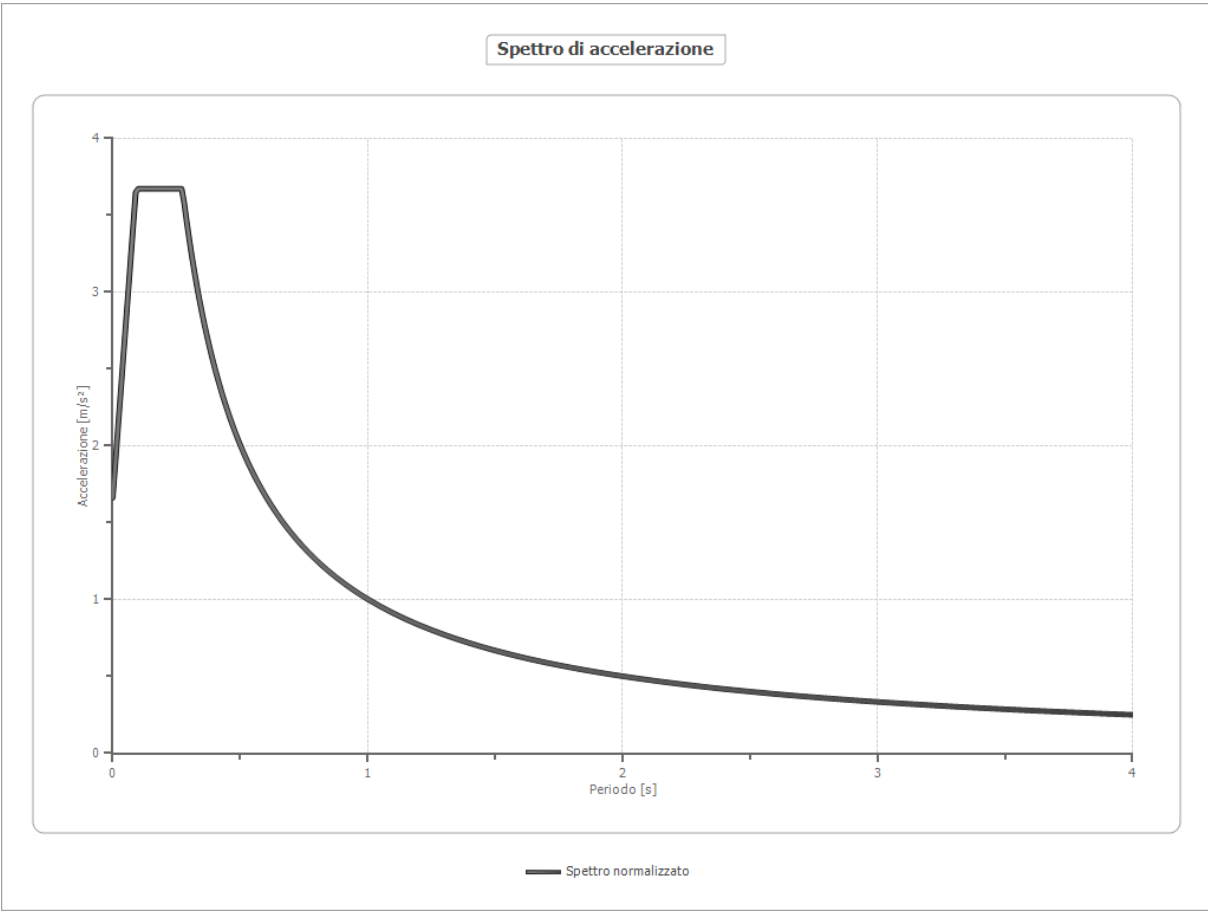
Fattori di amplificazione

amplificazione

Tai	0.180 [s]
Tvi	0.320 [s]
Tao	0.190 [s]
Tvo	0.310 [s]
Sami	1.865 [m/s²]
Svmi	0.076 [m/s]
Samo	3.673 [m/s²]
Svmo	0.160 [m/s]
Fa	1.970 [-]
Fv	2.107 [-]
TB	0.091 [s]
TC	0.273 [s]
TD	1.944 [s]
SA(0)	1.662 [m/s²]
SA(TB)	3.673 [m/s²]

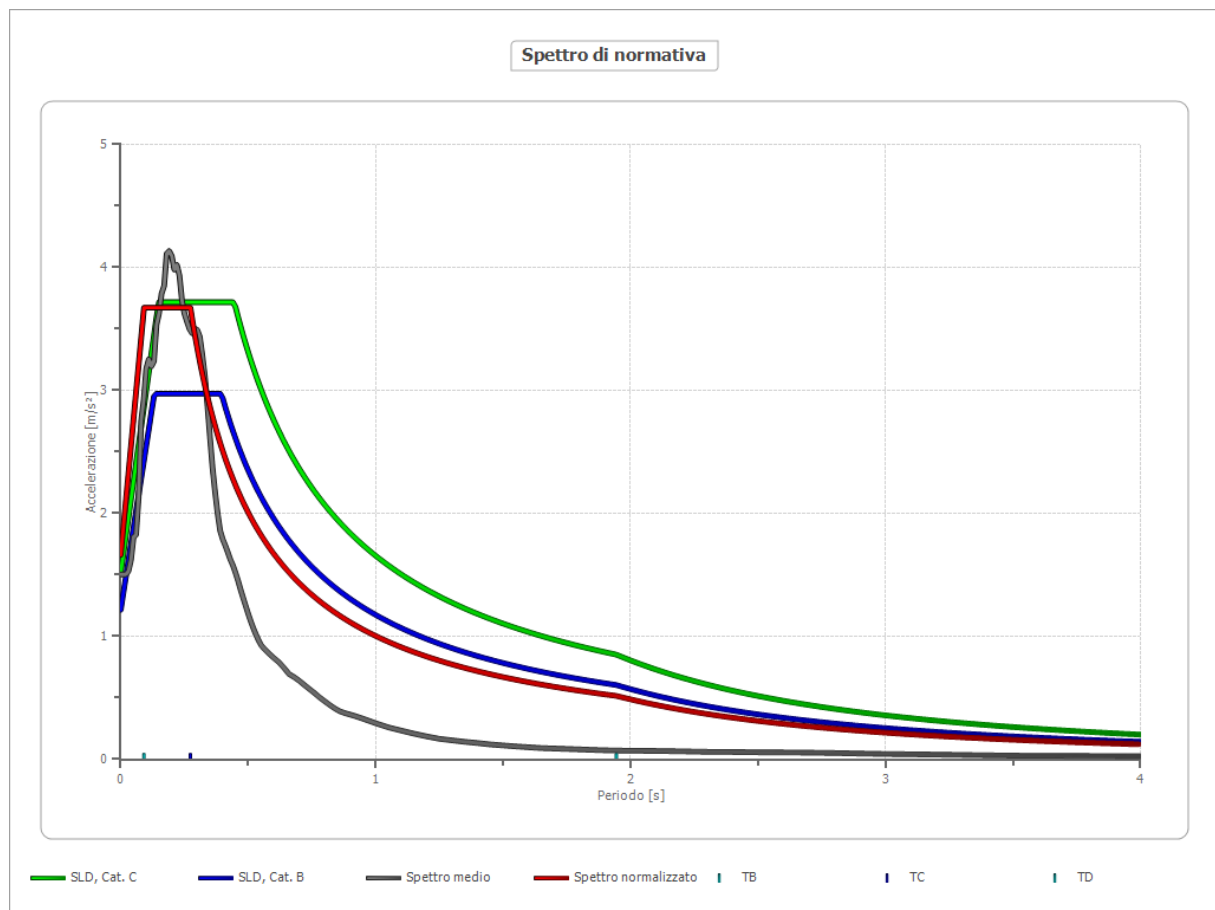
Spettro normalizzato di risposta elastico

Periodo [s]	Accelera zione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelera zione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelera zione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelera zione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelera zione [m/s ²]
0.00	1.6623	0.26	3.6733	0.52	1.9295	0.98	1.0238	2.25	0.4459
0.01	1.8832	0.27	3.6733	0.53	1.8931	1.00	1.0034	2.30	0.4362
0.02	2.1041	0.28	3.5834	0.54	1.8581	1.05	0.9556	2.35	0.4270
0.03	2.3250	0.29	3.4599	0.55	1.8243	1.10	0.9122	2.40	0.4181
0.04	2.5458	0.30	3.3446	0.56	1.7917	1.15	0.8725	2.50	0.4013
0.05	2.7667	0.31	3.2367	0.57	1.7603	1.20	0.8361	2.60	0.3859
0.06	2.9876	0.32	3.1355	0.58	1.7299	1.25	0.8027	2.70	0.3716
0.07	3.2084	0.33	3.0405	0.60	1.6723	1.30	0.7718	2.80	0.3583
0.08	3.4293	0.34	2.9511	0.62	1.6183	1.35	0.7432	2.90	0.3460
0.09	3.6502	0.35	2.8668	0.64	1.5678	1.40	0.7167	3.00	0.3345
0.10	3.6733	0.36	2.7871	0.66	1.5203	1.45	0.6920	3.10	0.3237
0.11	3.6733	0.37	2.7118	0.68	1.4755	1.50	0.6689	3.20	0.3136
0.12	3.6733	0.38	2.6404	0.70	1.4334	1.55	0.6473	3.30	0.3041
0.13	3.6733	0.39	2.5727	0.72	1.3936	1.60	0.6271	3.40	0.2951
0.14	3.6733	0.40	2.5084	0.74	1.3559	1.65	0.6081	3.50	0.2867
0.15	3.6733	0.41	2.4472	0.76	1.3202	1.70	0.5902	3.60	0.2787
0.16	3.6733	0.42	2.3890	0.78	1.2864	1.75	0.5734	3.70	0.2712
0.17	3.6733	0.43	2.3334	0.80	1.2542	1.80	0.5574	3.80	0.2640
0.18	3.6733	0.44	2.2804	0.82	1.2236	1.85	0.5424	3.90	0.2573
0.19	3.6733	0.45	2.2297	0.84	1.1945	1.90	0.5281	4.00	0.2508
0.20	3.6733	0.46	2.1812	0.86	1.1667	1.95	0.5145		
0.21	3.6733	0.47	2.1348	0.88	1.1402	2.00	0.5017		
0.22	3.6733	0.48	2.0903	0.90	1.1149	2.05	0.4894		
0.23	3.6733	0.49	2.0477	0.92	1.0906	2.10	0.4778		
0.24	3.6733	0.50	2.0067	0.94	1.0674	2.15	0.4667		
0.25	3.6733	0.51	1.9674	0.96	1.0452	2.20	0.4561		



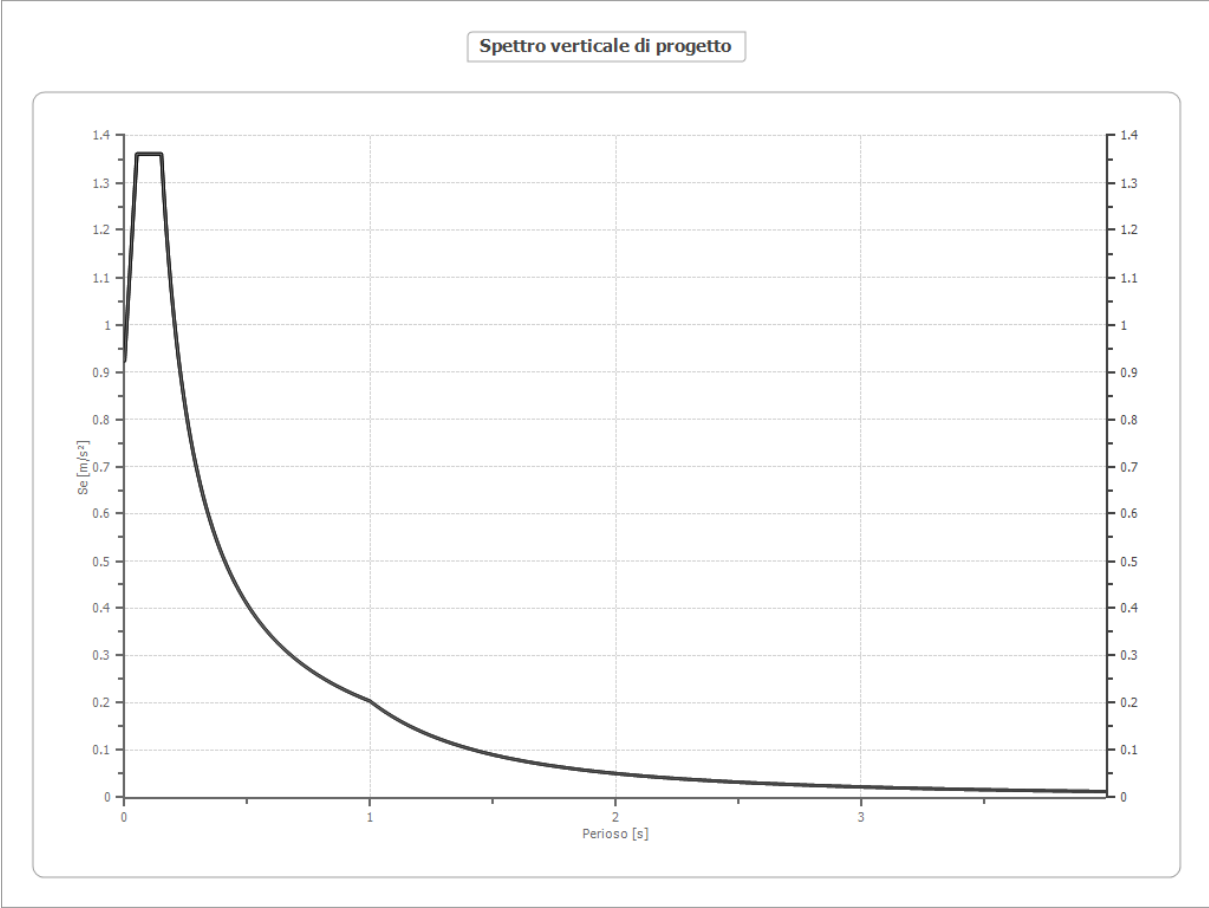
Parametri spettro normalizzato

Ag [m/s ²]	F0	T _c *	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [m/s ²]	Se(TB) [m/s ²]
1.662	2.210	0.273	0.091	0.273	1.944	1.662	3.673



Spettro verticale di progetto

Ag [m/s ²]	F0	Tc*	Fv	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [m/s ²]	Se(TB) [m/s ²]
1.662	2.210	0.150	1.228	1.5	0.050	0.150	1.000	0.924	1.361



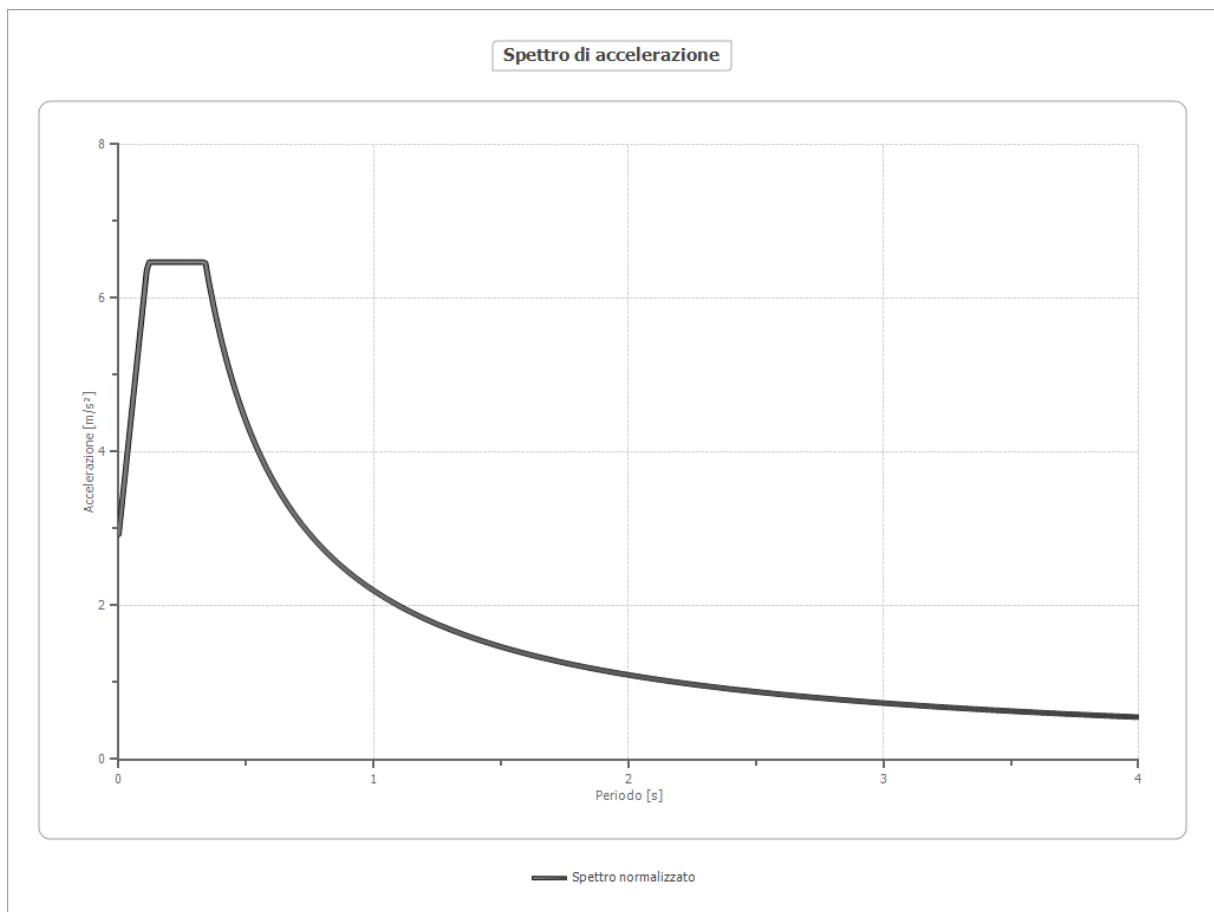
SLV

Fattori di amplificazione

Tai	0.180 [s]
Tvi	0.320 [s]
Tao	0.300 [s]
Tvo	0.320 [s]
Sami	4.141 [m/s²]
Svmi	0.168 [m/s]
Samo	6.469 [m/s²]
Svmo	0.349 [m/s]
Fa	1.562 [-]
Fv	2.077 [-]
TB	0.113 [s]
TC	0.339 [s]
TD	2.364 [s]
SA(0)	2.927 [m/s²]
SA(TB)	6.469 [m/s²]

Spettro normalizzato di risposta elastico

Periodo [s]	Accelera zione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelera zione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelera zione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelera zione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelera zione [m/s ²]
0.00	2.9273	0.26	6.4686	0.52	4.2221	0.98	2.2403	2.25	0.9758
0.01	3.2403	0.27	6.4686	0.53	4.1424	1.00	2.1955	2.30	0.9546
0.02	3.5533	0.28	6.4686	0.54	4.0657	1.05	2.0909	2.35	0.9342
0.03	3.8663	0.29	6.4686	0.55	3.9918	1.10	1.9959	2.40	0.9148
0.04	4.1793	0.30	6.4686	0.56	3.9205	1.15	1.9091	2.50	0.8782
0.05	4.4923	0.31	6.4686	0.57	3.8517	1.20	1.8296	2.60	0.8444
0.06	4.8053	0.32	6.4686	0.58	3.7853	1.25	1.7564	2.70	0.8131
0.07	5.1184	0.33	6.4686	0.60	3.6591	1.30	1.6888	2.80	0.7841
0.08	5.4314	0.34	6.4573	0.62	3.5411	1.35	1.6263	2.90	0.7571
0.09	5.7444	0.35	6.2728	0.64	3.4304	1.40	1.5682	3.00	0.7318
0.10	6.0574	0.36	6.0986	0.66	3.3265	1.45	1.5141	3.10	0.7082
0.11	6.3704	0.37	5.9337	0.68	3.2287	1.50	1.4637	3.20	0.6861
0.12	6.4686	0.38	5.7776	0.70	3.1364	1.55	1.4164	3.30	0.6653
0.13	6.4686	0.39	5.6294	0.72	3.0493	1.60	1.3722	3.40	0.6457
0.14	6.4686	0.40	5.4887	0.74	2.9669	1.65	1.3306	3.50	0.6273
0.15	6.4686	0.41	5.3548	0.76	2.8888	1.70	1.2915	3.60	0.6099
0.16	6.4686	0.42	5.2273	0.78	2.8147	1.75	1.2546	3.70	0.5934
0.17	6.4686	0.43	5.1058	0.80	2.7444	1.80	1.2197	3.80	0.5778
0.18	6.4686	0.44	4.9897	0.82	2.6774	1.85	1.1867	3.90	0.5629
0.19	6.4686	0.45	4.8788	0.84	2.6137	1.90	1.1555	4.00	0.5489
0.20	6.4686	0.46	4.7728	0.86	2.5529	1.95	1.1259		
0.21	6.4686	0.47	4.6712	0.88	2.4949	2.00	1.0977		
0.22	6.4686	0.48	4.5739	0.90	2.4394	2.05	1.0710		
0.23	6.4686	0.49	4.4806	0.92	2.3864	2.10	1.0455		
0.24	6.4686	0.50	4.3910	0.94	2.3356	2.15	1.0212		
0.25	6.4686	0.51	4.3049	0.96	2.2870	2.20	0.9979		



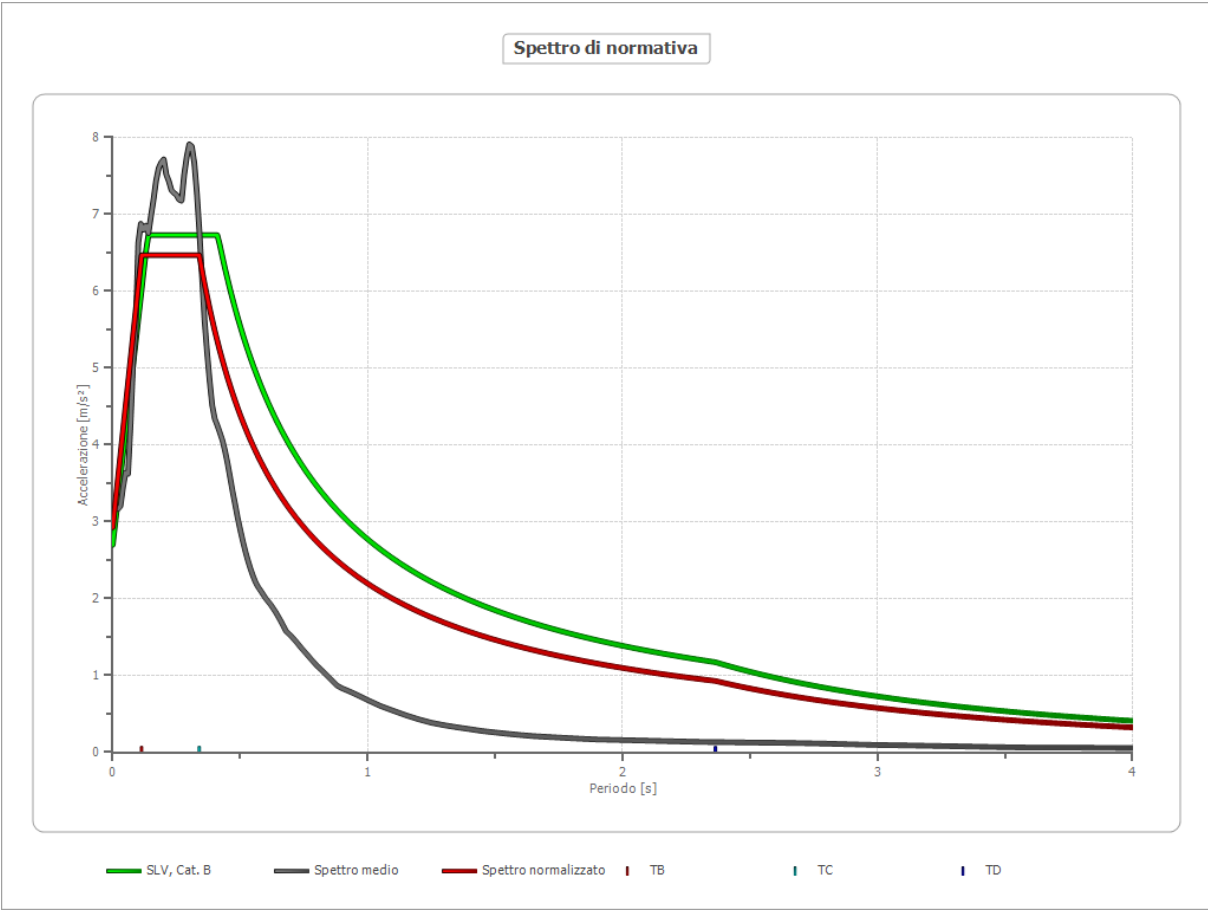
Parametri spettro normalizzato

Ag [m/s ²]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [m/s ²]	Se(TB) [m/s ²]
2.927	2.210	0.339	0.113	0.339	2.364	2.927	6.469

Confronto spettro normativa

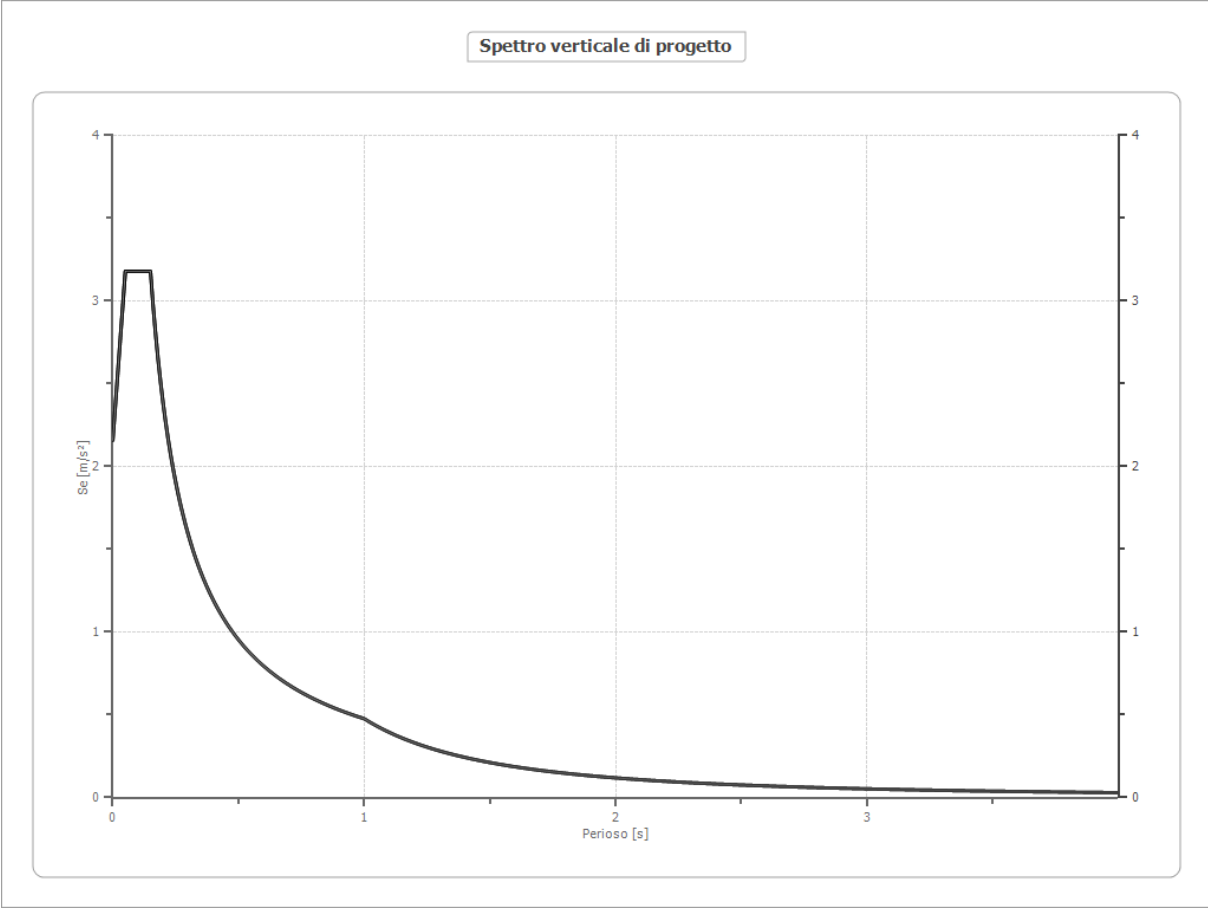
Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	45	75	712	1462
ag [m/s ²]	0.687	0.844	1.874	2.296
Fo	2.432	2.447	2.494	2.503
Tc* [s]	0.27	0.278	0.293	0.303
Ss	1.20	1.20	1.20	1.17
St	1.20	1.20	1.20	1.20
Cc	1.43	1.42	1.41	1.40
TB [s]	0.129	0.132	0.137	0.141
TC [s]	0.386	0.395	0.412	0.423
TD [s]	1.880	1.944	2.364	2.536
Se(0) [m/s ²]	0.989	1.215	2.699	3.212
Se(TB) [m/s ²]	2.406	2.974	6.730	8.039



Spettro verticale di progetto

Ag [m/s ²]	F0	Tc*	Fv	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [m/s ²]	Se(TB) [m/s ²]
2.927	2.210	0.150	1.630	1.5	0.050	0.150	1.000	2.159	3.180

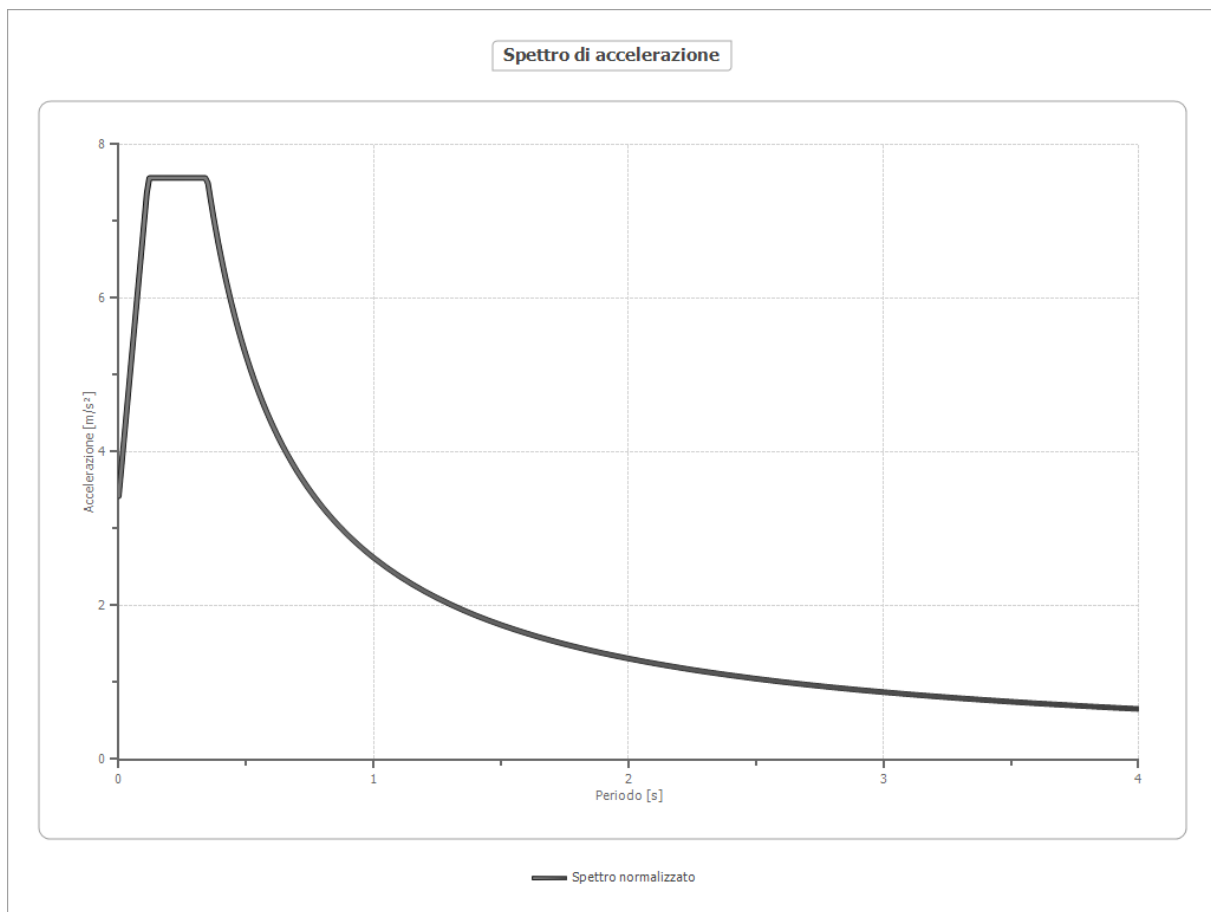


SLC
Fattori di amplificazione

Tai	0.180 [s]
Tvi	0.320 [s]
Tao	0.310 [s]
Tvo	0.320 [s]
Sami	5.074 [m/s²]
Svmi	0.206 [m/s]
Samo	7.564 [m/s²]
Svmo	0.417 [m/s]
Fa	1.491 [-]
Fv	2.025 [-]
TB	0.116 [s]
TC	0.347 [s]
TD	2.536 [s]
SA(0)	3.423 [m/s²]
SA(TB)	7.564 [m/s²]

Spettro normalizzato di risposta elastico

Periodo [s]	Accelera zione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelera zione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelera zione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelera zione [m/s ²]	Periodo [s]	Accelera zione [m/s ²]
0.00	3.4232	0.26	7.5644	0.52	5.0439	0.98	2.6763	2.25	1.1657
0.01	3.7815	0.27	7.5644	0.53	4.9487	1.00	2.6228	2.30	1.1404
0.02	4.1398	0.28	7.5644	0.54	4.8571	1.05	2.4979	2.35	1.1161
0.03	4.4981	0.29	7.5644	0.55	4.7688	1.10	2.3844	2.40	1.0928
0.04	4.8565	0.30	7.5644	0.56	4.6836	1.15	2.2807	2.50	1.0491
0.05	5.2148	0.31	7.5644	0.57	4.6014	1.20	2.1857	2.60	1.0088
0.06	5.5731	0.32	7.5644	0.58	4.5221	1.25	2.0983	2.70	0.9714
0.07	5.9314	0.33	7.5644	0.60	4.3714	1.30	2.0176	2.80	0.9367
0.08	6.2897	0.34	7.5644	0.62	4.2304	1.35	1.9428	2.90	0.9044
0.09	6.6480	0.35	7.4938	0.64	4.0982	1.40	1.8734	3.00	0.8743
0.10	7.0063	0.36	7.2856	0.66	3.9740	1.45	1.8088	3.10	0.8461
0.11	7.3646	0.37	7.0887	0.68	3.8571	1.50	1.7485	3.20	0.8196
0.12	7.5644	0.38	6.9022	0.70	3.7469	1.55	1.6921	3.30	0.7948
0.13	7.5644	0.39	6.7252	0.72	3.6428	1.60	1.6393	3.40	0.7714
0.14	7.5644	0.40	6.5571	0.74	3.5444	1.65	1.5896	3.50	0.7494
0.15	7.5644	0.41	6.3971	0.76	3.4511	1.70	1.5428	3.60	0.7286
0.16	7.5644	0.42	6.2448	0.78	3.3626	1.75	1.4988	3.70	0.7089
0.17	7.5644	0.43	6.0996	0.80	3.2785	1.80	1.4571	3.80	0.6902
0.18	7.5644	0.44	5.9610	0.82	3.1986	1.85	1.4177	3.90	0.6725
0.19	7.5644	0.45	5.8285	0.84	3.1224	1.90	1.3804	4.00	0.6557
0.20	7.5644	0.46	5.7018	0.86	3.0498	1.95	1.3450		
0.21	7.5644	0.47	5.5805	0.88	2.9805	2.00	1.3114		
0.22	7.5644	0.48	5.4642	0.90	2.9142	2.05	1.2794		
0.23	7.5644	0.49	5.3527	0.92	2.8509	2.10	1.2490		
0.24	7.5644	0.50	5.2456	0.94	2.7902	2.15	1.2199		
0.25	7.5644	0.51	5.1428	0.96	2.7321	2.20	1.1922		



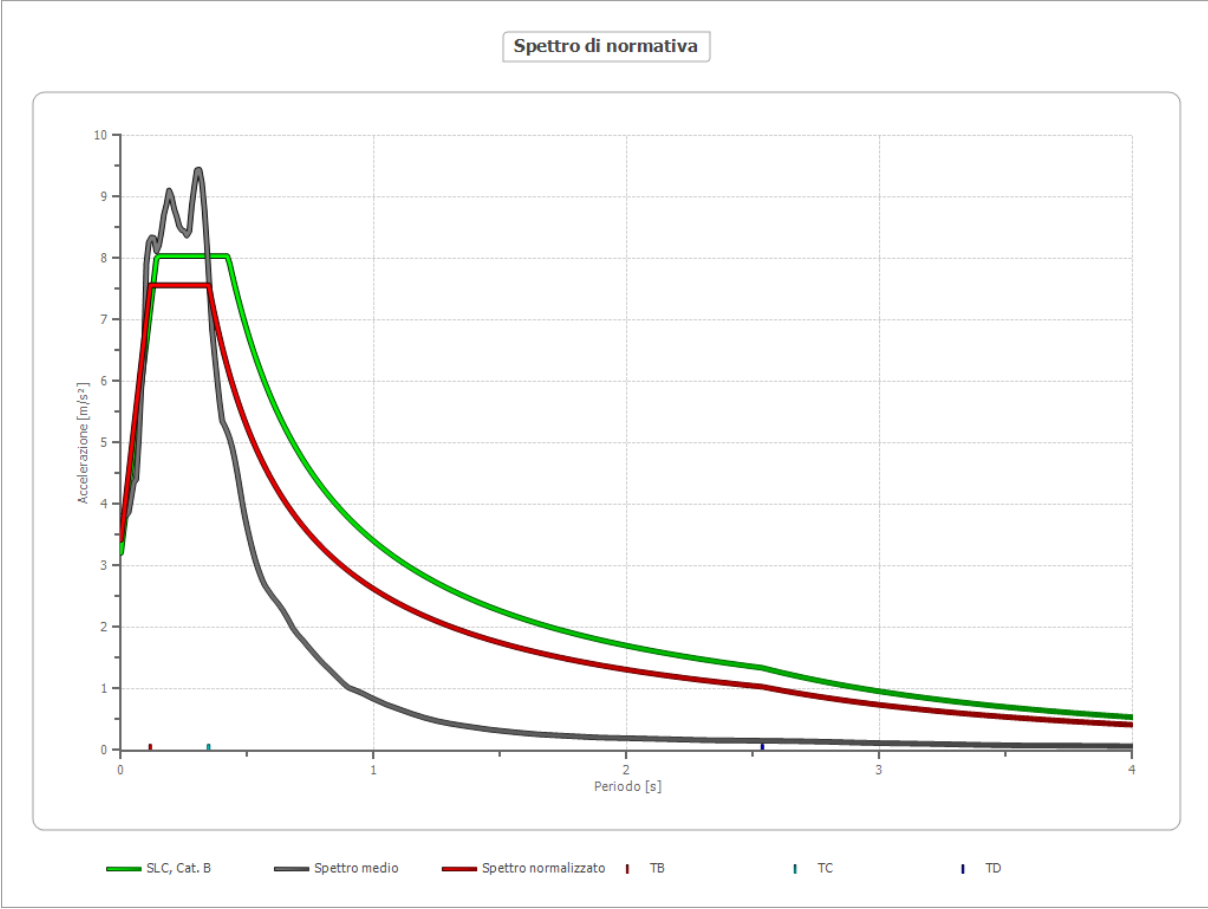
Parametri spettro normalizzato

Ag [m/s ²]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [m/s ²]	Se(TB) [m/s ²]
3.423	2.210	0.347	0.116	0.347	2.536	3.423	7.564

Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

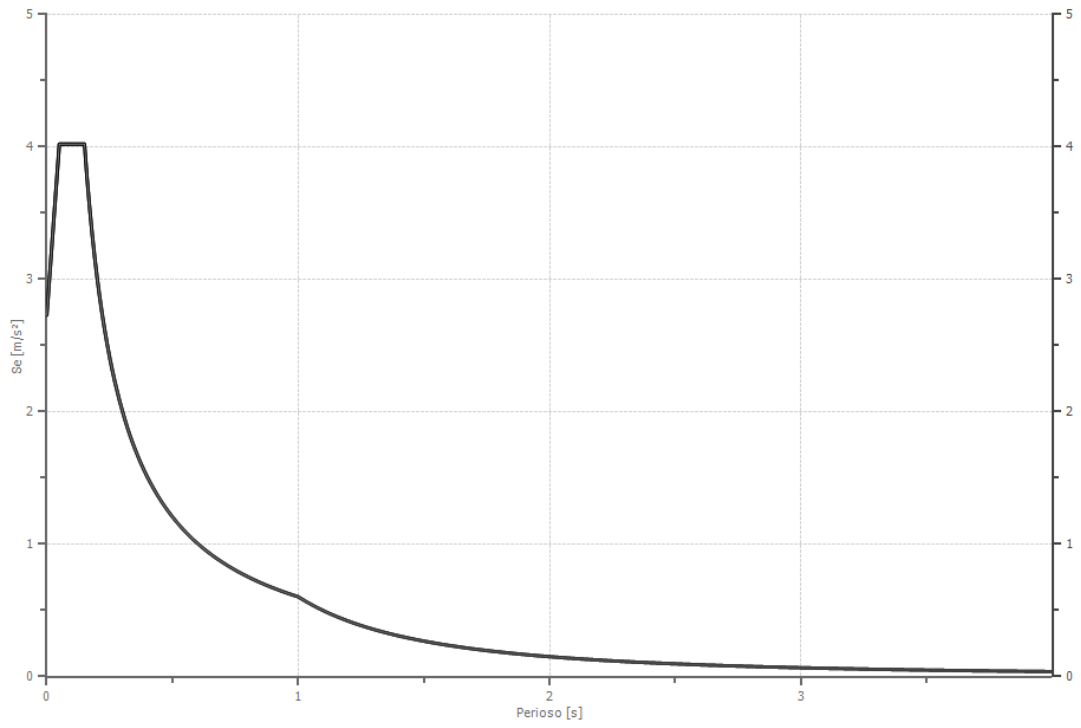
	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	45	75	712	1462
ag [m/s ²]	0.687	0.844	1.874	2.296
Fo	2.432	2.447	2.494	2.503
Tc* [s]	0.27	0.278	0.293	0.303
Ss	1.20	1.20	1.20	1.17
St	1.20	1.20	1.20	1.20
Cc	1.43	1.42	1.41	1.40
TB [s]	0.129	0.132	0.137	0.141
TC [s]	0.386	0.395	0.412	0.423
TD [s]	1.880	1.944	2.364	2.536
Se(0) [m/s ²]	0.989	1.215	2.699	3.212
Se(TB) [m/s ²]	2.406	2.974	6.730	8.039



Spettro verticale di progetto

Ag [m/s^2]	F0	Tc*	Fv	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [m/s^2]	Se(TB) [m/s^2]
3.423	2.210	0.150	1.762	1.5	0.050	0.150	1.000	2.730	4.022

Spettro verticale di progetto



8. VERIFICA LIQUEFAZIONE

Si esclude la verifica alla liquefazione, in quanto, ai sensi del D.M. 14.01.08 risulta verificato almeno uno dei cinque criteri previsti:

Assenza della falda acquifera nei primi 15 metri di stratigrafia

9. CONCLUSIONI

Lo studio condotto ha evidenziato che:

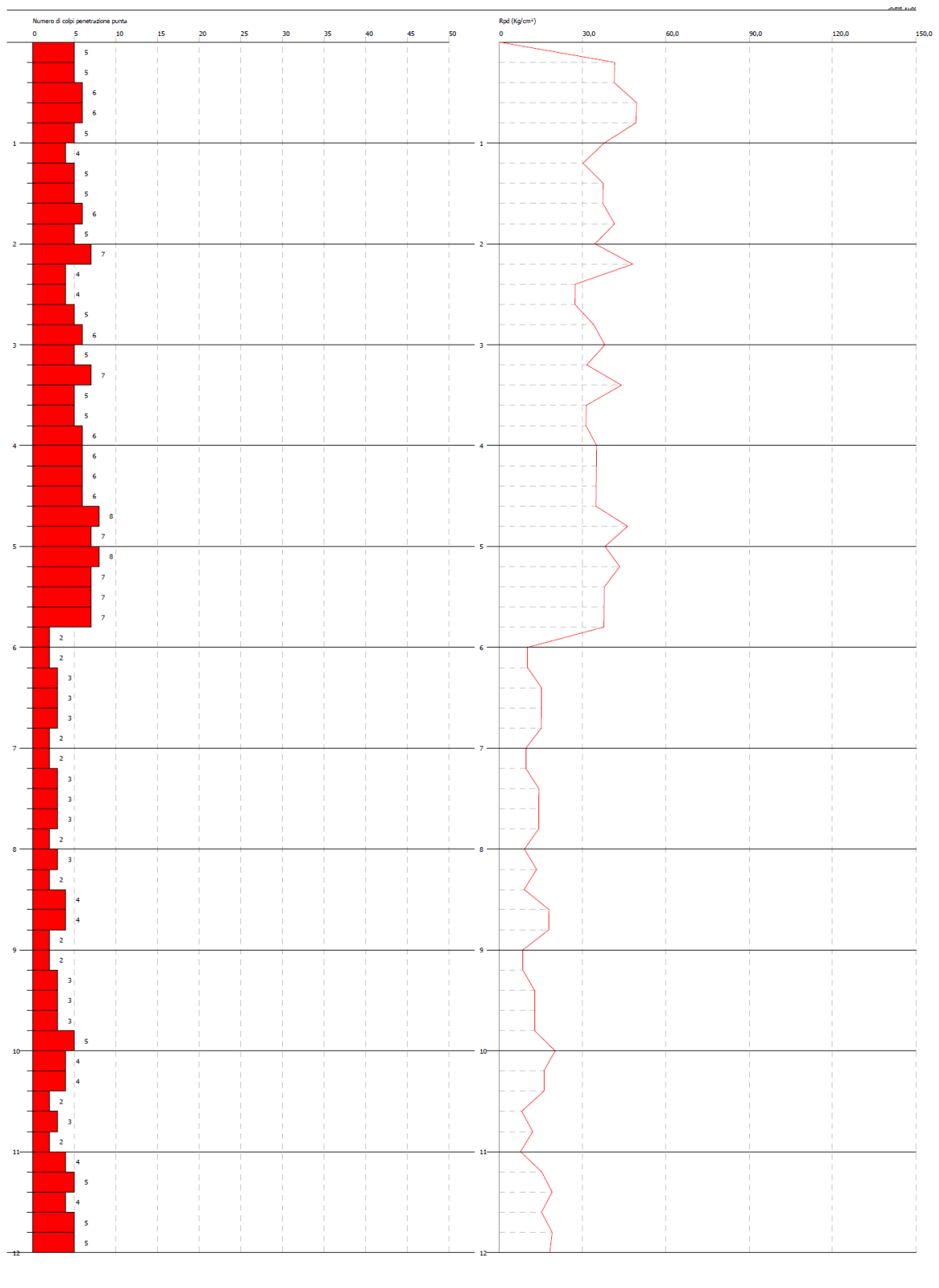
- La geomorfologia è tale per cui l'area è stabile senza alcun rischio di dissesto in atto o potenziale.
- Non sono presenti faglie attive e capaci
- Non sussiste alcuna condizione di rischio idraulico
- Non sussistono le condizioni per il verificarsi del fenomeno della liquefazione
- La risposta sismica locale, calcolata in modo diretto, da dei valori compresi fra terreni di categoria fra B e C

per cui il progetto proposto è realizzabile.

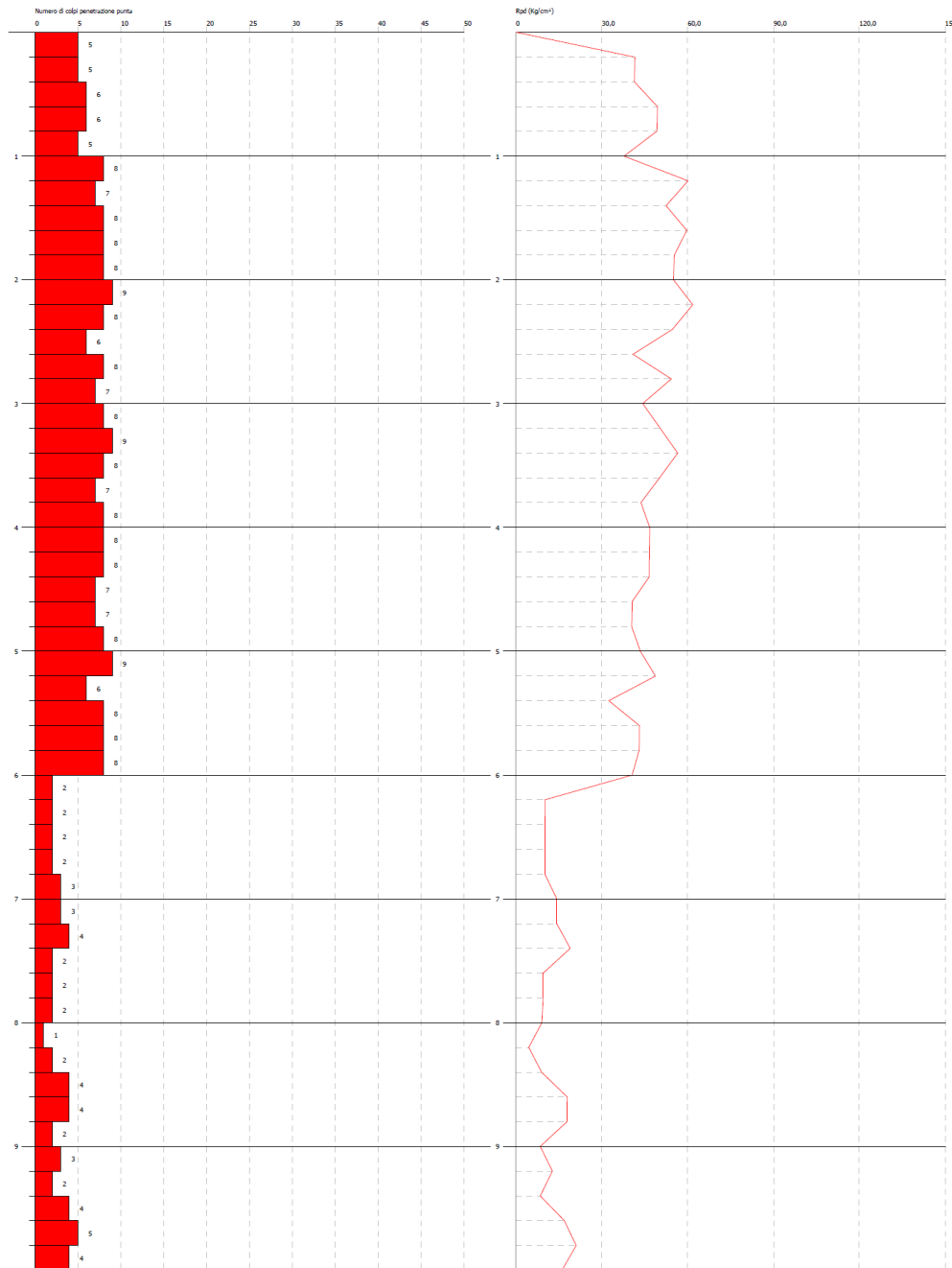
Il Geologo
Dott. Leonardo Romboli



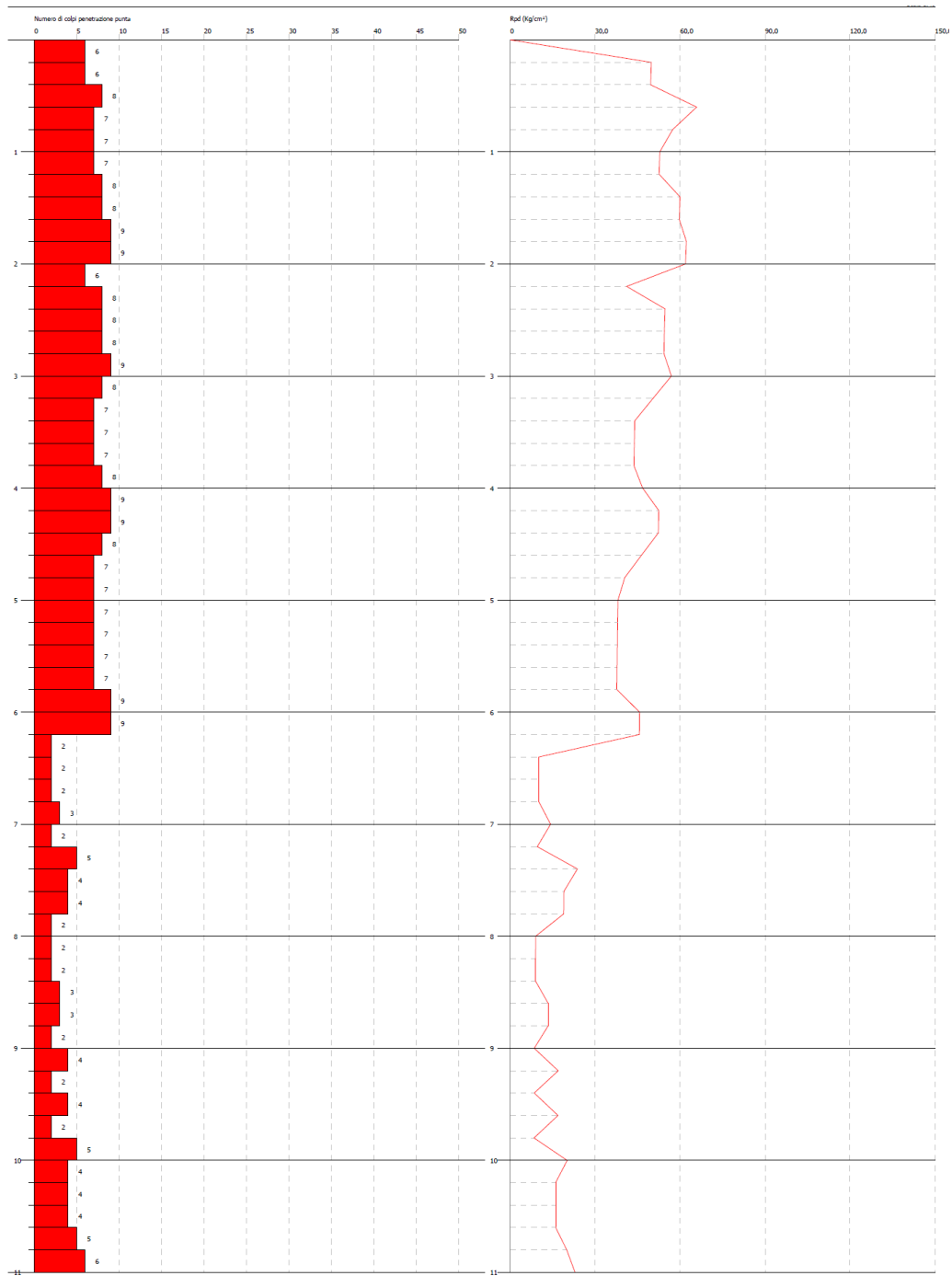
PP1



PP2



PP3



PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data

Profondità prova

12,00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	5	0,855	41,53	48,59	2,08	2,43
0,40	5	0,851	41,34	48,59	2,07	2,43
0,60	6	0,847	49,39	58,31	2,47	2,92
0,80	6	0,843	49,17	58,31	2,46	2,92
1,00	5	0,840	37,75	44,95	1,89	2,25
1,20	4	0,836	30,07	35,96	1,50	1,80
1,40	5	0,833	37,44	44,95	1,87	2,25
1,60	5	0,830	37,29	44,95	1,86	2,25
1,80	6	0,826	44,57	53,94	2,23	2,70
2,00	5	0,823	34,42	41,82	1,72	2,09
2,20	7	0,820	48,01	58,54	2,40	2,93
2,40	4	0,817	27,34	33,45	1,37	1,67
2,60	4	0,814	27,24	33,45	1,36	1,67
2,80	5	0,811	33,93	41,82	1,70	2,09
3,00	6	0,809	37,94	46,91	1,90	2,35
3,20	5	0,806	31,51	39,09	1,58	1,95
3,40	7	0,803	43,97	54,73	2,20	2,74
3,60	5	0,801	31,31	39,09	1,57	1,95
3,80	5	0,798	31,21	39,09	1,56	1,95
4,00	6	0,796	35,06	44,04	1,75	2,20
4,20	6	0,794	34,96	44,04	1,75	2,20
4,40	6	0,791	34,86	44,04	1,74	2,20
4,60	6	0,789	34,76	44,04	1,74	2,20
4,80	8	0,787	46,22	58,72	2,31	2,94
5,00	7	0,785	38,01	48,42	1,90	2,42
5,20	8	0,783	43,33	55,34	2,17	2,77
5,40	7	0,781	37,82	48,42	1,89	2,42
5,60	7	0,779	37,73	48,42	1,89	2,42
5,80	7	0,777	37,64	48,42	1,88	2,42
6,00	2	0,775	10,14	13,08	0,51	0,65
6,20	2	0,774	10,12	13,08	0,51	0,65
6,40	3	0,772	15,15	19,62	0,76	0,98
6,60	3	0,770	15,11	19,62	0,76	0,98
6,80	3	0,769	15,08	19,62	0,75	0,98
7,00	2	0,767	9,52	12,40	0,48	0,62
7,20	2	0,766	9,50	12,40	0,47	0,62
7,40	3	0,764	14,22	18,61	0,71	0,93
7,60	3	0,763	14,19	18,61	0,71	0,93
7,80	3	0,761	14,16	18,61	0,71	0,93
8,00	2	0,760	8,96	11,79	0,45	0,59

8,20	3	0,759	13,42	17,69	0,67	0,88
8,40	2	0,757	8,93	11,79	0,45	0,59
8,60	4	0,756	17,83	23,59	0,89	1,18
8,80	4	0,755	17,80	23,59	0,89	1,18
9,00	2	0,753	8,47	11,24	0,42	0,56
9,20	2	0,752	8,46	11,24	0,42	0,56
9,40	3	0,751	12,67	16,86	0,63	0,84
9,60	3	0,750	12,65	16,86	0,63	0,84
9,80	3	0,749	12,63	16,86	0,63	0,84
10,00	5	0,748	20,07	26,85	1,00	1,34
10,20	4	0,747	16,04	21,48	0,80	1,07
10,40	4	0,746	16,01	21,48	0,80	1,07
10,60	2	0,744	7,99	10,74	0,40	0,54
10,80	3	0,743	11,98	16,11	0,60	0,81
11,00	2	0,742	7,63	10,28	0,38	0,51
11,20	4	0,741	15,24	20,56	0,76	1,03
11,40	5	0,740	19,02	25,70	0,95	1,28
11,60	4	0,739	15,20	20,56	0,76	1,03
11,80	5	0,738	18,97	25,70	0,95	1,28
12,00	5	0,737	18,17	24,64	0,91	1,23

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data

Profondità prova

10,00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	5	0,855	41,53	48,59	2,08	2,43
0,40	5	0,851	41,34	48,59	2,07	2,43
0,60	6	0,847	49,39	58,31	2,47	2,92
0,80	6	0,843	49,17	58,31	2,46	2,92
1,00	5	0,840	37,75	44,95	1,89	2,25
1,20	8	0,836	60,14	71,92	3,01	3,60
1,40	7	0,833	52,41	62,93	2,62	3,15
1,60	8	0,830	59,66	71,92	2,98	3,60
1,80	8	0,826	59,43	71,92	2,97	3,60
2,00	8	0,823	55,08	66,91	2,75	3,35
2,20	9	0,820	61,73	75,27	3,09	3,76
2,40	8	0,817	54,67	66,91	2,73	3,35
2,60	6	0,814	40,86	50,18	2,04	2,51
2,80	8	0,811	54,29	66,91	2,71	3,35
3,00	7	0,809	44,26	54,73	2,21	2,74
3,20	8	0,806	50,41	62,55	2,52	3,13
3,40	9	0,803	56,53	70,37	2,83	3,52
3,60	8	0,801	50,09	62,55	2,50	3,13
3,80	7	0,798	43,70	54,73	2,18	2,74
4,00	8	0,796	46,74	58,72	2,34	2,94
4,20	8	0,794	46,61	58,72	2,33	2,94
4,40	8	0,791	46,47	58,72	2,32	2,94
4,60	7	0,789	40,55	51,38	2,03	2,57
4,80	7	0,787	40,44	51,38	2,02	2,57
5,00	8	0,785	43,44	55,34	2,17	2,77
5,20	9	0,783	48,75	62,25	2,44	3,11
5,40	6	0,781	32,42	41,50	1,62	2,08
5,60	8	0,779	43,12	55,34	2,16	2,77
5,80	8	0,777	43,01	55,34	2,15	2,77
6,00	8	0,775	40,57	52,32	2,03	2,62
6,20	2	0,774	10,12	13,08	0,51	0,65
6,40	2	0,772	10,10	13,08	0,50	0,65
6,60	2	0,770	10,08	13,08	0,50	0,65
6,80	2	0,769	10,06	13,08	0,50	0,65
7,00	3	0,767	14,27	18,61	0,71	0,93
7,20	3	0,766	14,25	18,61	0,71	0,93
7,40	4	0,764	18,96	24,81	0,95	1,24
7,60	2	0,763	9,46	12,40	0,47	0,62
7,80	2	0,761	9,44	12,40	0,47	0,62

8,00	2	0,760	8,96	11,79	0,45	0,59
8,20	1	0,759	4,47	5,90	0,22	0,29
8,40	2	0,757	8,93	11,79	0,45	0,59
8,60	4	0,756	17,83	23,59	0,89	1,18
8,80	4	0,755	17,80	23,59	0,89	1,18
9,00	2	0,753	8,47	11,24	0,42	0,56
9,20	3	0,752	12,69	16,86	0,63	0,84
9,40	2	0,751	8,44	11,24	0,42	0,56
9,60	4	0,750	16,86	22,48	0,84	1,12
9,80	5	0,749	21,05	28,11	1,05	1,41
10,00	4	0,748	16,06	21,48	0,80	1,07

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data

Profondità prova

11,00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio








Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	6	0,855	49,83	58,31	2,49	2,92
0,40	6	0,851	49,61	58,31	2,48	2,92
0,60	8	0,847	65,85	77,74	3,29	3,89
0,80	7	0,843	57,37	68,02	2,87	3,40
1,00	7	0,840	52,84	62,93	2,64	3,15
1,20	7	0,836	52,63	62,93	2,63	3,15
1,40	8	0,833	59,90	71,92	2,99	3,60
1,60	8	0,830	59,66	71,92	2,98	3,60
1,80	9	0,826	66,86	80,91	3,34	4,05
2,00	9	0,823	61,96	75,27	3,10	3,76
2,20	6	0,820	41,15	50,18	2,06	2,51
2,40	8	0,817	54,67	66,91	2,73	3,35
2,60	8	0,814	54,48	66,91	2,72	3,35
2,80	8	0,811	54,29	66,91	2,71	3,35
3,00	9	0,809	56,90	70,37	2,85	3,52
3,20	8	0,806	50,41	62,55	2,52	3,13
3,40	7	0,803	43,97	54,73	2,20	2,74
3,60	7	0,801	43,83	54,73	2,19	2,74
3,80	7	0,798	43,70	54,73	2,18	2,74
4,00	8	0,796	46,74	58,72	2,34	2,94
4,20	9	0,794	52,43	66,06	2,62	3,30
4,40	9	0,791	52,28	66,06	2,61	3,30
4,60	8	0,789	46,35	58,72	2,32	2,94
4,80	7	0,787	40,44	51,38	2,02	2,57
5,00	7	0,785	38,01	48,42	1,90	2,42
5,20	7	0,783	37,91	48,42	1,90	2,42

5,40	7	0,781	37,82	48,42	1,89	2,42
5,60	7	0,779	37,73	48,42	1,89	2,42
5,80	7	0,777	37,64	48,42	1,88	2,42
6,00	9	0,775	45,65	58,86	2,28	2,94
6,20	9	0,774	45,54	58,86	2,28	2,94
6,40	2	0,772	10,10	13,08	0,50	0,65
6,60	2	0,770	10,08	13,08	0,50	0,65
6,80	2	0,769	10,06	13,08	0,50	0,65
7,00	3	0,767	14,27	18,61	0,71	0,93
7,20	2	0,766	9,50	12,40	0,47	0,62
7,40	5	0,764	23,70	31,01	1,18	1,55
7,60	4	0,763	18,92	24,81	0,95	1,24
7,80	4	0,761	18,89	24,81	0,94	1,24
8,00	2	0,760	8,96	11,79	0,45	0,59
8,20	2	0,759	8,95	11,79	0,45	0,59
8,40	2	0,757	8,93	11,79	0,45	0,59
8,60	3	0,756	13,37	17,69	0,67	0,88
8,80	3	0,755	13,35	17,69	0,67	0,88
9,00	2	0,753	8,47	11,24	0,42	0,56
9,20	4	0,752	16,91	22,48	0,85	1,12
9,40	2	0,751	8,44	11,24	0,42	0,56
9,60	4	0,750	16,86	22,48	0,84	1,12
9,80	2	0,749	8,42	11,24	0,42	0,56
10,00	5	0,748	20,07	26,85	1,00	1,34
10,20	4	0,747	16,04	21,48	0,80	1,07
10,40	4	0,746	16,01	21,48	0,80	1,07
10,60	4	0,744	15,99	21,48	0,80	1,07
10,80	5	0,743	19,96	26,85	1,00	1,34
11,00	6	0,742	22,89	30,84	1,14	1,54

STRATIGRAFIA




SCALA 1 : 125 Pagina 1/1

Riferimento: Comune di zagarolo	Sondaggio: S1 -D-H
Località: Scuola Media, Via dei Frati	Quota: 310
Impresa esecutrice: Piano Terra srl	Data: Febbraio 2017
Coordinate:	Redattore:
Perforazione:	

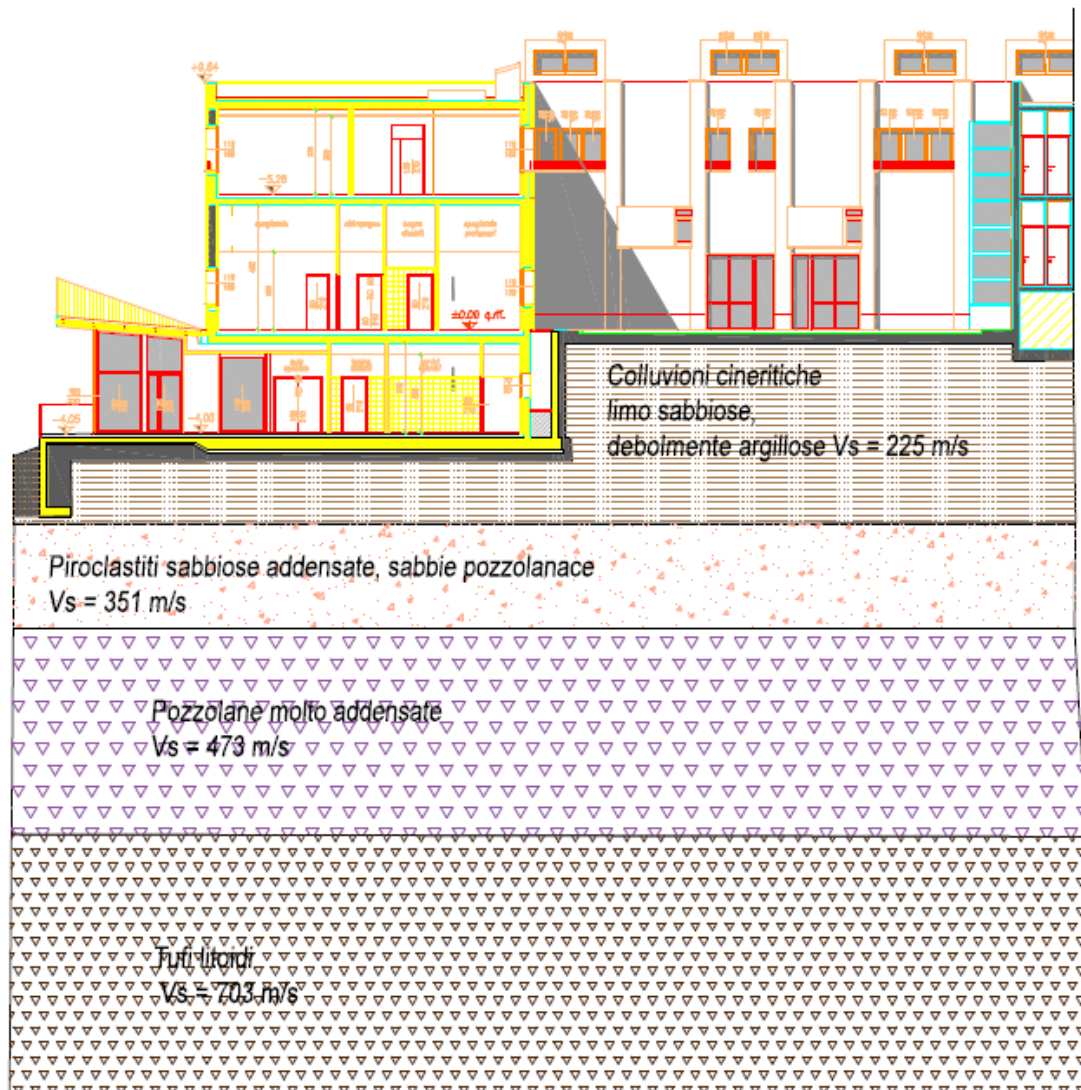
ø mm	R v	A r	S	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
					1										Colluvioni cineritiche limo sabbiose debolmente argillose
					2										
					3										
					4								4.0		
					5										Piroclastiti sabbiose addensate, sabbie pozzolanace
					6										
					7										
					8										
					9									9.0	Pozzolane molto addensate
					10										
					11										
					12										
					13										
					14										
					15										
					16										
					17										
					18										
					19										
					20										
					21									21.0	Tufi litoidi
					22										
					23										
					24										
					25										
					26										
					27										
					28										
					29										
					30									30.0	

STRATIGRAFIA

SCALA 1 : 125 Pagina 1/1

Riferimento: Comune di zagarolo										Sondaggio: S1 -D-H									
Località: Scuola Media, Via dei Frati										Quota: 310									
Impresa esecutrice: Piano Terra srl										Data: Febbraio 2017									
Coordinate:										Redattore:									
Perforazione:																			
Ø mm	R v	A r	Pz	metri bat.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 -- 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 -- 100	prof. m	DESCRIZIONE					
				1										Colluvioni cineritiche limo sabbiose debolmente argillose					
				2						1-2-2	4								
				3															
				4									4,0						
				5										Piroclastiti sabbiose addensate, sabbie pozzolanacee					
				6						6-8-6									
				7															
				8															
				9										Pozzolane molto addensate					
				10															
				11															
				12															
				13															
				14															
				15									15,0						


Sezione sismostratigrafica



Carta geologica di dettaglio

Scala 1:750



 Colluvioni cineritiche

CARTA MOPS

