

Dott. Geol. Miriano Scorpioni



☒ Via Marcantoni, 26 (06061) Castiglione del lago (PG)
tel. 075/ 953367 0348/5104859 cell ☎ e-mail miriano.geo@libero.it
posta certificata : mirianoscorpioni@epap.sicurezzaapostale.it
Iscritto all' Ordine Nazionale dei Geologi
U 08.03.1991 n° 8076
All' Albo della Regione Umbria n° 119
c.f. SCRMRN61L05Z110L p.iva 01887370540

Studio di consulenze geologiche, geotecniche, idrogeologiche; consulenze per consolidamenti di edifici, bonifica aree in frana e progettazione con tecniche di ingegneria naturalistica.

Relazione sulla modellazione Geologica Sismica e Geotecnica

Committente: A.C.D. Trasimeno

Località: Stadio Comunale Roberto Giommoni-V. Trappes, Castiglione del Lago PG

Oggetto : Studio per la realizzazione della copertura alla tribuna spettatori.

Data : Giugno.2015

Stato della progettazione:

preliminare ✓ definitivo esecutivo

*Questo documento è di proprietà esclusiva.
E' proibita la riproduzione anche parziale e
la cessione a terzi senza preventiva
autorizzazione dello scrivente. Tariffario
ONG art.9 "malgrado l'arvenuto
pagamento della specifica, e salvo gli eventuali
accordi speciali fra le parti per la proprietà
dei lavori originali, dei disegni, dei progetti e
di quanto altro rappresenta l'opera del
geologo, restano sempre riservati a
quest'ultimo i diritti d'autore conformemente
alle leggi".*

Firma e timbro:



Miriano Scorpioni

Committente: ACD Trasimeno	Località Impianti Sportivi – C. Lago	Pag. 1 di 25
<i>E' proibita la riproduzione anche parziale e la cessione a terzi del presente elaborato, senza l'autorizzazione dello scrivente.</i>		

0. INDICE (pag. 1)

1. INQUADRAMENTO DELLO STUDIO (pag. 2)

- 1.1 *Intervento di progetto*
- 1.2 *Riferimenti normativi*
- 1.3 *Indicazioni geografiche e cartografiche dell' area*
- 1.4 *Indagini geologiche e geotecniche*

2. MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO (pag. 4)

- 2.1 *Inquadramento Regionale*
- 2.2 *Lineamenti Geomorfologici*
- 2.3 *Lineamenti Litostratigrafici e strutturali*
- 2.4 *Lineamenti Idraulici*
- 2.5 *Lineamenti Idrogeologici*

3. MODELLAZIONE SISMICA (pag. 10)

- 3.1 *Sismicità Storica*
- 3.2 *Dati generali di sismo-tettonica*
- 3.3 *Determinazione dell'approccio per la definizione dell'azione sismica*
- 3.4 *Condizioni topografiche e amplificazione*
- 3.5 *Caratterizzazione del suolo di fondazione*
- 3.6 *Parametri Sismici*

4. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO (pag. 15)

- 4.1 *Relazione sulle indagini*
- 4.2 *Caratterizzazione Geotecnica degli orizzonti*
- 4.3 *Definizione dei parametri geotecnici caratteristici*

5. VERIFICHE SULLA STABILITÀ (pag. 21)

- 5.1 *Verifiche sulla stabilità del versante*
- 5.2 *Verifiche sulla stabilità dei fronti di scavo*
- 5.3 *Verifiche alla Liquefazione*

6. CONCLUSIONI (pag. 23)

ALLEGATI:

- N° 1 (1 pagina) Stralcio cartografia IGM N° 2 (1 pagina) Stralcio cartografia catastale
- N° 3 (1 pagina) Carta Geomorfologica N° 4 (1 pagina) Carta Geologica
- N° 5 (2 pagine) Sondaggio a carotaggio - N° 6 (4 pagine) Indagini penetrometriche statiche
- N° 7 (5 pagine) Indagine sismica (MASW) – N° 8 (4 pagine) Indagine HVSR
- N° 9 (3 pagine) Verifica Liquefazione N° 10 (5 pagine) Pericolosità Sismica

Committente: ACD Trasimeno	Località Impianti Sportivi – C. Lago	Pag. 2 di 25
<i>E' proibita la riproduzione anche parziale e la cessione a terzi del presente elaborato, senza l'autorizzazione dello scrivente.</i>		

1. INQUADRAMENTO DELLO STUDIO

1.1 Intervento di progetto

Il presente lavoro, commissionato dall' A.C.D. Trasimeno, tramite l'Arch. Parrettini Alessandro, consiste nello studio geologico – geotecnico, tramite raccolta di dati bibliografici sopralluoghi ed indagini dirette, per la caratterizzazione geologica - tecnica del suolo, finalizzato alla realizzazione della copertura alla tribuna spettatori dello stadio Comunale di Castiglione del Lago.

1.2 Riferimenti normativi

Lo studio sarà svolto tenendo conto essenzialmente delle vigenti disposizioni in materia di costruzioni con particolari prescrizioni su aree sismiche; il quadro normativo, basato sulle nuove Norme Tecniche, Ordinanze ed Istruzioni Tecniche, è il seguente:

- ⇒ OPCM 3274 del 20/03/2003 – Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per costruzioni in zona sismica e successive modifiche ed integrazioni (OPCM 3316, OPCM 3431)
- ⇒ Norme Tecniche per le Costruzioni – Testo Unico (D.M. 14/01/2008, art. 2, 3, 6 e 7)
- ⇒ CIRCOLARE 2 Febbraio 2009, n. 617 – Istruzioni per l' applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008

1.3 Indicazioni geografiche e cartografiche dell' area

Il terreno in esame è posto tra Viale Trappes e la zona denominata “I Prati”, in vicinanza del lago, ovviamente nel territorio comunale di Castiglione del Lago; un più preciso riferimento si ottiene consultando la seguente cartografia allegata:

- Foglio n° 122 “Perugia”, della Carta d' Italia edita dall' IGM, alla tavoletta III NO “Castiglione del Lago” (Allegato n° 1 in scala 1:25.000).
- Foglio 45 della Mappa Catastale riferita al Comune di Castiglione del Lago (Allegato n° 2 in scala 1:2.000), alla particella n° 111 e limitrofe.
- Carta Tecnica Regionale dell'Umbria Sezione 310-051 (Allegati n° 3-4 in scala 1:5.000), con riportate le caratteristiche geologiche, morfologiche e idrogeologiche dell'area.

Fig. 1 Inquadramento Geografico



1.4 Indagini geologiche e geotecniche

Trattandosi di un nuovo intervento, lo studio effettuato per il presente lavoro tiene conto di quanto previsto nei par. 3.2.2 e 6.2.2. del DM 14.01.2008 (*CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE - INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA*), che recita testualmente: “*Ai fini della definizione dell’azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l’effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi... Le indagini geotecniche devono essere programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento e devono riguardare il volume significativo di cui al § 3.2.2, e devono permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione*”; pertanto le informazioni saranno ottenute dall’esame di indagini pregresse eseguite in siti limitrofi, che consistono in sondaggi un’indagine geofisica, e prove penetrometriche, e indagini di supporto aggiuntive.



2. MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

2.1 Inquadramento Regionale

L'area in esame si colloca nella porzione Occidentale della provincia di Perugia, più precisamente lungo la costa Ovest del Lago Trasimeno, all'interno del limite naturale del suo bacino idrografico. La zona è caratterizzata da ampie conche alluvionali (tra cui quella del Trasimeno e di alcuni sui modesti immissari) e blandi rilievi collinari definiti genericamente in letteratura "Villafranchiani", costituiti entrambi da depositi di genesi fluvio-lacustre e che fungono da transizione tra il dominio marino Plio-Pleistocenico, posto verso ovest (principalmente nella Toscana *Senese* fino al M. Cetona), ed il basamento costituito da transizioni tra la serie Toscana (Argilloscisti e Macigno) con quella Umbra.

Le diverse unità tettoniche dell'area sono sigillate da successioni sedimentarie Plio-quadernarie (quelle in esame), che si sono sviluppate in depressioni strutturali controllate da faglie generalmente con direzione NNW-SSE. Queste sono segmentate e localmente trasferite da faglie trasversali, a direzione WSW-ENE, ereditate dalla precedente fase compressiva. Le successioni che si sono sviluppate nelle depressioni strutturali sono riferibili a due bacini principali: quello della Val di Chiana, a ovest, e quello Tiberino, a est. Per questo motivo le successioni continentali affioranti possono essere riferite a due supersintemi: il supersistema della Val di Chiana, in cui sono organizzate le successioni del settore occidentale, e il supersistema Tiberino, che raggruppa le successioni del settore orientale. All'interno di ciascuno di questi due bacini principali sono presenti dorsali e rilievi minori, che ne articolano il territorio, senza però interrompere sostanzialmente la continuità dell'ambiente di sedimentazione; le successioni sedimentarie Plio-pleistoceniche poggiano in discordanza sul substrato che nell'area in esame è posto a profondità molto maggiori di 30 m.

Non sono emersi, nel corso del rilievo, elementi tali da ipotizzare la presenza di attività neotettonica, anche se il brusco approfondimento del basamento verso il lago potrebbe ricondursi al sistema distensivo che ha originato la conca lacustre (*Graben del Trasimeno*).

Per quanto attiene i piani di bacino, l'area in esame si colloca all'interno del bacino del Trasimeno ed è pertanto compreso negli ambiti disciplinati dall'Autorità di bacino del Fiume Tevere.

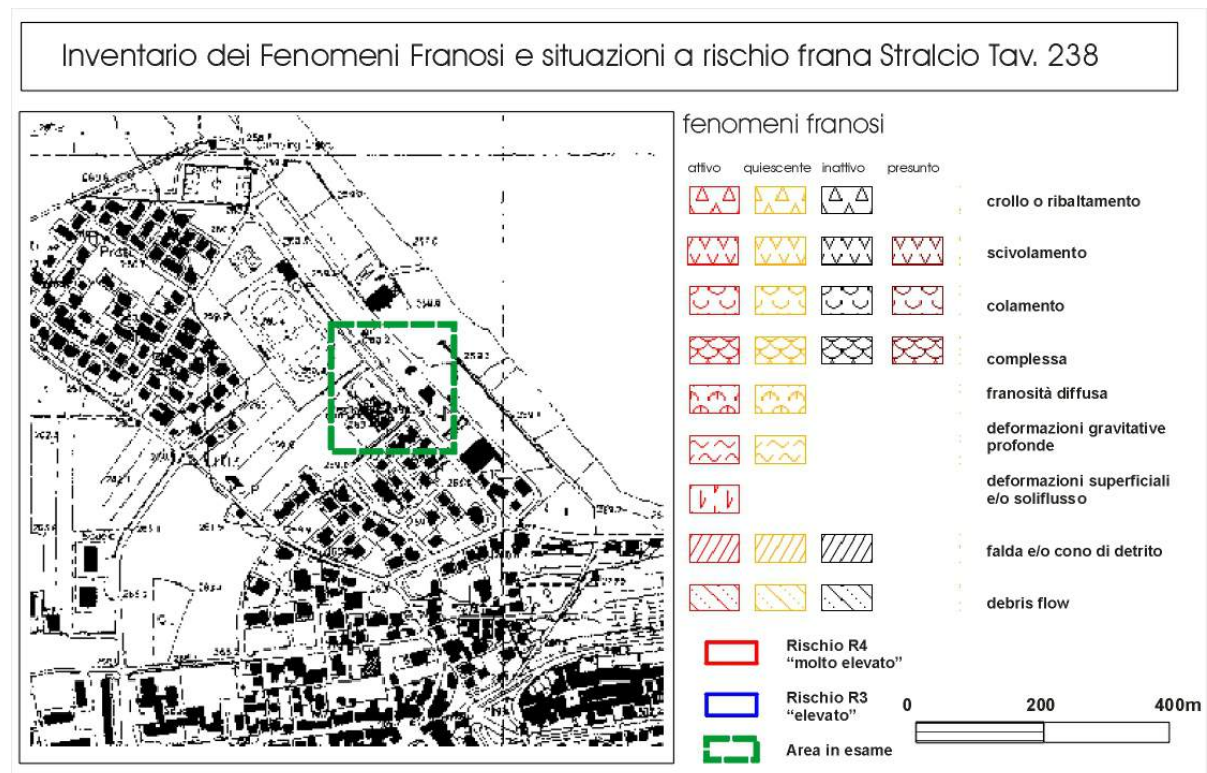


2.2 Lineamenti Geomorfologici

L' area in esame è ricompresa in una estesa fascia sub-pianeggiante che si estende in modo ampio dalle sponde del *F. sso Paganico*, in destra e sinistra idrografica, fino al promontorio collinare su cui svetta la fortificazione urbana del centro storico di Castiglione del Lago (verso sud), ed in sinistra per un lunghissimo tratto lungo alle sponde lacustri; la quota assoluta della sedime, è di circa 260-265 mt. slm., con un dislivello dallo zero idrometrico del Lago Trasimeno di circa 3-4 mt.; tale zona si raccorda al lago tramite un' ampia area non occupata da significativi elementi di urbanizzazione.

La zona è esente da segni di azioni gravitative lungo il versante, si evince inoltre l' assenza di elementi riconducibili a possibili instabilità potenziali (vedasi specifica cartografia dell' inventario dei movimenti franosi della Regione Umbria, redatta dal C.N.R. GNDI e carta "Inventario dei Fenomeni Franosi e situazioni a rischio frana" allegata al PAI del Tevere).

Fig. 2 Stralcio PAI Tevere



La rete di raccolta idrica superficiale è caratterizzata da un regolare drenaggio della rete fognaria urbana, organizzata in modo tale da impedire il ristagno delle acque e l' erosione dei suoli urbani; le eccedenze dell' infiltrazione sono recapitate alla rete idrografica principale.



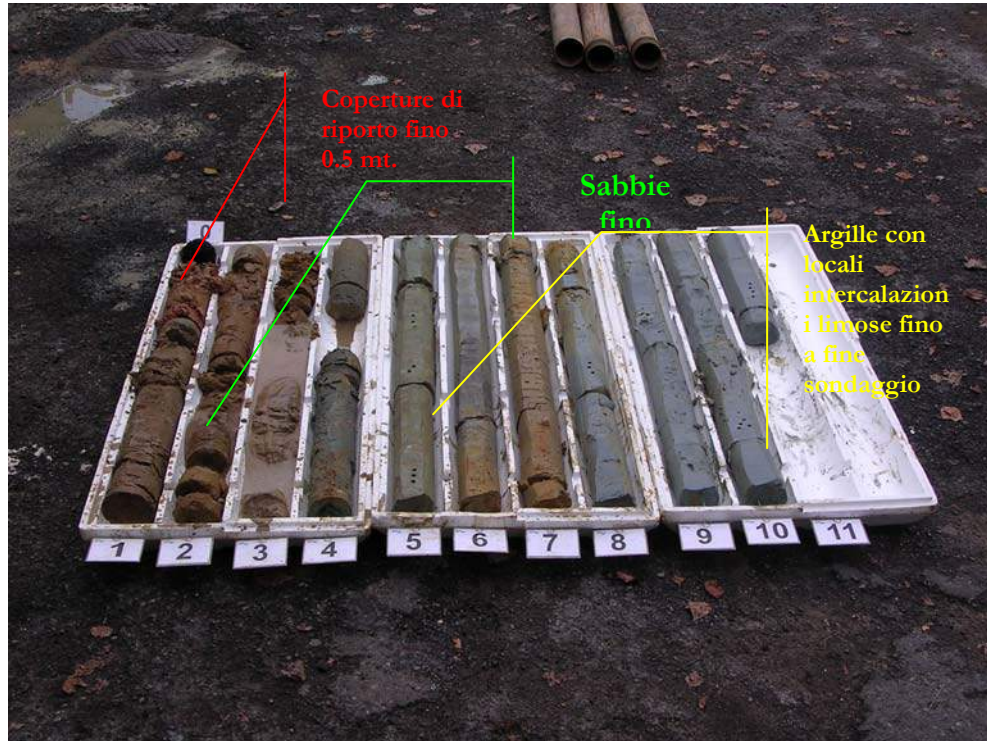
2.3 Lineamenti litostratigrafici e strutturali

Il sub-strato geologico dell' area, prescindendo da una estesa copertura antropica che interessa in toto le aree urbanizzate “**ant** in cartografia”, è costituito da un complesso di terreni clastici di genesi alluvionale recente “**al Oloceniche**”, riconducibili all'interazione Trasimeno – Fosso Paganico, costituita da depositi in prevalenza limosi –sabbiosi con lenti argillose, spostandosi verso ovest si rinengono facies fluvio-lacustri *plio-pleistoceniche* , caratterizzate da litologie medio fini e cartografate in allegato con la sigla “**SFLa**”.

Il rilevamento di campagna e le indagini eseguite permette di evidenziare una modesta eterogeneità litologica e granulometrica, con locali discontinuità eteropiche e stratigrafiche; un sondaggio eseguito nelle vicinanze (piscina comunale) ha consentito di ricostruire nel dettaglio la stratigrafia del sottosuolo e di schematizzare gli orizzonti geotecnici, raccordando le informazioni desunte dalla statica con la stratigrafia diretta del sondaggio.

Fig. 3 Documentazione fotografica delle cassette catalogatrici


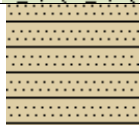
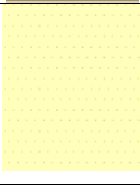
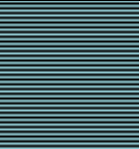
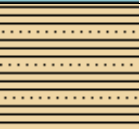
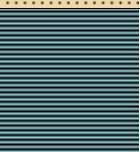
Riferite al sondaggio a carotaggio continuo



Quanto rilevato in loco non è sufficiente ad una ricostruzione della sequenza stratigrafica dei depositi clastici per la porzione di interesse, si è fatto pertanto riferimento ad informazioni quali

le stratigrafie dei pozzi scavati nell' area ed indagini per lavori precedenti ed indagini geofisiche; da questi si ottengono le seguenti indicazioni:

Tab. 1 Modello Geologico-Stratigrafico

Unità	Prof. (m)	Spessore (m)	retino	Descrizione
1	0.5	0.5		conglomerato bituminoso e stabilizzato, caratterizzato da ciottoli eterometrici a spigoli vivi, prevalentemente calcarei, ma anche resti di laterizi, con matrice da scarsa ad assente.
2	1.2	0.7		limi sabbiosa di colore nocciola
3	4.0	2.8		sabbie di colore nocciola ocrace, con granulometria da media a fine e poca matrice (presente solo a luoghi per piccoli livelli) e sabbie di colore nocciola grigio-cenere, generalmente ben classate, da medie a fine, presumibilmente in falda
4	6.0	2.0		argille grigio azzurre senza particolari variazioni con striature nerastre
5	7.0	1.0		argille nocciola con fiammate bruno rossicie e frustoli carboniosi (nerastri), sono presenti locali intercalazioni di limi sabbiosi ocracei
6	>60	---		<i>argille con sfumature cromatiche grigio azzurrognolo fino ad oltre 35-40 mt. ove si rinvencono sabbie sature</i>

Non sono emersi, nel corso del rilievo, elementi tali da ipotizzare la presenza di attività neotettonica, se non su scala molto ampia, senza significative ripercussioni nella sedime oggetto di studio.

2.4 Lineamenti Idraulici

Il lago Trasimeno, è ricompreso nel Bacino del Tevere, attraverso l'emissario di San Savino si scolgerebbero le piene del lago, rarissime negli ultimi decenni; si segnalano picchi significativi del livello del Lago, il primo nella primavera del "41 di 257,96 mt. slm., il secondo nella primavera del "79 di 257,88 mt. slm., nello stesso decennio ci si è spesso avvicinati specie nell'86 e nell'87 con 257,85 mt. slm., per il restante periodo il lago presenta cicli di magra senza scolgere, e solo nel 2014 si è nuovamente raggiunto lo "zeri idrometrico" superandolo fin qui di poche decine di centimetri.

Il lago si comporta in prevalenza come un sistema chiuso con massimo livello di invaso posto alla quota assoluta di 257.33 mt. slm., ma che ha raggiunto negli ultimi periodi estivi ripetutamente - 2 mt. da questo livello senza recuperare più del 50% nei periodi invernali, studi e progetti principalmente riassunti nel Piano Stralcio del Trasimeno (Dell' Autorità di Bacino del Tevere), sono orientati alla risoluzione dei problemi connessi alle “magre”, mentre il rischio di “piene” è demandato al funzionamento ed alla gestione dell'emissario di San Savino.

Per quanto attiene alla rete idrografica che scola nello specchio lacustre, si evidenzia nell'area di progetto che non sono presenti orsi d'acqua significativi, tutto il deflusso superficiale, stante anche il significativo livello di urbanizzazione, è demandato alla canalizzazione della rete di deflusso di acque chiare, che recapita direttamente al lago; pertanto le condizioni idrauliche complessive sono tali da scongiurare il rischio di esondazioni sulla sedime di progetto.

2.5 Lineamenti Idrogeologici

La circolazione e l' immagazzinamento delle acque sotterranee è connesso direttamente alla porosità primaria del substrato clastico e quindi alle sue caratteristiche litologiche, granulometriche e tessiturali, al fine di comprendere l' andamento della falda freatica è stato eseguito un dettagliato censimento dei pozzi esistenti.

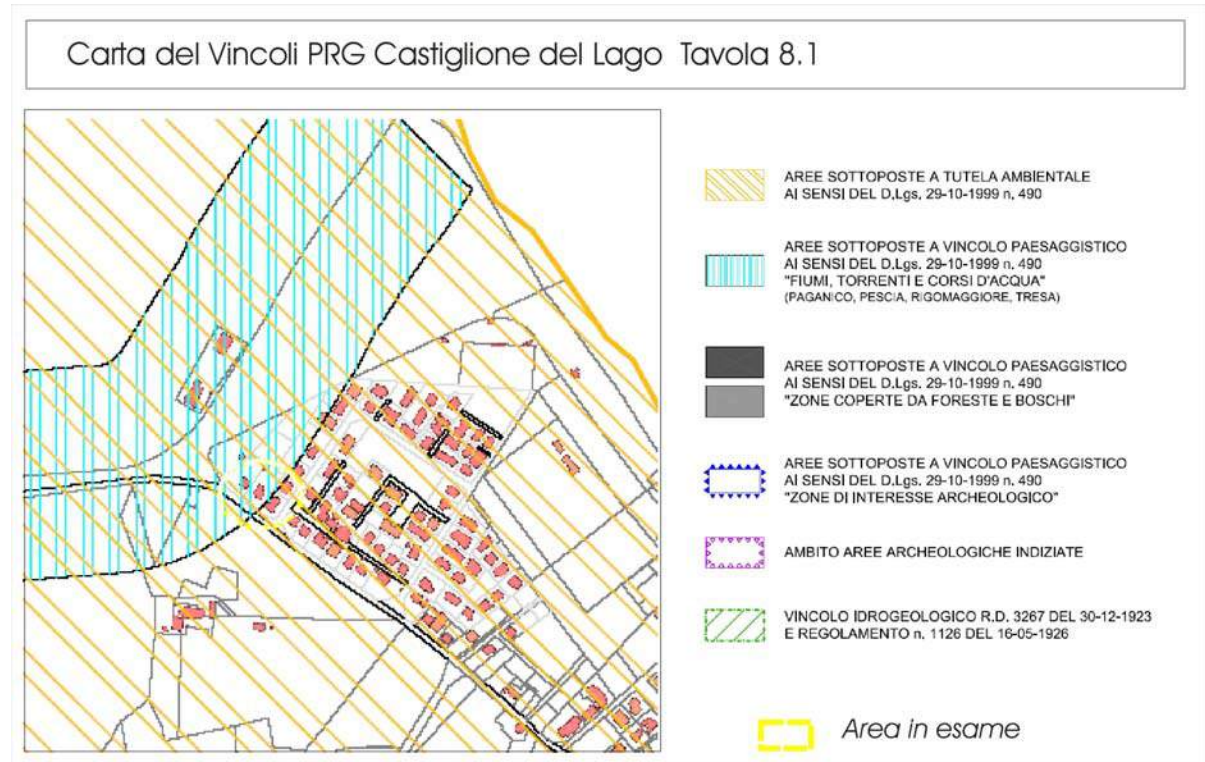
La circolazione idrica sotterranea si realizza per quanto di interesse nei sedimenti sabbiosi limosi superficiali, il censimento dei pozzi, riportato nella planimetria, ha evidenziato un primo acquifero si è rinvenuto a -1.5 mt. dal p.c., dalle informazioni assunte nel periodo estivo questo non scende oltre i 5mt., anche se non si rinvergono grandi quantità di acqua.

Dallo schema rilevato appare ovvio che la modesta falda interconnessa con il Lago è alimentata dallo stesso (visto che la falda si rinviene in tutti i pozzi a profondità maggiori di quella del lago), pertanto per quote di imposta delle fondazioni superiori a 258 mt. slm. non si avrà interferenza con l'acquifero interconnesso con il lago Trasimeno e non si rende necessario l' estrazione ed allontanamento forzato delle medesime.

Si rinvergono infine ulteriori acquiferi “confinati” oltre i 20-15 m.t. dal p.c., da un censimento realizzato a Novembre 2012 (per un raggio di circa 200mt dalla zona in esame).

L'area non è vincolata a fini idrogeologici (come evidente dallo stralcio di PRG riportato di seguito), né da altri vincoli che pregiudicano la fattibilità dell'intervento.

Fig. 4 Stralcio da PRG Vigente



3. MODELLAZIONE SISMICA

3.1 Sismicità Storica

La zona lacustre e quella di Castiglione del Lago a partire dal 217 a.C. (citato negli scritti che rievocano la battaglia del Trasimeno), evidenziano una sismicità relativamente modesta rispetto alle zone limitrofe, tipica dell'Umbria occidentale, ma con terremoti che in più di 5 casi hanno raggiunto la magnitudo di 5,6 (area tra Città della Pieve e Paciano). Solo una volta l'epicentro di un sisma è stato chiaramente ubicato nel territorio comunale di Castiglione del Lago (Lisciano, Giugno 1969; 4,5 gradi scala Mercalli).

Dal sito dell'INGV è stata scaricata la scheda della Storia sismica del comune oggetto di intervento che si riporta di seguito.

Tabella n° 2

Storia sismica di Castiglione del Lago [43.126, 12.051]

Numero di eventi: 15

Effetti	In occasione del terremoto del:								
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
NF	1898	06	27	23	38	RIETI	186	8	5.48
NF	1902	12	17	05	21	SANTA FIORA	30	7	5.03
NF	1905	02	12	08	28	SANTA FIORA	61	6-7	4.83
4-5	1909	08	25	00	22	MURLO	283	7-8	5.40
NF	1911	09	13	22	29	CHIANTI	103	7-8	5.14
4	1917	04	26	09	35	MONTERCHI-CITERNA	128	9-10	5.80
3	1918	04	14	01	56	GIANO DELL'UMBRIA	23	6-7	5.03
2	1919	02	13	02	20	LAGO TRASIMENO	20	6	4.83
3	1919	09	10	16	57	PIANCASTAGNAIO	67	8	5.38
3	1940	06	19	14	10	RADICOFANI	28	6-7	4.83
4	1940	10	16	13	17	RADICOFANI	106	7-8	5.30
3	1984	05	07	17	49	Appennino abruzzese	912	8	5.93
NF	1993	06	05	19	16	GUALDO TADINO	326	6	4.92
5	1997	09	26	09	40	Appennino umbro-march.	869	9	6.05
5	1998	03	26	16	26	APPENNINO UMBRO-MARCH.	408	6-7	5.33



3.2 Dati generali di sismo-tettonica

La mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale riferita all'Ord. P.C.M. del 20.03.2003, n. 3274, per il territorio comunale indica valori di accelerazioni massime attese con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (TR 495 anni) pari 0,2 g. La classificazione attualmente vigente, inserisce il territorio comunale in zona II, che ha come accelerazione d'ingresso 0,25 g, anche in virtù della precedente classificazione in seconda categoria. La zonazione sismogenetica più recente, la ZS9.

L'area del Trasimeno, assieme alla Val di Chiana, viene inserita dall'INGV (*nella redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'OPCM 3274/2003, rapporto conclusivo, 2004 – bozza*) nella zona sismotettonica ZS920, con Mw attesa variabile da 5.57 a 5.686. Per quanto riguarda la magnitudo da usare in analisi sulla liquefazione, il consiglio riportato nel sito dell'INGV è quello di usare la magnitudo massima attesa in ogni zona sismogenetica e nello specifico **5,686**, ricavabile dalla colonna 8 della tabella 6 a pagina 38 del rapporto conclusivo citato.

3.3 Determinazione dell'approccio per la definizione dell'azione sismica

Come definito nel 3.2.2 del DM 14.01.2008 “*Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel § 7.11.3. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III)*”.

In sostanza per la valutazione della risposta sismica locale si può ricorrere all'approccio semplificato (consentito ma non obbligatorio, anche se tale procedura è di solito riservata a casi particolari e/o ad opere di grande importanza), debbono essere inoltre chiare alcune condizioni che non fanno rientrare la sedime nella categorie aggiuntive (*Tab. 3.2.II*), nello specifico, tenendo conto del buon livello di conoscenza dell'area, della presenza fin oltre 30 m. di sedimenti clastici con caratteristiche sufficientemente uniformi, nonché il progressivo miglioramento con la profondità delle caratteristiche meccaniche dei terreni, si propone di operare con l'approccio semplificato.

3.4 Condizioni topografiche e amplificazione

L' azione sismica, oltre che dalla magnitudo (energia) in ogni singolo sito, dipende da fattori di amplificazione topografici (S_T) e stratigrafici (S_S) dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi; la risposta sismica locale consente di definire le modifiche o amplificazioni che il segnale sismico subisce rispetto ad una superficie topografica orizzontale ed un sottosuolo rigido con elevate caratteristiche geotecniche (topografia $S_T = T1$ e sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

Per la valutazione delle condizioni topografiche, avendo configurazioni superficiali semplici, con aree inclinate fino ad un massimo di 15° , ma con una media nei limiti di 10° , si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.IV):

T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

3.5 Caratterizzazione del suolo di fondazione

Per la determinazione della categoria di sottosuolo, si è eseguita una misurazione della velocità delle onde sismiche con metodi geofisici in tecnica attiva del tipo MASW utilizzando la dispersione delle onde superficiali (nel caso specifico di Rayleigh), che meglio verrà descritta in seguito; l'indagine è stata interpretata attraverso l'utilizzo di specifico SOFTWARE winMASW della Elisoft, in licenza d'uso allo scrivente, che permette di ottenere il seguente modello:

Tab. 3a Sezione sismostratigrafica MASW (velocità V_s)

N. Strato	Spessore (m)	Profondità (m)	p.v. (g/cm^3)	Velocità S [m/s]
1	1,5	1,5	1.7	120
2	3,1	4,6	1.8	170
3	3,4	8,0	1.8	203
4	3,9	11,9	1.8	198
5		30	2.0	430

Tab. 3b Sezione sismostratigrafica HVSr (velocità V_p - V_s)

N. Strato	Profondità (m)	Velocità P [m/s]	Velocità S [m/s]
1	1,2	190	98
2	7,5	376	176
3	59	571	268
4		1214	800

Essendo la $V_{s,30} = 200-245$ m/s ed avendo i depositi sciolti uno spessore superiore a 30 m, si può classificare la sedime in un "sottosuolo di tipo C" come da tabella allegata.

Tab. 4 (stralcio tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo D.M. 14.01.2008)

<i>Categoria</i>	<i>Descrizione</i>
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_s , 30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT, 30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu, 30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

3.2 Parametri Sismici

I parametri sismici del sito di intervento sono calcolati con Geostru-PS, un software GEOSTRU utile per individuare la pericolosità sismica direttamente dalla mappa geografica. A questo sono aggiunti solo la Classe di Edificio (nello specifico I) e la vita nominale (50 anni).

Una delle novità delle NTC è appunto la stima della pericolosità sismica basata su una griglia di 10751 punti, ove viene fornita la terna di valori a_g (accelerazione orizzontale massima al sito), F_0 (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e T^*C (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale), per nove distinti periodi di ritorno T_R . Dai parametri sismici si potranno derivare per i vari stati limite i valori di S_s e C_c , ottenendo S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente:

$$S = S_s \times S_T$$

Si deriva così l'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata con la relazione:

$$a_{max} = S \times a_g = S_s \times S_T \times a_g$$

ed i valori K_b , K_v e $Beta$ (β_s), riepilogati per i vari stati limite nella tabella seguente.

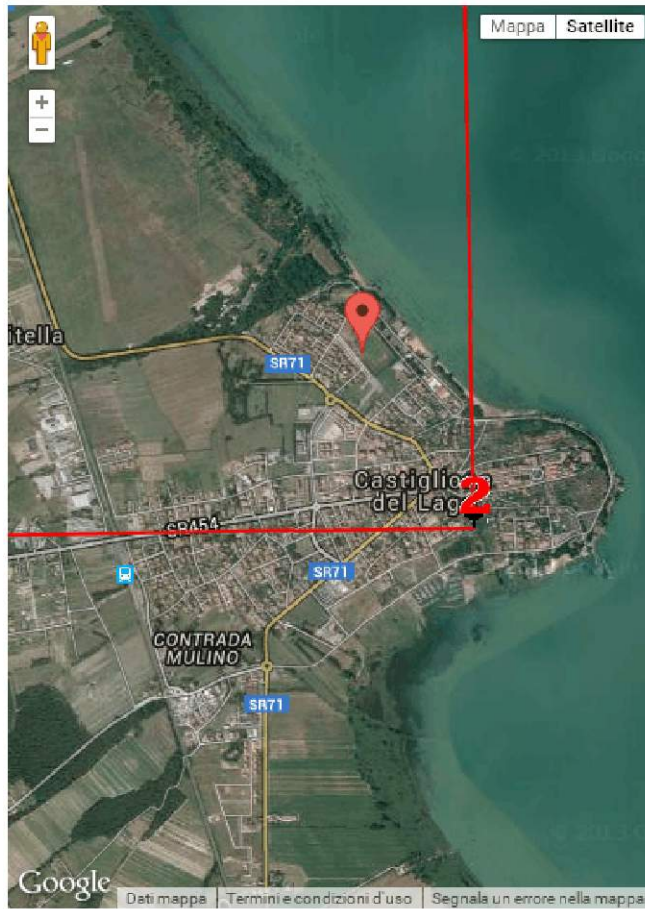
Tab. 5 Tabella Riassuntiva Parametri sismici

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,016	0,019	0,054	0,065
kv	0,008	0,010	0,027	0,033
Amax [m/s ²]	0,781	0,950	2,204	2,671
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Con: Operatività (SLO), Danno (SLD), Salvaguardia della vita (SLV), Prevenzione dal collasso (SLC); maggiori dettagli si possono ottenere dalla consultazione dell'Allegato N° 7 Parametri sismici.

Fig. 5 Calcolo dei Parametri sismici

Cerca Posizione		Determinazione dei parametri sismici	
Via	Stadio Giommoni n°	(1)* Coordinate WGS84	
Comune	Castiglione del Lago Cap	Lat. 43,131638 °	Long. 12,044592 °
Provincia	Perugia Cerca	(1)* Coordinate ED50	
Coordinate WGS84		Lat. 43,132604 °	Long. 12,045547 °
Latitudine		Classe dell'edificio	
Longitudine	Cerca	II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubblici	Cu = 1
Isole	-- Seleziona --	Vita nominale	50
		(Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=60, Grandi opere >=100)	
		Interpolazione	Media ponderata
			Calcola



Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F _o	Tc' [s]
Operatività (SLO)	30	0,053	2,536	0,258
Danno (SLD)	50	0,065	2,553	0,271
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,153	2,466	0,288
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,192	2,470	0,292
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici

Muri di sostegno
 Paratie
 Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss [*] Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,47	1,42
Cc [*] Coeff. funz categoria	1,64	1,62	1,58	1,58
St [*] Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00



4. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

4.1 Relazione sulle indagini

Come accennato nel § 1.4, per una dettagliata valutazione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni, anche con riferimento alla tipologia di intervento, si è ritenuto opportuno far riferimento ad alcune indagini eseguite nelle immediate vicinanze per in progetto di ampliamento della piscina comunale (1 indagine sismica a rifrazione e 1 sondaggio a carotaggio continuo, 1 sondaggio penetrometrico) ed indagini sul sedime ad integrazione delle informazioni esistenti prova penetrometrica in configurazione statica e una indagine sismica HVSR.

4.1a Indagini sismiche a rifrazione

Per la prospezione geofisica, la cui ubicazione è evidenziata nella figura soprastante, è stata utilizzata la seguente strumentazione:

- sismografo Echo 12/24-2002, con acquisizione automatica, trattamento digitale del segnale con possibilità di filtraggio ed amplificazione elettronica del segnale di acquisizione in sede di elaborazione delle singole tracce sismiche;
- 24 geofoni verticali con frequenza 4.5 Hz;
- sistema di trigger collegato al sistema di energizzazione;
- energizzazione mediante caduta di massa battente (mazza da 9 Kg), su piattello orizzontale solidale al terreno.

Lo stendimento esteso 46 m con distanza tra i geofoni di 2m, con 2 punti di energizzazione “*tiri o shot*”; i tiri sono posizionati entrambi esterni al geofono G1 e distanti da questo rispettivamente 5 e 10 m.

La tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) consente di fornire un profilo verticale medio delle Vs relative al volume di sottosuolo sotteso dallo stendimento operato, tale profilo verticale delle Vs viene ricavato per inversione o per modellizzazione diretta della velocità di fase delle onde di superficie (Rayleigh).

Le onde di Rayleigh costituiscono un particolare tipo di onde di superficie che si trasmettono sulla superficie libera di un mezzo isotropo ed omogeneo, e sono il risultato dell'interferenza tra onde P ed onde Sv (onde di taglio verticali).

In un mezzo stratificato, tali onde sono di tipo guidato e dispersivo; la dispersione è una deformazione di un treno d'onde dovuta ad una variazione di propagazione di velocità con la frequenza, le componenti con frequenza minore penetrano più in profondità rispetto a quelle a frequenza maggiore, per un dato modo, e presentano normalmente più elevate velocità di fase.

La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle V_s , è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati, pertanto, analizzando la curva di dispersione, ossia la variazione delle velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che è l'inverso della lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite il processo d'inversione.

La velocità delle onde di Rayleigh (V_R) è pari a circa il 90% delle onde di taglio (V_s); le tecniche di analisi delle onde di Rayleigh vengono realizzate con procedure operative più onerose della comune sismica a rifrazione e delle prove in foro e hanno un grado di incertezza nella determinazione della $V_s < 20\%$.

Alla prova masw è stata aggiunta una misurazione di microtremori con sismografo GeoBox SARA electronics instrument, programma di acquisizione SeismoWin MT, interpretazione Geopsy e Dinver.

4.1b Sondaggio a carotaggio continuo

Il sondaggio a carotaggio continuo, eseguito con *Perforatrice Coman Compact Drill 200*, fino alla profondità di 10.5 mt. dal piano campagna, con carotiere semplici di diametro 86 mm, dotati di corona ad inserti widia.

La stratigrafia è stata redatta dallo scrivente direttamente in sito, e le informazioni stratigrafiche sono riportate nell'apposito elaborato (Allegato n° 5).

4.1c Indagini penetrometriche

Come accennato si utilizzano i dati di 2 *sondaggi penetrometrici* di cui uno in vicinanza della piscina con strumentazione penetrometro dinamico *deep drill DL30IT.SA DINAMICO MEDIO-LEGGERO ITALIANO*, definito in letteratura tipo “Emilia” eseguito alla piscina comunale, per una profondità massima di circa 6 *m.t.*, e uno con penetrometro statico *deep drill SP 100 KN* del tipo “*tipo Gounda*”. (dati tecnici riportati in allegato n° 6), per una profondità *massima di circa 10 mt.* eseguito in corrispondenza dell’area di intervento.

La prova statica eseguita a fianco delle tribune da coprire consiste nell’infissione a pressione (con velocità costante = 2 cm/sec) una punta conica misurando separatamente, ma con continuità (ogni 20 cm.), lo sforzo necessario alla penetrazione della punta e l’adesione terreno acciaio di un manicotto posto sopra la punta (si potrebbe misurare anche la resistenza di tutte le aste infisse “Rt”).

I valori di lettura alla punta e al manicotto consentono di ottenere:

-Rp o qc (resistenza alla punta) in Kg/cm²;

-Rl (resistenza laterale) in Kg/cm².

Si suddividono di conseguenza gli orizzonti sulla base della omogeneità litologica, tenendo conto che nei campi dubbi si deve far riferimento all’esperienza locale del geologo che segue le indagini, e di quella geomeccanica riscontrata (da Rp Rd e N_{SPT}).

Per i singoli orizzonti, conoscendo la litologia (terreni attritivi o coesivi), e la posizione rispetto all’acquifero, si può risalire ai parametri geotecnici attraverso le seguenti correlazioni:

Peso di Volume γ , in assenza di valutazioni su campioni, da dati bibliografici tratti da: Geologia tecnica per ingegneri e geologi, Ippolito, Nicotera, Lucini, Civita de Riso., da ISEDI; e Manuale di Ingegneria Civile (Vol. 3) da Zanichelli ESAC.

Coesione non drenata C_u (in Kg/cm²), solo per terreni coesivi, da Racc. A.G.I. (1977), Ricceri et al.(1974), Marsland et al. (1974/1979).

$C_u = R_p / \beta$ con $\beta = 20$ se $R_p < 10$; $\beta = 30$ se $R_p > 30$; per $10 < R_p < 30$ $\beta =$ valore interpolato.

Per la dinamica da ***DM-7 (Design Manual for Soil Mechanics)***; il metodo è valido per le argille in genere (nei limiti riconosciuti per dette indagini) e si basa sulle seguenti relazioni:

Densità relativa $D_r\%$, per terreni granulari da correlazione di Meyerhof (1956-1965), da cui $R_p < 20$ $D_r < 15\%$; $R_p = 20-40$ $D_r = 15-35\%$; $R_p = 40-120$ $D_r = 35-65\%$; $R_p = 120-200$ $D_r = 65-85\%$.

Angolo di attrito interno efficace ϕ' , per terreni granulari, si utilizzano differenti correlazioni, di cui:

Per sabbie limose (limo > 5%) la relazione di Meyerhof (1956) in funzione della sola R_p ; $R_p = 25$ $\phi' = 28^\circ$; $R_p = 50$ $\phi' = 31^\circ$; $R_p = 75$ $\phi' = 32^\circ$; $R_p = 100$ $\phi' = 34^\circ$; $R_p = 150$ $\phi' = 36^\circ$; $R_p = 200$ $\phi' = 38^\circ$; $R_p = 250$ $\phi' = 39^\circ$.

Per sabbie si utilizzano formule in funzione di R_p e di σ'_{vo} (pressione verticale efficace) Durgunoglu & Mitchell (1975); per valori di $R_p < 25$ la formula (da “Fondazioni” di J.E. Bowels) $Tan \phi' = 0,329 \log (R_p / \sigma'_{vo})$.

Per la dinamica si utilizza il metodo di Meyerhof (1965), che correla ϕ con N_{SPT} dello strato, in funzione della sua granulometria

Modulo edometrico (M_0 in Kg/cm²) (Sanglerat 72, Mitchell-Gardner 75, Ricceri et Al. 74, Holden 73), si ottengono:

per i terreni attritivi:

$$M_0 = R_p \times \alpha \text{ dove } \alpha = 3$$

per terreni coesivi:

$$M_0 = R_p \times \alpha \text{ dove } \alpha = 3 \div 5 \text{ in funzione di } R_p$$



4.2 Definizione delle unità Geotecniche e dei parametri geotecnici caratteristici

Per le verifiche geotecniche, secondo quanto disposto dalle norme tecniche, si debbono definire i valori caratteristici dei parametri di resistenza al taglio del terreno; il valore caratteristico è una stima cautelativa del valore che influenza l'insorgere dello stato limite, ossia di una determinata superficie di rottura (per lo SLU) o di un cedimento maggiore di una certa soglia (SLE), non è ancora codificato un metodo per la determinazione dei parametri caratteristici, nel frattempo la Circolare 2.2.09 ha in parte tracciato alcuni criteri, in particolare in funzione del volume di terreno coinvolto nello stato limite considerato, si possono presentare le seguenti situazioni:

- ⇒ Nel caso in cui siano coinvolti elevati volumi di terreno, di fondazioni rigide che consentono condizioni di compensazioni tra le aree a maggiore e minore resistenza (stabilità dei pendii, capacità portante fondazioni ecc.) è consigliabile utilizzare i valori prossimi ai valori medi dei parametri geotecnici.
- ⇒ Nel caso in cui siano coinvolti piccoli volumi di terreno (verifica a scorrimento di un muro di contenimento), è consigliabile utilizzare i valori prossimi a quelli minimi.

In entrambi i casi si farà riferimento all'approccio statistico, che è comunque l'unica metodologia menzionata nell'EC7, sinteticamente può essere così riassunto, come una stima cautelativa del valore medio o minimo, ed è una selezione limitata ai valori del parametro geotecnico con un livello di confidenza del 95% (la stima cautelativa consiste nel 5° percentile del valore in oggetto).

Nello specifico si utilizza l'indagine penetrometrica statica che si ritiene più completa e vicina al sedime di intervento.

Tab. 6 (parametri geotecnici *medi NOMINALI* relativi all'indagine Cpt1)

Orizzonte	Litologia	prof.	Rp	p.v.	ϕ	Dr%	Cu	E'	M0
1	Argille e riporti	0,6	3	1,55	24	15	0,00	5	9
2	sabbie e/o limi	2,4	30	1,7	35	25	0,00	60	90
3	sabbie e/o limi	3,2	20	1,8	32	15	0,00	40	59
4	Argille	6,8	9	1,65	0	0	0,47	-	47
5	sabbie e/o limi	7,4	70	1,9	31	46	0,00	105	210
6	Argille	9,6	11	1,8	0	0	0,54	-	44

PER LE VERIFICHE DI FONDAZIONE SUPERFICIALITab. 7 (parametri geotecnici *medi caratteristici*)

<i>unità</i>	<i>dal p.c.</i>	<i>R_p</i>	<i>γ_κ</i>	<i>φ_κ</i>	<i>C_{uk}</i>	<i>M0_κ</i>
1	0,6	3	1,55	24	0,00	9
2	2,4	25	1,7	34	0,00	75
3	3,2	18	1,8	32	0,00	54
4	6,8	8	1,65	0	0,40	40
5	7,4	60	1,9	31	0,00	180
6	9,6	10	1,8	0	0,50	50

Per ottenere i valori dei parametri di progetto, si dovranno utilizzare i coefficienti A-M-R a seconda dell'Approccio scelto:

Approccio 1

- Combinazione 1 (A1, M1, R1)
- Combinazione 2 (A2, M2, R2)

Approccio 2

- Combinazione Unica (A1, M1, R3)

Tali valori saranno usati nelle rispettive verifiche, scelti approccio e combinazione.



5. VERIFICHE SULLA STABILITÀ

5.1 Verifiche sulla stabilità del versante

Le caratteristiche morfologiche descritte in precedenza sono tali da poter escludere a priori la presenza di rischio connesso all'instabilità del versante proprio per l'assenza di pendenze significative in corrispondenza del sedime di progetto, e delle aree limitrofe, si omettono pertanto le relative verifiche.

5.2 Verifiche sulla stabilità dei fronti di scavo

Una particolare attenzione va rivolta alla fase di sbancamento; in fase preliminare tali problematiche sono riferibili essenzialmente alla sicurezza del luogo di lavoro, afferibile a lavori su sbancamenti o trincee “*non protetti*”, che solo per la profondità di oltre 1.5mt. rientrano nei rischi specifici dell'allegato II° al D.Lgs. 494/96 (mod. D.Lgs. 528/99).

Il progetto visionato non prevede la modificazione del piano di campagna o la realizzazione di nuovi sbancamenti e/o opere di contenimento, la terra derivante dagli scavi per la realizzazione delle fondazioni sarà riutilizzata in posto per la sistemazione del piazzale.

Per il calcolo dell'angolo da conferire al fronte di scavo si utilizza, in via speditiva, ipotizzando una rottura circolare passante per il piede, il metodo del cerchio di attrito proposto da Taylor (1948), calcolando il numero di stabilità N_s e riportandolo in un apposito abaco costruito in funzione dell'angolo di attrito e dell'inclinazione del pendio; questo dà luogo, per valori dell'angolo di scarpa pari od inferiori ai 35° ed un'altezza di scavo di 1.5 mt, coefficienti di sicurezza superiori al valore limite (1,1).

5.3 Verifiche alla Liquefazione

Come previsto dalla normativa (al punto 7.11.3.4 .2) deve essere valutata la stabilità nei confronti della liquefazione, tale verifica può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti cinque circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;

2. accelerazioni massime attese al piano campagna *in assenza di manufatti* (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata* $(N1)60 > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove $(N1)60$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate negli specifici fusi.

Nel caso in esame trattandosi di sabbie limose con saturazioni temporanee si è ricorsi ad una verifica speditiva con metodi semplificati con il metodo di Robertson e Wride (Allegato N° 9), dal quale si evince che il sedime non risulta liquefacibile.

6. CONCLUSIONI

Lo studio geologico in esame è parte integrante del progetto per la realizzazione di una copertura alla tribuna dello Stadio Comunale “Roberto Giommoni” tra viale Trappes e via dell’Arborella, in Castiglione del Lago.

Gli elementi salienti dello studio possono essere così sintetizzati:

Modello Geologico

La modellazione geologica del sito consiste nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di **pericolosità geologica** del territorio (e non del sito di intervento - cfr § 6.2.1 NTC 08)

Tab. 8a Riepilogativa Modello Geologico

	Pericolosità	CARATTERISTICHE
Geomorfologia	molto bassa	Terreni pianeggianti senza indizi di dissesti nelle immediate vicinanze
Lito-stratigrafia E Tettonica	medio-bassa	Terreni clastici prevalentemente medio-fini, da poco a mediamente addensati, con coperture superficiali inferiori al metro. Non sono state rilevate sull’area segni di lineazioni tettoniche.
Idraulica	bassa	Area di crinale nel Bacino Idrografico del f.sso paganico, distanza e dislivello dalle aste principale significativa tale da non poter ritenere il sedime soggetto a rischio idraulico.
Idrogeologia	Bassa	Terreni caratterizzata da permeabilità bassa per porosità primaria, si rileva un primo acquifero poco produttivo a profondità di circa 4-5m. dal p.c.

Modello Sismico

La modellazione sismica è ricompresa nella Relazione Geologica, nello specifico si propone una schematica distinzione.

Tab. 8b Riepilogativa Modello Sismico

	Provenienza informazione	Dato
Zona Sismica	Riclassificazione sismica a seguito dell' OPCM 3274 del 20/03/2003	Classe 2
Magnitudo max attesa	rapporto conclusivo, 2004 – bozza) nella zona sismotettonica ZS920	5,686
Condizioni topografiche	Esame in sito e da dati cartografici	T1
Categoria di Sottosuolo	Indagini geofisiche in sito	C

Modello Geotecnico

Per il sito in questione la valutazione delle caratteristiche fisico meccaniche è stata ottenuta con indagini dirette precedentemente descritte, nella presente relazione sono riportati i modelli geologico-geofisico e Geotecnico, che risultano fra di loro congruenti come si evince dalle Tabelle N° 1 – 3°-3b 6.

Le caratteristiche geotecniche sono evidenziate sinteticamente nelle tabelle 6, e soprattutto 7 ove si riportano i parametri da utilizzare per i calcoli specifici da parte del progettista della struttura; si ricorda infine che non sono stati rilevati rischi per la liquefazione e per la realizzazione dei fronti di scavo di fondazioni superficiali.

Le condizioni geologiche dovranno essere verificate dallo scrivente in fase di apertura degli scavi per individuare condizioni di “sorpresa geologica”, non emersa dall’indagine.

Committente: ACD Trasimeno	Località Impianti Sportivi – C. Lago	Pag. 25 di 25
<i>E' proibita la riproduzione anche parziale e la cessione a terzi del presente elaborato, senza l'autorizzazione dello scrivente.</i>		

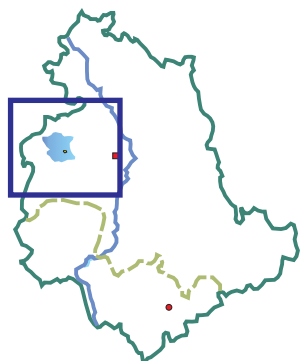
La presenza di terreni granulari fini ricorda che le condizioni di umidificazione ed essiccazione possono compromettere lo stato di stabilità delle strutture, pertanto si dovrà operare con funzionali drenaggi, ed attestare la fondazione oltre lo strato suscettibili di variazioni meccaniche per condizioni stagionali.

Si resta a disposizione per eventuali chiarimenti e/o integrazioni.

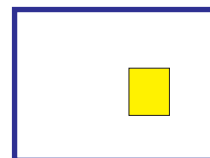
Dott. Geol. Miriano Scorpioni



REGIONE UMBRIA, Provincia di Perugia
Foglio n° 122 Perugia (Carta d' Italia IGM)

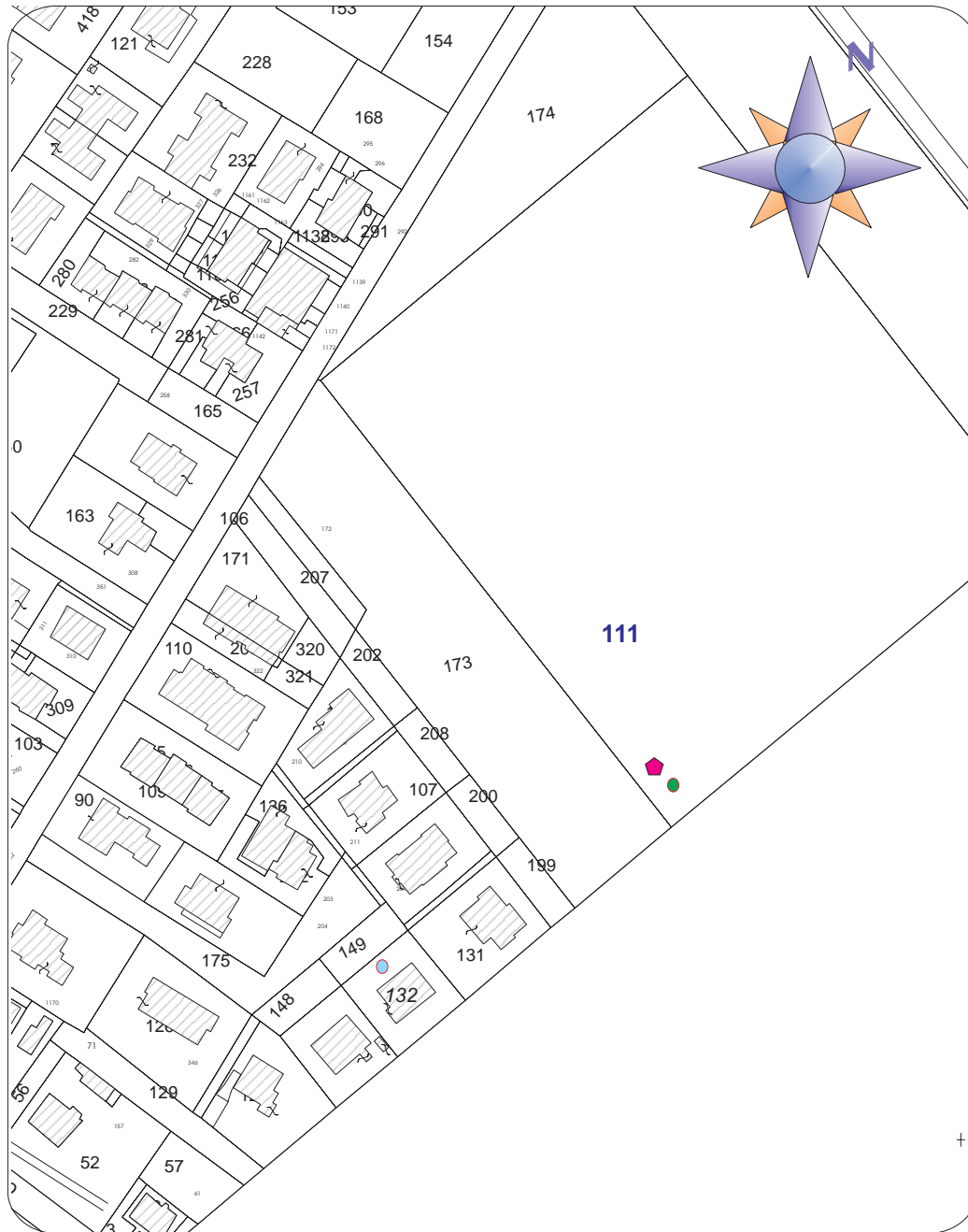






Tavoletta: III NO
"Castiglione del Lago"
scala 1:25.000



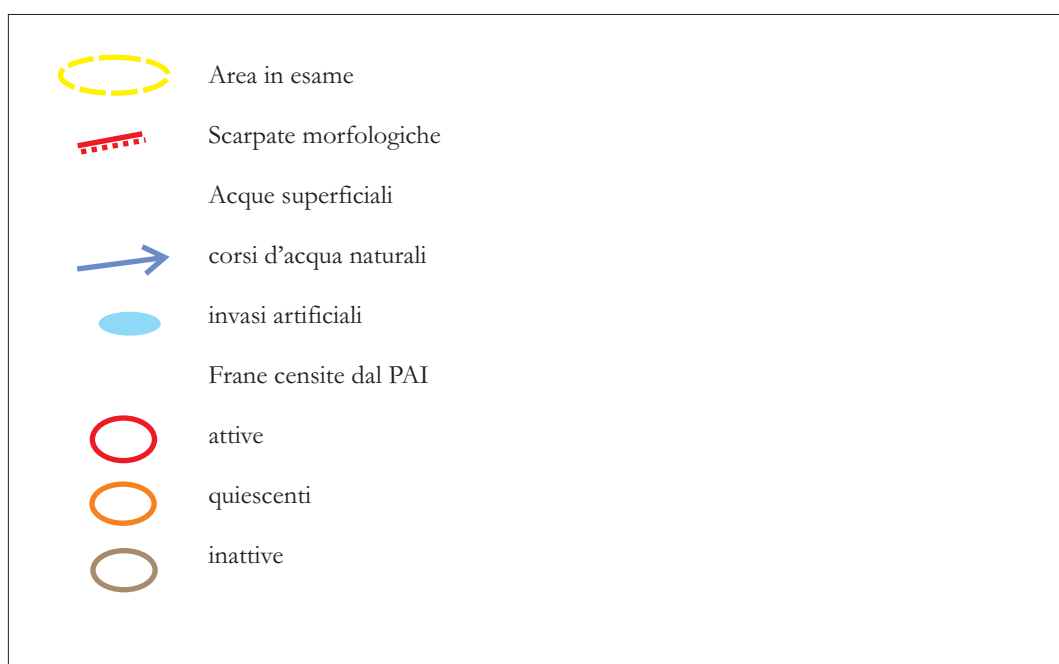
Zona in esame

Estratto dal F° 45 della Mappa catastale del
Comune di Castiglione del Lago
(scala 1:2.000)

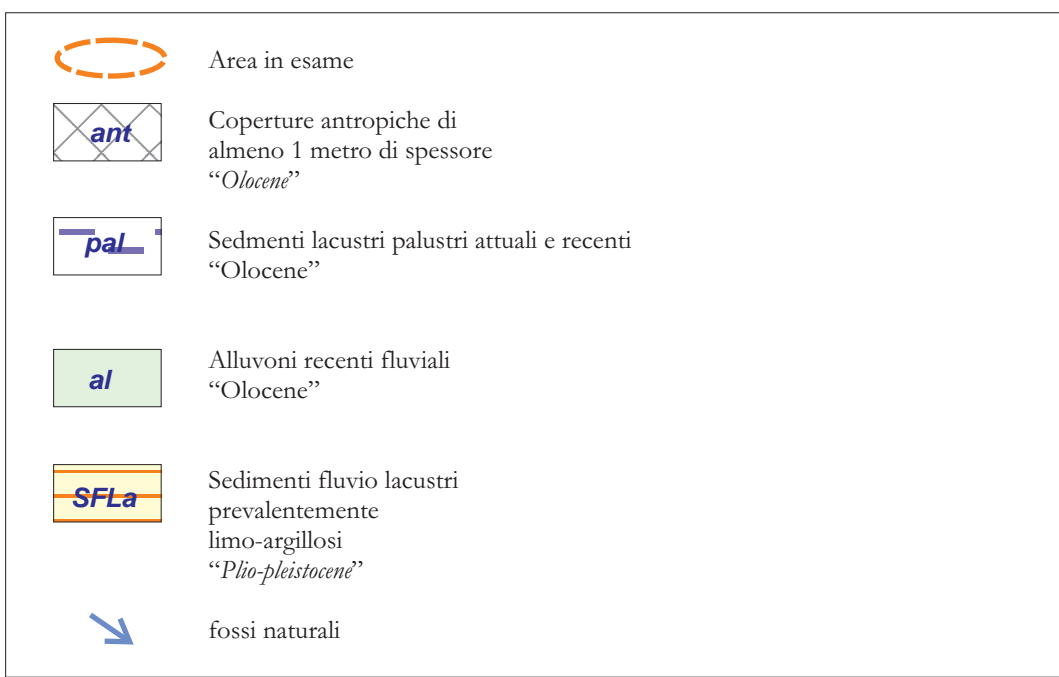
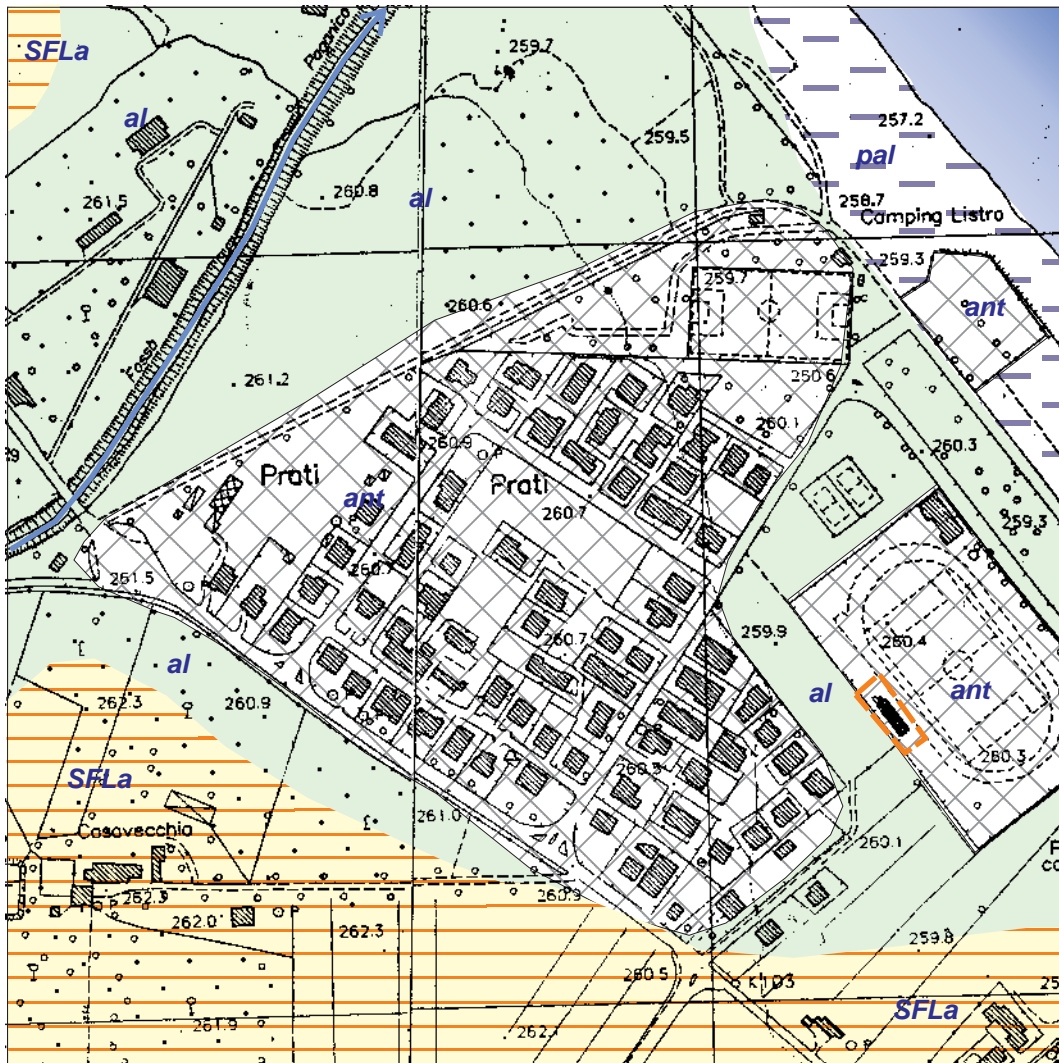


-  Zona in esame
-  pozzo
-  indagine penetrometrica
-  Indagine con microtremore

Carta Geomorfologica (scala 1:5.000)
 Stralcio C.T.R. UMBRIA SEZ. 310-051 e 054



Carta Geologica (scala 1:5.000)
 Stralcio C.T.R. UMBRIA SEZ. 310-051 e 054






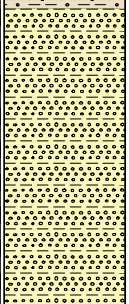
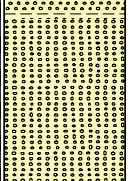
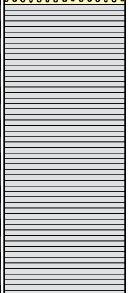
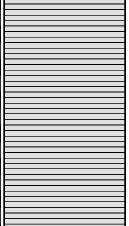
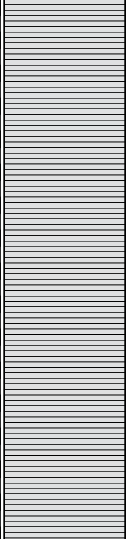

LEGENDA STRATIGRAFIA

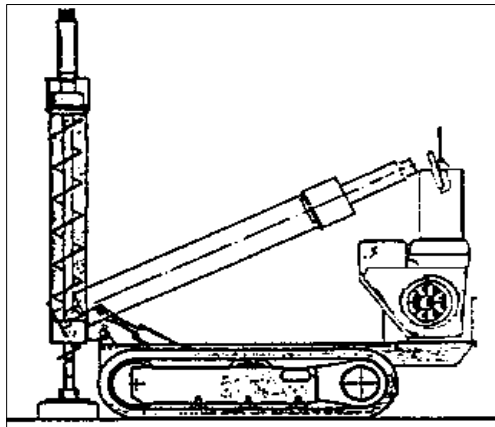
Ø mm	R v	A s	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test				prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

- 1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
- 2) Rivestimento
- 3) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)
- 4) Scala metrica con limiti delle battute (>)
- 5) Simbolo litologico
- 6) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
- 7) Resistenza alla punta (kg/cm²)
- 8) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 9) Profondità di inizio della prova S.P.T.
- 10) Prova S.P.T.
- 11) Valore di N_{spt}
- 12) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
- 13) Profondità della base dello strato (m)
- 14) Spessore dello strato (m)
- 15) Descrizione della litologia dello strato

She = Shelby
Den = Denison
Ost = Osterberg
Maz = Mazier
Crp = Craps
nk3 = NK3
Ind = Indisturbato
Dis = Disturbato
SDi = Semi disturbato
SPT = SPT

Riferimento: Dr. Geol. Miriano Scorpioni	Sondaggio: S1
Località: piscina comunale di Castiglione del Lago	Quota:
Impresa esecutrice: SO.GEO S.a.s.	Data: 26/10/05
Coordinate:	Redattore: Dr. Miriano Scorpioni
Perforazione: carotaggio continuo	

Ø mm	R v	A r	S batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test			prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE
								m	S.P.T.	N Pt			
											0.1	0.1	Conglomerato bituminoso
											0.5	0.4	Stabilizzato costituito da ciottoli eterometrici, prevalentemente calcarei, a spigoli vivi e da resti di laterizi, con matrice da scarsa ad assente
													Limi sabbiosi di colore nocciola
101											1.1	0.6	Sabbie di colore nocciola ocraceo, con granulometria da media a fine e poca matrice (presente solo a luoghi per piccoli livelli), presumibilmente in falda
											3.0	1.9	Sabbie di colore nocciola e grigio-cenere, generalmente ben classate, a grana da media a fine, in falda acquifera
											4.0	1.0	Argille grigio azzurre senza particolari variazioni, con striature nerastre
						1.1 0.8 0.7					5.8	1.8	Argille nocciola con fiammate bruno rossicce e frustoli carboniosi nerastri; sono presenti locali intercalazioni di limi sabbiosi ocracei
						1.5					7.1	1.3	Argille grigio azzurre senza particolari discontinuità cromatiche e granulometriche
86						1.5 1.0					10.5	3.4	



***Penetrometro Statico
SP/100 KN Deep-Drill***

N° di Prove 1

data: Ottobre 2012

Committente: Comune di Castiglione del Lago

Località: Stadio Comunale

pagine del presente allegato: 4

Dati di Campagna & interpretazioni

CARATTERISTICHE TECNICHE DELLO STRUMENTO

PENETROMET PENETROMETRO STATICO

tipo Gounda da 1 tipo Gounda da 10 t

punta tipo Beger: punta tipo Begemann "35,7 mm" con:

area punta 10 cm² area punta 10 cm² e apertura 60°

misurazione = og misurazione = ogni 20 cm

esecuzione indagine:
Geol. Scorpioni Miriano

interpretazione prove:
Geol. Scorpioni Miriano

PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLE VALORI RESISTENZA

Prova N° 1

data: Ottobre 2012

quota inizio p.c.

Committente: Comune di Castiglione del Lago

Località: Stadio Comunale

Prof.	Lecture di campagna			Rl	Rp/Rl	Prof.	Lecture di campagna			Rl	Rp/Rl
	Rp	later.	Rt				Rp	later.	Rt		
0,0	0,0	0,0		0,0	ERR	7,2	65,0	90,0		1,7	39,0
0,2	0,0	0,0		0,4	0,0	7,4	85,0	110,0		3,7	22,8
0,4	5,0	11,0		0,3	15,0	7,6	4,0	60,0		1,3	3,0
0,6	4,0	9,0		4,0	1,0	7,8	12,0	32,0		0,7	18,0
0,8	40,0	100,0		1,2	33,3	8,0	15,0	25,0		0,5	32,1
1,0	32,0	50,0		0,9	36,9	8,2	15,0	22,0		0,2	75,0
1,2	27,0	40,0		0,7	40,5	8,4	12,0	15,0		0,3	36,0
1,4	30,0	40,0		0,7	45,0	8,6	12,0	17,0		0,5	25,7
1,6	30,0	40,0		1,0	30,0	8,8	11,0	18,0		0,5	23,6
1,8	22,0	37,0		0,7	33,0	9,0	15,0	22,0		0,7	20,5
2,0	35,0	45,0		0,9	40,4	9,2	12,0	23,0		0,6	20,0
2,2	32,0	45,0		0,7	48,0	9,4	7,0	16,0		0,4	17,5
2,4	23,0	33,0		0,5	43,1	9,6	7,0	13,0			
2,6	6,0	14,0		0,3	18,0	9,8					
2,8	22,0	27,0		0,4	55,0	10,0					
3,0	25,0	31,0		0,5	53,6	10,2					
3,2	26,0	33,0		0,7	39,0	10,4					
3,4	8,0	18,0		0,5	17,1	10,6					
3,6	5,0	12,0		0,2	25,0	10,8					
3,8	5,0	8,0		0,3	18,8	11,0					
4,0	5,0	9,0		0,3	15,0	11,2					
4,2	8,0	13,0		0,4	20,0	11,4					
4,4	10,0	16,0		0,4	25,0	11,6					
4,6	11,0	17,0		0,5	20,6	11,8					
4,8	13,0	21,0		0,6	21,7	12,0					
5,0	12,0	21,0		0,5	22,5	12,2					
5,2	9,0	17,0		0,5	16,9	12,4					
5,4	8,0	16,0		0,5	17,1	12,6					
5,6	7,0	14,0		0,5	13,1	12,8					
5,8	8,0	16,0		0,5	15,0	13,0					
6,0	11,0	19,0		0,6	18,3	13,2					
6,2	12,0	21,0		0,6	20,0	13,4					
6,4	11,0	20,0		0,5	23,6	13,6					
6,6	11,0	18,0		0,6	18,3	13,8					
6,8	16,0	25,0		2,0	8,0	14,0					
7,0	60,0	90,0		1,7	36,0	14,2					

Note:

PROVA PENETROMETRICA STATICA

DIAGRAMMI DI RESISTENZA

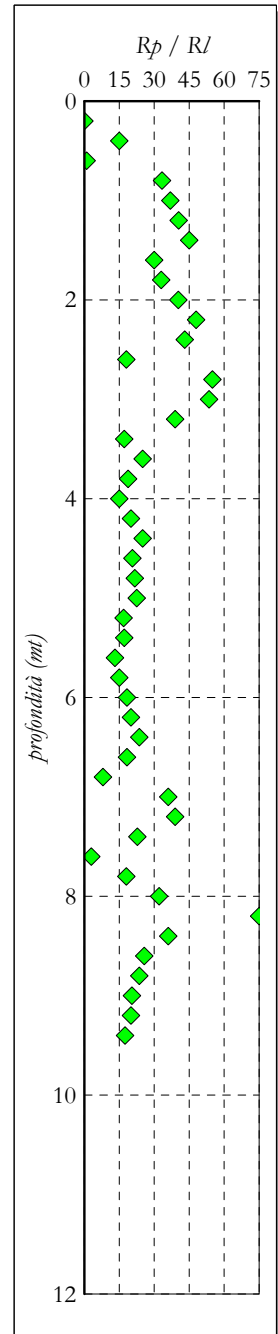
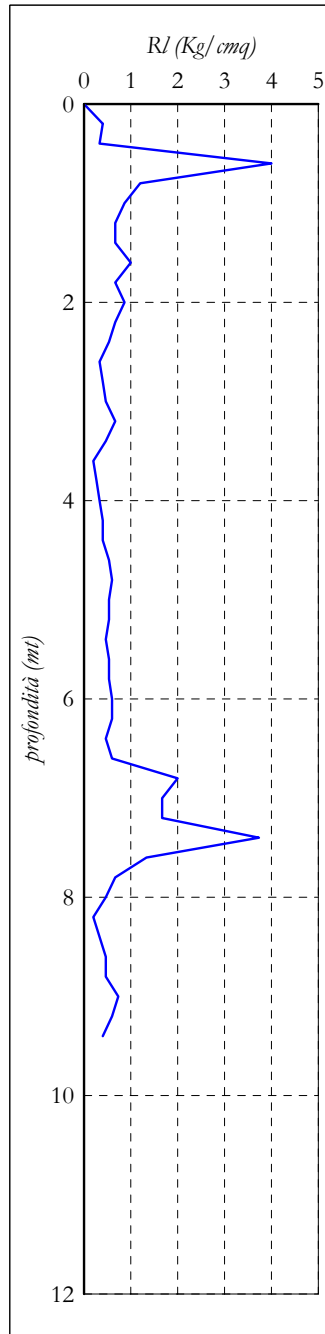
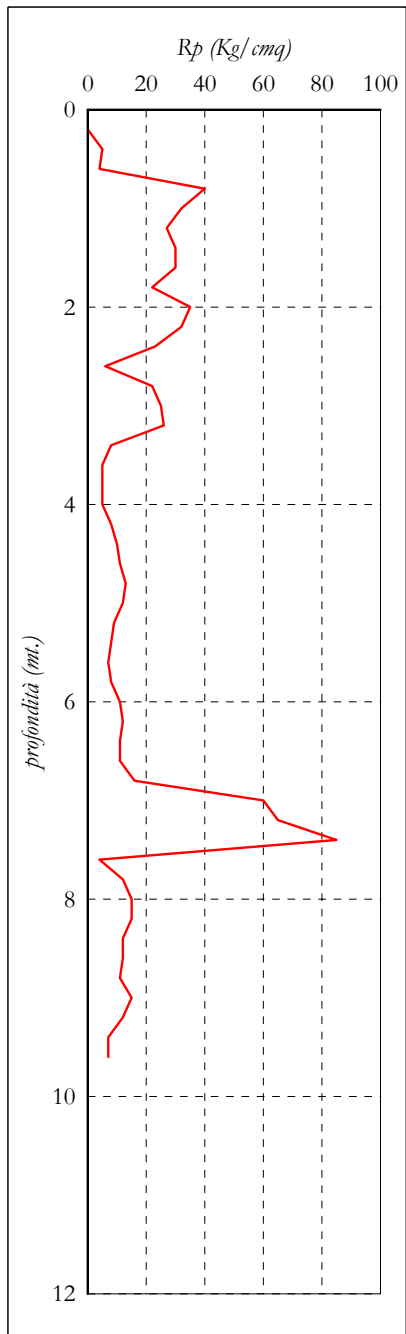
Prova N° 1

data: Ottobre 2012

quota inizio p.c.

Committente: Comune di Castiglione del Lago

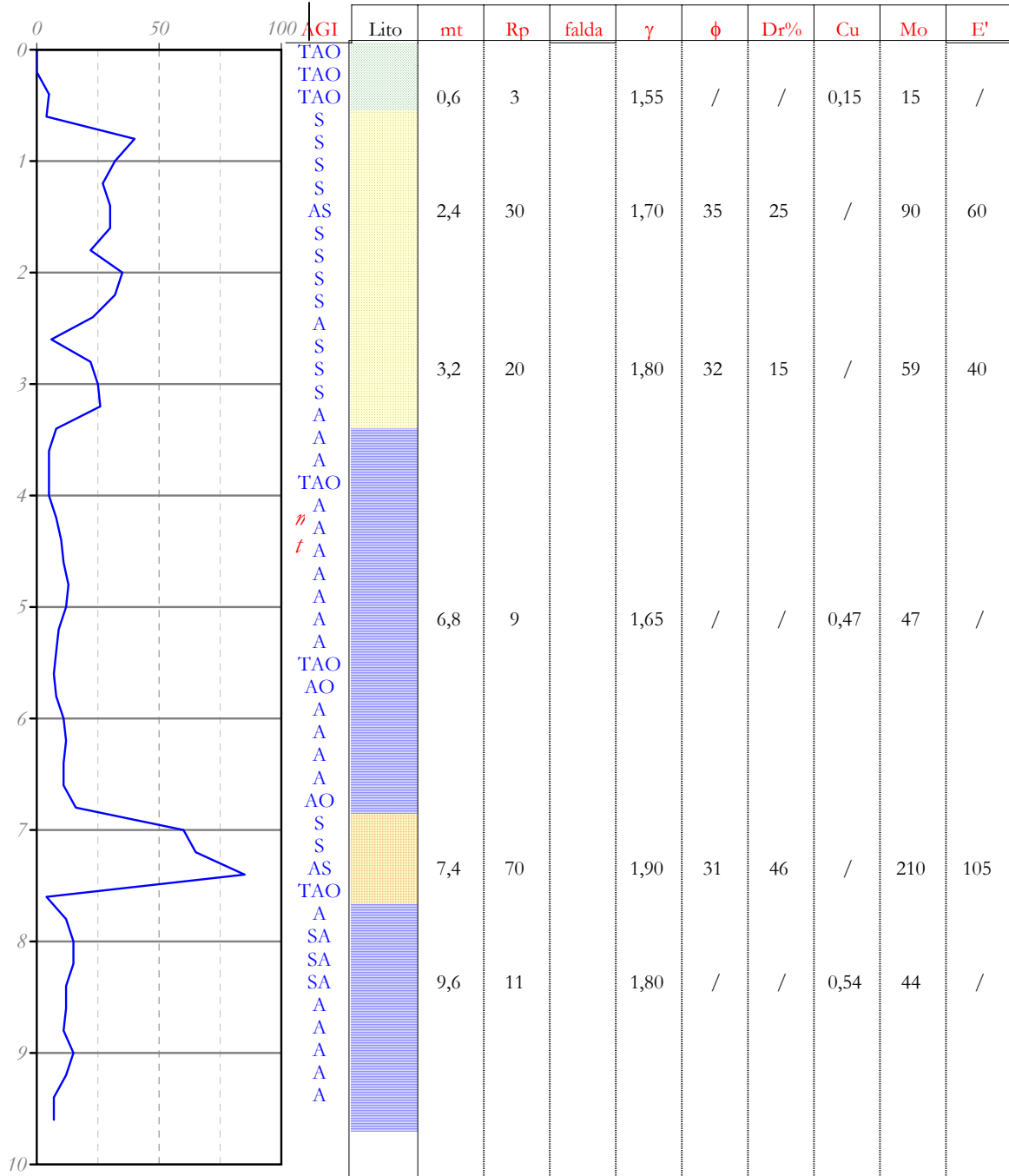
Località: Stadio Comunale



Note:

PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE & GEOTECNICHE

Prova n° 1 Committente : Comune di Castiglione del Lago
data: Ottobre 2012 Località : Stadio Comunale



Legenda:

TAO Argille torbose
A Argille
S Sabbie e/o ghiaie

AOS Arg. org/sabbie limose
AS Arg. / poss. sabbie limose

AO Argille organiche
SA sabbie e/o limi

prof. dal p.c. in mt.
 γ peso di volume t/mc
Mo modulo edom. Kg/cm²

Rp media dello strato
 ϕ angolo d'attrito
E' modulo elast. Kg/cm²

falda livello
Dr% densità relativa
coperture argille

limi sabbiosi

sabbie

sabbie e ghiaie

INDAGINE SISMICA

STRUMENTAZIONE:



Sismografo ECHO 12 - 24

Geofoni verticali con frequenza 4,5 Hz

Energizzazione con massa battente da 9 Kg

DATI DI CAMPAGNA:

N° Geofoni = 24

Distanza intergeofonica = 2m

Shot = 2 (rispettivamente a 10 e 5 m. da G1)

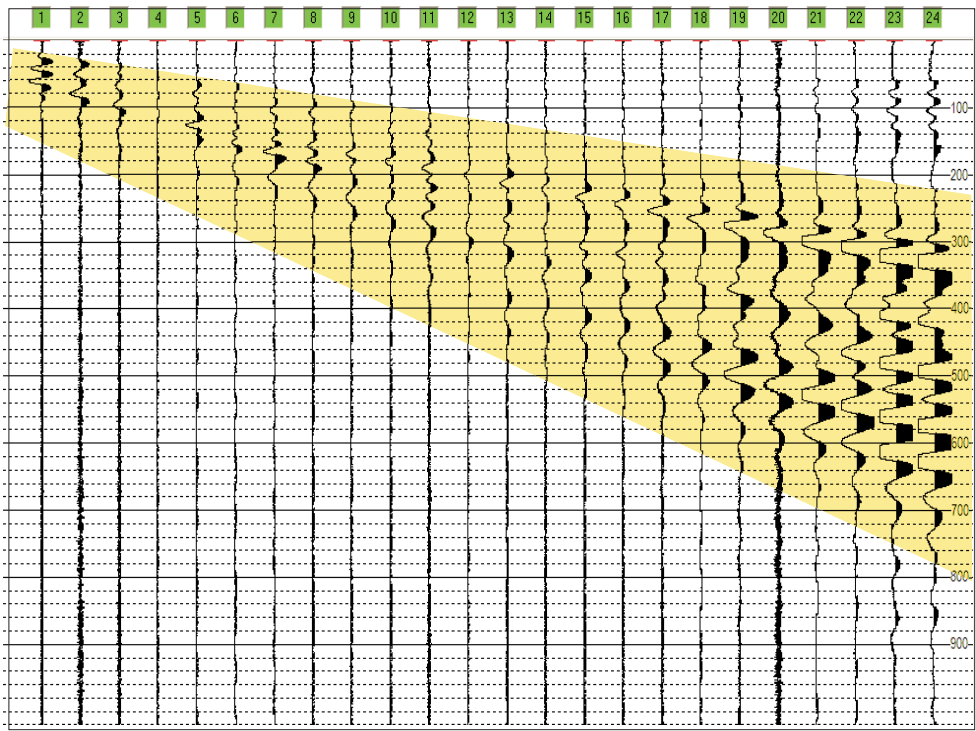
CANTIERE:

Committente : Comune di Castiglione del Lago

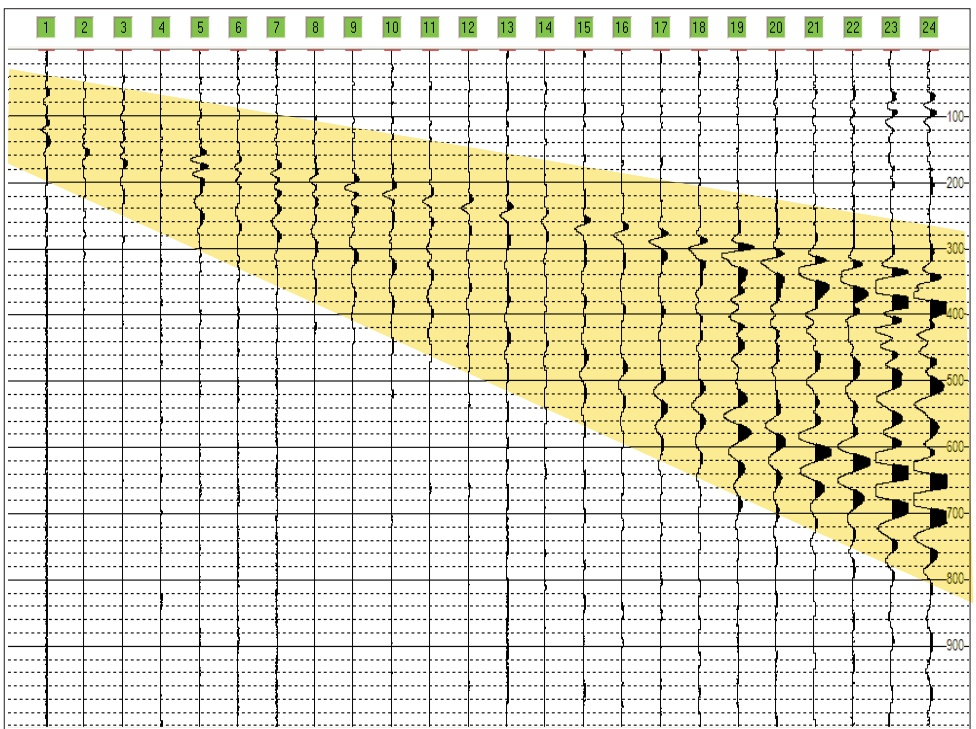
Località : v. Trappes _ Castiglione del Lago (PG)

Data : Marzo .2010

Sismogramma "Shot 1" posto a 5m. da "G1"



Sismogramma "Shot 2" posto a 10 m. da "G1"



Sismografo ECHO 12-24

1 Primo geofono "G1" ----- griglia in msec

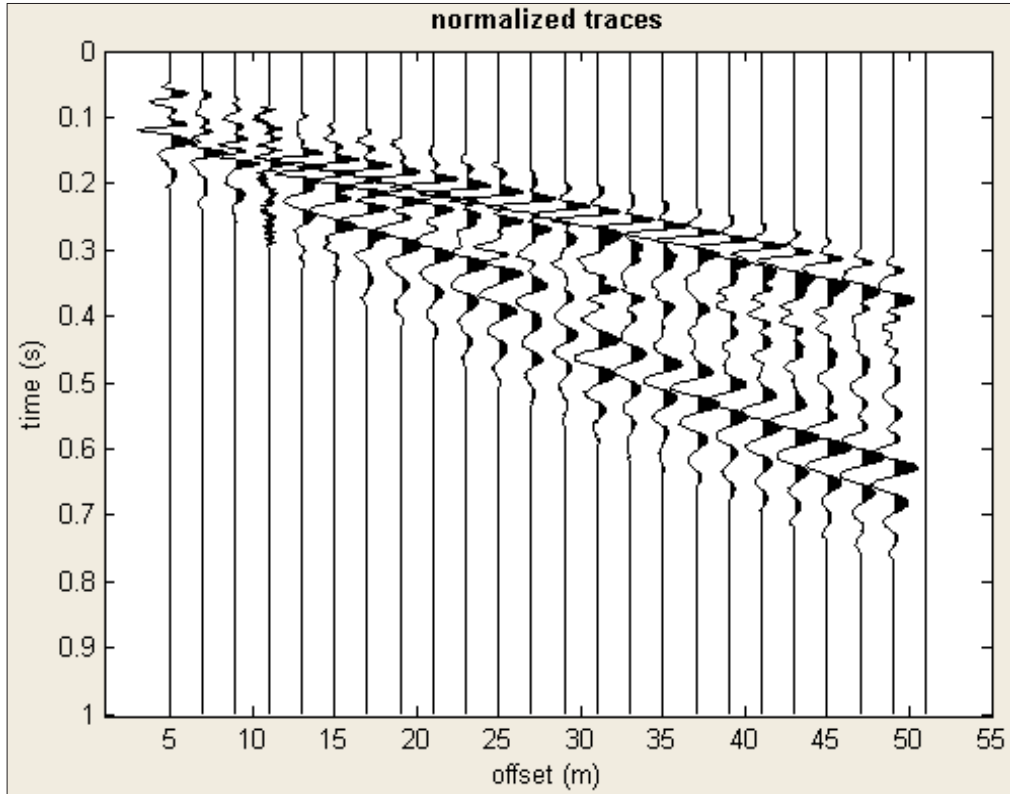
dispersione delle onde superficiali di Rayleigh nel mezzo stratificato



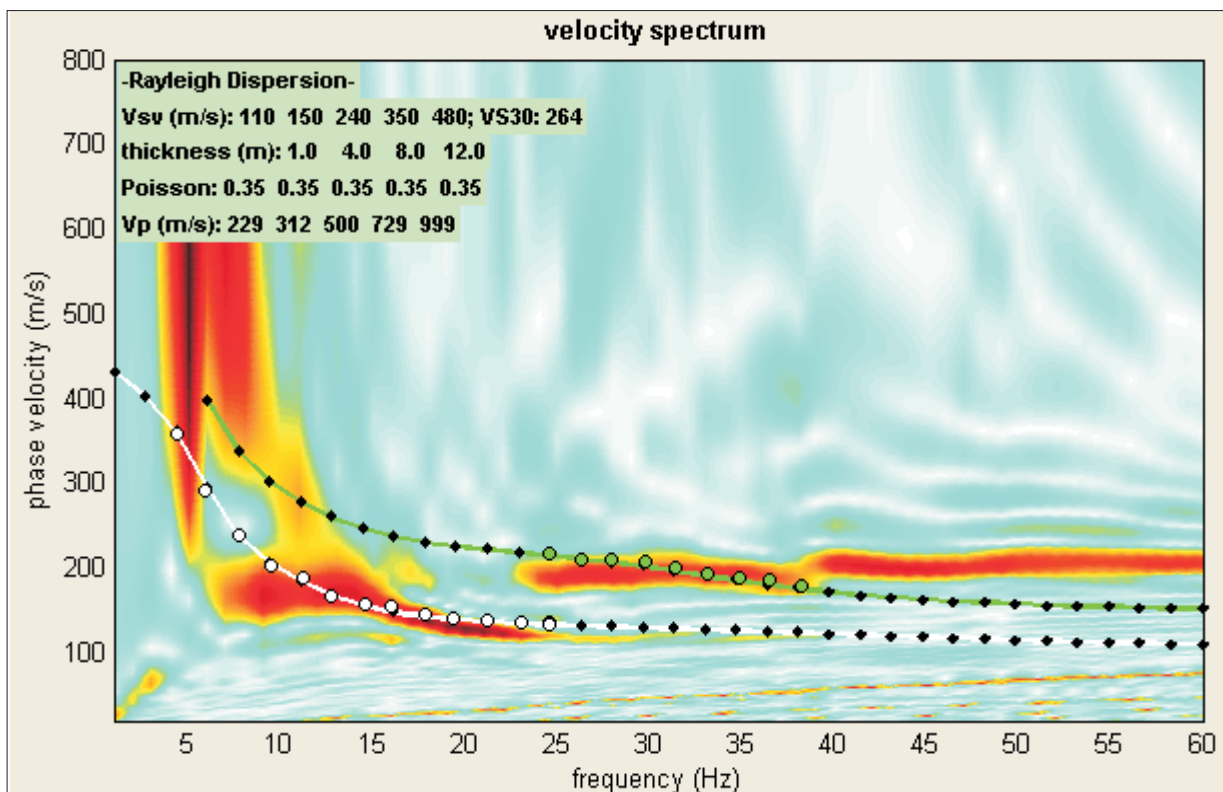
Interpretazione	
Località:	Castiglione del Lago PG
Offset (G1-G2):	5-10 m.
spaziatura geofoni	2 m.
tempo di acquisizione	1 sec.

FASE 1

Caricamento dati e filtraggio



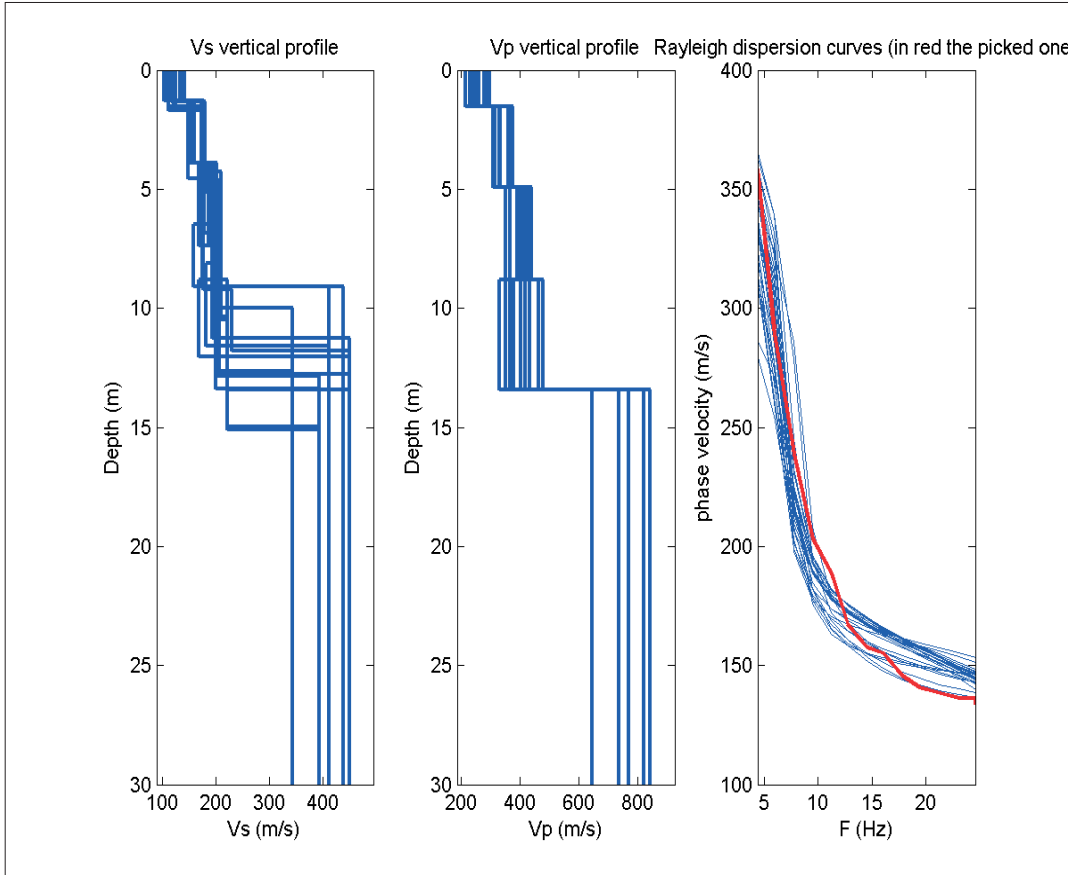
Curva di dispersione calcolata e picking (derivato da modelling)



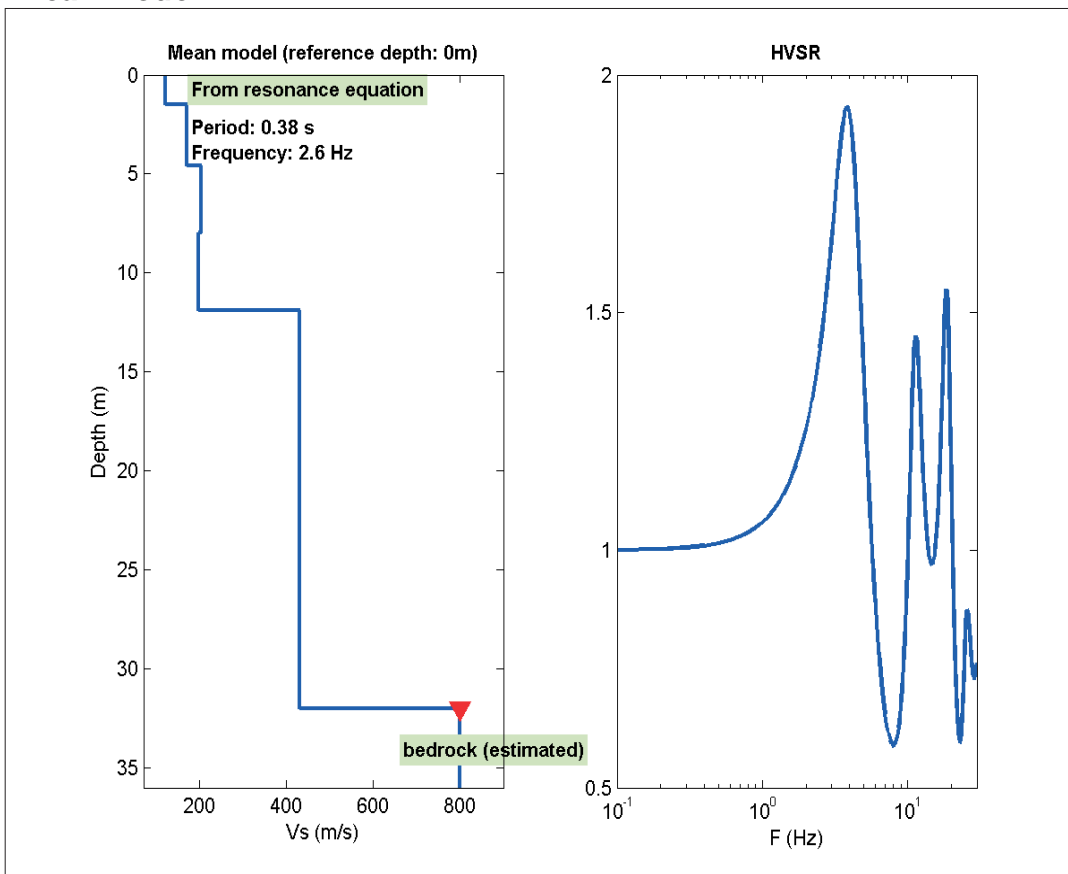


Interpretazione	
Località:	Castiglione del Lago PG
Offset (G1-G2):	5-10 m.
spaziatura geofoni	2 m.
tempo di acquisizione	1 sec.

FASE 2
inversione della curva di dispersione
Best Model



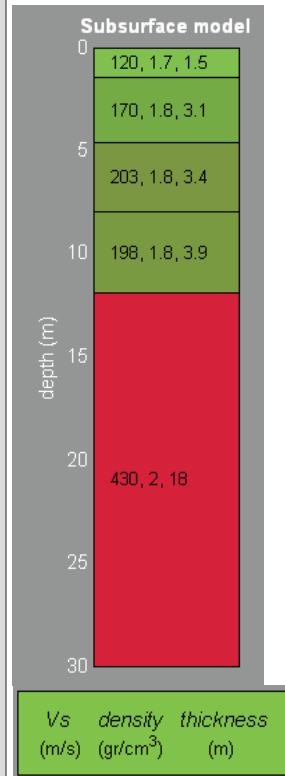
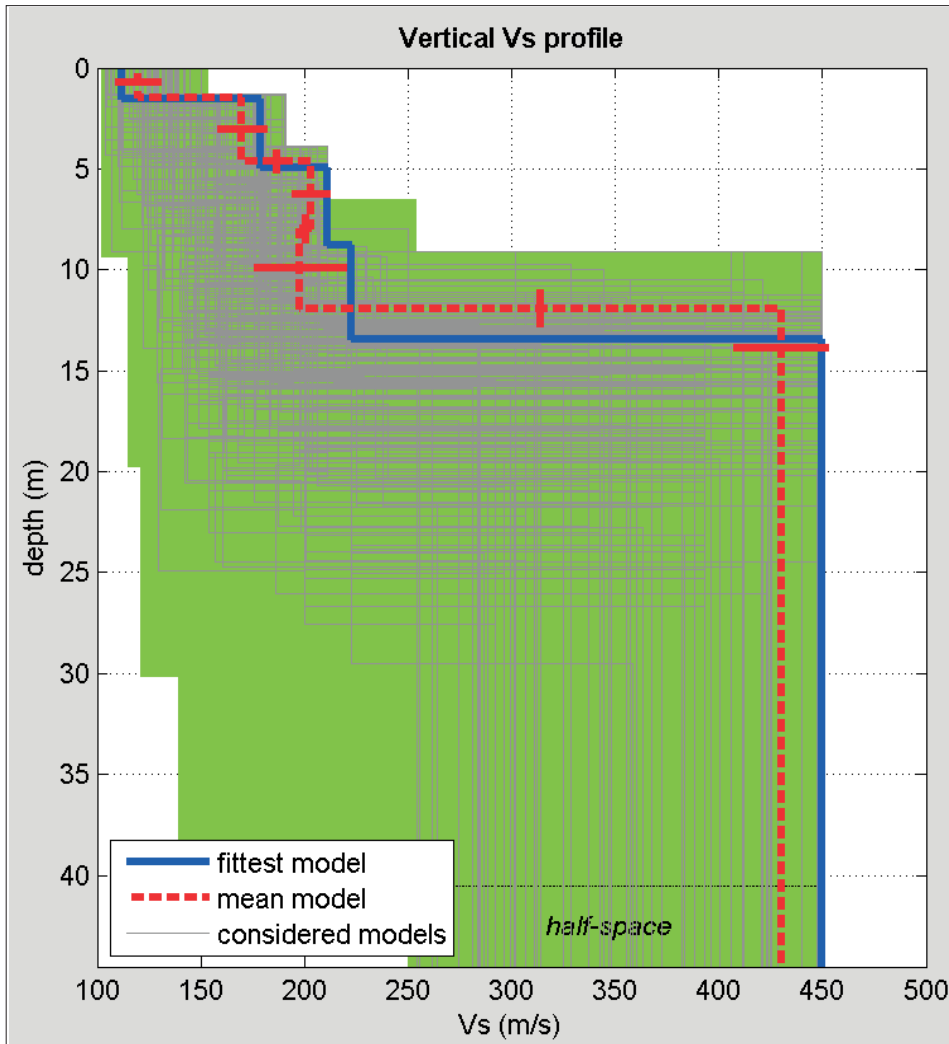
Mean Model





Interpretazione	
Località:	Castiglione del Lago PG
Offset (G1-G2):	5-10 m.
spaziatura geofoni	2 m.
tempo di acquisizione	1 sec.

FASE 3
Ricostruzione di una sezione (modello 1D)
delle Vs dei terreni con approccio multicanale



Vs 30 (stimata da best-model) = 245 m/sec

Categoria di sottosuolo stimata C

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s

Esecuzione ed elaborazione dell' indagine:

Dott Geol.

Miriano Scorpioni

REPORT INDAGINE SISMICA HVSR N. 1

ESECUTORE PROVA: DOTT. GEOL. Miriano Scorpioni

RESPONSABILE PROVA: DOTT. GEOL. Miriano Scorpioni

LOCALITA': Lido Arezzo - Castiglione del Lago

DATA: Febbraio 2015

Dati di input

L_w	25	(lunghezza della finestra) - s
f_0	1,441	(frequenza del picco H/V) - Hz
n_w	31	(numero di finestre usate nell'analisi)
A_0	5.1749	(ampiezza media della curva H/V alla frequenza f)
T	20	(Tempo di registrazione minuti)

STRUMENTAZIONE: SARA ELECTRONIC INSTRUMENTS s.r.l.

SISMOGRAFO: SR04S3GeoBox



DATI TECNICI:

SARA ELECTRONIC INSTRUMENTS s.r.l.

SOFTWARE

ACQUISIZIONE: LOG-MT di SEISMOWIN

ELABORAZIONE: GEOPSY V.2.7.4

INVERSIONE: DINVER V.1.4.1

Alimentazione: 10-16Vdc o da batteria interna < 1W

Numero canali: 3 a 24 bit (SD)

Range dinamico: 124dB (144dB, 24 bit effettivi [enob], fra 0.1 e 10Hz)

Campionamento: simultaneo sui tre canali

Sampling rates: da 10-600 Hz

Real Time Clock: +/-10ppm (-20/+50°C)

Precisione rispetto a UTC: <50ms

Interfaccia dati sismici: RS232, cavo USB in dotazione

Formato dati: protocollo binario SADC20HS - Velocità: 115200 baud

Contenitore: Monoblocco in alluminio IP66

Temperatura operativa: -30/+60°C

Dimensioni e peso: 155x140x110 mm

Peso: 3.1kg con sensori da 4.5Hz;

Conformità: CE (EN55022, EN55011)

Figura 1 Selezione finestre di elaborazione

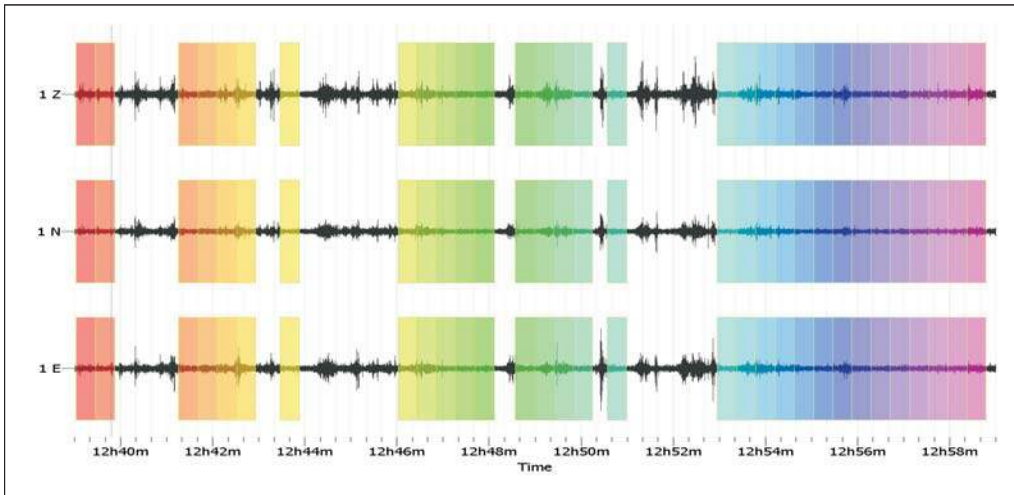


Figura 2 Grafico H/V - Frequenza (media)

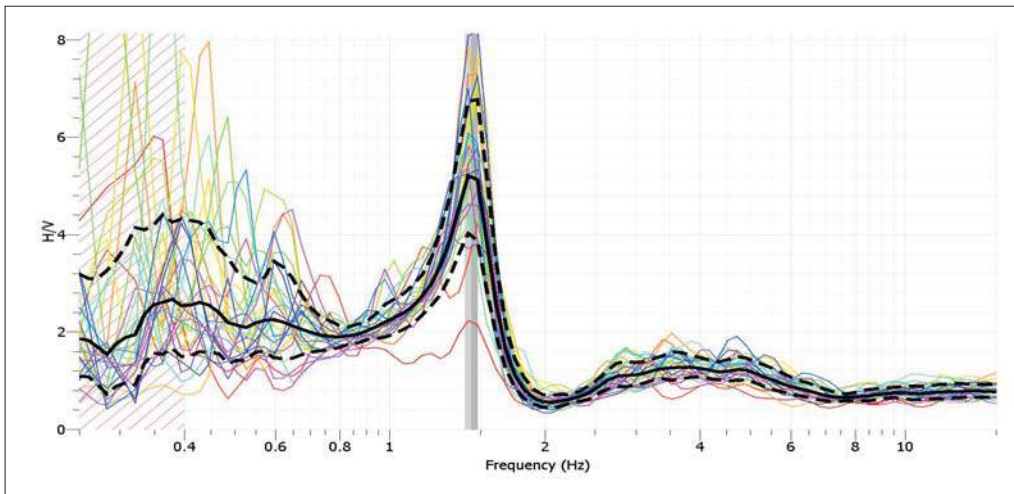


Figura 3 Spettro nelle 3 componenti

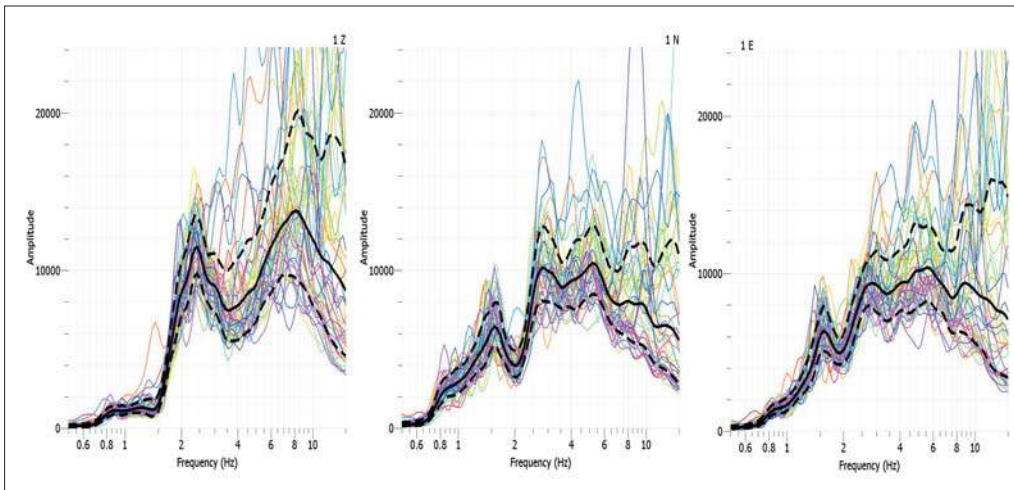


Figura 4 Spettro risultante

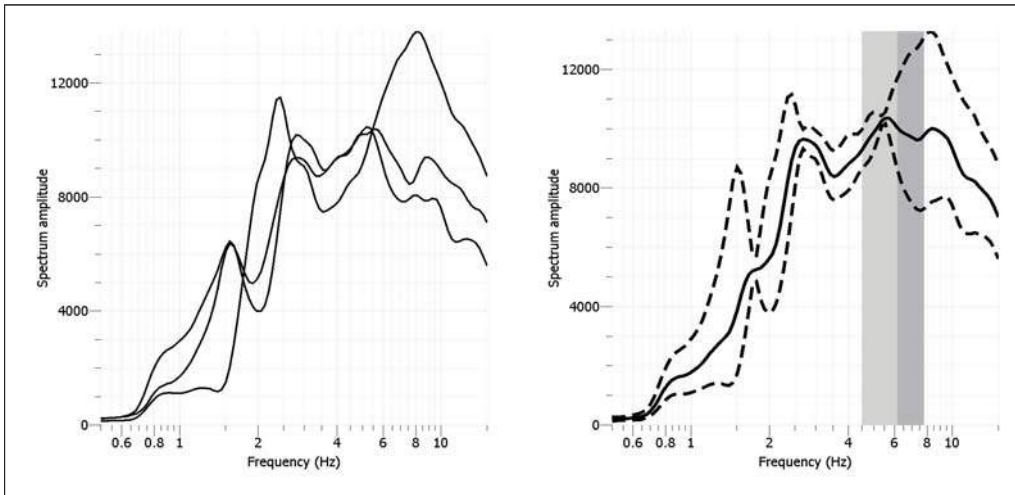


Figura 5 valutazione della stazionarietà e direzionalità del rapporto H/V

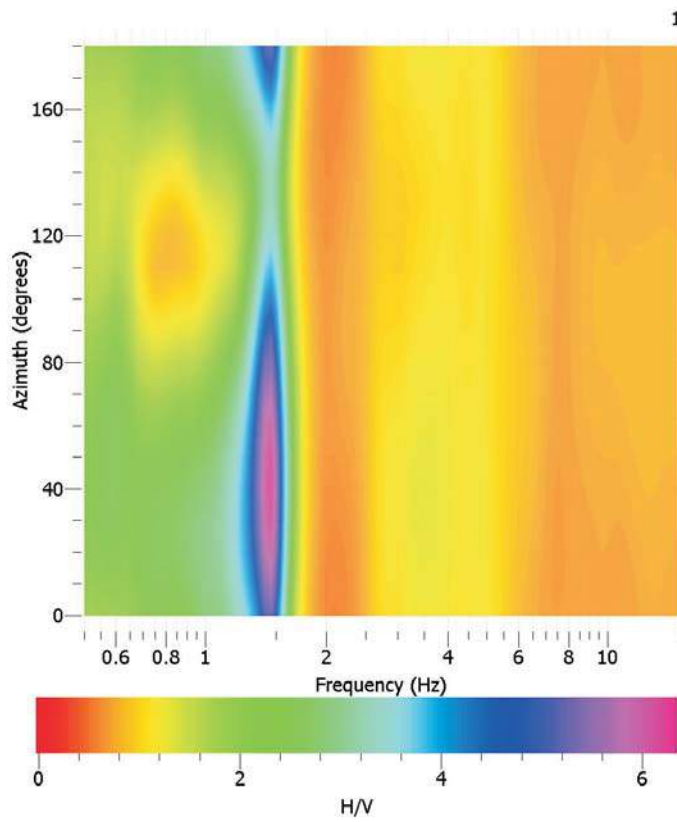


Figura 6 Curve di ellitticità sintetiche

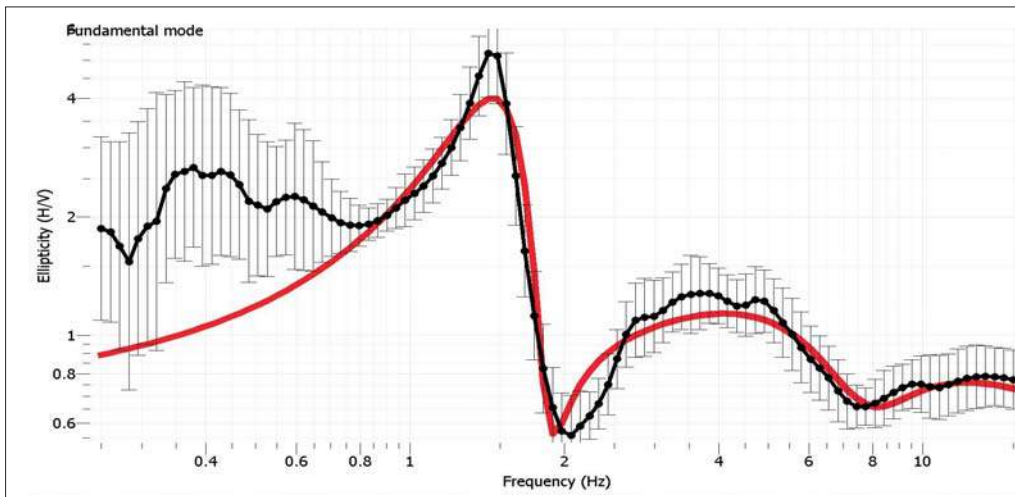


Figura 7 profili sismostratigrafici Vp e Vs derivanti

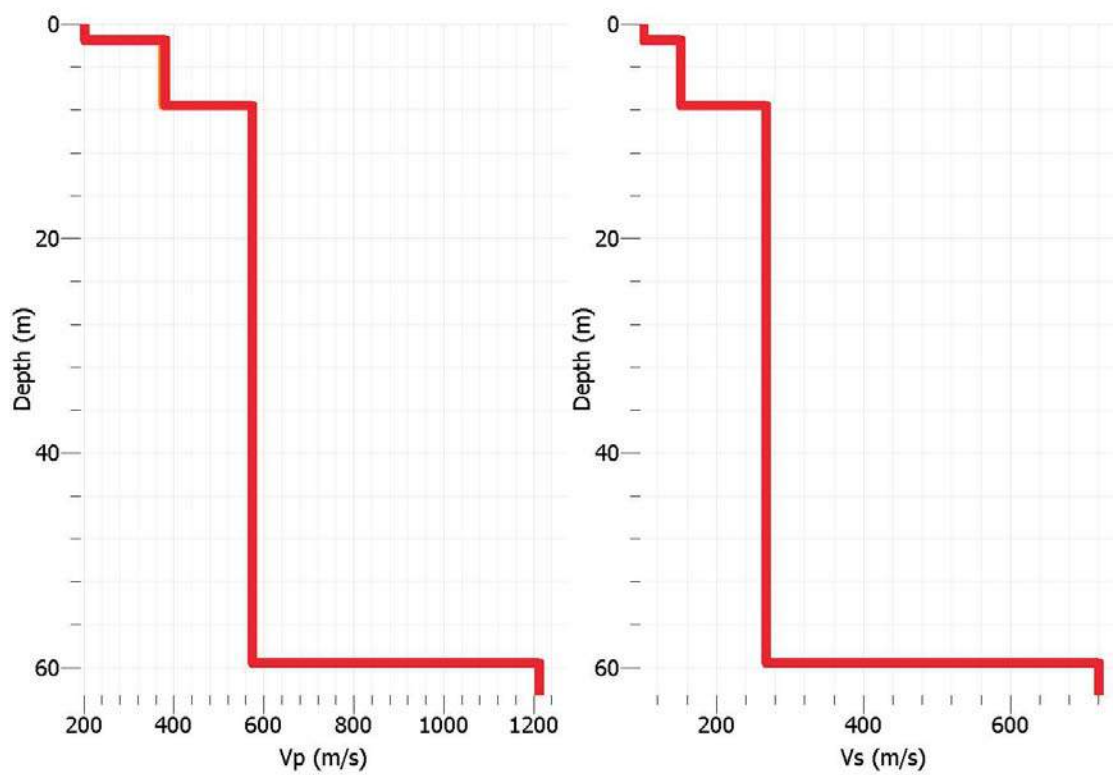


Figura 8 valori sismostratigrafici Vp e Vs derivanti

Profondità m.	Vp m/sec.	Vs m/sec.
1,2	190	98
7,5	376	176
59,0	571	268
	1214	800

CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE

Dati generali

Numero di strati = 6

Profondità della falda = 1,5 m

Magnitudo del sisma = 6

Accelerazione massima al suolo = 0,25

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume secco (KN/mc)	Peso di volume saturo (KN/mc)	Nr. colpi medio (Nspt)	D50 dei granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)	Velocità Vs (m/s)
1	Argilla	0	0,6	15,19	17,15		0,5	294	154,6222 2222222 2	
2	Sabbia limosa	0,6	2,4	16,66	18,62		0,5	2950,888 8888888 9	77,67407 4074074 1	
3	Sabbia limosa	2,4	3,2	17,64	19,6		0,5	1935,5	45,73333 3333333 3	
4	Argilla	3,2	6,8	16,17	17,64		0,5	925,5555 5555555 6	54,80740 7407407 4	
5	Sabbia limosa	6,8	7,4	18,62	20,58		0,5	6860	230,8444 4444444 4	
6	Argilla	7,4	9,6	17,64	19,6		0,5	1086,909 0909090 9	55,53333 3333333 3	

Metodo di Robertson e Wride (1997)

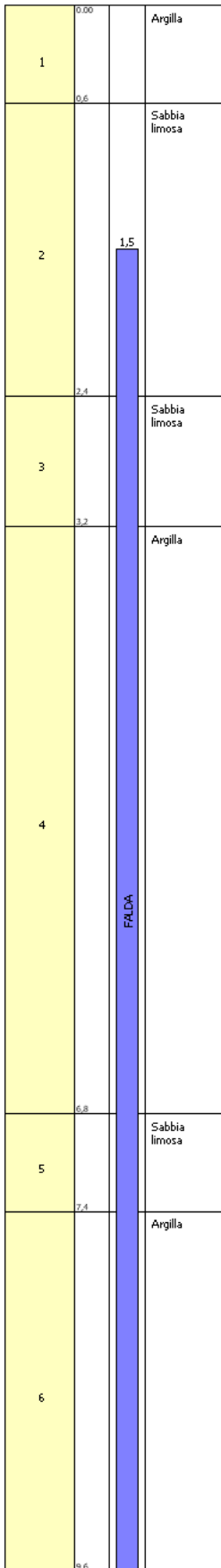
Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 1,77

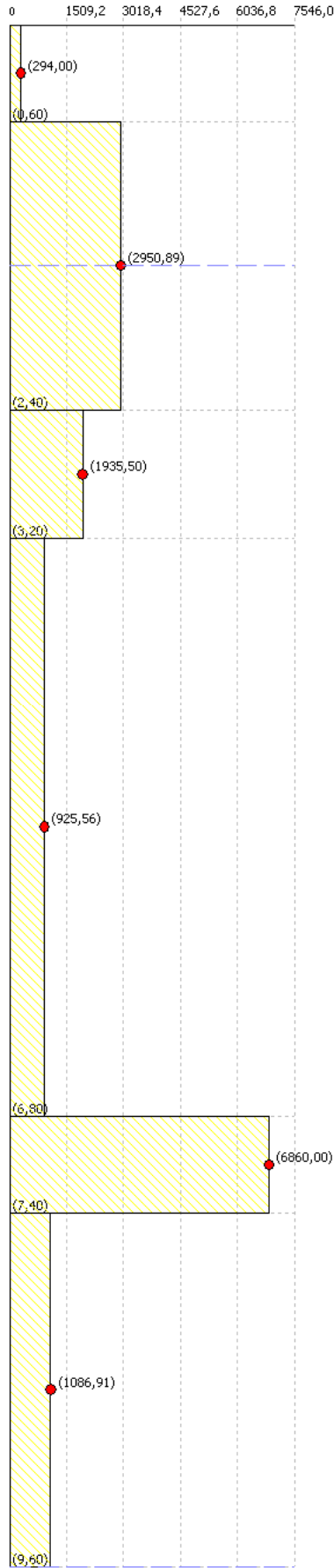
Verifica Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale efficace (KPa)	Resistenza alla punta norm alizzata Q	Attrito laterale norm alizzato F (%)	Indice di compattamento I _c	Correzione per la litostatica efficace C _q	Resistenza alla punta corretta qc1N (KPa)	Coefficiente ridotto (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio norm alizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza (Fs)	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio di liquefazione
1	1,70	27,83	25,87	58,02	2,66	2,37	1,70	110,03	0,99	0,20	0,10	2,09	NL	0	Molto basso
2	1,90	31,56	27,63	56,14	2,66	2,38	1,70	112,10	0,99	0,21	0,10	2,04	NL	0	Molto basso
3	2,10	35,28	29,40	54,42	2,66	2,39	1,70	114,11	0,98	0,22	0,11	2,01	NL	0	Molto basso
4	2,30	39,00	31,16	52,86	2,67	2,40	1,70	116,05	0,98	0,23	0,11	2,00	NL	0	Molto basso
5	2,50	42,83	33,02	33,68	2,42	2,52	1,70	94,26	0,98	0,16	0,12	1,35	NL	0	Molto basso

Data:

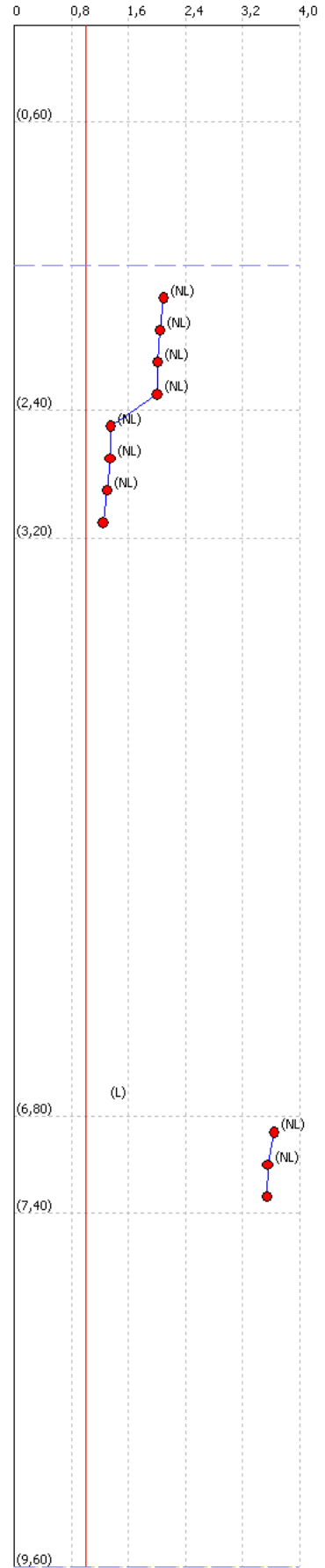
Colonna stratigrafica



qc (kPa)



Fattore di sicurezza Fs



PERICOLOSITÀ SISMICA

DI BASE

Vita nominale (Vn):	50 [anni]
Classe d'uso:	II
Coefficiente d'uso (Cu):	1
Periodo di riferimento (Vr):	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLO:	30 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD:	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV:	475 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC:	975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitutine (WGS84):	43,1316300 [°]
Longitudine (WGS84):	12,0446000 [°]
Latitudine (ED50):	43,1326000 [°]
Longitudine (ED50):	12,0455500 [°]

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	22955	43,125090	11,982990	5144,87
2	22956	43,125960	12,051490	882,16
3	22734	43,175950	12,050330	4835,59
4	22733	43,175080	11,981780	882,16

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

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,052	2,540	0,256
SLD	50	0,063	2,563	0,269
SLV	475	0,151	2,464	0,285
SLC	975	0,190	2,466	0,288

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,053	2,536	0,258

SLD	50	0,065	2,553	0,271
SLV	475	0,153	2,467	0,289
SLC	975	0,192	2,472	0,292

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,054	2,532	0,260
SLD	50	0,066	2,545	0,271
SLV	475	0,155	2,465	0,291
SLC	975	0,193	2,464	0,296

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,053	2,536	0,257
SLD	50	0,064	2,556	0,270
SLV	475	0,152	2,464	0,286
SLC	975	0,191	2,470	0,290

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,053	2,536	0,258
SLD	50	0,065	2,553	0,271
SLV	475	0,153	2,466	0,288
SLC	975	0,192	2,470	0,292

PERICOLOSITÀ SISMICA

DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 0 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{1/2}$: 1,414

Categoria sottosuolo:

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 $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero NSPT30 compreso tra 15 e 50 nei terreni a grana grossa c_{u30} compreso tra 70 e 250 kPa nei terreni a grana fina).

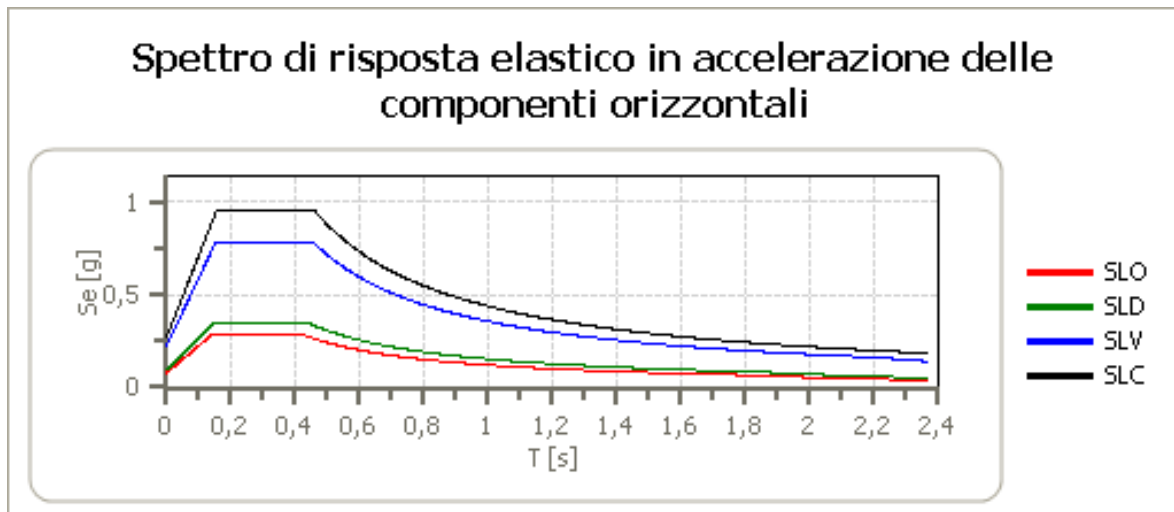
Categoria topografica:

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

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,016	0,019	0,054	0,065
kv	0,008	0,010	0,027	0,033
Amax [m/s ²]	0,781	0,950	2,204	2,671
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

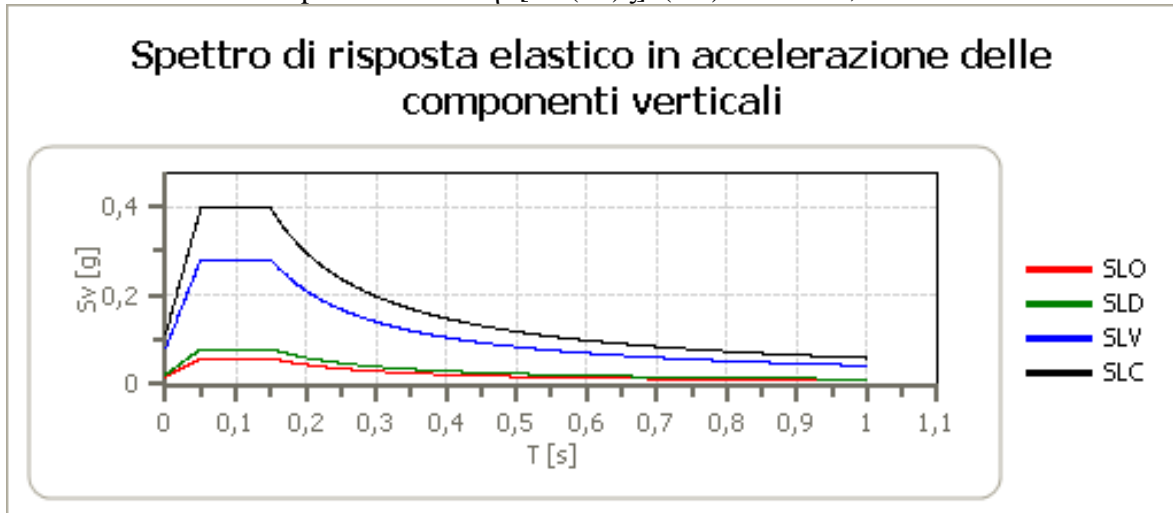
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1	0,053	2,536	0,258	1,500	1,640	1,000	1,500	1,414	0,141	0,423	1,812	0,080	0,285
SLD	1	0,065	2,553	0,271	1,500	1,620	1,000	1,500	1,414	0,146	0,438	1,858	0,097	0,350
SLV	1	0,153	2,466	0,288	1,470	1,580	1,000	1,470	1,414	0,152	0,455	2,212	0,225	0,784
SLC	1	0,192	2,470	0,292	1,420	1,580	1,000	1,420	1,414	0,154	0,461	2,367	0,272	0,952

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

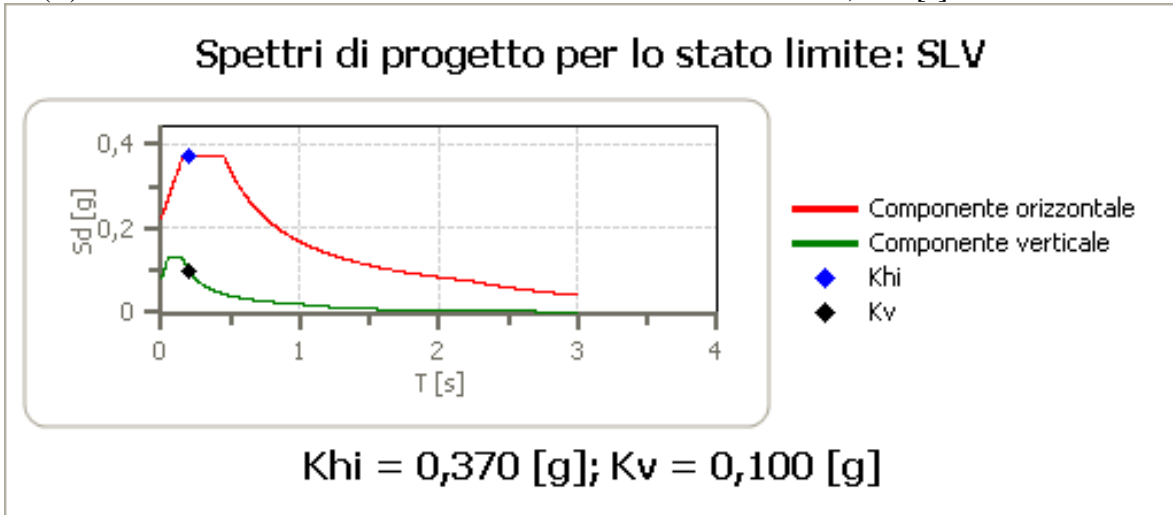
Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 0 %
 Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{1/2}$: 1,414



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1	0,053	2,536	0,258	1,500	1,640	1,000	1,000	1,414	0,050	0,150	1,000	0,017	0,059
SLD	1	0,065	2,553	0,271	1,500	1,620	1,000	1,000	1,414	0,050	0,150	1,000	0,022	0,080
SLV	1	0,153	2,466	0,288	1,470	1,580	1,000	1,470	1,414	0,050	0,150	1,000	0,081	0,282
SLC	1	0,192	2,470	0,292	1,420	1,580	1,000	1,000	1,414	0,050	0,150	1,000	0,113	0,396

Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale q: 0,00
 Fattore di struttura spettro verticale q: 0,00
 Periodo fondamentale T: 0,20 [s]
 khi = Se(T) Orizzontale: 0,370 [s]
 kv = Se(T) Verticale: 0,100 [s]



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(T B) [g]
SLV orizzontale	1	0,153	2,466	0,288	1,470	1,580	1,000	1,470	1,500	0,152	0,455	2,212	0,225	0,370
SLV verticale	1	0,153	2,466	0,288	1,470	1,580	1,000	1,000	1,500	0,133	0,150	1,000	0,081	0,370