

COMUNE DI BUDRIO

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DELL'AMBITO ANS.A.18 (A) IN VARIANTE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL COMPARTO C2.10 DEL PRG PREVIGENTE

PROPRIETA'
GRANDE SOLE S.R.L.
Via Mattei n.14
40054 Budrio (Bo)

COMUNE DI BUDRIO
Piazza Filopanti n.11
40054 Budrio (Bo)

PROGETTISTA
Ing. Stefano Barozzi
Via Yecla n.2
40054 Budrio BO

SPAZIO RISERVATO ALL'UFFICIO TECNICO

OGGETTO:
PROGETTO
RELAZIONE GEOLOGICA

SCALA

TAVOLA N°

C09

1°	02 febbraio 2015	C09 rgeologica	CC	CC	SB
2°	27 aprile 2015	C09 rgeologica	CC	CC	SB
3°					
4°					
5°					
REV.	DATA	FILE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO

N. ARCHIVIO:

N. U/590

ELABORAZIONE GRAFICA



Grande Sole s.r.l.

via E. Mattei,14 - 40054 Budrio (Bo)
Tel. 051 - 802601
Fax 051 - 802701
E mail : grandesolesrl@virgilio.it

Studio Geotecnico Chili Giuliano

Via Bruno Bottau n°4

40055 Castenaso (BO)

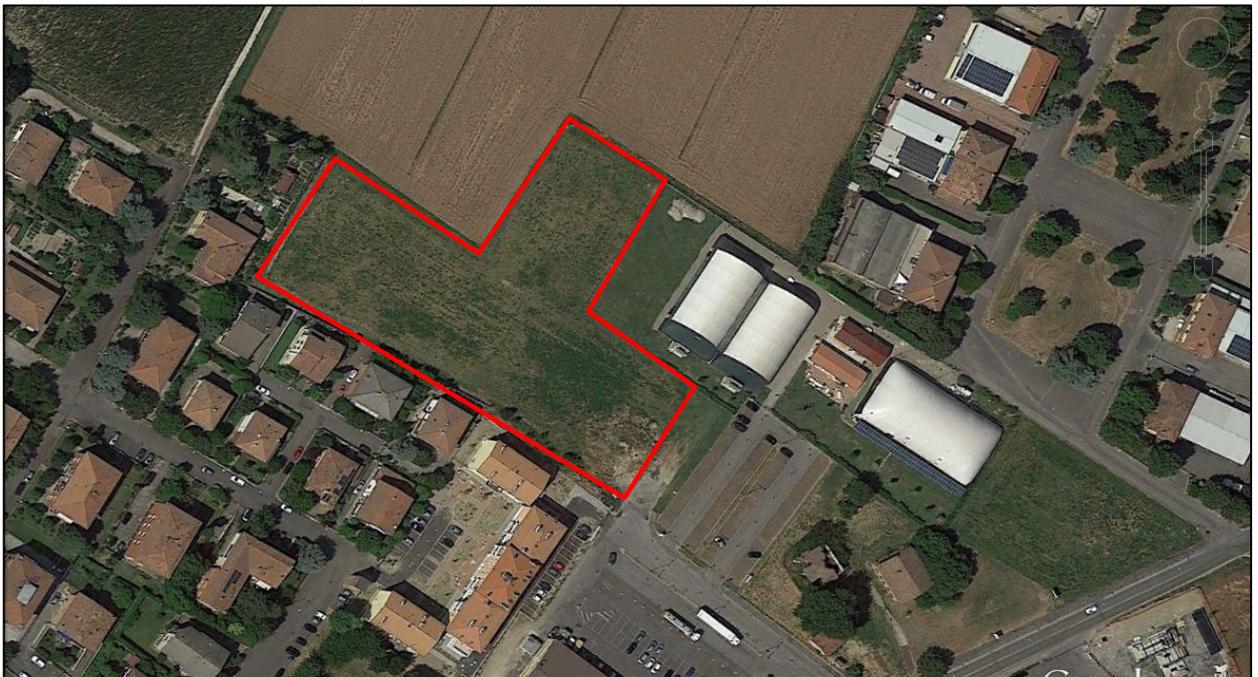
p.i. 01625471204

c.f. CHL GLN 59R28 A944U

Provincia di Bologna

Comune di Budrio

RELAZIONE GEOLOGICA



Progetto: relativo al piano particolareggiato di iniziativa privata nel Comparto C2.1 subcomparto A sito in via Tomasini– Comune di Budrio

Proprietà: Azienda Pubblica di Servizi alla Persona “Donini – Damiani”

Data : 04/04/2015



Relazione n. V8/15

1.0 Premessa

1.1 Premessa

Nell'ambito della progettazione relativa al piano particolareggiato di iniziativa privata nell'area di espansione C2.1 subcomparto A in via Tomasini – Comune di Budrio, la proprietà, Azienda Pubblica di Servizi alla Persona “Donini – Damiani”, mi ha affidato la redazione della presente relazione secondo la normativa vigente

- L'inquadramento geologico generale dell'area;
- I livelli litologici presenti nel sito e la loro variazione spaziale;
- Le caratteristiche geomorfologiche dell'area evidenziando eventuali vincoli presenti nell'area in esame;
- Le caratteristiche idrogeologiche dell'area;
- La valutazione del rischio sismico, la risposta dei terreni della successione al sisma atteso per l'area in esame ed il comportamento dei terreni nei riguardi del fenomeno della liquefazione.

Gli scopi precedentemente elencati sono stati perseguiti mediante la realizzazione di n°2 prove penetrometriche statiche, spinte rispettivamente fino a 20,0 m e fino a 10,0 m di profondità e in un rilevamento geofisico consistente nell'acquisizione passiva di vibrazioni del terreno mediante velocimetro (elaborata poi con il sistema HVSR) per verificare la velocità media delle onde sismiche di taglio (V_{s30}) nei primi metri di spessore.

La redazione del presente elaborato verrà effettuata seguendo quanto richiesto dalla Normativa Vigente di cui si riportano gli estremi:

- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20/03/2003 e successive modificazioni.**
- **Nuove Norme Tecniche per le costruzioni, D.M. n°30 del 14/01/ 2008.**
- **Decreto Giunta Regionale Emilia Romagna n. 567 del 7/04/2003.**
- **Atto d'Indirizzo Tecnico dell'Assemblea Legislativa RER, Progr. N. 112, oggetto n. 2131 del 2/05/2007.**
- **L.R. n. 19 del 30/10/2008.**
- **PTCP Comune di Bologna delibera C.P. del 30/04/2004**
- **PSC in forma associata dei Comuni “Terre di Pianura”**
- **Norme AGI 1977 – Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.**
- **Norme AGI 2005 – Aspetti Geotecnici della progettazione in zona sismica.**

Il lavoro è stato completato dall'esame di dati pubblicati (sia su supporto cartaceo che informatico) quali:

Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000 – Foglio 221 – Bologna

Carta Sismotettonica dell'Emilia Romagna scala 1:250.000 – Boccaletti, Martelli e alii 2004

Carta Strutturale dell'Emilia Romagna scala 1:250.000 – Feroni et. alii 2002

Carta Geologica di Pianura dell'Emilia Romagna scala 1:250.000 – Preti et. alii 1999

Carta Geomorfologica della Pianura Padana scala 1:250.000 – Castiglioni et. alii 1997

Risorse Idriche sotterranee della RER – Di Dio 1998

Prove e rilievi effettuati dallo Scrivente in zone limitrofe a quella oggetto di studio hanno completato lo studio del sito.

2.0 Modalità di prova

2.1. Prove penetrometrica statica (CPT) Norma ATSM (D.3441 – 79) aggiornata (D3441 – 86)

La prova Penetrometrica Statica (CPT) è conosciuta ed usata in tutto il mondo essendo da tempo codificata in maniera univoca.

Essa consiste nell'infiggere una punta conica di dimensioni standard (area del cono 10 cm² ed angolo al vertice di 60°) nel terreno per mezzo di un martinetto idraulico misurando lo sforzo necessario; di seguito si infigge un manicotto avente dimensioni pure standardizzate (area laterale 150 cm²), anche in questo caso si misura lo sforzo necessario all'avanzamento.

I valori ottenuti opportunamente elaborati tramite programmi automatici di calcolo vengono poi diagrammati fornendo il grafico della resistenza alla punta (Rp) ed il grafico del rapporto tra la resistenza alla punta (Rp) e la resistenza laterale (Rl); tale rapporto conosciuto in letteratura come rapporto di Begemann dà indicazioni sulla natura dei terreni offrendo la possibilità di riconoscere i coesivi dagli incoerenti e, tra i primi quelli a maggiore o minore contenuto in argilla.

Per l'acquisizione dei dati è stata utilizzata una macchina di marca Deepdrill tipo kN 200 con cella tipo Gouda a lettura analogica e costante di cella K = 20.

Di seguito si riporta la legenda relativa all'elaborazione di Rp ed Rl partendo dai dati di campagna

PENETROMETRO STATICO tipo:	
Caratteristiche:	
- punta conica meccanica Ø 35.7 mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)	
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (Ø 35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 cm ²)	
- velocità di avanzamento costante	V = 2 cm / sec (± 0,5 cm / sec)
- spinta max nominale dello strumento	Smax variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett. => spinta)	Ct = spinta (Kg) / LETTURA al manometro
fase 1 - resistenza alla punta	qc (Kg / cm ²) = L1 x Ct / 10
fase 2 - resistenza laterale locale	fs (Kg / cm ²) = (L2 - L1) x Ct / 150
fase 3 - resistenza totale	Rt (Kg) = (Lt) x Ct
	qc / fs = rapporto Begemann
- L1. punta	= lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- L2. totale	= lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- Lt. aste	= lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)
N.B. :	la spinta S (Kg), corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione Ct .
N.B. :	causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale fs viene computata 20 cm sopra la punta .

Tabella 2.1 Descrizione attrezzatura e procedura per l'elaborazione delle CPT

2.2 Prove geofisiche: Sismica – Tomografo digitale

La tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) rappresenta uno dei metodi utilizzati per estrarre informazioni relative al sottosuolo a partire dagli spettri del rumore sismico registrati in un sito. Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Si chiama anche microtremore in quanto riguarda oscillazioni molto piccole ($10-15 \text{ [m/s}^2\text{]}^2$ in termini di accelerazione), molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo vicino.

La tecnica prevede il rapporto spettrale tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale ed è ormai consolidata come strumento di stima affidabile delle principali frequenze di risonanza del sottosuolo, informazione di notevole importanza per l'ingegneria sismica. Riconosciuta questa capacità, ove sia nota una stima della stratigrafia locale, dalle frequenze di risonanza è possibile ricavare un modello di sottosuolo monodimensionale discreto caratterizzato da strati a diversa impedenza sismica (V_s , ρ), mediante un approccio numerico di modellazione della curva HVSR (fitting della curva H/V sintetica).

Se consideriamo un sistema stratificato semplice a due strati 1D in cui gli strati si distinguono per diverse densità e velocità delle onde sismiche, si ha condizione di risonanza quando la lunghezza dell'onda incidente che viaggia nel mezzo con V_{s1} e ρ_1 , è pari a 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore h dello strato (o insieme di strati omogenei).

In altre parole la frequenza fondamentale di risonanza (f_r) relativa alle onde "S" è descritta dall'equazione:

$$f_r = V_s / (4 h)$$

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati. Nonostante il microtremore sia costituito in gran parte da onde superficiali (in particolare da onde di Rayleigh), ci si può ricondurre a risonanza delle onde di volume poiché le onde di superficie sono prodotte da interferenza costruttiva di queste ultime.

3.0 Ubicazione

3.1 Corografia

La zona è identificabile entro la Sezione 221071 “La Palazzina” della Carta Tecnica Regionale scala 1:5.000 (Fig.1)

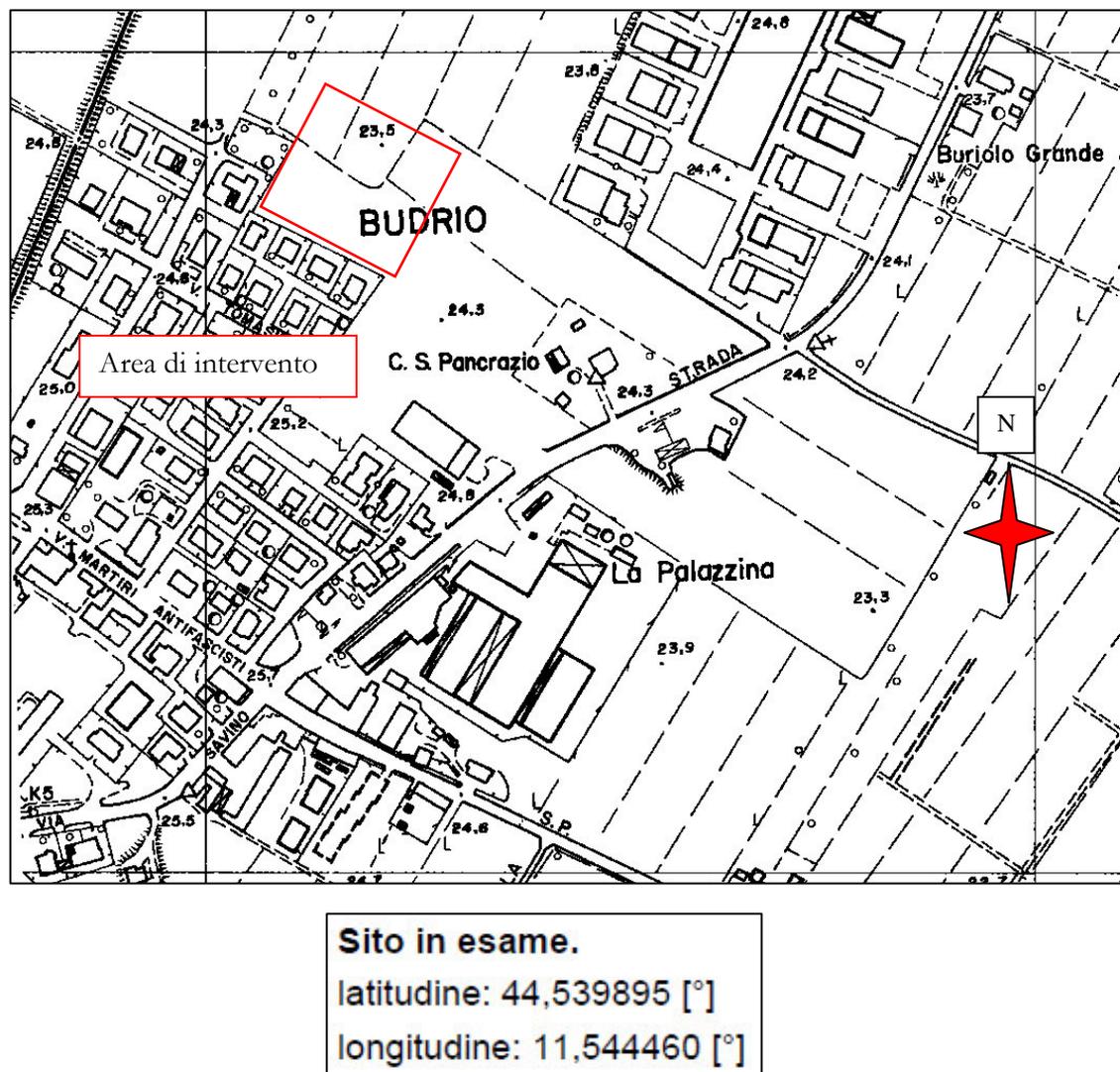


Fig. 3.1 – Ubicazione intervento C.T.R. Regione Emilia Sezione 221071 La Palazzina; scala 1:10.000.

3.2 Ubicazione delle prove

Le prove sono state ubicate in modo da indagare in maniera statistica sia orizzontalmente che verticalmente la successione presente nell'area privilegiando la zona in cui maggiore sarà la concentrazione di fabbricati ad uso residenziale.

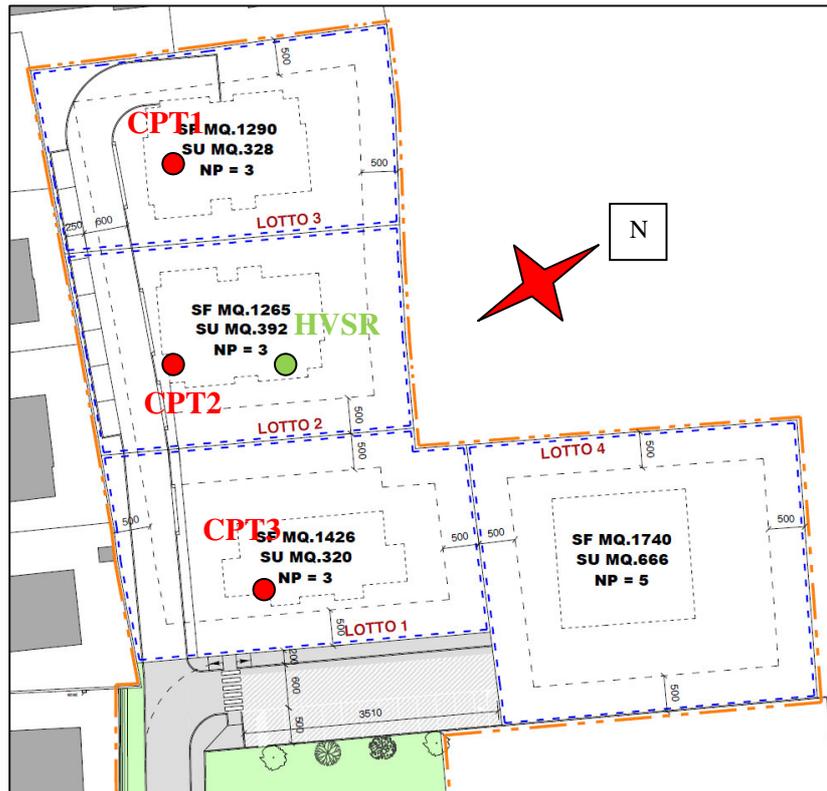
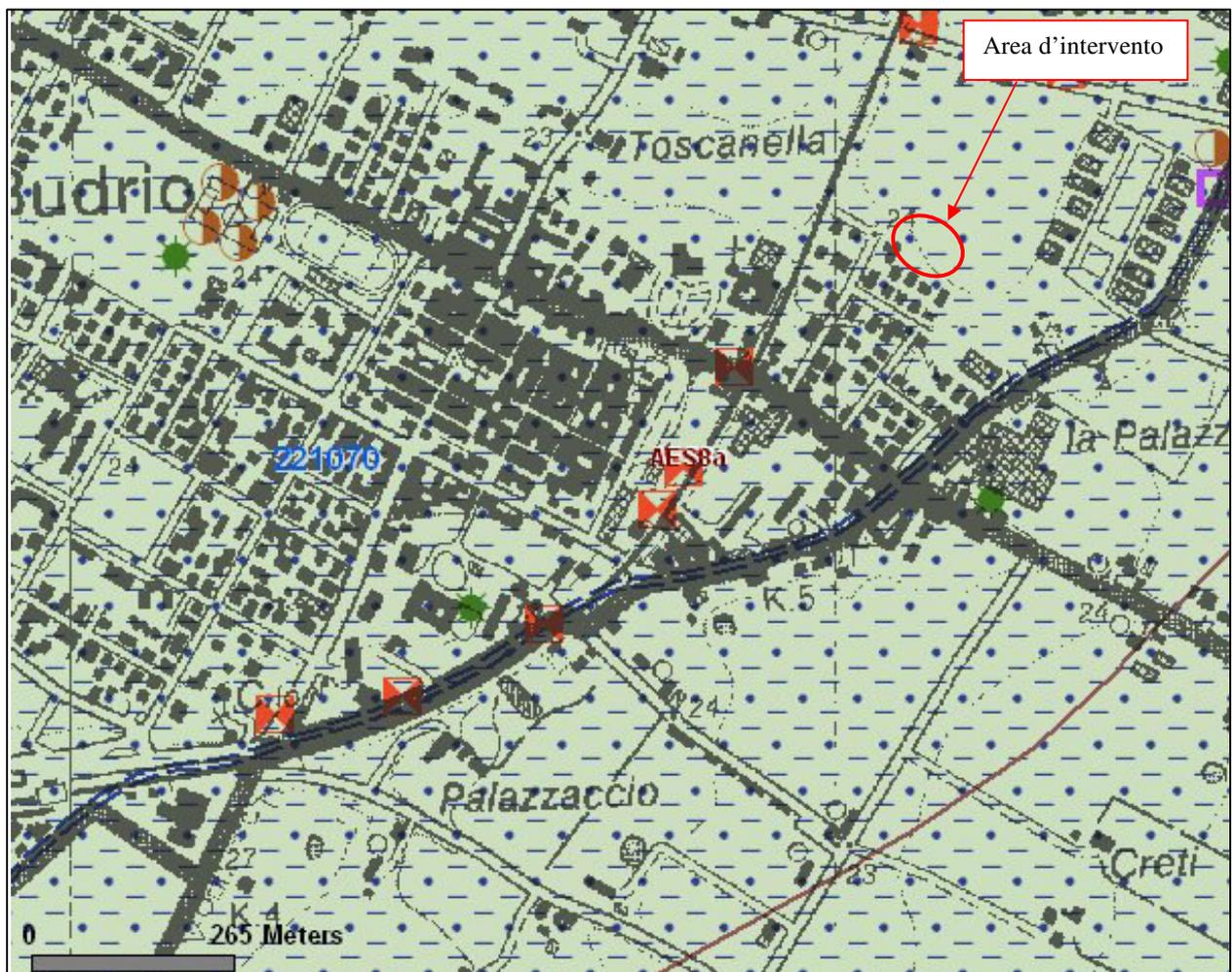


Fig. 3.2 - Ubicazione prove penetrometriche su estratto planimetria di progetto. Scala 1: 1.000

4.0 Stratigrafia e litologia

I terreni più superficiali appartengono al Supersistema Emiliano –Romagnolo, costituito da depositi alluvionali formati dall'attività deposizionale del Po, dei suoi affluenti di destra e dei fiumi romagnoli e originatisi in seguito alla prosecuzione del sollevamento (Pleistocene medio) che ha determinato il definitivo instaurarsi della deposizione continentale.

In particolare i terreni affioranti nell'area oggetto d'intervento, appartengono all'Unità di Modena (AES8a), in come indicato dalla Carta Geologica d'Italia, di cui si riporta un estratto in fig. n. 4.1 (fonte Sito Internet del dipartimento di sismica e difesa del suolo della RER).



Legenda

AES8a *Unità di Modena*

Porzione sommitale di AES8 è costituita da una unità a limiti inconformi di rango gerarchico inferiore:
Essa affiora con continuità dalla piana intravalliva fino alla pianura alluvionale.

Figura 4.1 – Estratto dalla “Carta Geologica d’Italia” – Progetto CARG Foglio 221 – Bologna redatto a cura della Regione Emilia Romagna- Scala 1 : 50.000 in scala 1 : 10.000(Fonte sito internet RER)

L'unità di Modena rappresenta a porzione sommitale del Subsistema di Ravenna AES₈, ed è costituita

dai depositi più superficiali e più recenti, ghiaie, sabbie, limi e argille di canale, argine, rotta fluviale, e piana inondabile. I corpi ghiaiosi sono presenti esclusivamente nelle zone limitrofe agli alvei dei corsi d'acqua principali. La deposizione di AES8a è assai probabilmente da mettere in relazione all'instaurarsi di un'importante fase di deterioramento climatico che, tra il IV e il VI secolo d.C., determinò un importante incremento della piovosità, con conseguente modifica della rete idrografica e alluvionamento di gran parte della pianura (Veggiani, 1994).

I terreni oggetto d'indagine sono costituiti da sedimenti d'origine recente geneticamente appartenenti al dominio del torrente Idice che scorre in prossimità della zona oggetto d'intervento.

I dati relativi alla successione indagata sono stati restituiti ed elaborati mediante un programma di elaborazione elettronica (Win – CPT) che, mediante il rapporto di Begemann, ha consentito di interpretare le litologie incontrate. Le verticali di indagine sono state così suddivise secondo un criterio litologico; ai vari livelli sono stati associati i relativi parametri meccanici più significativi (vedi tabelle 1 – 2 – 3) in modo da consentire una ulteriore classificazione entro la stessa classe litologica secondo un criterio geotecnico.

Per la classificazione delle caratteristiche meccaniche dei terreni presenti, si tiene in considerazione, per i terreni a granulometria fine e finissima a comportamento pseudocoesivo, il parametro relativo alla coesione non drenata c_u mentre, per quelli a granulometria più elevata (ed a comportamento drenato), il parametro dato dall'angolo di attrito efficace.

L'interpretazione delle prove ha permesso di stabilire che la successione sedimentaria presente nella zona oggetto d'intervento risulta caratterizzata dall'alternanza di terreni a granulometria prevalentemente fine e da terreni granulari più grossolani.

L'interpretazione delle prove eseguite ha messo in evidenza una successione di terreni eterogenei dal punto di vista della granulometria, in cui sono presenti tutte le frazioni: dalle argille organiche alle sabbie, recanti caratteristiche meccaniche abbastanza omogenee su tutta l'area considerata.

La successione si presenta prevalentemente formata da terreni aventi grana finissima, in diversi stati di consistenza ed a tratti limosi. In subordine si intercalano i terreni a granulometria maggiore quali sabbie fini e limose.

La correlazione tra le verticali d'indagine ha permesso di stabilire che i terreni complessivamente possono considerarsi uniformemente distribuiti all'interno dell'area indagata, sia da un punto di vista litologico che per quanto concerne le proprietà meccaniche.

Partendo dal piano di campagna, dopo un intervallo decimetrico di terreno agrario, si incontra uno strato costituito da limo sabbioso che presenta uno spessore di circa 1,00 m per tutta l'area indagata. Dopo un pacco di strati coesivi di spessore variabile tra 0,40 m nella prova n. 1 a 1,80 m nella prova n. 3, s'individua un secondo intervallo sedimentario costituito da sabbia limosa. Questo intervallo raggiunge il suo massimo spessore lungo la prova n. 2 dove si presenta come un intervallo compatto spesso circa 1,00 m; in corrispondenza della prova n. 1 esso è compreso tra la profondità di 2,80 m e 4,00 m ma presenta un'intercalazione argillosa spessa circa 0,60 m. In corrispondenza della prova n. 3 questo intervallo si presenta molto più sottile con uno spessore di circa 0,40 m.

L'ultimo intervallo sedimentario costituito da terreni più grossolani, correlabile tra le tre prove, è stato individuato alla profondità di circa 4,80 m dal p.c. lungo le verticali delle prove n. 1 e 2. Tale intervallo si spinge fino alla profondità di – 6,00 m lungo la prova n. 1, e tende ad ispessirsi in corrispondenza della prova n. 2 dove raggiunge uno spessore di circa 2,00 m. In corrispondenza della prova n. 3 esso è stato individuato alla profondità di – 6,00 m e risulta spesso circa 0,60 m.

Lungo la prova n. 2, spinta a maggiore profondità, sono stati individuati altri 4 intervalli costituiti da terreni granulari con spessori compresi tra 0,40 m e 0,80 m.

Per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche, i terreni possono essere considerati da mediocri a buoni; i terreni fini presentano un parametro della coesione non drenata media c_u compresa tra 0,33 kg/cm² e 1,20 kg/cm², i terreni granulari angoli di attrito efficace mediamente compreso tra 27° e 30° testimonianza di uno scarso stato di addensamento alto per gli strati più superficiali, e molto basso nel

resto della successione.

Integrando i dati ottenuti attraverso le prove in situ con l'analisi della Carta Geologica d'Italia e della Carta Geologica di pianura dell'Emilia Romagna, di cui si riporta un estratto in fig. n. 4.2, si può ipotizzare che l'area oggetto d'intervento si trovasse in un ambiente fluviale in senso stretto.

Osservando la Carta Geologica di pianura dell'Emilia Romagna (fig. n. 4.2), si può infatti notare che l'area è collocata in prossimità di una paleoalveo appartenente al torrente Idice.

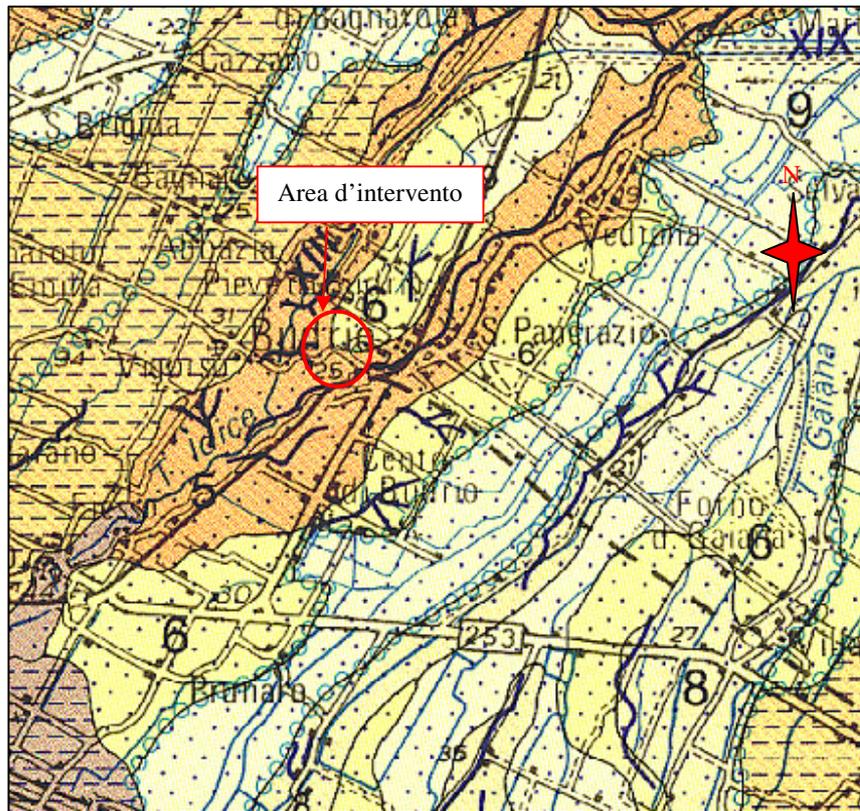


Fig. n.4.2 – Estratto dalla “Carta Geologica di pianura dell’Emilia Romagna” a cura della Regione Emilia Romagna- Scala 1 : 250.000

LEGENDA :

- 2 : Sabbie, limi sabbiosi e limi in strati di spessore decimetrico, ghiaie sabbiose e sabbie in corpi canalizzati e lenticolari. Depositi di conoide e di terrazzo.
- 5 : Sabbie medie e fini in strati di spessore decimetrico passanti lateralmente ed intercalate a sabbie fini e finissime limose, subordinatamente limi argillosi; localmente sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastriformi. Depositi di canale e argine prossimale.
- 6 : Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose e subordinatamente sabbie limoso argillose intercalati in strati di spessore decimetrico. Depositi di argine distale.
- 7 : Sabbie medie e fini, limi e argille limose intercalati in strati di spessore decimetrico; localmente sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastriformi. Depositi di canale e argine indifferenziati.
- 8 . Limi argillosi e limi sabbiosi, subordinatamente sabbie fini e finissime, in strati di spessore decimetrico; localmente sabbie in corpi lenticolari e nastriformi. Depositi di canale e argine indifferenziati.
- 9 Argille limose, argille e limi argillosi laminati, localmente concentrazioni di materiali organici parzialmente decomposti. Area interfluviale e depositi di palude.

I due corpi sabbiosi, individuati alla profondità di circa - 3,20 m e 4,80 m, sono da ritenersi due antichi corsi fluviali, sovrapposti, in seguito alla divagazione del fiume stesso. Tali corpi presentano al tetto un intervallo argilloso uniformemente distribuito all'interno dell'area, che testimonia un periodo di emersione, in seguito all'allontanamento del corso d'acqua.

La profondità della falda è stata rilevata costantemente a -2,80 m dal p.c.

Di seguito si riportano le stratigrafie di dettaglio dei vari orizzonti presenti.

Committente: ASP Donini - Damiani					
Lavoro: Comparto C2.10					
Data: 23/10/2007			Falda: 2,80 m		
Località: Via Tomassini - Budrio					
Prova: CPT 1					
da	a	litologia	q_c	q_c/f_s	Dr
m	m		kg/cm ²	k	%
0.0	0.4	Argilla deb.limosa consistente	20.0	21.0	
0.4	1.2	Limo sabbioso molto denso	49.3	31.3	91.8
1.2	2.0	Argilla molto consistente	28.3	16.5	
2.0	2.8	Argilla tenera organica	9.5	10.0	
2.8	3.2	Limo sabbioso poco denso	12.0	32.5	14.50
3.2	3.6	Argilla mediamente consistente	13.0	15.0	
3.6	4.0	Limo sabbioso denso	43.0	32.0	56.00
4.0	4.6	Argilla organica tenera	8.0	14.0	
4.6	6.0	Sabbia media e fine poco densa	17.6	50.0	19.00
6.0	7.4	Argilla tenera organica	8.0	13.4	
7.4	8.0	Argilla mediamente consistente	12.0	16.0	
8.0	8.8	Limo argilloso consistente	18.3	25.8	
8.8	10.0	Argilla deb.limosa mediam. consistente	12.5	21.8	

Tabella n°4.1 – Stratigrafia di dettaglio CPT 1

Committente: ASP Donini - Damiani					
Lavoro: Comparto C2.10					
Data: 23/10/2007			Falda: 2,80 m		
Località: Via Tomassini - Budrio					
Prova: CPT 2					
da	a	litologia	q_c	q_c/f_s	Dr
m	m		kg/cm ²	k	%
0.0	0.4	Argilla consistente	19.0	20.0	
0.4	1.4	Limo argilloso molto denso	49.2	31.4	86.2
1.4	2.4	Argilla mediamente consistente	13.6	17.2	
2.4	3.6	Argilla limosa tenera	7.7	23.5	
3.6	4.2	Sabbia media e fine mediamente densa	21.0	85.0	
4.2	4.8	Sabbia fine e media poco densa	8.0	21.3	
4.8	5.4	Argilla deb.limosa mediam.consistente	8.7	58.3	
5.4	6.8	Limo argilloso mediamente consistente	11.6	31.0	
6.8	9.4	Argilla organica tenera	11.8	16.2	
9.4	10.8	Argilla mediamente consistente	18.3	16.3	
10.8	13.2	Argilla deb.limosa tenera	15.3	19.9	
13.2	13.6	Limo sabbioso sciolto	27.5	49.5	
13.6	15.2	Argilla deb.limosa tenera	17.4	31.8	
15.2	16.6	Limo argilloso mediamente consistente	28.1	19.7	
16.6	17.2	Argilla mediamente consistente	15.3	17.3	
17.2	20.0	Limo sabbioso poco denso	37.4	39.6	
20.0	22.0	Argilla consistente	24.5	17.9	
22.0	22.8	Limo sabbioso sciolto	34.3	34.3	
22.8	23.4	Limo argilloso consistente	22.7	25.7	
23.4	24.0	Limo argilloso sabbioso mediam.consist.	23.7	27.0	
24.0	30.0	Argilla consistente	16.3	17.3	

Tabella n°4.2 – Stratigrafia di dettaglio CPT 2

Committente: ASP Donini - Damiani					
Lavoro: Comparto C2.10					
Data: 23/10/2007			Falda: 2,80 m		
Località: Via Tomassini - Budrio					
Prova: CPT 2					
da	a	litologia	q_c	q_c/f_s	Dr
m	m		kg/cm ²	k	%
0.0	0.4	Argilla deb.limosa molto consistente	29.0	22.0	
0.4	1.4	Limo sabbioso molto denso	53.6	35.2	
1.4	2.2	Argilla mediamente consistente	11.3	12.5	39.80
2.2	4.0	Argilla tenera	7.8	18.3	
4.0	4.4	Sabbia media e fine mediamente densa	28.5	59.5	41.00
4.4	5.4	Argilla tenera	8.2	15.4	28.8
5.4	6.0	Argilla deb.limosa mediam. consistente	16.3	20.7	
6.0	6.6	Sabbia media e fine mediamente densa	24.0	55.7	
6.6	10.0	Argilla mediamente consistente	12.6	15.4	

Tabella n°4.3 – Stratigrafia di dettaglio CPT 3

5.0 Cenni di geomorfologia ed idrologia

L'area interessata è posta a quota di circa 24 m s.l.m.m con pendenza SO – NE.

L'analisi della morfologia della zona è stata completata attraverso la ricostruzione del microrilievo, effettuato con l'ausilio dei punti quotati presenti sulla carta tecnica dell'elemento citato in precedenza e di cui si riporta un estratto in fig. n.5.1.

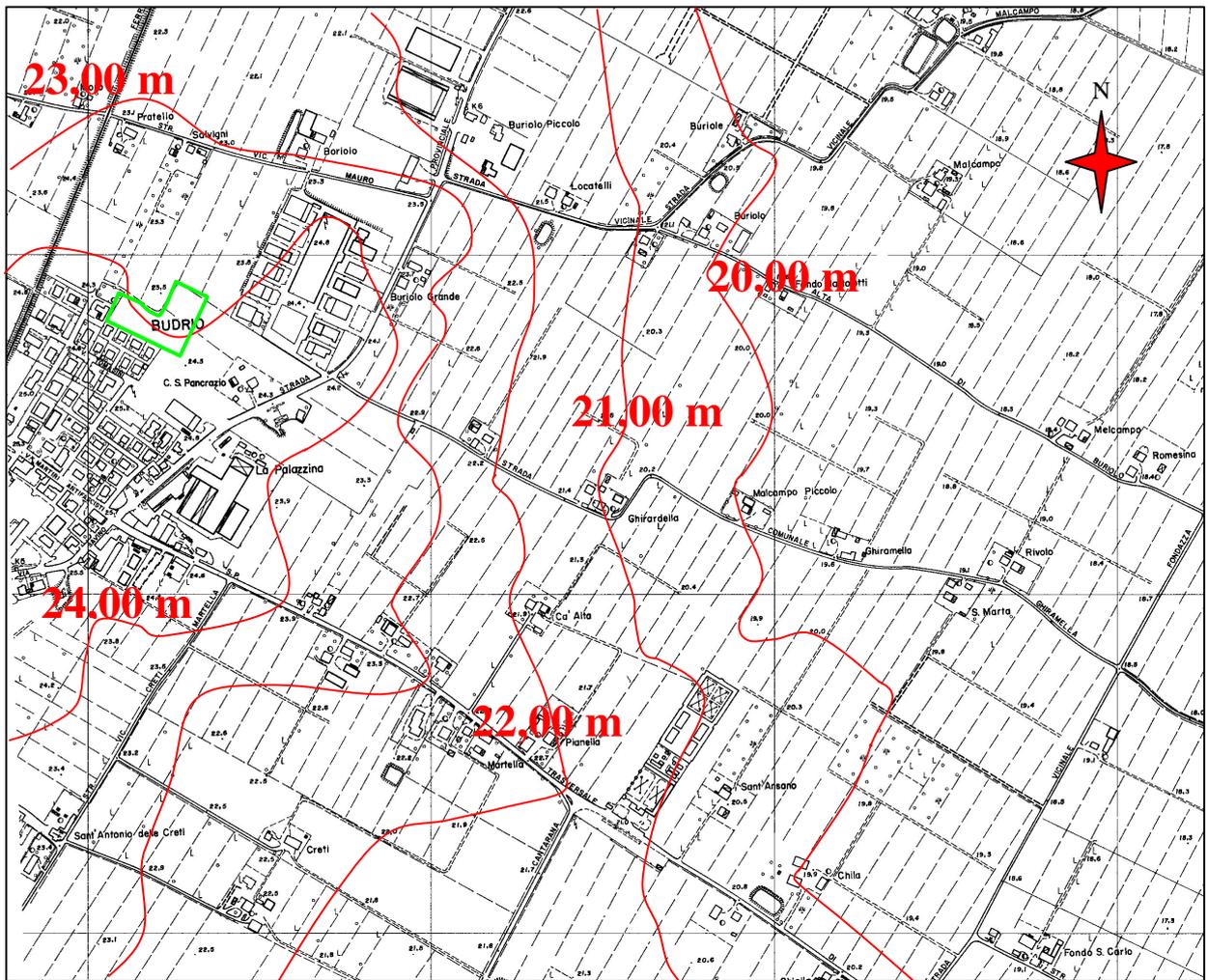


Figura. n. 5.1 - Ricostruzione del microrilievo: estratto da C.T.R. Elemento 221071 La Palazzina; rimpicciolito alla scala 1 : 10.000..

Dall'analisi dell'andamento delle isoipse si determina che la zona è collocata all'interno di un alto topografico che si sviluppa in direzione SO-NE, interpretabile come un corpo relitto deposto da un antico tracciato del T. Idice.

Quanto appena descritto trova conferma con l'analisi della Carta Geomorfologica della Pianura Padana, di cui si riporta un estratto in fig. n. 5.2, e in cui si osserva che il Comune di Budrio è collocato proprio in prossimità di un paleoalveo.

L'andamento morfologico della zona conferma il fatto che l'area è stata interessata da una dinamica deposizionale molto variabile, frutto delle variazioni che hanno nel tempo interessato il corso del Torrente Idice.

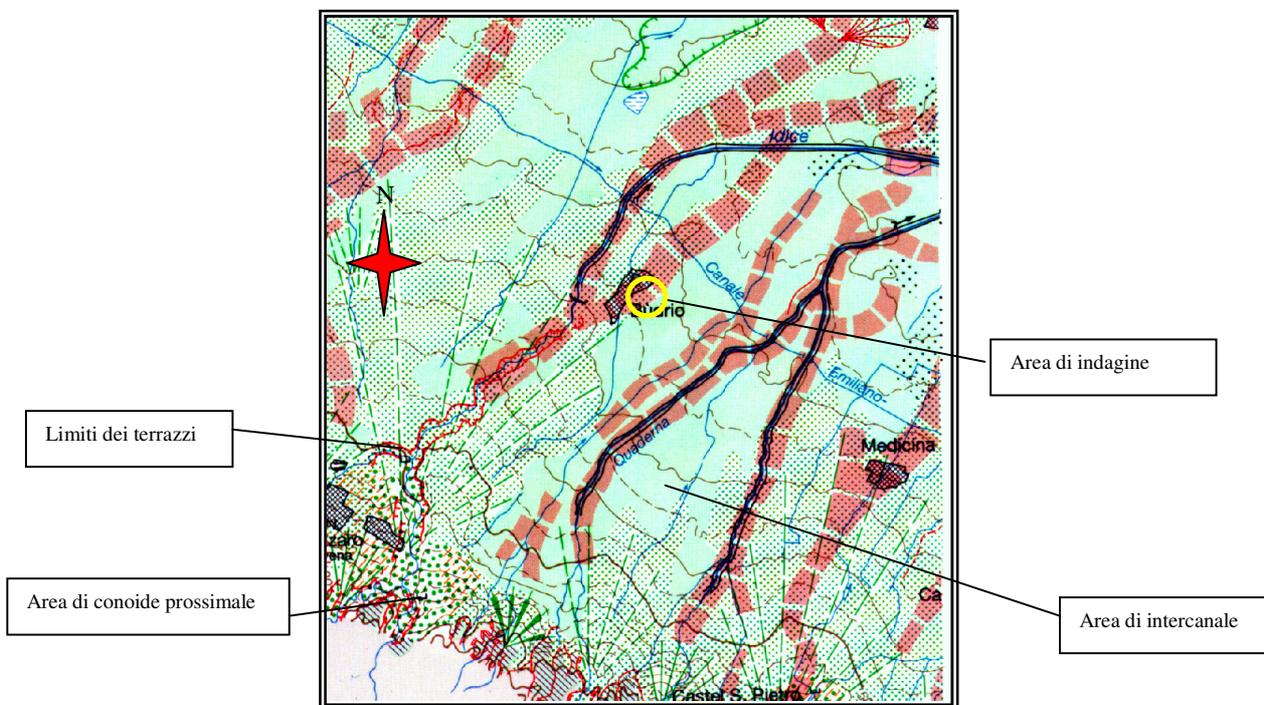


Fig.5.2- Carta Geomorfologica della Pianura Padana scala 1:250.000

La storia dell'idrologia della zona è stata infatti molto complessa nel corso dell'epoca storica; dapprima infatti il torrente Idice non era dotato di arginature e depositava le particelle in sospensione allo sbocco dalla conoide distale, circa in prossimità dell'abitato di Vigoroso.

In epoca romana, per ragioni militari ed economiche, fu deviato e controllato mediante arginature e portato a spagliare oltre l'abitato di Vedrana con un percorso che ricalca circa quello dell'attuale Via Zenzalino. E' appunto di questo periodo la formazione del dosso che si trova subito ad Ovest dell'area in oggetto.

Vista la facilità con cui si avevano rotte d'argine in epoca imperiale il torrente venne deviato verso l'abitato di Mezzolara ma le arginature furono, in un primo tempo, terminate circa all'altezza dell'abitato dei Ronchi di Mezzolara.

Successivi interventi di bonifica hanno portato il torrente ad assumere l'odierna configurazione.

Attualmente l'area oggetto di studio ha una idrologia superficiale essenzialmente composta da fossi di scolo dei terreni agrari e da canali di bonifica di II[^] e III[^] grado che convogliano le acque verso gli impianti di sollevamento posti in località Argenta (Saiarino) e Valle Santa.

Da un esame della Carta Idrogeologica allegata al PRG del Comune di Budrio (ottobre 1994 - fig. n. 7), redatta dal Dott. Viel, si nota che la soggiacenza della falda nell'area è ha profondità rispetto al piano di campagna comprese tra 1,20 e 2,00 m. La profondità della falda rinvenuta nei fori di prova è invece stata attestata intorno a - 2,80 m dal p.c., la causa di questa differenza è da imputarsi all'intenso periodo di siccità che ha caratterizzato il nostro paese nell'ultimo anno, e che ha provocato importanti abbassamenti del livello di tutti i corsi d'acqua.

La forma della falda è abbastanza complessa ed essendo in buon accordo con le curve di livello del terreno ricalca, come mostrato nell'estratto di Fig. 5.3, le zone di alto morfologico; nell'area in esame la falda ha direzione circa NO - SE.

Dall'esame delle stratigrafie, si può stimare una permeabilità del terreno di circa 10^{-7} m/sec per i terreni

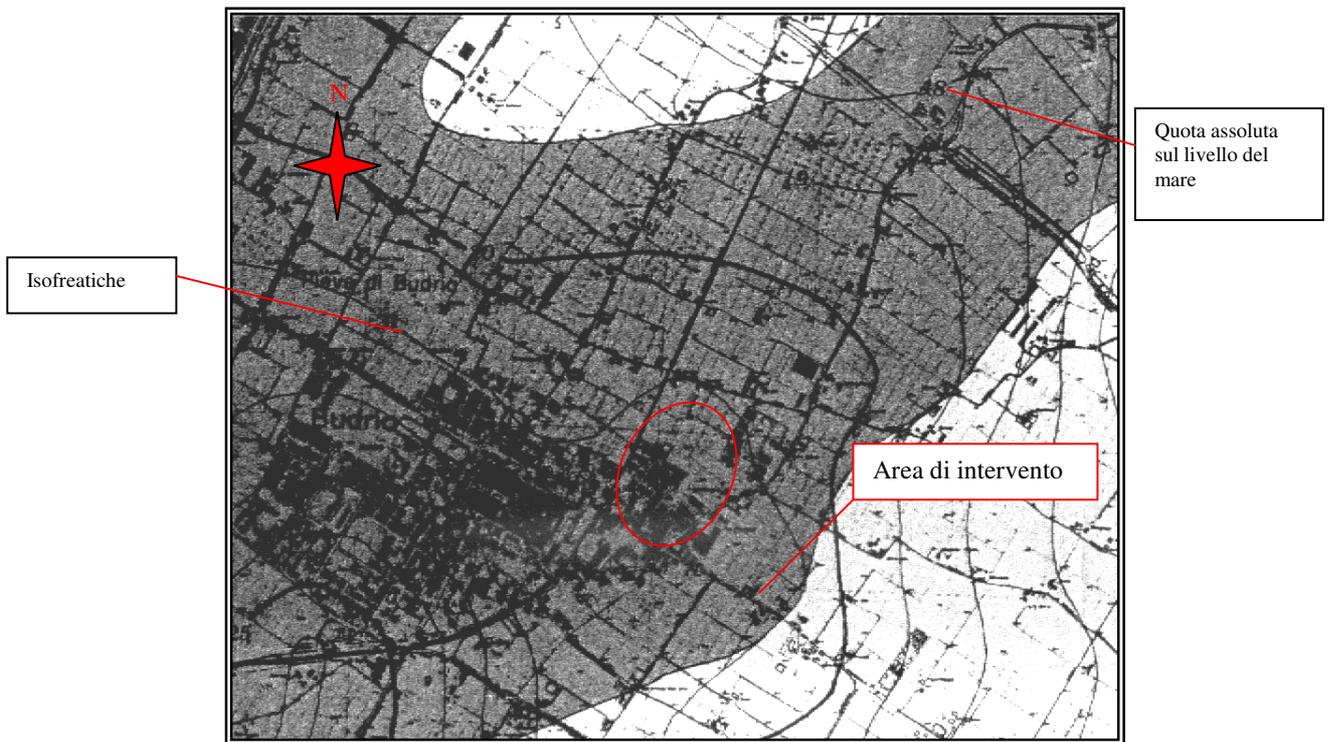


Fig. 5.3 - Carta delle isofreatiche scala 1:25.000 (da Viel)

Si osserva inoltre che l'area è collocata all'interno dell'ambito di tutela dei corpi idrici, rappresentato nella carta dalla zona più scura.

Dal punto di vista dell'amplificazione sismica derivata da effetti morfologici l'area è classificabile nella categoria T1 tra quelle riportate nel NTUC 2008.

6.0 Caratterizzazione geotecnica

6.1 Generalità

L'esame indifferenziato delle resistenze alla rottura in punta secondo i criteri indicati nella relazione geologica a firma Dott. Geol. Giovanni Viel (cfr. punto 2. Caratterizzazione litologica e geomeccanica del sottosuolo finalizzata alla zonizzazione di edificabilità. – punto 3 Zonizzazione geomeccanica ai fini dell'edificabilità allegata alla vigente Variante al PRG (1996) porterebbe a classificare i terreni presenti nell'area compresi nello spessore da p.c. a -10,0 m in categoria "D" ovvero "zone dotate di qualità meccaniche da normali a discrete in entrambi gli strati considerati (da 0,0 m a -5,0 m e da -5,0 m a -10,0 m – N.d.S.). In questi casi le possibili variazioni di caratteristiche tra i due intervalli considerati può essere tale da richiedere ulteriori suddivisioni in sottoclassi D1, D2 etc.. L'edificabilità con normali tecniche costruttive è in genere assicurata, comunque nei casi in cui questa categoria di terreni sia al limite con zone B e C, è opportuno specificare la necessità di un approfondimento conoscitivo nelle fasi successive ed indicarlo in zonizzazione".

Nello specifico si vuole fare notare la presenza di terreni scadenti (R_p compresa tra 6 kg/cm^2 e 10 kg/cm^2), localmente con forte presenza della componente organica, a profondità relativamente prossime al piano di campagna ma che verranno sicuramente coinvolte dai bulbi di carico degli edifici, consigliano di declassare l'area. In particolare sulla base dei dati forniti da ogni CPT una parte dell'area analizzata può essere inserita nella categoria B1, e una parte nella categoria B2 (B = zone in cui per edifici di un certo impegno si rende necessaria una approfondita indagine geognostica e, se necessario, prevedere l'utilizzo di fondazioni profonde).

La localizzazione delle due categorie in cui è stata suddivisa l'area è indicata in fig. 6.1.

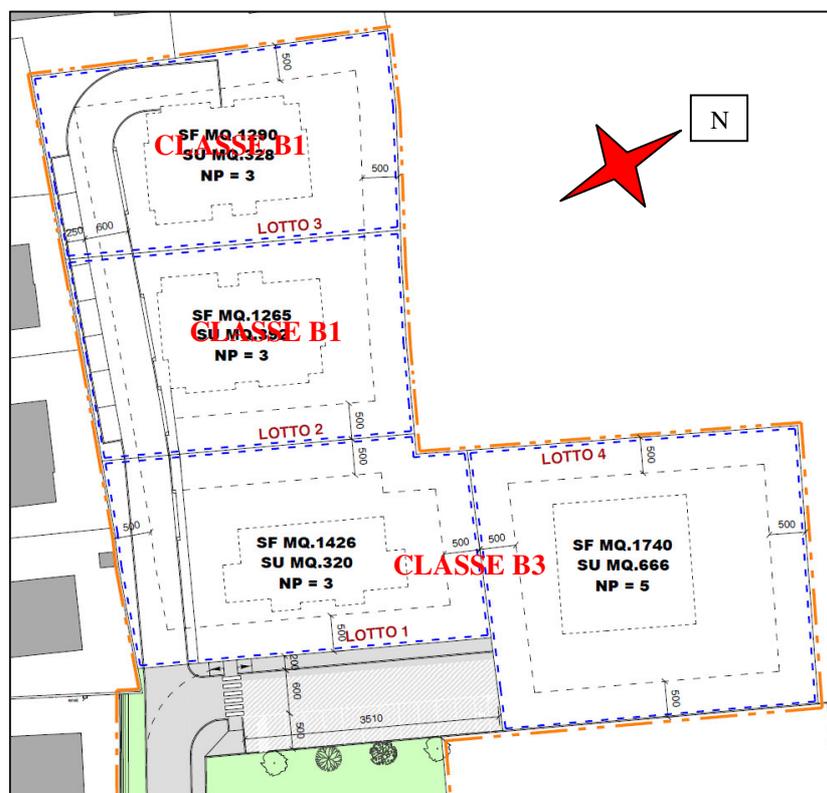


Fig .6.1 – Zonizzazione geomeccanica dell'area. Estratto da Planimetria di progetto in scala 1:1.000

7.0 Caratterizzazione sismica

7.1 Inquadramento sismico

La pianura padana nasconde strutture sepolte molte delle quali capaci di dare ancora attività sismica come dimostrato dai recenti terremoti il cui epicentro si trovava nella bassa reggiana e in corrispondenza del paese di Alfonsine in provincia di Ravenna. Tali strutture sono il frutto di spinte tettoniche a scala regionale molto più vasta che hanno dato luogo all'innalzamento dell'Appennino ed alla formazione di una depressione frontale alla catena in divenire, tale depressione, il cui substrato è diviso in blocchi da faglie con andamento circa ESE – ONO man mano che si procede verso N tende a diminuire di profondità fino a culminare nelle anticlinali ferraresi (spessore della coltre Pleistocenico – Olocenica pari a circa 300 m). Le anticlinali ferrare vengono a loro volta considerate come la parte più avanzata della Catena Appenninica contrapposta alla Catena Alpina. Recenti pubblicazioni (Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna scala 1:250.000 – Boccaletti e alii 2004 di cui si riporta un estratto in fig.7.1) indicano che l'area con le strutture maggiormente attive della catena, in base ad osservazioni geomorfologiche, su sismi storici e da sezioni sismiche, è quella compresa tra il fiume Panaro ed il fiume Lamone; i meccanismi focali dei terremoti aventi profondità minori di 15 km indicano che la parte a Ovest della pianura è interessata da movimenti combinati di trascorrenza e di compressione mentre gli eventi avvenuti a seguito di movimenti di strutture sepolte nella parte Est della pianura (Ravennate e più in genere Romagna) indica movimenti con n componente compressiva più marcata. Si vuole porre l'accento sul sovrascorrimento riattivato presente lungo la direttrice Budrio Corticella ed avente direzione circa E – O.

In base alla classificazione allegata all'ordinanza del P.d.C.M. n°3274 del 20/03/2003 e successive modificazioni, il Comune di Budrio ricade entro le aree a basso rischio di sisma comprese quindi nella classe 3 (sisma aspettato di entità pari al 7° grado della scala Mercalli Sieberg modificata); la Velocità media delle onde sismiche di taglio nei primi 30 m di spessore si attesta a 228 m/s che permette di inserire i terreni presenti nell'area entro la categoria "C" tra quelle riportate nel NTUC 2008 corrispondente a ***“Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 e 360 m/sec”***.

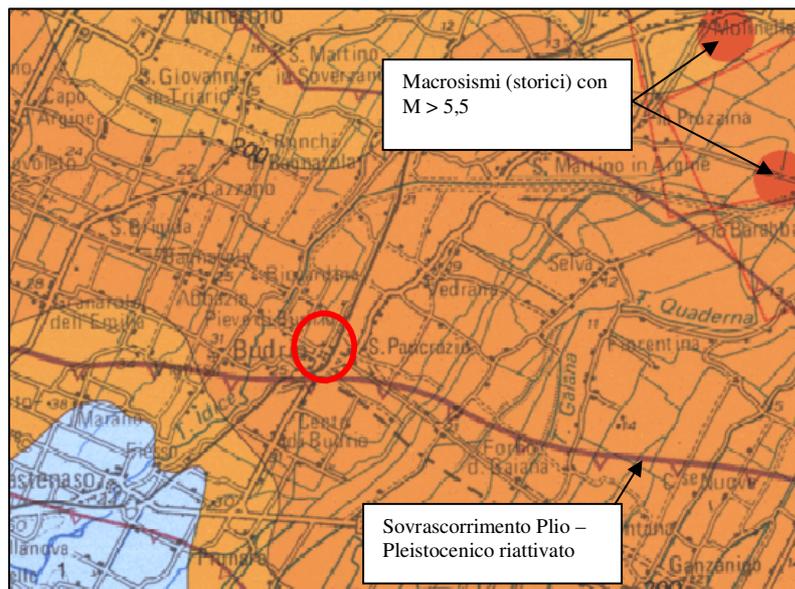


Fig. n. 7.1 -Estratto dalla Carta Sismotettonica dell'Emilia Romagna scala 1:250.000 – Boccaletti e alii 2004.

7.2 Definizione dei parametri sismici di III^ livello e spettri di risposta sismica

Il comune di Budrio ha svolto indagini per definire il territorio al II^ livello di approfondimento. Nella presente relazione si effettuerà il passaggio per la definizione dei parametri di III^ livello mediante il programma RSL III della Geostru. Con questo programma si calcoleranno i parametri sismici e gli spettri di risposta sismica relativi allo Stato Limite di Danno e allo Stato Limite di Vita.

La procedura di calcolo utilizzata da RSL per la valutazione della funzione di trasferimento presuppone come base di partenza uno o più accelerogrammi, od uno spettro di risposta in accelerazione, e la conoscenza della stratigrafia del sito attraverso i seguenti parametri geotecnici per ogni strato:

- peso per unità di volume;
- velocità di propagazione delle onde di taglio;
- coefficiente di spinta laterale;
- modulo di taglio iniziale (opzionale);
- spessore;
- indice di plasticità.

La non linearità del calcolo è introdotta dalla dipendenza del modulo di deformazione al taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso dalla deformazione.

Schematicamente la procedura è riassumibile nel seguente modo:

1. Valutazione dello spettro di Fourier dell'accelerogramma (omessa nel caso si debba analizzare uno spettro);
2. Ricerca di un errore relativo piccolo seguendo la procedura di:
 - 2.1. Stima della funzione di trasferimento;
 - 2.2. Valutazione della deformazione indotta in ciascuno strato;
 - 2.3. Correzione del modulo di deformazione al taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso per ogni strato;Le operazioni 2.1, 2.2 e 2.3 sono ripetute fino a quando la differenza di deformazione tra un'iterazione e la precedente non rimane al di sotto di una soglia ritenuta accettabile;
3. Trasformazione inversa di Fourier dello spettro precedentemente calcolato ed opportunamente pesato per mezzo della funzione di trasferimento calcolata.

Attraverso questa procedura è possibile “trasferire” l'accelerogramma dal bedrock in superficie. La deformazione per ciascuno strato viene corretta sulla base del rapporto fra deformazione effettiva e massima come suggerito dalla letteratura scientifica, ovvero

$$\frac{\gamma_{eff}}{\gamma_{max}} = \frac{M - 1}{10}$$

dove M rappresenta la magnitudo del sisma.

Per la valutazione della funzione di trasferimento, RSL considera un suolo variamente stratificato composto da N strati orizzontali di cui l' N -esimo è il letto di roccia (bedrock). Ponendo come ipotesi

che ciascuno strato si comporti come un solido di Kelvin-Voigt $\left[\tau = G\gamma + \eta \frac{\partial \gamma(z,t)}{\partial z \partial t} \right]$, la propagazione delle onde di taglio che attraversano gli strati verticalmente può essere definita dall'equazione dell'onda:

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = G \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \eta \frac{\partial^3 u}{\partial z^2 \partial t} \quad (1)$$

dove: u rappresenta lo spostamento; t il tempo; ρ la densità; G il modulo di deformazione al taglio; η la viscosità. Per onde armoniche lo spostamento può essere scritto come:

$$u(z,t) = U(z)^{i\omega t} \quad (2)$$

che sostituita nella (1) pone

$$(G + i\omega\eta) \frac{d^2 U}{dz^2} = \rho \omega^2 U \quad (3)$$

dove ω rappresenta la frequenza angolare. La (3) può essere riscritta come

$$G^* \frac{d^2 U}{dz^2} = \rho \omega^2 U \quad (4)$$

avendo posto $G^* = G + i\omega\eta$, ovvero il modulo di deformazione al taglio *complesso*. Questo può essere ulteriormente riscritto come

$$G^* = G(1 + 2i\xi) \quad (5)$$

avendo posto

$$\eta = \frac{2G}{\omega} \xi \quad (6)$$

dove ξ rappresenta il coefficiente di smorzamento viscoso. Ciò posto, e fatta convenzione che l'apice * indica la natura complessa della variabili in gioco, la soluzione dell'equazione generica dell'onda è la seguente:

$$u(z,t) = Ee^{i(\alpha+k^*z)} + Fe^{i(\alpha-k^*z)} \quad (7)$$

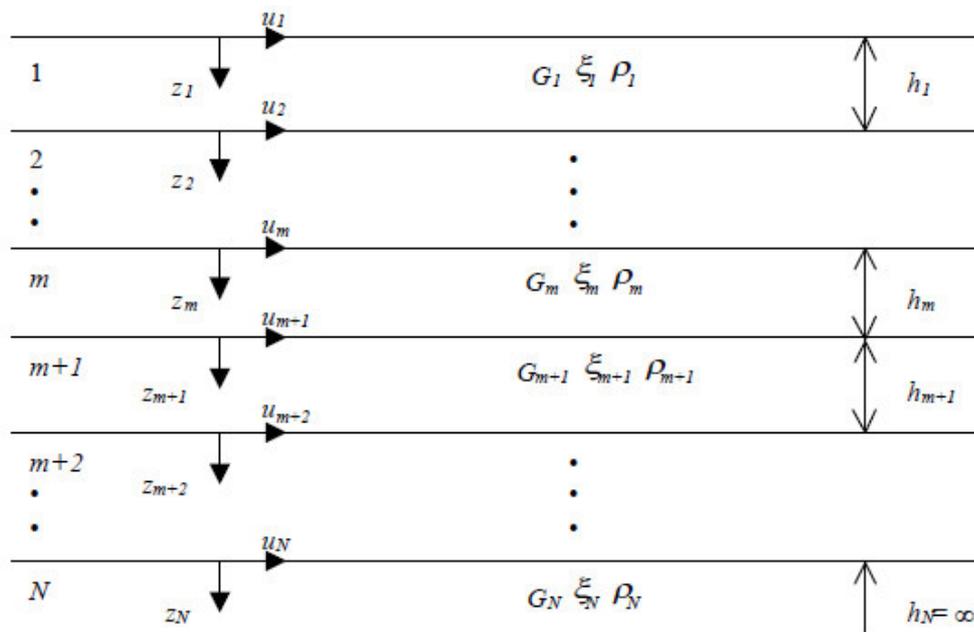


Fig. n. 7.2 Esempio di stratigrafia per riferimento.

dove E e F dipendono dalle condizioni al contorno e rappresentano l'ampiezza d'onda che viaggia rispettivamente verso l'alto (-z) e verso il basso (+z), mentre k^* rappresenta il numero d'onda complesso dato dalla seguente espressione:

$$k^* = \omega \sqrt{\frac{\rho}{G^*}} \quad (8)$$

Il taglio invece è dato da:

$$\tau(z, t) = G^* \frac{dU}{dz} e^{i\alpha z} = ik^* G^* \left[E e^{i(\alpha + k^* z)} + F e^{i(\alpha - k^* z)} \right] e^{i\alpha z} \quad (9)$$

Per il generico strato m di spessore h_m gli spostamenti, rispettivamente in sommità ($z = 0$) ed al fondo ($z = h_m$), sono:

$$u_m(0, t) = (E_m + F_m) e^{i\alpha z} \quad (10)$$

$$u_m(h_m, t) = (E_m e^{ik_m^* h_m} + F_m e^{-ik_m^* h_m}) e^{i\alpha z} \quad (11)$$

Poiché deve essere rispettata la congruenza sullo spostamento all'interfaccia tra gli strati, ovvero lo spostamento in sommità ad uno strato deve essere uguale allo spostamento sul fondo di quello immediatamente sopra, se ne deduce che:

$$u_m(z = h_m, t) = u_{m+1}(z = 0, t) \quad (12)$$

Usando la (10), (11) e la (12), ne consegue che

$$E_{m+1} + F_{m+1} = E_m e^{ik_m^* h_m} + F_m e^{-ik_m^* h_m} \quad (13)$$

Il taglio in sommità ed al fondo dell' m -esimo strato è dato da:

$$\tau_m(0, t) = ik_m^* G_m^* [E_m - F_m] e^{i\alpha z} \quad (14)$$

$$\tau_m(h_m, t) = ik_m^* G_m^* [E_m e^{ik_m^* h_m} - F_m e^{-ik_m^* h_m}] e^{i\alpha z} \quad (15)$$

Poiché fra uno strato e l'altro il taglio deve essere continuo si ha

$$\tau_m(z = h_m, t) = \tau_{m+1}(z = 0, t) \quad (16)$$

ovvero

$$E_{m+1} - F_{m+1} = \frac{k_m^* G_m^*}{k_{m+1}^* G_{m+1}^*} (E_m e^{ik_m^* h_m} - F_m e^{-ik_m^* h_m}) \quad (17)$$

Sommando la (13) alla (17) e sottraendo la (17) alla (13) si ottiene

$$E_{m+1} = \frac{1}{2} E_m (1 + \alpha_m^*) e^{ik_m^* h_m} + \frac{1}{2} F_m (1 - \alpha_m^*) e^{-ik_m^* h_m} \quad (18)$$

$$F_{m+1} = \frac{1}{2} E_m (1 - \alpha_m^*) e^{ik_m^* h_m} + \frac{1}{2} F_m (1 + \alpha_m^*) e^{-ik_m^* h_m} \quad (19)$$

dove α_m^* rappresenta il coefficiente di impedenza complesso al contorno tra gli strati m ed $m+1$, ed è dato dalla seguente espressione:

$$\alpha_m^* = \frac{k_m^* G_m^*}{k_{m+1}^* G_{m+1}^*} \quad (20)$$

Poiché in superficie il taglio è nullo,

$$\tau_1(0, t) = ik_1^* G_1^* [E_1 - F_1] e^{i\alpha z} = 0$$

si deduce che $E_I = F_I$.

Le equazioni (18) e (19) possono essere successivamente applicate agli strati successivi da 2 ad m . La funzione di trasferimento A_{mn} che lega gli spostamenti in sommità degli strati m ed n è definita dalla seguente espressione:

$$A_{mn} = \frac{u_m}{u_n} = \frac{E_m + F_m}{E_n + F_n} \quad (21)$$

A_{mn} rappresenta la funzione di trasferimento, ovvero la funzione che mette in relazione il modulo della deformazione tra i punti m e n .

In pratica lo stato deformativo di una stratigrafia rimane definito una volta nota la deformazione di un suo qualsiasi punto. Inoltre, poiché la velocità e l'accelerazione sono legati allo spostamento,

$$\dot{u}(z,t) = \frac{\partial u}{\partial t} = i\omega u(z,t) \quad \ddot{u}(z,t) = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = -\omega^2 u(z,t) \quad (22)$$

La funzione di trasferimento A_{mn} può essere espressa anche in funzione delle velocità e dell'accelerazione al tetto degli strati n ed m :

$$A_{mn}(\omega) = \frac{u_m}{u_n} = \frac{\dot{u}_m}{\dot{u}_n} = \frac{\ddot{u}_m}{\ddot{u}_n} = \frac{E_m + F_m}{E_n + F_n} \quad (23)$$

La deformazione tangenziale rimane definita alla profondità z e al tempo t dalla relazione:

$$\gamma(z,t) = \frac{\partial u}{\partial z} = ik^* (Ee^{ik^*z} - Fe^{-ik^*z}) e^{i\alpha t} \quad (24)$$

E la corrispondente tensione tangenziale, dalla seguente espressione:

$$\tau(z,t) = G^* \gamma(z,t) \quad (25)$$

Ai fini di una corretta interpretazione del problema della risposta sismica locale, risulta utile riprodurre la rappresentazione schematica di Figura 7.3 in cui è riportata la terminologia utilizzata per lo studio del moto sismico di un deposito che poggia su un basamento roccioso.

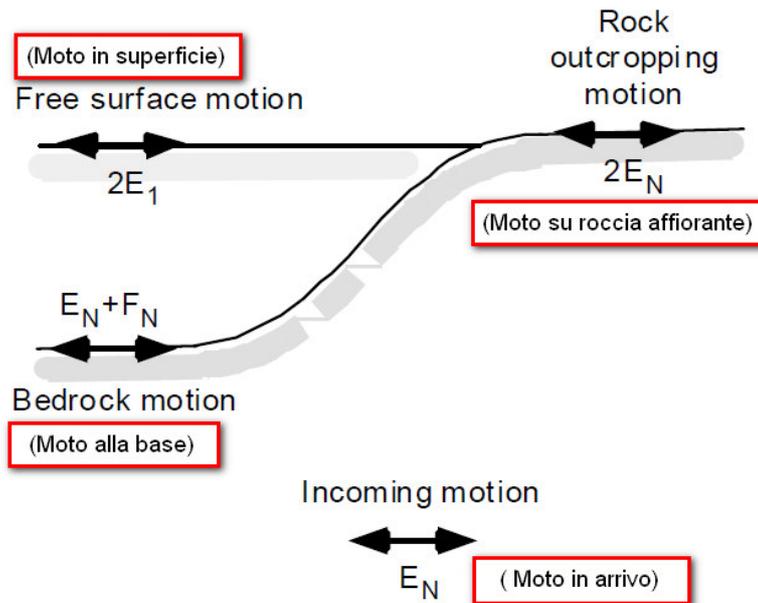


Fig. 7.3: Schema di riferimento e terminologia utilizzata.

Le onde di taglio si propagano verticalmente attraverso il bedrock con ampiezza pari ad E_N ; al tetto del bedrock, sotto il deposito degli strati di terreno, il moto ha un'ampiezza pari a $E_N + F_N$. Sulla roccia affiorante, poiché le tensioni tangenziali sono nulle ($E_N = F_N$), il moto avrà ampiezza pari a $2E_N$. La funzione di trasferimento dal bedrock al bedrock-affiorante è la seguente:

$$A_{NN}(\omega) = \frac{2E_N}{E_N + F_N} \quad (26)$$

A è non lineare poiché G è funzione di γ . Nella procedura di calcolo infatti, da una stima iniziale del modulo di deformazione al taglio, si ottiene la tensione ipotizzando un legame lineare, per poi ottenere un nuovo valore di γ . Grazie a questo valore aggiornato si valuta un nuovo modulo G così da ripetere la procedura fino a quando la differenza tra la deformazione aggiornata e quella ottenuta dalla precedente iterazione viene ritenuta accettabile. Il modello per $G(\gamma)$ adoperato è quello suggerito da Ishibashi e Zhang (1993) che tiene conto degli effetti della pressione di confinamento e dell'indice di plasticità:

$$G = G_{max} \cdot K(\gamma, PI) (\sigma'_m)^{m(\gamma, PI) - m_0} \quad (24)$$

$$K(\gamma, PI) = 0.5 \left\{ 1 + \tanh \left[\ln \left(\frac{0.000102 + n(PI)}{\gamma} \right)^{0.492} \right] \right\} \quad (25)$$

$$m(\gamma, PI) - m_0 = 0.272 \left\{ 1 - \tanh \left[\ln \left(\frac{0.000556}{\gamma} \right)^{0.4} \right] \right\} \exp(-0.0145 PI^{1.3}) \quad (26)$$

$$n(PI) = \begin{cases} 0.0 & \text{per } PI = 0 \\ 3.37 \times 10^{-6} PI^{1.404} & \text{per } 0 < PI \leq 15 \\ 7.0 \times 10^{-7} PI^{1.976} & \text{per } 15 < PI \leq 70 \\ 2.7 \times 10^{-5} PI^{1.115} & \text{per } PI > 70 \end{cases} \quad (27)$$

dove G_{max} è dato dalla relazione

$$G_{max} = \rho V_s^2 \quad (28)$$

dove ρ è la densità del terreno e V_s la velocità di propagazione delle onde di taglio nello stesso. La (28) fornisce il valore iniziale di G per la prima iterazione.

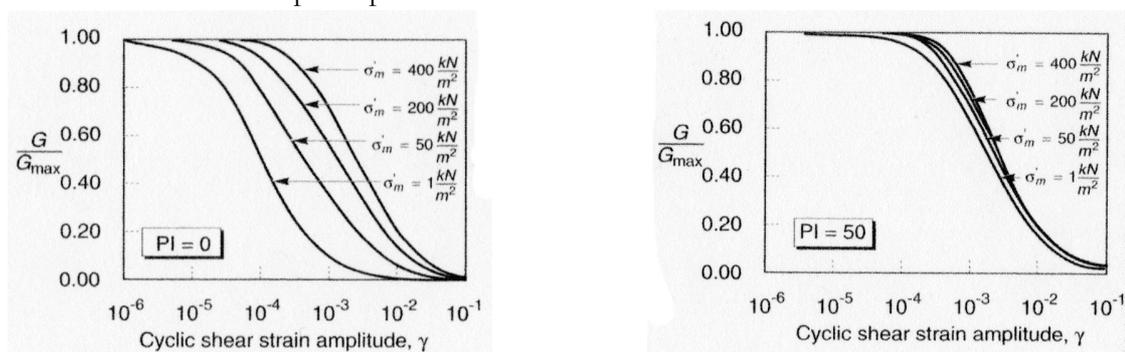


Fig. 7.4: Influenza della pressione di confinamento e della plasticità sul modulo di deformazione al taglio.

Per quanto riguarda invece il coefficiente di smorzamento viscoso ξ , in conseguenza del modello introdotto dalla (24) si ha:

$$\xi = 0.333 \frac{1 + \exp(-0.0145 PI^{1.3})}{2} \left[0.586 \left(\frac{G}{G_{max}} \right)^2 - 1.547 \frac{G}{G_{max}} + 1 \right] \quad (29)$$

da cui si deduce che anche ξ deve essere ricalcolato ad ogni iterazione.

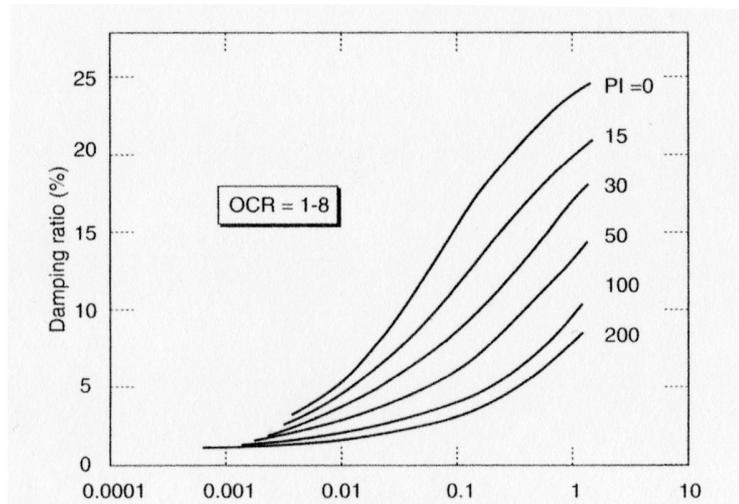


Fig.7.5: Influenza della plasticità sul coefficiente di smorzamento viscoso.

In allegato 3 si riportano i diagrammi di smorzamento dei diversi terreni, i grafici delle trasformate di Fourier, gli spettri di risposta sismica ed i parametri sismici utilizzati per la loro costruzione.

7.3. Calcolo dell'attitudine alla liquefazione delle sabbie sotto falda.

Secondo quanto riportato nell'Atto di indirizzo Tecnico dell'Assemblea Legislativa RER (Progr. N. 112, oggetto n. 2131 del 2/05/2007) per verificare la possibilità di occorrenza dei fenomeni di liquefazione possono essere impiegate le procedure che nell'Ingegneria Geotecnica Sismica vengono denominati 'metodi semplificati'. Tali metodi sono basati su prove geognostiche di tipo corrente e sulla valutazione, ad ogni quota del deposito compresa nei primi 20,00 m, del coefficiente di sicurezza FL.

$$FL = (CRR/CSR) MSF$$

Dove MSF è un fattore di scala che può essere valutato in funzione della Magnitudo dei terremoti attesi mediante la Tab.1 riportata nell'Allegato 3 dell'Atto di indirizzo.

Il coefficiente di sicurezza è il dato indispensabile per determinare l'Indice del potenziale di liquefazione I_L , il cui valore è definito dalla seguente relazione:

$$I_L = \int_0^{20} F(z)w(z)dz$$

in cui z è la profondità dal piano campagna in metri e $w(z) = 10 - 0,5z$

Ad una data quota z il fattore $F(z) = F$ vale:

$$F = 1 - FL \text{ se } FL \leq 1$$

$$F = 0 \text{ se } FL > 1$$

Di seguito si riporta il grado del rischio di liquefazione in relazione al valore di I_L :

$0 < I_L \leq 5$ il rischio di liquefazione è basso

$5 < I_L \leq 15$ il rischio di liquefazione è elevato

$I_L > 15$ il rischio di liquefazione è estremamente elevato

Data la differenza di spessori e di litologia riscontrati nel sito si terranno in considerazione tutte le prove eseguite (la CPT 1 e la CPT 3 fino a – 10,0 m). Le prove sono state discretizzate in intervalli litologicamente omogenei di cui sono stati elaborati i dati relativi ad q_c , f_s , peso specifico; inserendo i dati entro un apposito programma di calcolo (Liquesab – Giulio Riga) si determina il rischio di liquefazione.

Al calcolo sono stati applicate le seguenti teorie:

Stima di R_d : 1986 Liao e Withman 1986 - Stima di MSF : Youd et. Al. 2001 - Stima di PL: Juang 2006
 $F_{sl} = 1.0$

Il Metodo è quello proposto da Robertson e Wride.

In relazione agli eventi sismici che hanno colpito l'area Emiliana e in funzione della M_w massima data dagli eventi storici generati dalla linea sismogenetica descritta precedentemente, confrontati con la bibliografia esistente, si è ritenuto cautelativo applicare ai calcoli una Magnitudo pari a 5.6

Nelle tabelle 7.1 ÷ 7.6 si riportano i dati di entrata ed i risultati ottenuti dal calcolo.

CPT 1

VERIFICA DELLA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE															
<i>DATI DI CALCOLO</i>															
VERIFICA N°	1	MAGNITUDO	5,6	CARICO (kg/cmq)											
AREA		ACCELERAZIONE MAX.	0,362	PROFONDITA' DEL CARICO (m)											
PROFONDITA' FALDA (m)	2,8														
— DATI SULLE PROVE —															
PROVA N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PROF.(m)	2,8	6													
q_c (kg/cmq)	28,3	19,4													
f_s (kg/cmq)	1,46	0,51													
— DATI SULLA STRATIGRAFIA —															
STRATO N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
PROFONDITA' (m)	2,8	6													
DENSITA' (g/cm ³)	1,85	1,87													
CLASSIFICAZIONE	CL	SM													

Tabella n°7.1 – Verifica della suscettibilità alla liquefazione delle sabbie - Dati di input.

VERIFICA DELLA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE
METODO MODIFICATO ROBERTSON - WRIDE

MAGNITUDO = 5,6 ag (max.) = 0,362

Prova N°	Prof. (m)	qc (kg/cmq)	fs (kg/cmq)	Pt (kg/cmq)	Pe (kg/cmq)	n	Q	F	Ic	Cq	FC (%)	Kc	(qc1N)cs	(N1)60cs
1	2,8	28,3	1,46	0,51	0,51	1	53,63	5,25	2,6	1,99	35,69	3,36	184,04	49,96
2	6	19,4	0,51	1,11	0,79	1	22,95	2,78	2,68	1,29	39,78	3,9	95,13	26,91

Prova N°	Prof. (m)	rd	CSR	CRR7.5	Ksigma	CRRv	MSF	CRRm	CSRtsl	FSL	PL/IPL %	De	Rischio di liquefazione	CL
1	2,8	0,978	0,23	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2	6	0,954	0,314	0,16	1	0,16	2,605	0,417	0,314	1,328	3	NL	MOLTO BASSO	1-2

Tabella n°7.2– Verifica della suscettibilità alla liquefazione delle sabbie - Risultati di calcolo.

CPT 2

VERIFICA DELLA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE
DATI DI CALCOLO

VERIFICA N°	2	MAGNITUDO	5,6	CARICO (kg/cmq)	
AREA		ACCELERAZIONE MAX.	0,362	PROFONDITA' DEL CARICO (m)	
PROFONDITA' FALDA (m)	2,8				

DATI SULLE PROVE

PROVA N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PROF.(m)	3,6	6,8	13,2	15,2	17,2	20									
qc (kg/cmq)	22,3	12,1	14,4	19,4	24,3	37,4									
fs (kg/cmq)	0,94	0,27	0,8	0,55	1,28	0,94									

DATI SULLA STRATIGRAFIA

STRATO N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PROFONDITA' (m)	3,6	6,8	13,2	15,2	17,2	20				
DENSITA' (g/cm3)	1,86	1,86	1,93	1,93	1,95	1,92				
CLASSIFICAZIONE	CL	SM	CL	ML	CL	ML				

Tabella n°7.3 – Verifica della suscettibilità alla liquefazione delle sabbie - Dati di input.

VERIFICA DELLA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE
METODO MODIFICATO ROBERTSON - WRIDE

MAGNITUDO = 5,6 ag (max) = 0,362

Prova N°	Prof. (m)	qc (kg/cmq)	fs (kg/cmq)	Pt (kg/cmq)	Pe (kg/cmq)	n	Q	F	Ic	Cq	FC (%)	Kc	(qc1N)cs	(N1)60cs
1	3,6	22,3	0,94	0,66	0,58	1	36,68	4,34	2,66	1,75	38,43	3,72	140,86	39,32
2	6,8	12,1	0,27	1,26	0,86	1	12,52	2,49	2,87	1,19	50,17	5,41	75,77	23,7
3	13,2	14,4	0,8	2,5	1,46	1	8,15	6,72	3,27	0,7	79,17	10,36	102,26	41,83
4	15,2	19,4	0,55	2,88	1,64	1	10,03	3,33	3,02	0,62	59,95	6,98	82,36	28,23
5	17,2	24,3	1,28	3,27	1,83	1	11,45	6,08	3,13	0,56	68,08	8,38	110,91	40,98
6	20	37,4	0,94	3,81	2,09	1	16,04	2,79	2,81	0,49	46,69	4,88	87,31	26,42

Prova N°	Prof. (m)	rd	CSR	CRR7.5	Ksigma	CRRv	MSF	CRRm	CSRfsl	FSL	PL/IPL %	De	Rischio di liquefazione	CL
1	3,6	0,972	0,259	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2	6,8	0,947	0,325	0,12	1	0,12	2,605	0,313	0,325	0,965	19	NP	MODERATO	2-3
3	13,2	0,821	0,33	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
4	15,2	0,768	0,316	0,131	0,89	0,117	2,605	0,306	0,316	0,968	18	NP	MODERATO	2-3
5	17,2	0,714	0,299	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
6	20	0,639	0,273	0,141	0,838	0,118	2,605	0,309	0,273	1,135	8	NL	BASSO	1-2

Tabella n°7.4– Verifica della suscettibilità alla liquefazione delle sabbie - Risultati di calcolo

CPT 3

VERIFICA DELLA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE
DATI DI CALCOLO

VERIFICA N°	3	MAGNITUDO	5,6	CARICO (kg/cmq)	
AREA		ACCELERAZIONE MAX.	0,362	PROFONDITA' DEL CARICO (m)	
PROFONDITA' FALDA (m)	2,8				

DATI SULLE PROVE

PROVA N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PROF. (m)	4	4,4	6	6,6											
qc (kg/cmq)	21,7	28,5	11,3	24											
fs (kg/cmq)	1	0,48	0,65	0,43											

DATI SULLA STRATIGRAFIA

STRATO N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PROFONDITA' (m)	4	4,4	6	6,6						
DENSITA' (g/cm ³)	1,78	1,91	1,88	1,89						
CLASSIFICAZIONE	CL	ML	CL	SM						

Tabella n°7.5 – Verifica della suscettibilità alla liquefazione delle sabbie - Dati di input.

VERIFICA DELLA SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE														
METODO MODIFICATO ROBERTSON - WRIE														
MAGNITUDO = 5,6 ag (max.) = 0,362														
Prova N°	Prof. (m)	qc (kg/cmq)	fs (kg/cmq)	Pt (kg/cmq)	Pe (kg/cmq)	n	Q	F	Ic	Cq	FC (%)	Kc	(qc1N)cs	(N1)60cs
1	4	21,7	1	0,71	0,59	1	35,45	4,76	2,7	1,74	40,45	3,99	146,48	41,72
2	4,4	28,5	0,48	0,78	0,62	0,5	34,39	1,73	2,42	1,28	27,31	2,4	85,04	21,13
3	6	11,3	0,65	1,08	0,76	1	13,27	6,36	3,09	1,34	65,41	7,91	116,27	41,92
4	6,6	24	0,43	1,2	0,82	0,5	24,72	1,88	2,55	1,12	33,4	3,08	80,34	21,3

Prova N°	Prof. (m)	rd	CSR	CRR7.5	Ksigma	CRRv	MSF	CRRm	CSRfsI	FSL	PL/IPL %	De	Rischio di liquefazione	CL
1	4	0,969	0,274	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2	4,4	0,966	0,285	0,137	1	0,137	2,605	0,357	0,285	1,254	5	NL	MOLTO BASSO	1-2
3	6	0,954	0,317	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
4	6,6	0,949	0,326	0,128	1	0,128	2,605	0,334	0,326	1,024	14	NL	MODERATO	2-3

Tabella n°7.6 – Verifica della suscettibilità alla liquefazione delle sabbie - Risultati di calcolo

I valori di calcolo sono riportati in allegato 4 sono riportati gli stessi valori in forma grafica.

Esaminando i risultati delle prove si evidenzia che per la prova n°1 e per la prova n°3 i livelli di sabbia sotto falda hanno tutti valore di FS > 1 e pertanto non sono suscettibili al fenomeno della liquefazione; in questi casi $I_L = 0$ mentre nella prova n° 2 i livelli rinvenuti presentano valori prossimi all'unità che li rendono moderatamente liquefacibili con un valore di $I_L = 0,349$ che fa rientrare la successione tra quelle a rischio basso.

8.0 Conclusioni

Dalle prove e dai rilievi effettuati nella zona nonché dalla bibliografia consultata, si possono trarre le seguenti conclusioni:

1. La successione sedimentaria presente nell'area oggetto d' intervento appartiene al Supersistema Emiliano - Romagnolo costituito da depositi alluvionali del Po e dei suoi numerosi affluenti. In particolare i terreni presenti nell'area sono geneticamente legati al torrente Idice, che un tempo scorreva in prossimità dell'area analizzata. I dati ottenuti dalle prove indicano infatti che l'area si trovasse in un ambiente fluviale in s.s., come testimoniano corpi sabbiosi sepolti individuati nella successione. La correlazione tra le verticali d'indagine permette di stabilire che i terreni risultano uniformemente distribuiti all'interno dell'area. Per quanto concerne le proprietà meccaniche, i terreni presenti hanno caratteristiche geotecniche da scarse a buone.

2. L'area, ad una prima analisi dei dati potrebbe essere posta entro la classe "D" della classificazione proposta entro la Variante del PRG (1998); una analisi più dettagliata impone una maggiore cautela ed una sua declassazione entro le categorie B1 e B2 a causa di alcuni livelli caratterizzati da scarse caratteristiche meccaniche che, vista la loro profondità rispetto al piano di campagna saranno sicuramente interessati dai bulbi di carico degli edifici che eventualmente si andranno a realizzare (qualsiasi sia la loro tipologia). Questo fatto può comportare la necessità, qualora l'edificio sia di dimensioni e destinazioni d'uso importanti, di ricorrere a sistemi di fondazione profonda.
3. Dal punto di vista della classificazione sismica il territorio di Budrio è posto in classe 3;
4. Poiché il Comune di Budrio ha già provveduto ad attivare le analisi di II^ livello, nel presente lavoro si sono definiti i parametri sismici per la costruzione degli spettri di risposta del terreno ricorrendo all'analisi di III^ livello per gli stati limite di Vita e di Danno. I parametri sono riportati in allegato 3 a corredo dei rispettivi spettri di risposta. Dall'analisi degli spettri si evidenzia che la risposta sismica del terreno è amplificata rispetto a quella di Normativa ma con una applicazione temporale di entità inferiore.
5. La velocità media delle onde sismiche di taglio nei primi 30 m di spessore (V_{s30}) è stata ricavata da indagini in sito eseguite con apparecchiatura tromografica. I dati ricavati sono stati elaborati con tecnica HVSR dalla quale si evidenzia che la frequenza di risonanza tipica del terreno è pari a 0,812 Hz mentre la V_s 30 risulta pari a 228 m/s. Questi risultati implicano si avrà doppia risonanza per fabbricati aventi altezze di 70 m e che i terreni presenti ricadono entro la categoria C tra quelle proposte entro il NTUC 2008.
6. La falda freatica è stata rinvenuta a circa -2,80 m dal p.c., tuttavia la rilevazione è avvenuta in corrispondenza di un periodo particolarmente siccitoso; in base ai dati riportati nella Carta Idrogeologica allegata al PRG del Comune di Budrio livelli la falda freatica è presente già ad una profondità di circa 2,00 dal p.c.

Le quote citate all'interno della presente relazione si riferiscono al piano di campagna attuale; i tipi fondali usati per il calcolo di capacità portante e cedimenti sono stati introdotti a titolo esemplificativo essendo la scelta del tipo fondale a totale discrezione del Progettista; qualora il Progettista apporti variazioni al tipo fondale sia come quota d'imposta che come dimensione dovranno essere completamente rivisti tutti i calcoli sia di cedimenti che di capacità portante ed eventualmente eseguito un supplemento di indagine.

Castenaso li 04/04/2015



Chili Giuliano
(C.O.G.E.R. n°565)

Allegati

Allegato 1

Prove penetrometriche

Diagrammi Valutazioni litologiche

e

Tabelle di elaborazione dei parametri meccanici

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 1

2.0105-016

- committente : Istituti ed Opere Pie riunite San Domenico e villa D
- lavoro : Piano Particolareggiato
- località : comparto C2.10 - via Tommasini - Budrio
- resp. cantiere : Chili G.
- assist. cantiere :
- data : 23/10/2007
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 2,80 da quota inizio
- data di emissione : 01/04/2015

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	0,53	----	5,20	8,5	13,5	17,0	0,20	85,0
0,40	10,0	14,0	20,0	0,93	21,0	5,40	12,0	13,5	24,0	0,67	36,0
0,60	18,0	25,0	36,0	1,07	34,0	5,60	5,0	10,0	10,0	0,33	30,0
0,80	29,0	37,0	58,0	1,53	38,0	5,80	10,5	13,0	21,0	0,33	63,0
1,00	28,5	40,0	57,0	2,53	23,0	6,00	9,0	11,5	18,0	0,53	34,0
1,20	23,0	42,0	46,0	1,53	30,0	6,20	4,5	8,5	9,0	0,53	17,0
1,40	18,0	29,5	36,0	1,87	19,0	6,40	4,0	8,0	8,0	0,47	17,0
1,60	10,0	24,0	20,0	2,73	7,0	6,60	3,5	7,0	7,0	0,47	15,0
1,80	15,5	36,0	31,0	1,27	24,0	6,80	4,5	8,0	9,0	0,67	13,0
2,00	13,0	22,5	26,0	1,67	16,0	7,00	4,0	9,0	8,0	0,73	11,0
2,20	6,5	19,0	13,0	1,20	11,0	7,20	4,0	9,5	8,0	0,73	11,0
2,40	6,0	15,0	12,0	1,20	10,0	7,40	4,5	10,0	9,0	0,93	10,0
2,60	4,0	13,0	8,0	0,67	12,0	7,60	6,0	13,0	12,0	0,87	14,0
2,80	2,5	7,5	5,0	0,67	7,0	7,80	5,5	12,0	11,0	0,73	15,0
3,00	5,0	10,0	10,0	0,33	30,0	8,00	6,5	12,0	13,0	0,67	19,0
3,20	7,0	9,5	14,0	0,40	35,0	8,20	7,5	12,5	15,0	0,60	25,0
3,40	8,0	11,0	16,0	0,67	24,0	8,40	13,5	18,0	27,0	1,13	24,0
3,60	5,0	10,0	10,0	1,60	6,0	8,60	5,5	14,0	11,0	0,47	24,0
3,80	23,0	35,0	46,0	1,47	31,0	8,80	10,0	13,5	20,0	0,67	30,0
4,00	20,0	31,0	40,0	1,20	33,0	9,00	6,0	11,0	12,0	0,67	18,0
4,20	5,0	14,0	10,0	0,87	12,0	9,20	5,0	10,0	10,0	0,47	21,0
4,40	3,0	9,5	6,0	0,40	15,0	9,40	6,5	10,0	13,0	0,60	22,0
4,60	4,0	7,0	8,0	0,53	15,0	9,60	7,0	11,5	14,0	0,53	26,0
4,80	8,0	12,0	16,0	0,20	80,0	9,80	6,5	10,5	13,0	0,60	22,0
5,00	8,5	10,0	17,0	0,67	25,0	10,00	6,5	11,0	13,0	----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo DEEP DRILL SP 200 da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 1

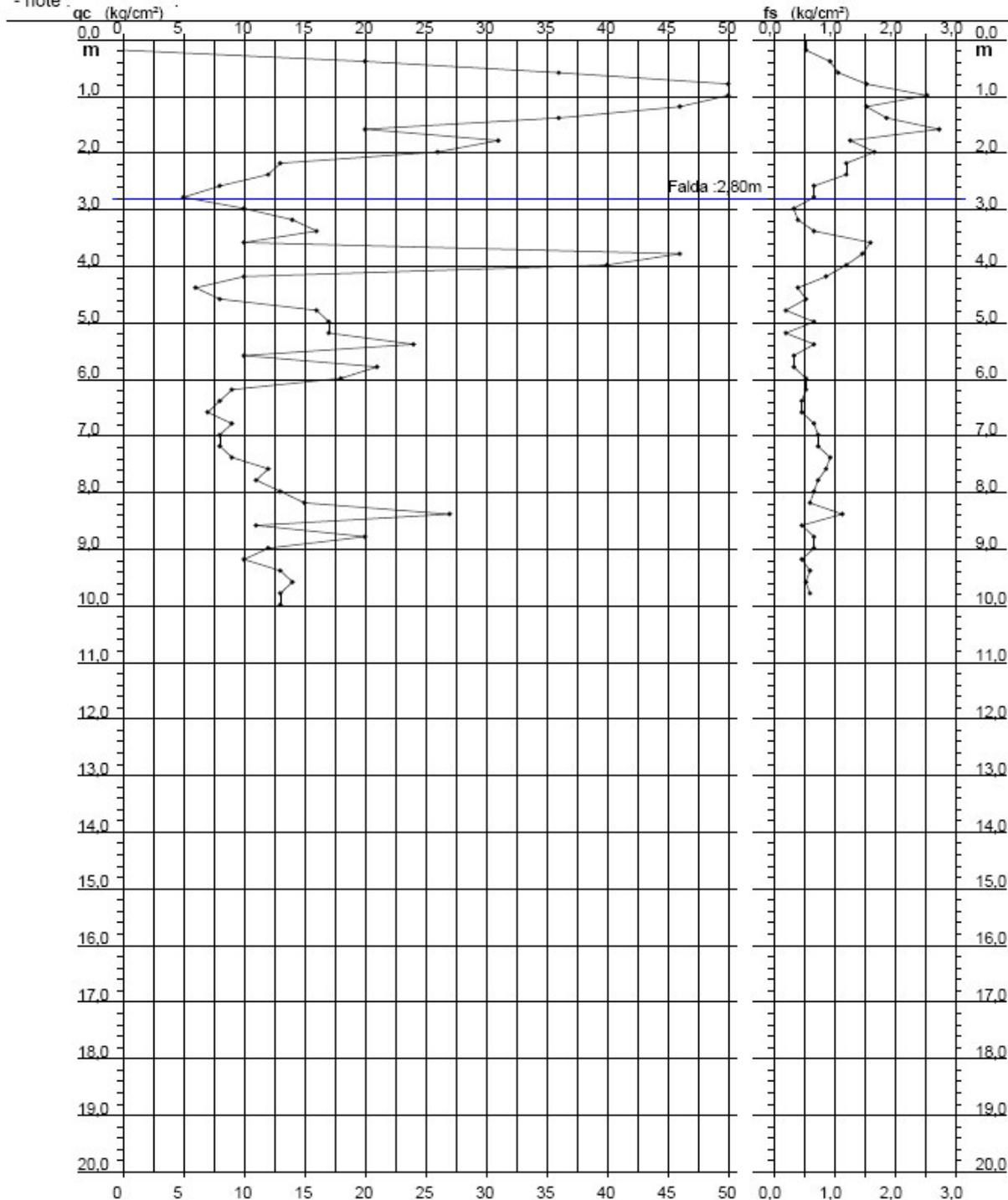
2.0105-016

- committente : Istituti ed Opere Pie riunite San Domenico e villa D
- lavoro : Piano Particolareggiato
- località : comparto C2.10 - via Tommasini - Budrio
- resp. cantiere : Chili G.
- assist. cantiere :

- data : 23/10/2007
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 2,80 da quota inizio

- data di emissione :
01/04/2015

- note :



**PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 1

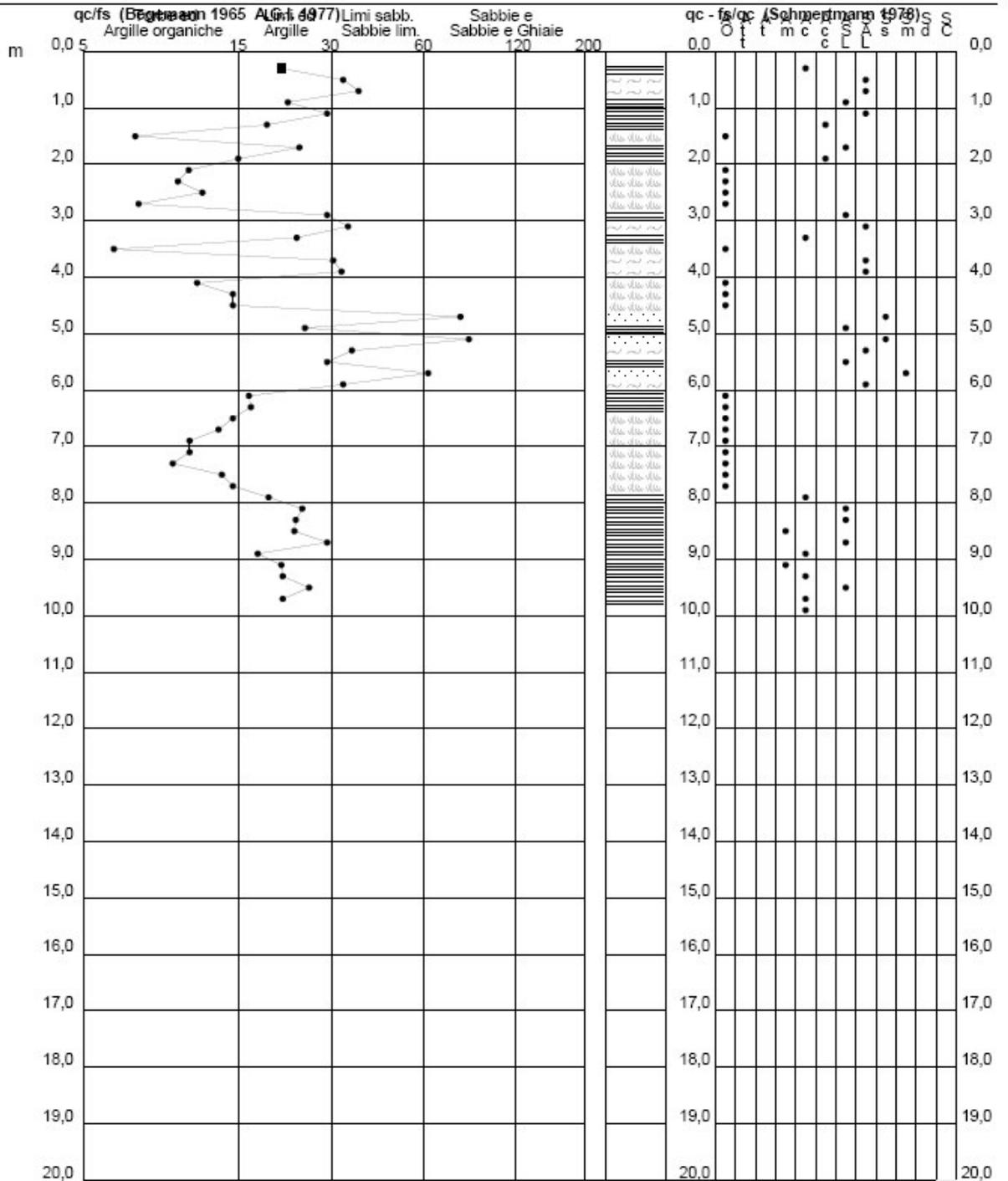
2.0105-016

- committente : Istituti ed Opere Pie riunite San Domenico e villa D
- lavoro : Piano Particolareggiato
- località : comparto C2.10 - via Tommasini - Budrio
- resp. cantiere : Chili G.
- assist. cantiere :

- data : 23/10/2007
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 2,80 da quota inizio

- data di emissione : 01/04/2015

- note :



**PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 1

2.0105-016

- committente : Istituti ed Opere Pie riunite San Domenico e villa D
- lavoro : Piano Particolareggiato
- località : comparto C2.10 - via Tommasini - Budrio
- resp. cantiere : Chili G.
- assist. cantiere :

- data : 23/10/2007
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 2,80 da quota inizio

- data di emissione : 01/04/2015

- note :

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE												
Prof. m	qc kg/cm ²	qofs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ²	p'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	σ1s (°)	σ2s (°)	σ3s (°)	σ4s (°)	σdm (°)	σmy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0.20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0.40	20	21	4/1	1,85	0,07	0,80	99,9	136	204	60	80	39	41	43	44	41	27	0,191	33	50	60	
0.60	36	34	3:::	1,85	0,11	--	--	--	--	--	91	41	42	44	45	42	30	0,225	60	90	108	
0.80	58	38	3:::	1,85	0,15	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	31	0,258	97	145	174	
1.00	57	23	4/1	1,85	0,19	1,90	99,9	323	485	171	94	41	43	44	46	42	31	0,236	95	143	171	
1.20	46	30	4/1	1,85	0,22	1,53	70,3	261	391	138	62	39	41	43	45	40	31	0,197	77	115	138	
1.40	36	19	4/1	1,85	0,26	1,20	42,7	204	306	108	70	38	40	42	44	39	30	0,159	60	90	108	
1.60	20	7	4/1	1,85	0,30	0,80	21,8	136	204	60	46	34	37	39	42	35	27	0,093	33	50	60	
1.80	31	24	4/1	1,85	0,33	1,03	25,9	176	264	93	59	36	38	40	43	37	29	0,127	62	78	93	
2.00	26	16	4/1	1,85	0,37	0,93	19,8	158	237	78	50	35	37	40	42	35	28	0,104	43	68	78	
2.20	13	11	2/III	1,85	0,41	0,60	10,3	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2.40	12	10	2/III	1,85	0,44	0,57	8,6	105	158	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2.60	8	12	2/III	1,85	0,48	0,40	5,0	133	199	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2.80	5	7	1***	0,46	0,49	0,25	2,7	27	40	8	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3.00	10	30	4/1	0,86	0,51	0,50	6,2	133	200	40	9	29	32	35	39	28	26	0,019	17	25	30	
3.20	14	35	4/1	0,89	0,53	0,64	8,0	126	189	48	20	31	34	37	40	30	26	0,038	23	35	42	
3.40	16	24	2/III	0,96	0,54	0,70	8,5	129	194	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3.60	10	6	2/III	0,90	0,56	0,50	5,4	153	229	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3.80	45	31	3:::	0,91	0,58	--	--	--	--	--	59	36	38	40	43	36	31	0,127	77	115	138	
4.00	40	33	3:::	0,90	0,60	--	--	--	--	--	53	35	38	40	42	35	30	0,112	67	100	120	
4.20	10	12	2/III	0,90	0,62	0,50	4,8	171	256	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.40	6	15	1***	0,46	0,63	0,30	2,5	33	50	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.60	8	15	2/III	0,86	0,64	0,40	3,5	181	272	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.80	16	80	4/1	0,90	0,66	0,70	6,7	169	253	52	19	31	34	36	40	29	27	0,036	27	40	48	
5.00	17	25	2/III	0,97	0,68	0,72	6,8	173	259	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5.20	17	85	4/1	0,91	0,70	0,72	6,6	179	269	54	20	31	34	37	40	29	27	0,038	28	43	51	
5.40	24	36	3:::	0,86	0,72	--	--	--	--	--	31	32	35	38	40	31	28	0,060	40	60	72	
5.60	10	30	4/1	0,86	0,73	0,50	3,9	206	309	40	0	28	31	35	38	26	26	0,001	17	25	30	
5.80	21	63	3:::	0,85	0,75	--	--	--	--	--	25	32	34	37	40	30	27	0,048	35	53	63	
6.00	18	34	4/1	0,91	0,77	0,75	6,1	202	304	56	19	31	34	36	40	29	27	0,037	30	45	54	
6.20	9	17	2/III	0,88	0,79	0,45	3,1	217	326	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.40	8	17	2/III	0,86	0,80	0,40	2,6	209	313	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.60	7	15	1***	0,46	0,81	0,35	2,2	41	61	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.80	9	13	2/III	0,88	0,83	0,45	2,9	225	337	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7.00	8	11	2/III	0,86	0,85	0,40	2,5	213	320	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7.20	8	11	2/III	0,86	0,86	0,40	2,4	215	322	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7.40	9	10	2/III	0,88	0,88	0,45	2,7	232	348	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7.60	12	14	2/III	0,92	0,90	0,57	3,6	254	381	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7.80	11	15	2/III	0,91	0,92	0,54	3,2	256	383	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8.00	13	19	2/III	0,93	0,94	0,60	3,6	265	397	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8.20	15	25	2/III	0,95	0,96	0,67	4,0	267	400	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8.40	27	24	4/1	0,95	0,98	0,95	6,1	257	386	61	28	32	35	37	40	30	28	0,053	45	68	81	
8.60	11	24	2/III	0,91	0,99	0,54	2,9	269	403	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8.80	20	30	4/1	0,93	1,01	0,80	4,7	281	422	60	16	30	33	36	39	28	27	0,031	33	50	60	
9.00	12	16	2/III	0,92	1,03	0,57	3,0	282	422	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9.20	10	21	2/III	0,90	1,05	0,50	2,5	265	368	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9.40	13	22	2/III	0,93	1,07	0,60	3,1	294	441	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9.60	14	26	2/III	0,94	1,09	0,64	3,2	302	453	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9.80	13	22	2/III	0,93	1,10	0,60	3,0	300	451	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
10.00	13	--	2/III	0,93	1,12	0,60	2,9	303	455	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 2

2.0105-016

- committente : Istituti ed Opere Pie riunite San Domenico e villa D
- lavoro : Piano Particolareggiato
- località : comparto C2.10 - via Tommasini - Budrio
- resp. cantiere : Chili G.
- assist. cantiere :
- data : 23/10/2007
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 2,80 da quota inizio
- data di emissione : 01/04/2015

- note :

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	---	---	--	0,60	---	10,20	8,5	15,5	17,0	0,93	18,0
0,40	9,5	14,0	19,0	0,93	20,0	10,40	8,0	15,0	16,0	0,73	22,0
0,60	28,0	35,0	56,0	1,20	47,0	10,60	9,5	15,0	19,0	0,93	20,0
0,80	34,0	43,0	68,0	2,07	33,0	10,80	8,0	15,0	16,0	0,80	20,0
1,00	26,5	42,0	53,0	2,80	19,0	11,00	7,5	13,5	15,0	0,87	17,0
1,20	19,0	40,0	38,0	1,20	32,0	11,20	6,5	13,0	13,0	0,87	15,0
1,40	15,5	24,5	31,0	1,20	26,0	11,40	5,5	12,0	11,0	0,87	13,0
1,60	10,0	19,0	20,0	1,07	19,0	11,60	7,5	14,0	15,0	0,80	19,0
1,80	6,0	14,0	12,0	1,13	11,0	11,80	8,0	14,0	16,0	1,07	15,0
2,00	8,0	16,5	16,0	0,60	27,0	12,00	8,0	16,0	16,0	0,67	24,0
2,20	5,0	9,5	10,0	0,73	14,0	12,20	7,0	12,0	14,0	0,80	17,0
2,40	5,0	10,5	10,0	0,67	15,0	12,40	10,0	16,0	20,0	0,60	33,0
2,60	3,5	8,5	7,0	0,40	17,0	12,60	8,0	12,5	16,0	0,87	18,0
2,80	2,5	5,5	5,0	0,13	37,0	12,80	8,0	14,5	16,0	0,80	20,0
3,00	3,0	4,0	6,0	0,33	18,0	13,00	7,0	13,0	14,0	0,67	21,0
3,20	3,5	6,0	7,0	0,33	21,0	13,20	9,0	14,0	18,0	0,67	27,0
3,40	5,0	7,5	10,0	0,33	30,0	13,40	17,0	22,0	34,0	0,47	73,0
3,60	5,5	8,0	11,0	0,60	18,0	13,60	10,5	14,0	21,0	0,80	26,0
3,80	6,5	11,0	13,0	0,13	97,0	13,80	6,5	12,5	13,0	0,93	14,0
4,00	12,5	13,5	25,0	0,20	125,0	14,00	8,0	15,0	16,0	1,20	13,0
4,20	12,5	14,0	25,0	0,73	34,0	14,20	12,0	21,0	24,0	0,40	60,0
4,40	4,5	10,0	9,0	0,33	27,0	14,40	13,5	16,5	27,0	1,53	18,0
4,60	4,5	7,0	9,0	0,40	22,0	14,60	9,0	20,5	18,0	0,93	19,0
4,80	3,0	6,0	6,0	0,40	15,0	14,80	7,5	14,5	15,0	0,80	19,0
5,00	3,5	6,5	7,0	0,07	105,0	15,00	7,0	13,0	14,0	0,67	21,0
5,20	5,0	5,5	10,0	0,40	25,0	15,20	6,0	11,0	12,0	0,13	90,0
5,40	4,5	7,5	9,0	0,20	45,0	15,40	10,0	11,0	20,0	1,33	15,0
5,60	5,0	6,5	10,0	0,60	17,0	15,60	11,0	21,0	22,0	1,67	13,0
5,80	8,5	13,0	17,0	0,60	28,0	15,80	11,0	23,5	22,0	0,87	25,0
6,00	5,5	10,0	11,0	0,40	27,0	16,00	14,5	21,0	29,0	1,47	20,0
6,20	5,5	8,5	11,0	0,20	55,0	16,20	19,0	30,0	38,0	2,00	19,0
6,40	5,5	7,0	11,0	0,33	33,0	16,40	17,5	32,5	35,0	1,73	20,0
6,60	5,0	7,5	10,0	0,33	30,0	16,60	15,5	28,5	31,0	1,20	26,0
6,80	5,5	8,0	11,0	0,40	27,0	16,80	9,0	18,0	18,0	0,93	19,0
7,00	3,5	6,5	7,0	0,47	15,0	17,00	5,0	12,0	10,0	0,87	12,0
7,20	5,0	8,5	10,0	0,53	19,0	17,20	9,0	15,5	18,0	0,87	21,0
7,40	5,0	9,0	10,0	0,60	17,0	17,40	20,5	27,0	41,0	1,13	36,0
7,60	7,0	11,5	14,0	0,80	17,0	17,60	12,5	21,0	25,0	0,53	47,0
7,80	8,0	14,0	16,0	1,00	16,0	17,80	15,0	19,0	30,0	1,00	30,0
8,00	5,5	13,0	11,0	0,87	13,0	18,00	15,0	22,5	30,0	0,60	50,0
8,20	7,5	14,0	15,0	0,87	17,0	18,20	22,5	27,0	45,0	1,27	36,0
8,40	7,0	13,5	14,0	0,93	15,0	18,40	20,5	30,0	41,0	0,87	47,0
8,60	5,0	12,0	10,0	0,53	19,0	18,60	22,0	28,5	44,0	1,80	24,0
8,80	6,0	10,0	12,0	0,67	18,0	18,80	23,0	36,5	46,0	0,80	57,0
9,00	6,0	11,0	12,0	0,67	18,0	19,00	36,0	42,0	72,0	0,93	77,0
9,20	5,5	10,5	11,0	0,73	15,0	19,20	21,0	28,0	42,0	1,27	33,0
9,40	6,0	11,5	12,0	1,07	11,0	19,40	15,0	24,5	30,0	1,13	26,0
9,60	8,0	16,0	16,0	1,40	11,0	19,60	12,0	20,5	24,0	0,73	33,0
9,80	9,5	20,0	19,0	1,13	17,0	19,80	11,5	17,0	23,0	1,80	13,0
10,00	10,0	18,5	20,0	0,93	21,0	20,00	15,0	28,5	30,0	0,67	45,0

- PENETROMETRO STATICO tipo DEEP DRILL SP 200 da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35,7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 2

2.0105-016

- committente : Istituti ed Opere Pie riunite San Domenico e villa D
- lavoro : Piano Particolareggiato
- località : comparto C2.10 - via Tommasini - Budrio
- resp. cantiere : Chili G.
- assist. cantiere :
- note :
- data : 23/10/2007
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 2,80 da quota inizio
- data di emissione : 01/04/2015

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
20,20	13,0	18,0	26,0	1,53	17,0	25,20	8,0	20,0	16,0	1,47	11,0
20,40	9,5	21,0	19,0	0,80	24,0	25,40	7,5	18,5	15,0	1,27	12,0
20,60	14,0	20,0	28,0	1,67	17,0	25,60	7,5	17,0	15,0	1,13	13,0
20,80	15,5	28,0	31,0	1,40	22,0	25,80	8,5	17,0	17,0	0,80	21,0
21,00	12,5	23,0	25,0	1,07	23,0	26,00	8,0	14,0	16,0	0,80	20,0
21,20	13,0	21,0	26,0	1,53	17,0	26,20	7,5	13,5	15,0	1,13	13,0
21,40	11,5	23,0	23,0	1,53	15,0	26,40	7,5	16,0	15,0	0,73	20,0
21,60	10,0	21,5	20,0	1,40	14,0	26,60	8,5	14,0	17,0	0,80	21,0
21,80	11,0	21,5	22,0	1,53	14,0	26,80	8,0	14,0	16,0	1,07	15,0
22,00	12,5	24,0	25,0	1,53	16,0	27,00	8,5	16,5	17,0	0,87	20,0
22,20	15,0	26,5	30,0	1,73	17,0	27,20	8,5	15,0	17,0	0,93	18,0
22,40	16,5	29,5	33,0	1,73	19,0	27,40	8,0	15,0	16,0	1,07	15,0
22,60	18,5	31,5	37,0	1,87	20,0	27,60	7,5	15,5	15,0	1,13	13,0
22,80	18,5	32,5	37,0	2,07	18,0	27,80	7,5	16,0	15,0	0,73	20,0
23,00	14,0	29,5	28,0	1,27	22,0	28,00	8,5	14,0	17,0	1,07	16,0
23,20	10,5	20,0	21,0	1,13	19,0	28,20	8,0	16,0	16,0	0,93	17,0
23,40	9,5	18,0	19,0	0,53	36,0	28,40	8,0	15,0	16,0	0,87	18,0
23,60	3,5	7,5	7,0	2,00	4,0	28,60	7,5	14,0	15,0	1,13	13,0
23,80	14,5	29,5	29,0	1,00	29,0	28,80	7,5	16,0	15,0	1,00	15,0
24,00	17,5	25,0	35,0	0,73	48,0	29,00	8,5	16,0	17,0	0,93	18,0
24,20	8,5	14,0	17,0	0,80	21,0	29,20	8,0	15,0	16,0	1,07	15,0
24,40	7,5	13,5	15,0	1,13	13,0	29,40	8,0	16,0	16,0	1,13	14,0
24,60	7,5	16,0	15,0	0,27	56,0	29,60	7,5	16,0	15,0	1,00	15,0
24,80	14,5	16,5	29,0	2,07	14,0	29,80	7,5	15,0	15,0	1,00	15,0
25,00	8,5	24,0	17,0	1,60	11,0	30,00	8,5	16,0	17,0	----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo DEEP DRILL SP 200 da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35,7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 2

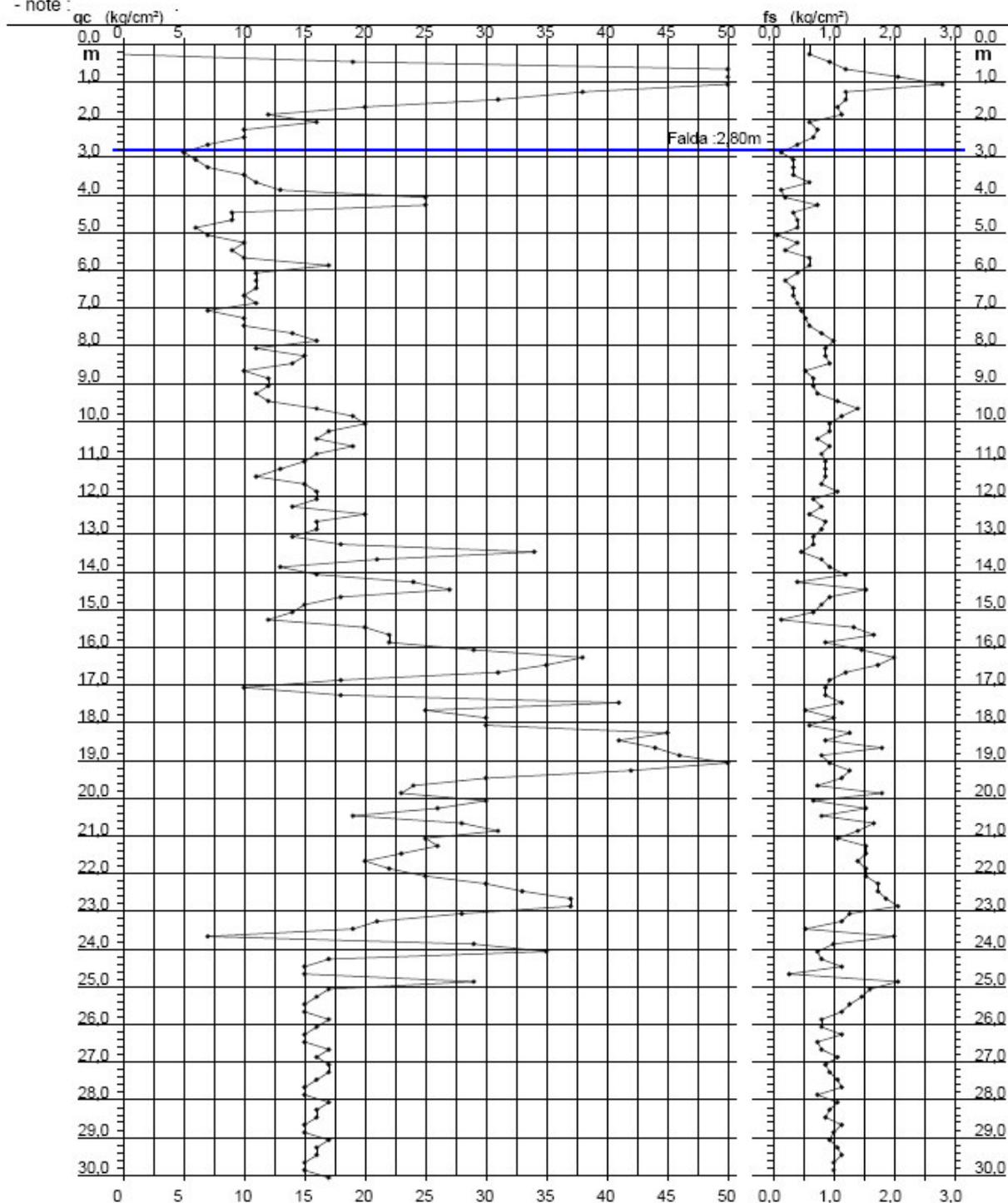
2.0105-016

- committente : Istituti ed Opere Pie riunite San Domenico e villa D
- lavoro : Piano Particolareggiato
- località : comparto C2.10 - via Tommasini - Budrio
- resp. cantiere : Chili G.
- assist. cantiere :

- data : 23/10/2007
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 2,80 da quota inizio

- data di emissione : 01/04/2015

- note :



**PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 2

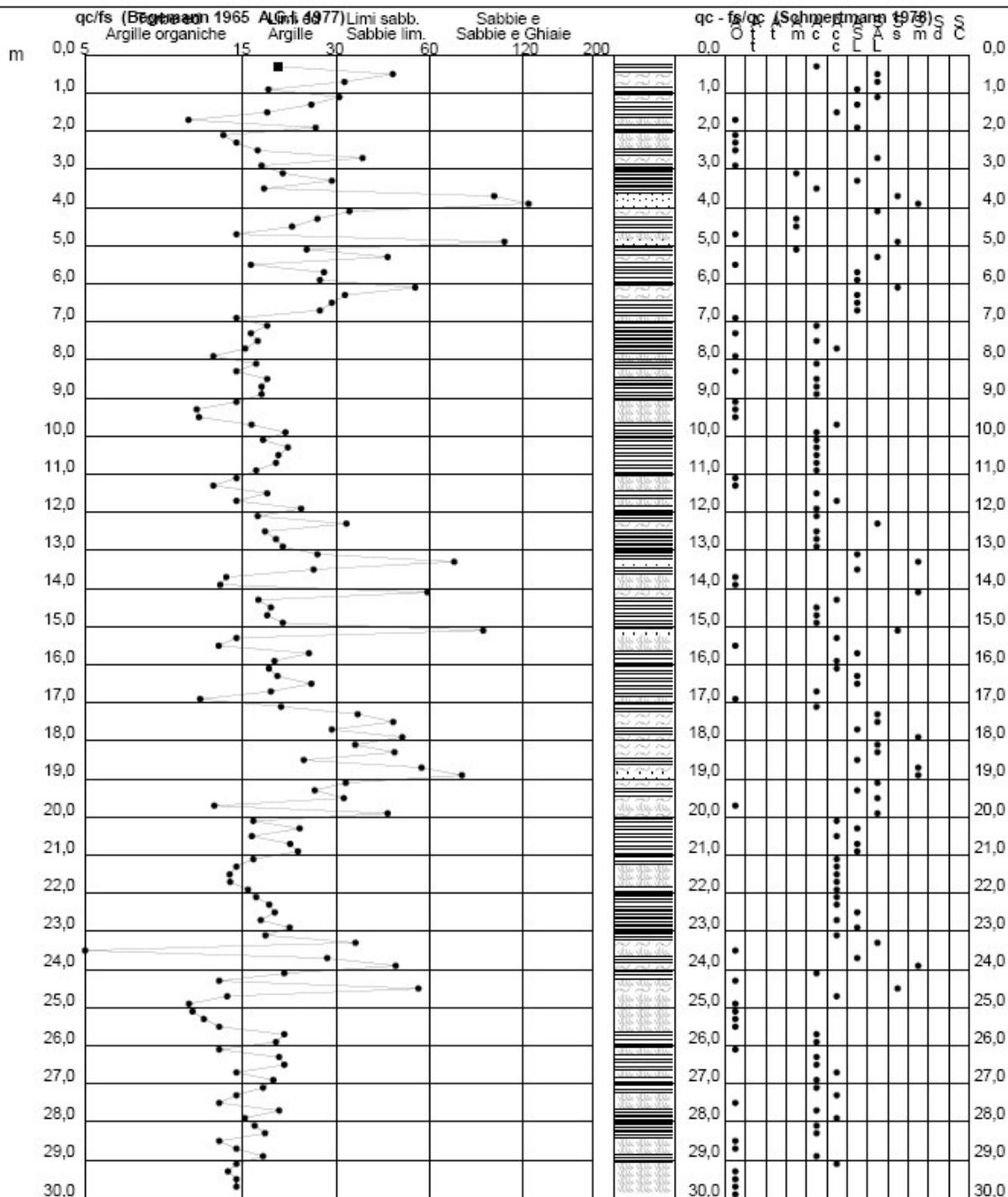
2.0105-016

- committente : Istituti ed Opere Pie riunite San Domenico e villa D
- lavoro : Piano Particolareggiato
- località : comparto C2.10 - via Tommasini - Budrio
- resp. cantiere : Chili G.
- assist. cantiere :

- data : 23/10/2007
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 2,80 da quota inizio

- data di emissione :
01/04/2015

- note :



**PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

CPT 2

2.0105-016

- committente : Istituti ed Opere Pie riunite San Domenico e villa D
- lavoro : Piano Particolareggiato
- località : comparto C2.10 - via Tommasini - Budrio
- resp. cantiere : Chili G.
- assist. cantiere :
- data : 23/10/2007
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 2,80 da quota inizio
- data di emissione : 01/04/2015

- note :

Prof. m	qc kg/cm²	qoifs (-)	Natura Litol.	Y' t/m²	pvo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	NATURA COESIVA				NATURA GRANULARE									
								Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	emy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
20.20	26	17	4/2	0.95	2,08	0.93	2.3	505	757	78	8	29	32	35	39	25	28	0,017	43	65	78
20.40	19	24	2/III	0.99	2,10	0.78	1.8	442	663	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
20.60	28	17	4/2	0.96	2,12	0.97	2.3	521	782	84	10	29	32	35	39	26	28	0,020	47	70	84
20.80	31	22	4/2	0.97	2,14	1.03	2.5	546	819	93	13	30	33	36	39	26	29	0,026	52	76	93
21.00	25	23	4/2	0.94	2,16	0.91	2.1	503	754	75	6	29	32	35	38	25	28	0,013	42	63	75
21.20	26	17	4/2	0.95	2,18	0.93	2.2	512	765	78	7	29	32	35	39	25	28	0,015	43	65	78
21.40	23	15	4/2	0.94	2,20	0.87	2.0	488	732	69	2	28	32	35	38	25	28	0,006	38	56	69
21.60	20	14	4/2	0.93	2,22	0.80	1.8	458	687	60	--	28	31	35	38	25	27	--	33	50	60
21.80	22	14	4/2	0.93	2,24	0.85	1.9	480	720	66	0	28	31	35	38	25	28	--	37	55	66
22.00	25	16	4/2	0.94	2,25	0.91	2.0	508	762	75	5	29	32	35	38	25	28	0,011	42	63	75
22.20	30	17	4/2	0.96	2,27	1.00	2.2	546	819	90	11	29	33	36	39	26	29	0,021	50	75	90
22.40	33	19	4/2	0.97	2,29	1.10	2.5	583	874	99	14	30	33	36	39	26	29	0,027	55	83	99
22.60	37	20	4/2	0.99	2,31	1.23	2.9	622	933	111	17	30	33	36	39	27	30	0,033	62	93	111
22.80	37	18	4/2	0.99	2,33	1.23	2.8	625	937	111	17	30	33	36	39	27	30	0,033	62	93	111
23.00	28	22	4/2	0.96	2,35	0.97	2.1	537	805	84	7	29	32	35	39	25	28	0,016	47	70	84
23.20	21	19	4/2	0.93	2,37	0.82	1.7	474	711	63	--	28	31	35	38	25	27	--	35	53	63
23.40	19	36	4/2	0.92	2,39	0.78	1.5	451	677	58	--	28	31	35	38	25	27	--	32	48	57
23.60	7	4	1***	0.46	2,40	0.35	0.6	46	68	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
23.80	29	29	4/2	0.96	2,42	0.98	2.0	548	823	87	8	29	32	35	39	25	29	0,017	48	73	87
24.00	35	48	3****	0.89	2,44	--	--	--	--	--	14	30	33	36	39	26	29	0,028	58	88	105
24.20	17	21	2/III	0.97	2,45	0.72	1.4	426	639	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
24.40	15	13	2/III	0.95	2,47	0.67	1.2	396	594	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
24.60	15	56	4/2	0.89	2,49	0.67	1.2	396	594	50	--	28	31	35	38	25	27	--	25	38	45
24.80	29	14	4/2	0.96	2,51	0.98	1.9	553	830	87	7	29	32	35	39	25	29	0,016	48	73	87
25.00	17	11	2/III	0.97	2,53	0.72	1.3	427	641	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
25.20	16	11	2/III	0.96	2,55	0.70	1.2	412	619	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
25.40	15	12	2/III	0.95	2,57	0.67	1.2	397	595	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
25.60	15	13	2/III	0.95	2,59	0.67	1.2	397	595	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
25.80	17	21	2/III	0.97	2,61	0.72	1.3	428	642	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
26.00	16	20	2/III	0.96	2,63	0.70	1.2	413	620	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
26.20	15	13	2/III	0.95	2,65	0.67	1.1	398	597	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
26.40	15	20	2/III	0.95	2,66	0.67	1.1	398	597	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
26.60	17	21	2/III	0.97	2,68	0.72	1.2	429	644	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
26.80	16	15	2/III	0.96	2,70	0.70	1.2	414	622	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
27.00	17	20	2/III	0.97	2,72	0.72	1.2	430	645	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
27.20	17	18	2/III	0.97	2,74	0.72	1.2	430	645	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
27.40	16	15	2/III	0.96	2,76	0.70	1.1	415	623	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
27.60	15	13	2/III	0.95	2,78	0.67	1.1	399	599	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
27.80	15	20	2/III	0.95	2,80	0.67	1.0	399	599	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
28.00	17	16	2/III	0.97	2,82	0.72	1.1	431	646	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
28.20	16	17	2/III	0.96	2,84	0.70	1.1	416	624	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
28.40	16	18	2/III	0.96	2,86	0.70	1.1	416	624	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
28.60	15	13	2/III	0.95	2,88	0.67	1.0	400	600	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
28.80	15	15	2/III	0.95	2,89	0.67	1.0	400	600	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
29.00	17	18	2/III	0.97	2,91	0.72	1.1	432	648	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
29.20	16	15	2/III	0.96	2,93	0.70	1.0	417	625	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
29.40	16	14	2/III	0.96	2,95	0.70	1.0	417	625	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
29.60	15	15	2/III	0.95	2,97	0.67	1.0	400	600	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
29.80	15	15	2/III	0.95	2,99	0.67	1.0	400	600	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
30.00	17	--	4/2	0.91	3,01	0.72	1.1	433	649	54	--	28	31	35	38	25	27	--	28	43	51

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 3

2.0105-016

- committente : Istituti ed Opere Pie riunite San Domenico e villa D
- lavoro : Piano Particolareggiato
- località : comparto C2.10 - via Tommasini - Budrio
- resp. cantiere : Chili G.
- assist. cantiere :
- data : 23/10/2007
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 2,80 da quota inizio
- data di emissione : 01/04/2015

- note :

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	0,73	----	5,20	4,0	8,0	8,0	0,73	11,0
0,40	14,5	20,0	29,0	1,33	22,0	5,40	2,5	8,0	5,0	0,27	19,0
0,60	28,0	38,0	56,0	1,33	42,0	5,60	10,0	12,0	20,0	0,73	27,0
0,80	38,0	48,0	76,0	2,20	35,0	5,80	4,5	10,0	9,0	0,53	17,0
1,00	29,5	46,0	59,0	2,80	21,0	6,00	10,0	14,0	20,0	1,13	18,0
1,20	20,0	41,0	40,0	0,80	50,0	6,20	13,0	21,5	26,0	0,40	65,0
1,40	18,5	24,5	37,0	1,33	28,0	6,40	10,5	13,5	21,0	0,27	79,0
1,60	7,0	17,0	14,0	1,47	10,0	6,60	12,5	14,5	25,0	1,07	23,0
1,80	5,0	16,0	10,0	0,67	15,0	6,80	6,0	14,0	12,0	0,60	20,0
2,00	5,5	10,5	11,0	1,07	10,0	7,00	7,0	11,5	14,0	0,67	21,0
2,20	5,0	13,0	10,0	0,67	15,0	7,20	5,0	10,0	10,0	0,67	15,0
2,40	4,5	9,5	9,0	0,60	15,0	7,40	5,5	10,5	11,0	0,53	21,0
2,60	4,0	8,5	8,0	0,33	24,0	7,60	6,5	10,5	13,0	1,00	13,0
2,80	4,0	6,5	8,0	0,60	13,0	7,80	5,5	13,0	11,0	0,93	12,0
3,00	2,0	6,5	4,0	0,20	20,0	8,00	4,5	11,5	9,0	0,87	10,0
3,20	3,5	5,0	7,0	0,20	35,0	8,20	7,0	13,5	14,0	1,00	14,0
3,40	3,5	5,0	7,0	0,33	21,0	8,40	6,5	14,0	13,0	0,80	16,0
3,60	3,5	6,0	7,0	0,53	13,0	8,60	6,0	12,0	12,0	0,93	13,0
3,80	4,0	8,0	8,0	0,60	13,0	8,80	5,0	12,0	10,0	0,80	12,0
4,00	6,0	10,5	12,0	1,07	11,0	9,00	6,5	12,5	13,0	0,87	15,0
4,20	15,0	23,0	30,0	0,33	90,0	9,20	6,0	12,5	12,0	1,27	9,0
4,40	13,5	16,0	27,0	0,93	29,0	9,40	10,5	20,0	21,0	0,87	24,0
4,60	4,5	11,5	9,0	0,67	13,0	9,60	7,0	13,5	14,0	0,93	15,0
4,80	4,0	9,0	8,0	0,60	13,0	9,80	5,5	12,5	11,0	0,67	16,0
5,00	5,5	10,0	11,0	0,53	21,0	10,00	7,0	12,0	14,0	----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo DEEP DRILL SP 200 da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manico laterale (superficie 150 cm²)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 3

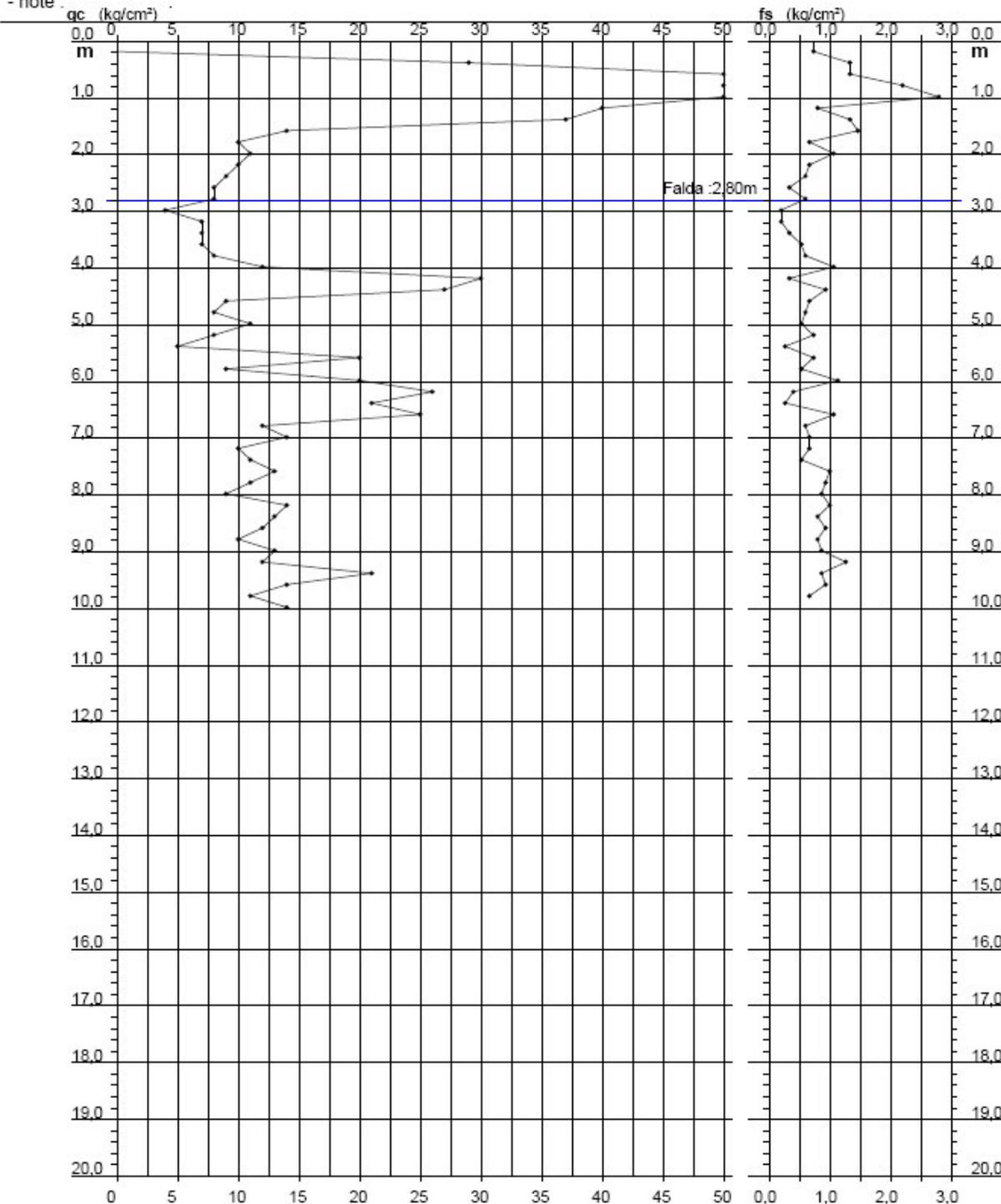
2.0105-016

- committente : Istituti ed Opere Pie riunite San Domenico e villa D
 - lavoro : Piano Particolareggiato
 - località : comparto C2.10 - via Tommasini - Budrio
 - resp. cantiere : Chili G.
 - assist. cantiere :

- data : 23/10/2007
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : 2,80 da quota inizio

- data di emissione :
 01/04/2015

- note :



**PROVA PENETROMETRICA STATICA
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 3

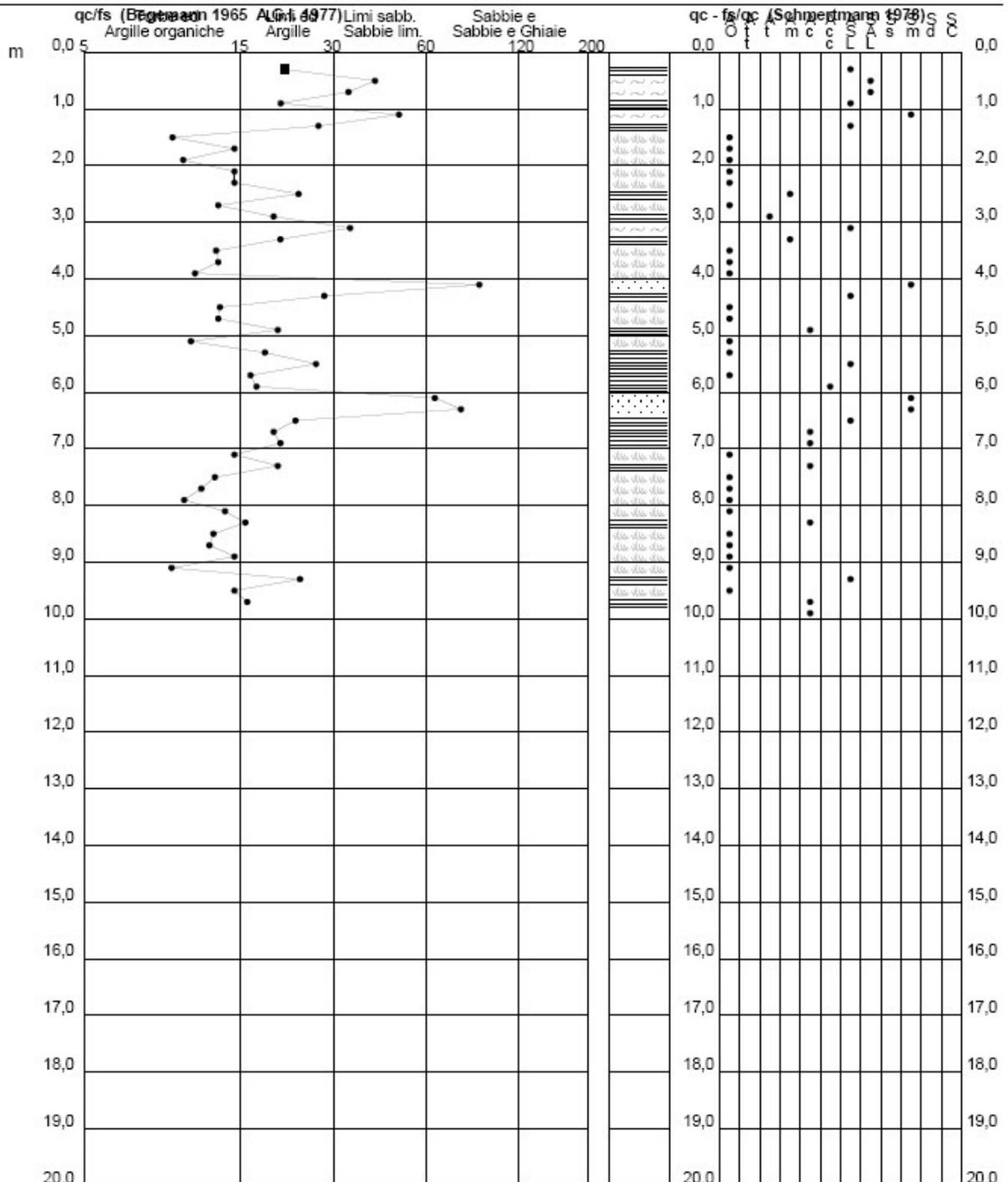
2.0105-016

- committente : Istituti ed Opere Pie riunite San Domenico e villa D
- lavoro : Piano Particolareggiato
- località : comparto C2.10 - via Tommasini - Budrio
- resp. cantiere : Chili G.
- assist. cantiere :

- data : 23/10/2007
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : 2,80 da quota inizio

- data di emissione : 01/04/2015

- note :



Allegato 2
Indagini geofisiche HVSR

SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 300 Hz

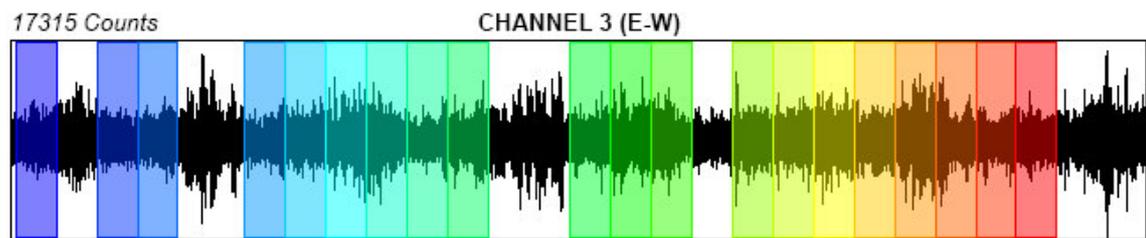
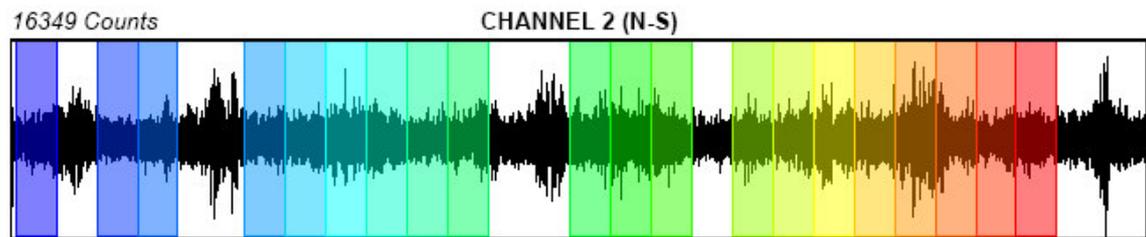
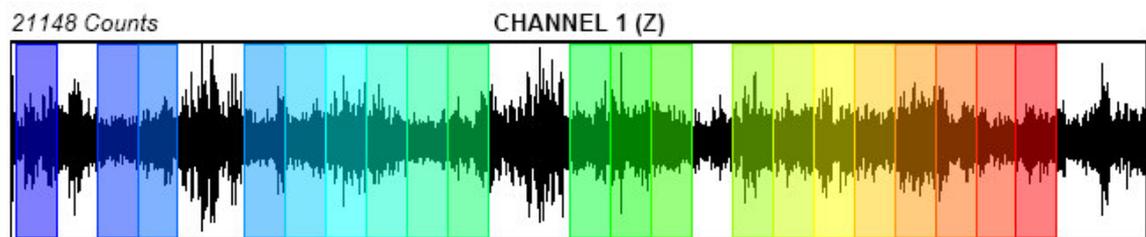
Recording start time: 2015/06/29 13:59:23

Recording length: 18.67 min

Windows count: 20

Average windows length: 40

Signal coverage: 71.43 %



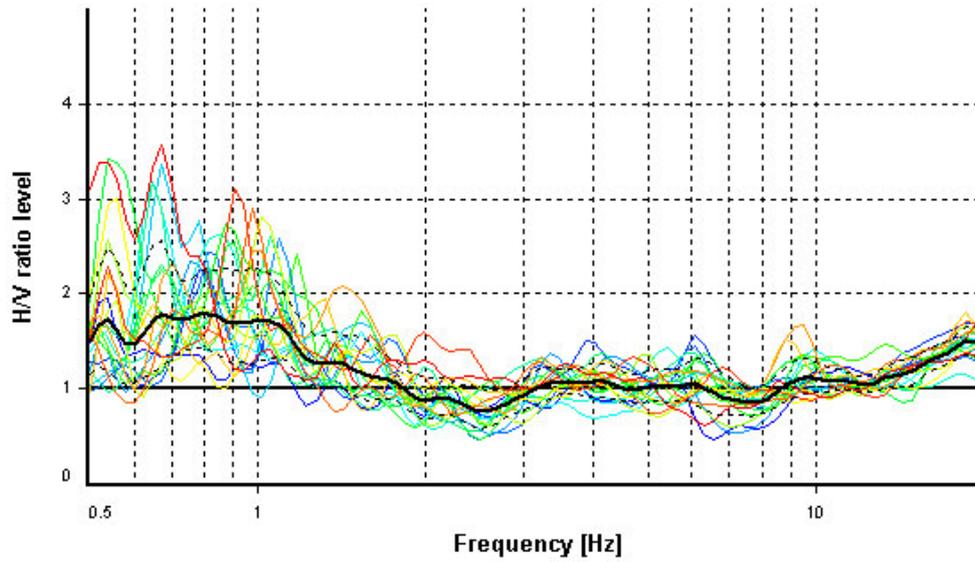
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

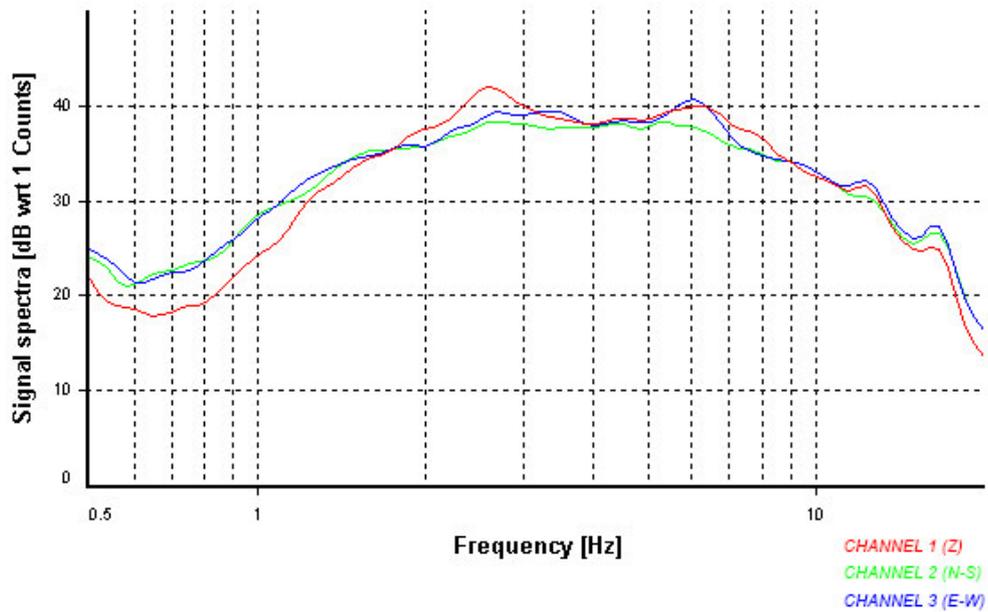
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

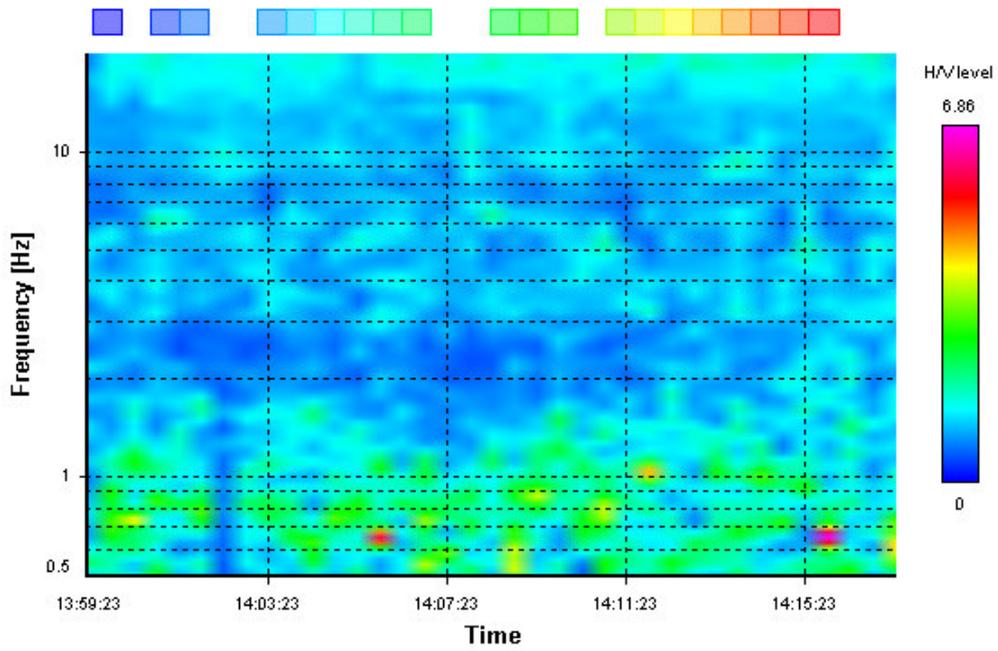
HVSR average



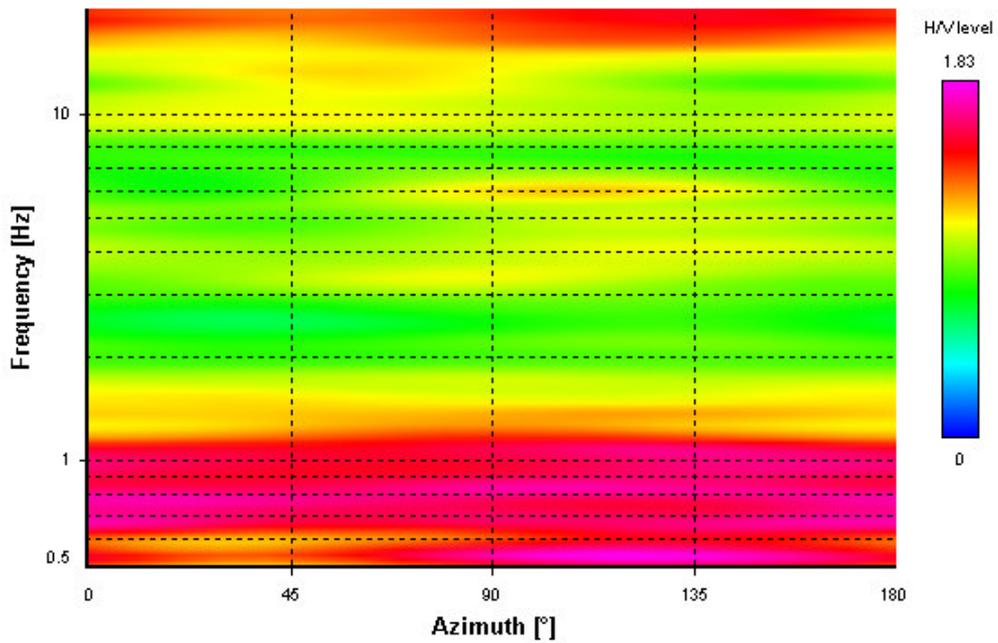
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (30 seconds windows)

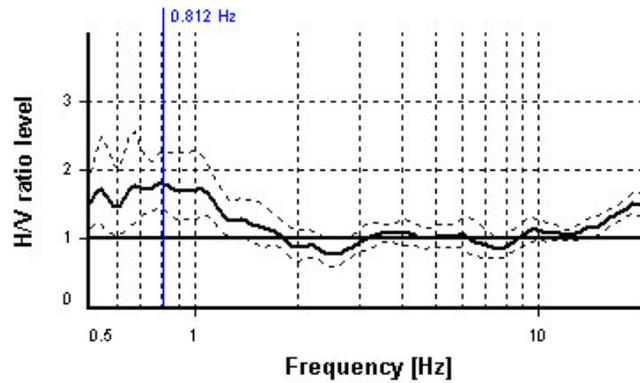


HVSR directional analysis



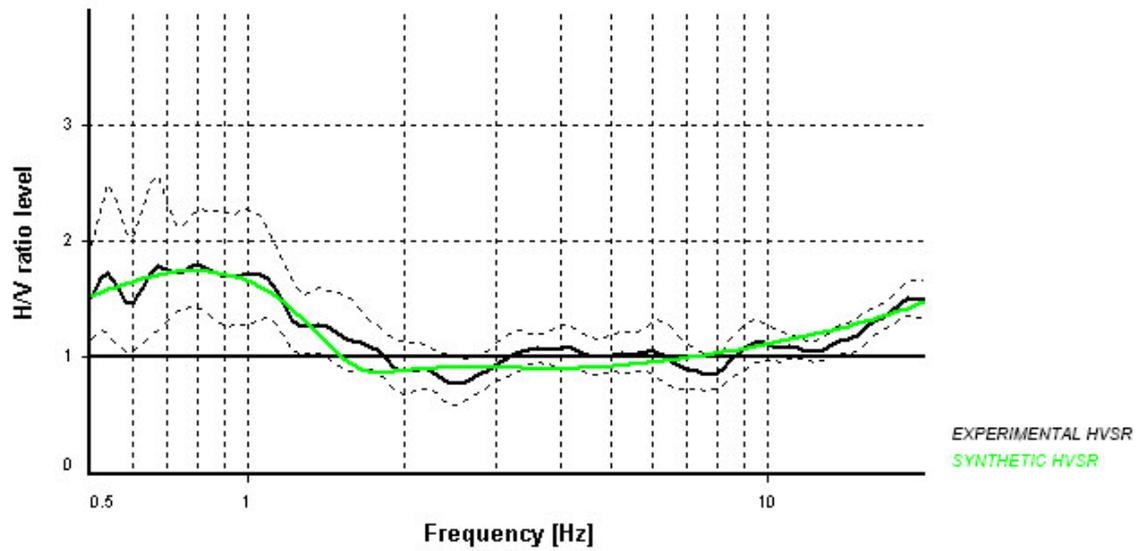
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency
0.812 Hz

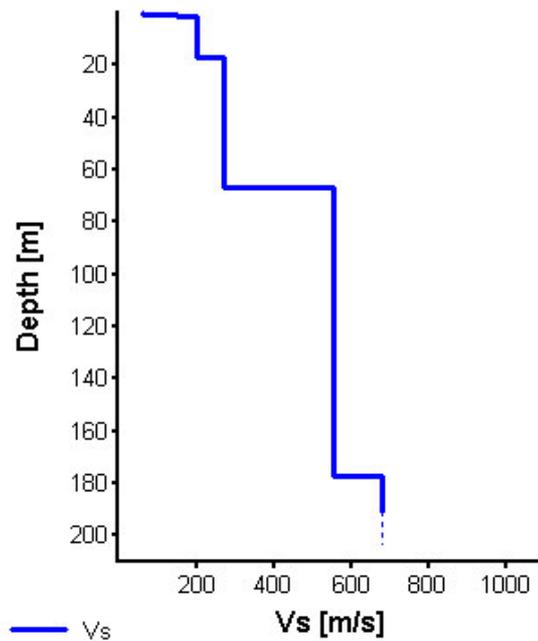


HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	20 valid windows (length > 12.32 s) out of 20	OK
$n_c(f_0) > 200$	649.28 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 32	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{HM}(f) < A_0$	0 Hz	NO
$\exists f^*$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{HM}(f^*) < A_0$	1.98481 Hz	OK
$A_0 > 2$	1.79 \leq 2	NO
$f_{\text{peak}}[A_{HM}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	17% > 5%	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.19633 \geq 0.12174	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.26688 < 2	OK
Overall criteria fulfillment		NO

Synthetic HVSR modelling



H [m]	D [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	ρ [kg/m ³]
0.4	0.4	115	60	1750
1	1.4	300	150	1800
15.6	17	300	200	1850
50	67	580	270	1940
110	177	655	555	1980
-	> 177	1400	680	2100



Vs 31 = 228 m/s (Offset = 1 m)

Allegato 3
Spettri di risposta sismica
Analisi di III[^] Livello

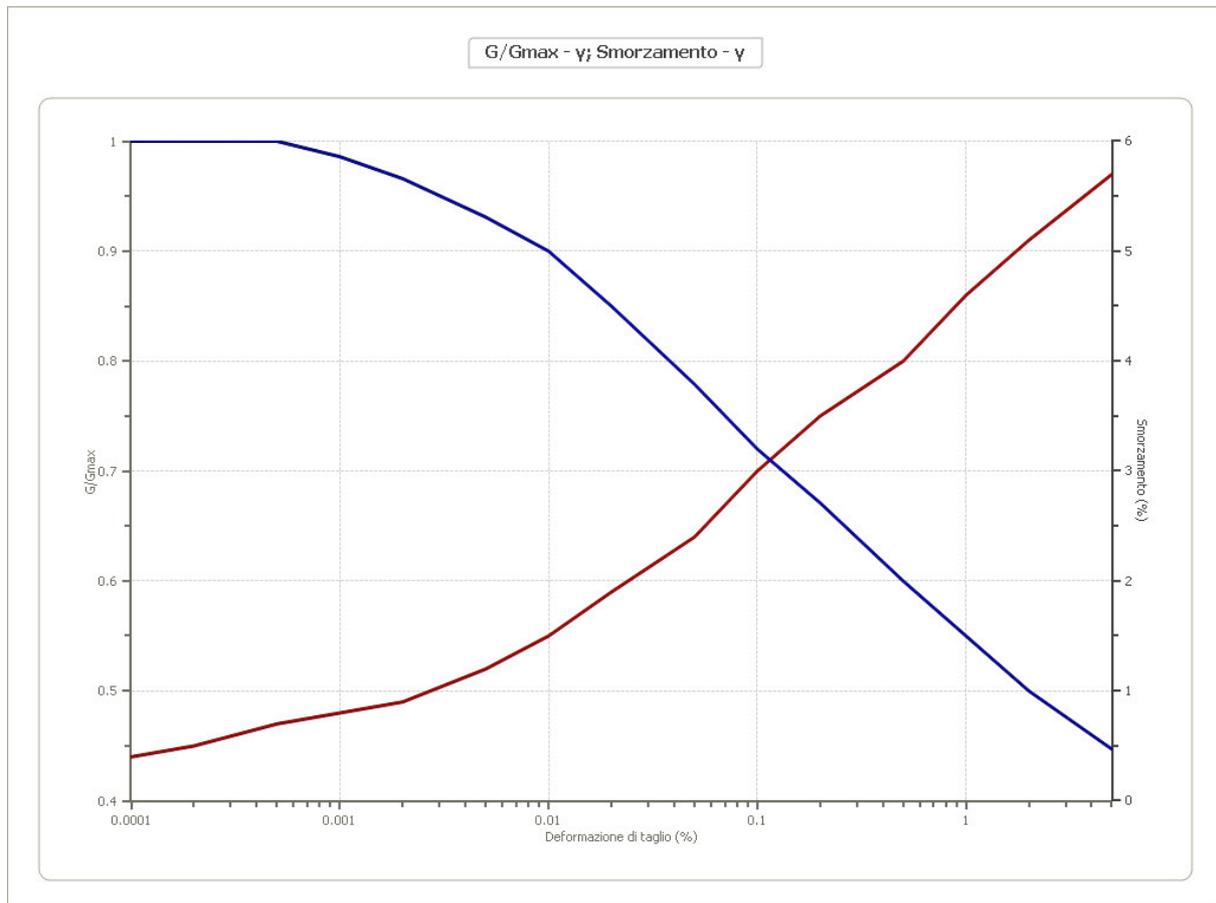
Dati generali

Latitudine 44.538963[°]
Longitudine 11.543346[°]

Terreni

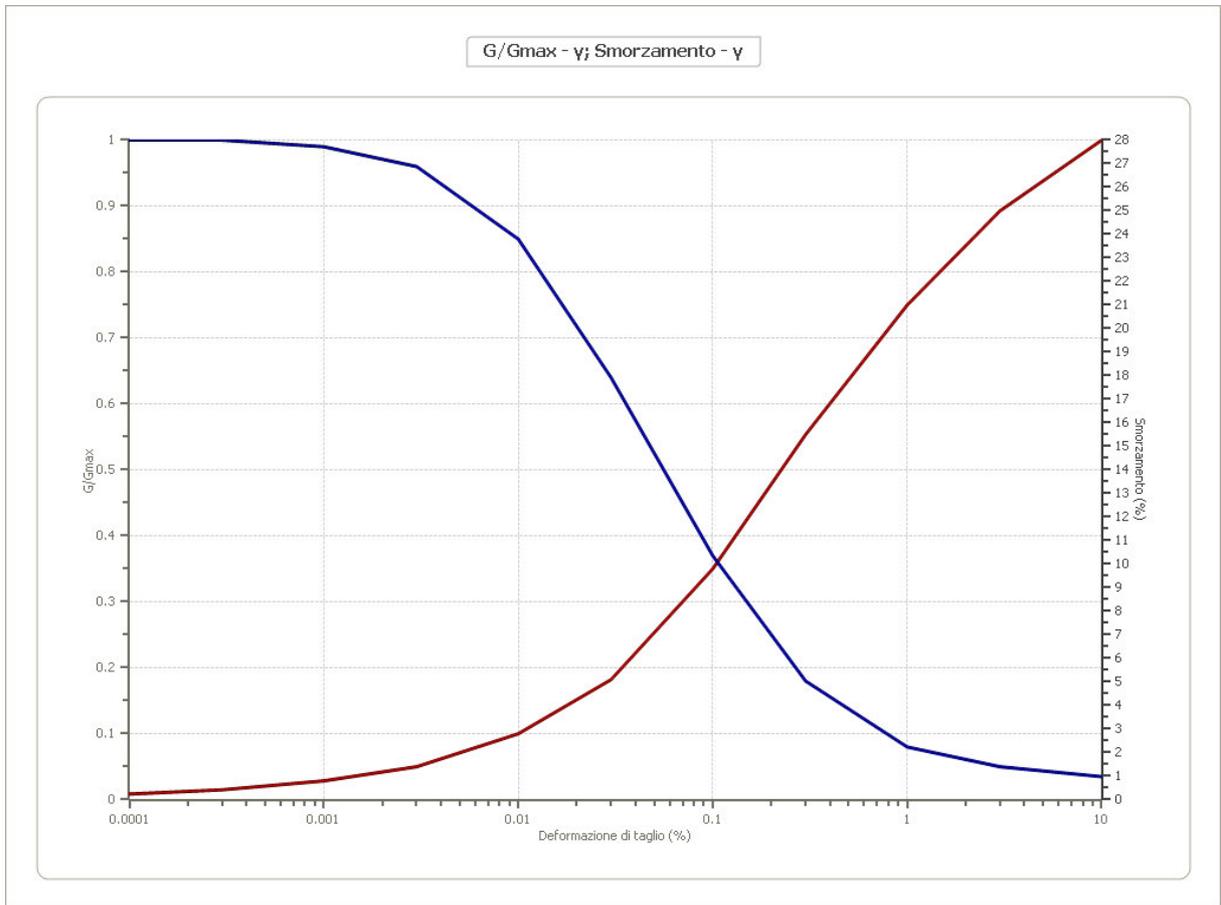
Idriss (1990) Rock

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.400
0.0002	1.000	0.0002	0.500
0.0005	1.000	0.0005	0.700
0.001	0.986	0.001	0.800
0.002	0.966	0.002	0.900
0.005	0.931	0.005	1.200
0.010	0.900	0.010	1.500
0.020	0.850	0.020	1.900
0.050	0.779	0.050	2.400
0.100	0.720	0.100	3.000
0.200	0.671	0.200	3.500
0.500	0.600	0.500	4.000
1.000	0.550	1.000	4.600
2.000	0.500	2.000	5.100
5.000	0.447	5.000	5.700



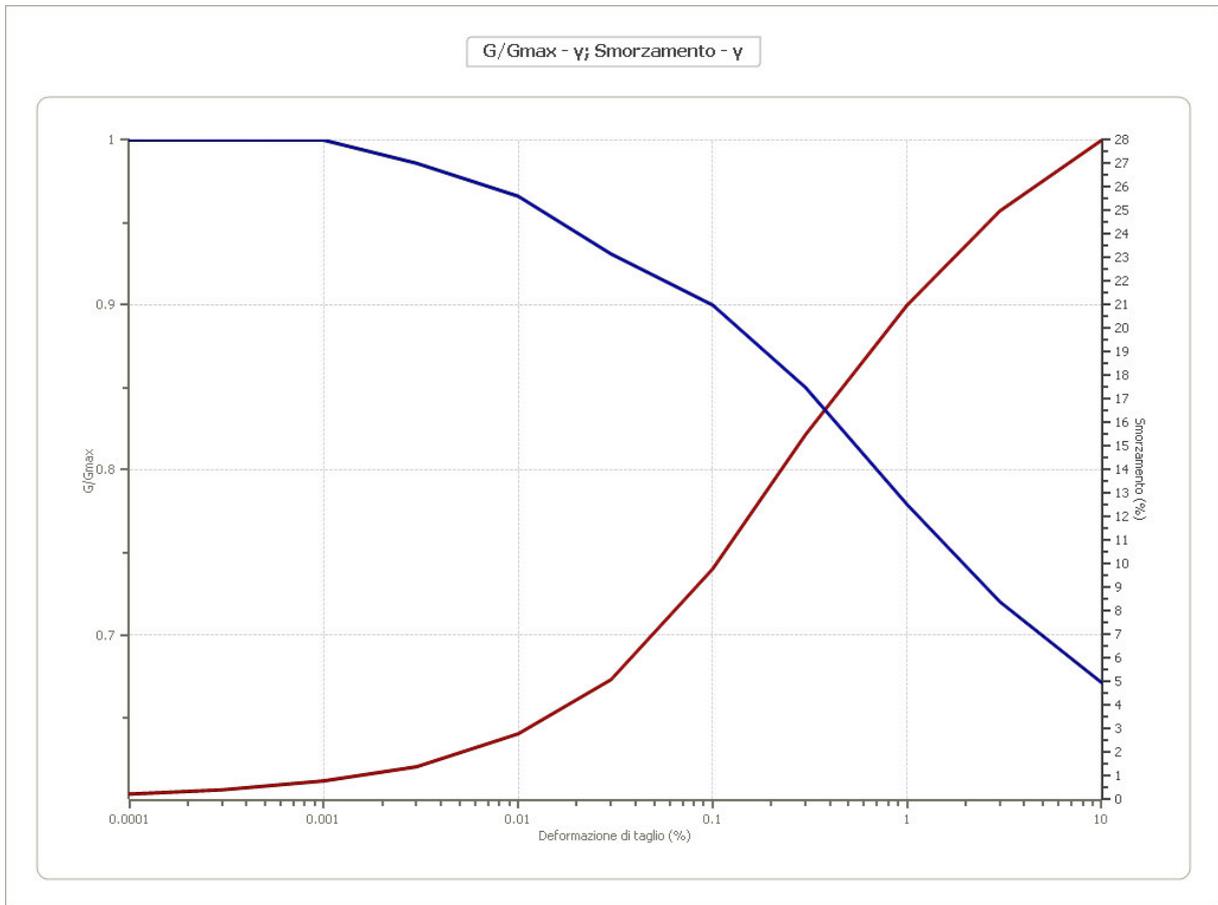
Idriss (1990) Sand (Seed and Idriss 1970)

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.240
0.0003	1.000	0.0003	0.420
0.001	0.990	0.001	0.800
0.003	0.960	0.003	1.400
0.010	0.850	0.010	2.800
0.030	0.640	0.030	5.100
0.100	0.370	0.100	9.800
0.300	0.180	0.300	15.500
1.000	0.080	1.000	21.000
3.000	0.050	3.000	25.000
10.000	0.035	10.000	28.000



Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.240
0.0003	1.000	0.0003	0.420
0.001	1.000	0.001	0.800
0.003	0.986	0.003	1.400
0.010	0.966	0.010	2.800
0.030	0.931	0.030	5.100
0.100	0.900	0.100	9.800
0.300	0.850	0.300	15.500
1.000	0.779	1.000	21.000
3.000	0.720	3.000	25.000
10.000	0.671	10.000	28.000



Stratigrafia

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Terreno	Gmax [MPa]	Smorzamento critico [%]	Peso unità vol. [kN/m³]	Vs [m/s]	Tensione verticale [kPa]
1	--	0.4	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	73.39	--	18.0	200.0	1.6
2	0.4	1.0	Idriss (1990) Sand (Seed and Idriss 1970)	392.20	--	19.0	450.0	12.8
3	1.4	15.6	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	1146.79	--	20.0	750.0	101.8
4	17.0	50.0	Idriss (1990) Sand (Seed and Idriss 1970)	1851.47	--	21.0	930.0	461.0
5	67.0	110.0	Idriss (1990) Rock	2713.56	--	22.0	1100.0	1411.2
6	oo	--	Smorzamento costante	1435.27	--	22.0	800.0	2081.6

Strato con falda: 2
 Strato rilevamento accelerogramma: 6 Affiorante

Stato Limite di Danno Componente orizzontale Elaborazione

Numero di iterazioni 50
 Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima 0.5
 Tipo di modulo elastico Shake 91
 Massimo errore percentuale di convergenza 9.70 E-06

Fattori di amplificazione

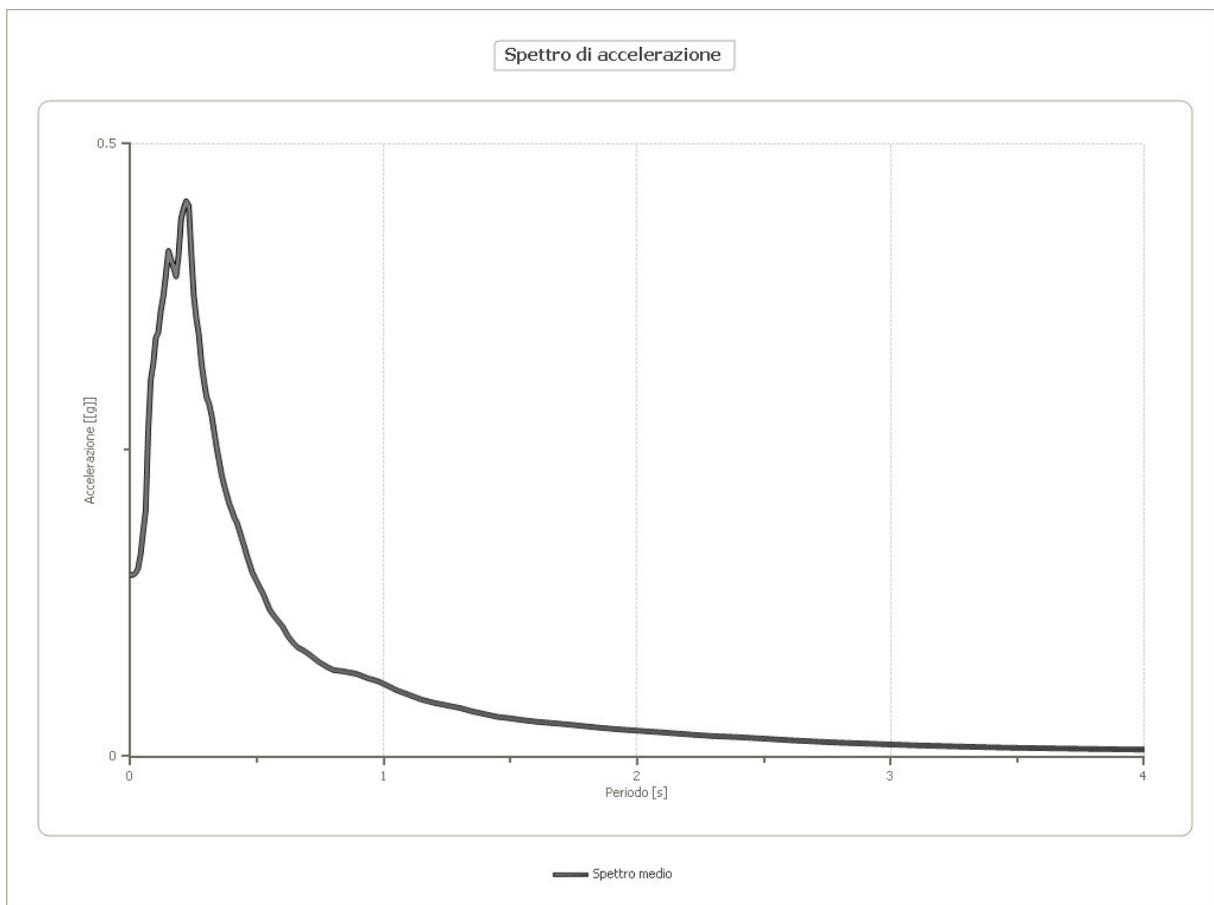
Tai	0.220 [s]
Tvi	0.920 [s]
Tao	0.220 [s]
Tvo	0.230 [s]
Sami	1.605 [m/s²]
Svmi	0.087 [m/s]
Samo	3.668 [m/s²]
Svmo	0.142 [m/s]
Fa	2.286 [-]
Fv	1.623 [-]
TB	0.081 [s]
TC	0.243 [s]
TD	1.864 [s]
SA(0)	0.162 [g]
SA(TB)	0.374 [g]

Fattori di amplificazione su intensità spettrale

Periodo minino [s]	Periodo massimo [s]	Int. Housner input [m]	Int. Housner output [m]	Int. Housner input/output [m]	FA
0.100	0.500	0.025	0.050	0.200	2.025
0.500	1.000	0.042	0.056	0.500	1.339
0.100	2.500	0.186	0.254	0.040	1.367

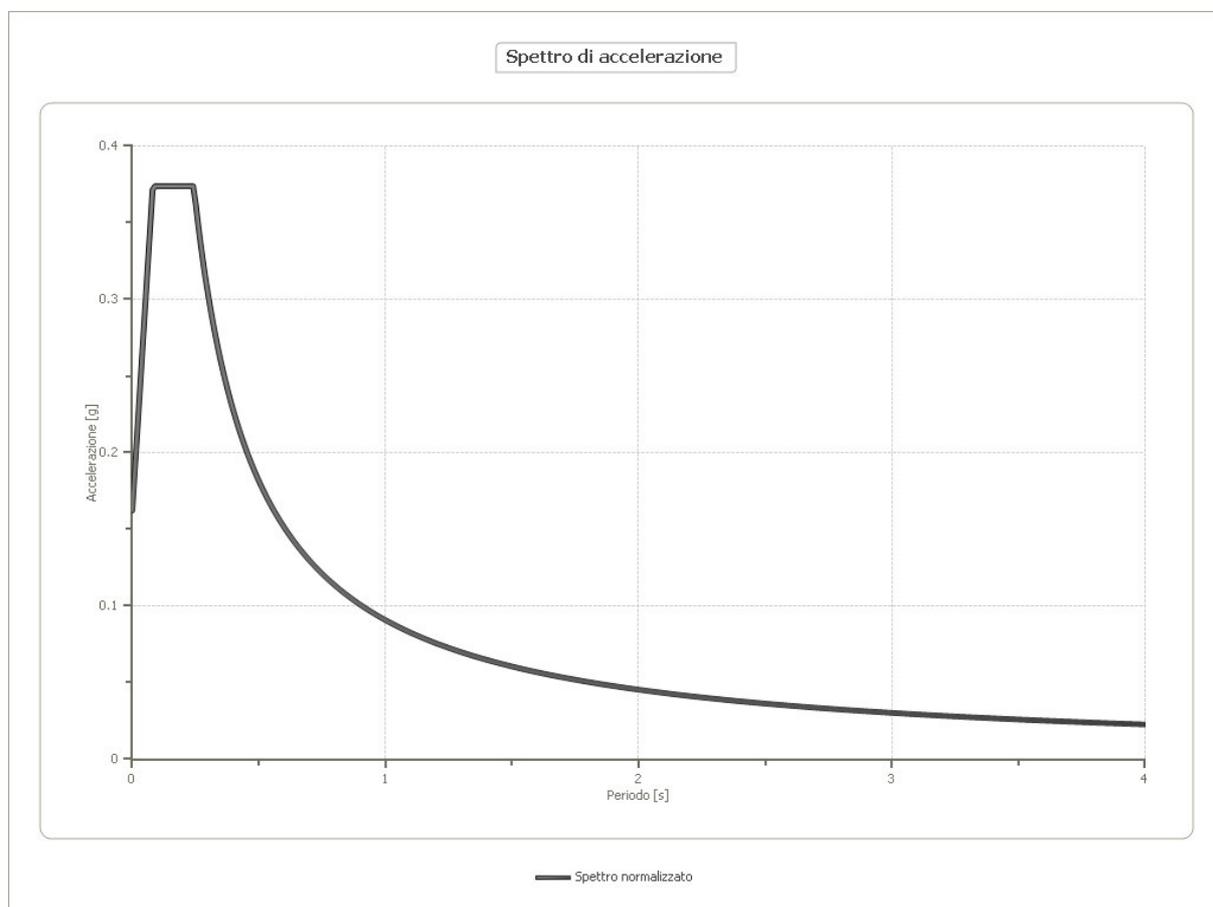
Spettro medio di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]								
0.00	0.1482	0.26	0.3578	0.52	0.1342	0.98	0.0611	2.25	0.0173
0.01	0.1482	0.27	0.3443	0.53	0.1296	1.00	0.0592	2.30	0.0166
0.02	0.1498	0.28	0.3215	0.54	0.1244	1.05	0.0541	2.35	0.0162
0.03	0.1535	0.29	0.3064	0.55	0.1196	1.10	0.0502	2.40	0.0157
0.04	0.1649	0.30	0.2933	0.56	0.1165	1.15	0.0463	2.50	0.0145
0.05	0.1834	0.31	0.2881	0.57	0.1138	1.20	0.0437	2.60	0.0132
0.06	0.2007	0.32	0.2790	0.58	0.1113	1.25	0.0416	2.70	0.0122
0.07	0.2652	0.33	0.2656	0.60	0.1061	1.30	0.0396	2.80	0.0113
0.08	0.3073	0.34	0.2523	0.62	0.0987	1.35	0.0367	2.90	0.0105
0.09	0.3205	0.35	0.2413	0.64	0.0932	1.40	0.0344	3.00	0.0098
0.10	0.3418	0.36	0.2298	0.66	0.0891	1.45	0.0323	3.10	0.0091
0.11	0.3463	0.37	0.2212	0.68	0.0868	1.50	0.0311	3.20	0.0085
0.12	0.3642	0.38	0.2137	0.70	0.0841	1.55	0.0296	3.30	0.0079
0.13	0.3759	0.39	0.2063	0.72	0.0809	1.60	0.0284	3.40	0.0074
0.14	0.3935	0.40	0.2010	0.74	0.0776	1.65	0.0275	3.50	0.0071
0.15	0.4127	0.41	0.1949	0.76	0.0751	1.70	0.0266	3.60	0.0067
0.16	0.4054	0.42	0.1908	0.78	0.0726	1.75	0.0256	3.70	0.0065
0.17	0.3995	0.43	0.1844	0.80	0.0706	1.80	0.0245	3.80	0.0062
0.18	0.3918	0.44	0.1776	0.82	0.0700	1.85	0.0235	3.90	0.0059
0.19	0.4095	0.45	0.1709	0.84	0.0695	1.90	0.0226	4.00	0.0056
0.20	0.4391	0.46	0.1635	0.86	0.0687	1.95	0.0218		
0.21	0.4473	0.47	0.1571	0.88	0.0680	2.00	0.0211		
0.22	0.4534	0.48	0.1507	0.90	0.0668	2.05	0.0203		
0.23	0.4496	0.49	0.1463	0.92	0.0652	2.10	0.0196		
0.24	0.4110	0.50	0.1422	0.94	0.0636	2.15	0.0188		
0.25	0.3761	0.51	0.1380	0.96	0.0625	2.20	0.0181		

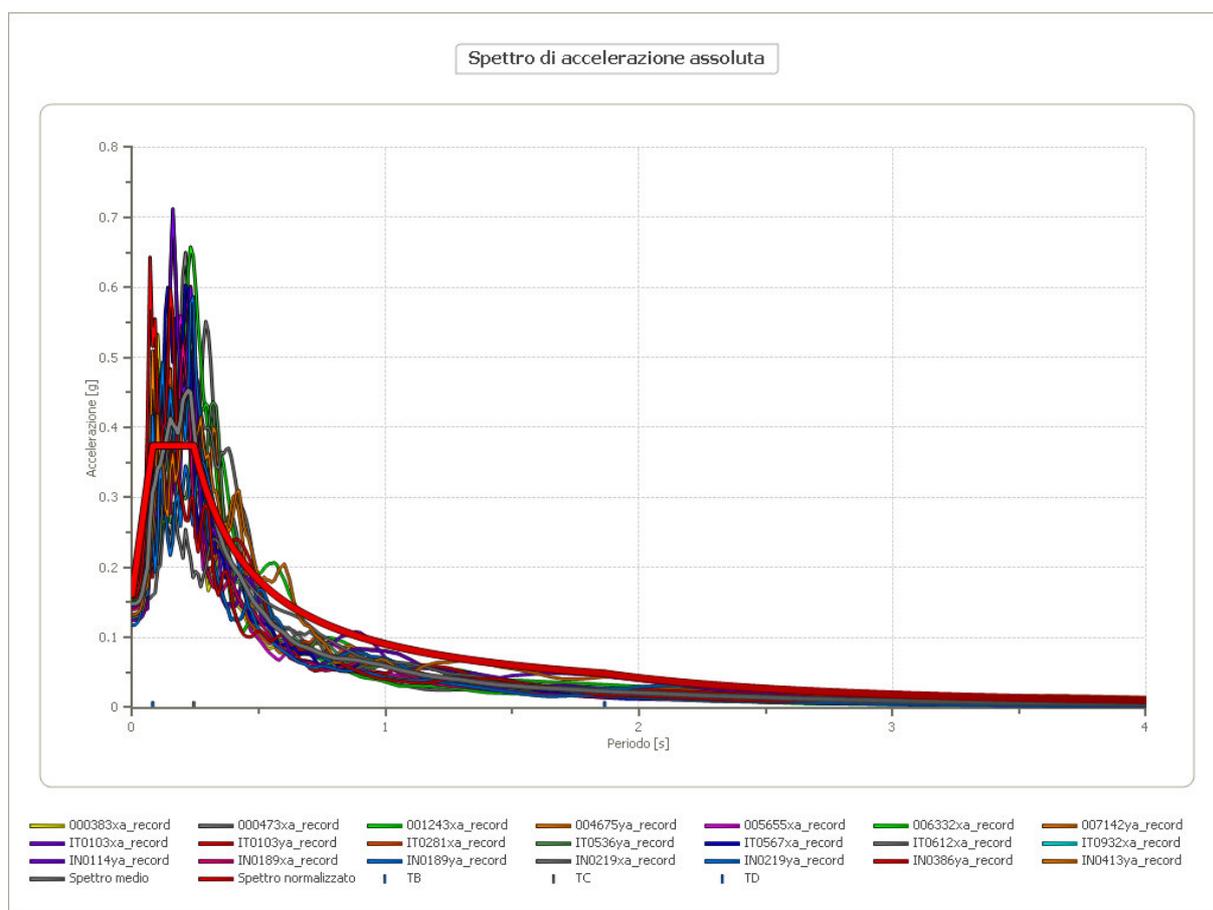


Spettro normalizzato di risposta elastica

Periodo [s]	Accelerazione [g]								
0.00	0.1622	0.26	0.3491	0.52	0.1745	0.98	0.0926	2.25	0.0403
0.01	0.1884	0.27	0.3361	0.53	0.1712	1.00	0.0908	2.30	0.0395
0.02	0.2145	0.28	0.3241	0.54	0.1681	1.05	0.0864	2.35	0.0386
0.03	0.2407	0.29	0.3129	0.55	0.1650	1.10	0.0825	2.40	0.0378
0.04	0.2669	0.30	0.3025	0.56	0.1621	1.15	0.0789	2.50	0.0363
0.05	0.2930	0.31	0.2928	0.57	0.1592	1.20	0.0756	2.60	0.0349
0.06	0.3192	0.32	0.2836	0.58	0.1565	1.25	0.0726	2.70	0.0336
0.07	0.3453	0.33	0.2750	0.60	0.1513	1.30	0.0698	2.80	0.0324
0.08	0.3715	0.34	0.2669	0.62	0.1464	1.35	0.0672	2.90	0.0313
0.09	0.3739	0.35	0.2593	0.64	0.1418	1.40	0.0648	3.00	0.0303
0.10	0.3739	0.36	0.2521	0.66	0.1375	1.45	0.0626	3.10	0.0293
0.11	0.3739	0.37	0.2453	0.68	0.1335	1.50	0.0605	3.20	0.0284
0.12	0.3739	0.38	0.2388	0.70	0.1297	1.55	0.0586	3.30	0.0275
0.13	0.3739	0.39	0.2327	0.72	0.1260	1.60	0.0567	3.40	0.0267
0.14	0.3739	0.40	0.2269	0.74	0.1226	1.65	0.0550	3.50	0.0259
0.15	0.3739	0.41	0.2214	0.76	0.1194	1.70	0.0534	3.60	0.0252
0.16	0.3739	0.42	0.2161	0.78	0.1164	1.75	0.0519	3.70	0.0245
0.17	0.3739	0.43	0.2111	0.80	0.1134	1.80	0.0504	3.80	0.0239
0.18	0.3739	0.44	0.2063	0.82	0.1107	1.85	0.0491	3.90	0.0233
0.19	0.3739	0.45	0.2017	0.84	0.1080	1.90	0.0478	4.00	0.0227
0.20	0.3739	0.46	0.1973	0.86	0.1055	1.95	0.0465		
0.21	0.3739	0.47	0.1931	0.88	0.1031	2.00	0.0454		
0.22	0.3739	0.48	0.1891	0.90	0.1008	2.05	0.0443		
0.23	0.3739	0.49	0.1852	0.92	0.0986	2.10	0.0432		
0.24	0.3739	0.50	0.1815	0.94	0.0965	2.15	0.0422		
0.25	0.3630	0.51	0.1780	0.96	0.0945	2.20	0.0413		



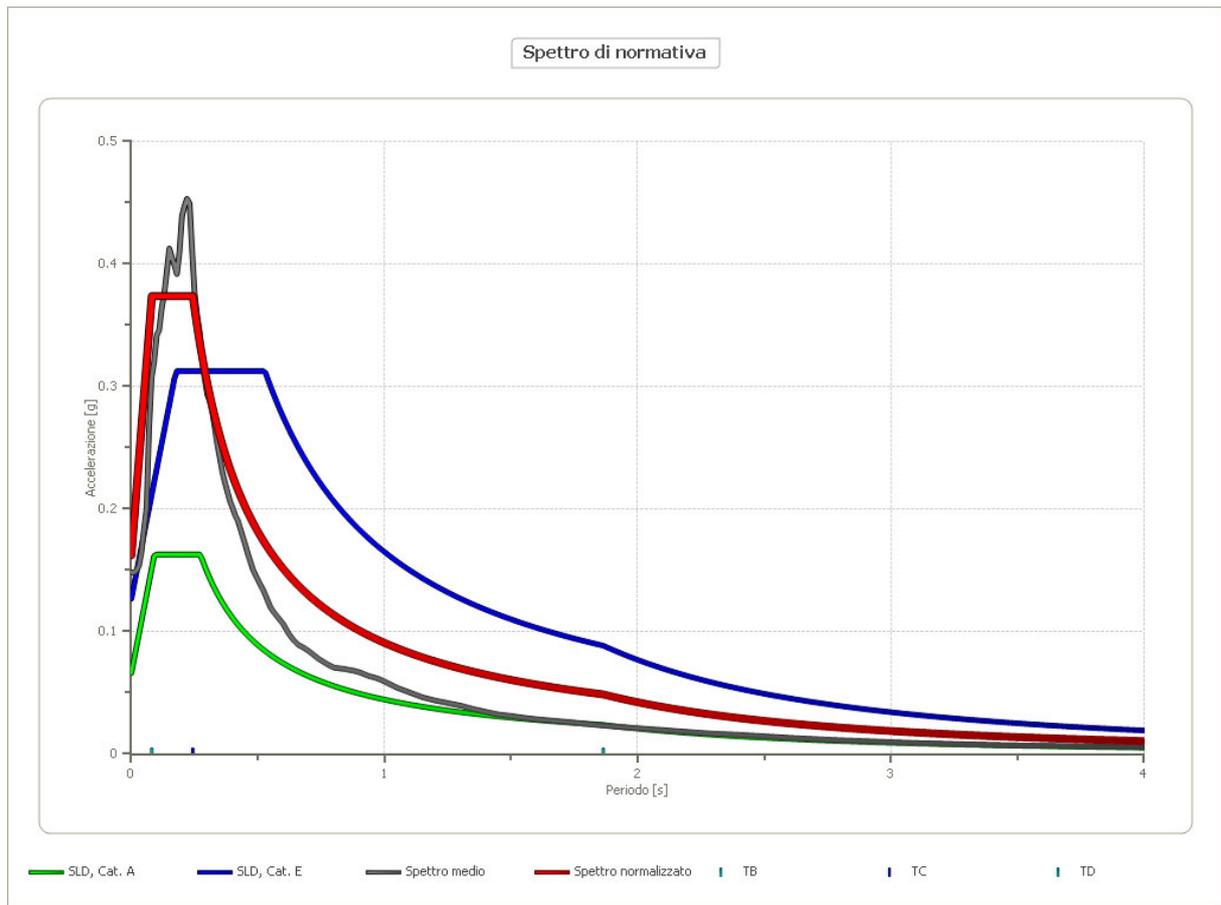
Confronto tra gli spettri



Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

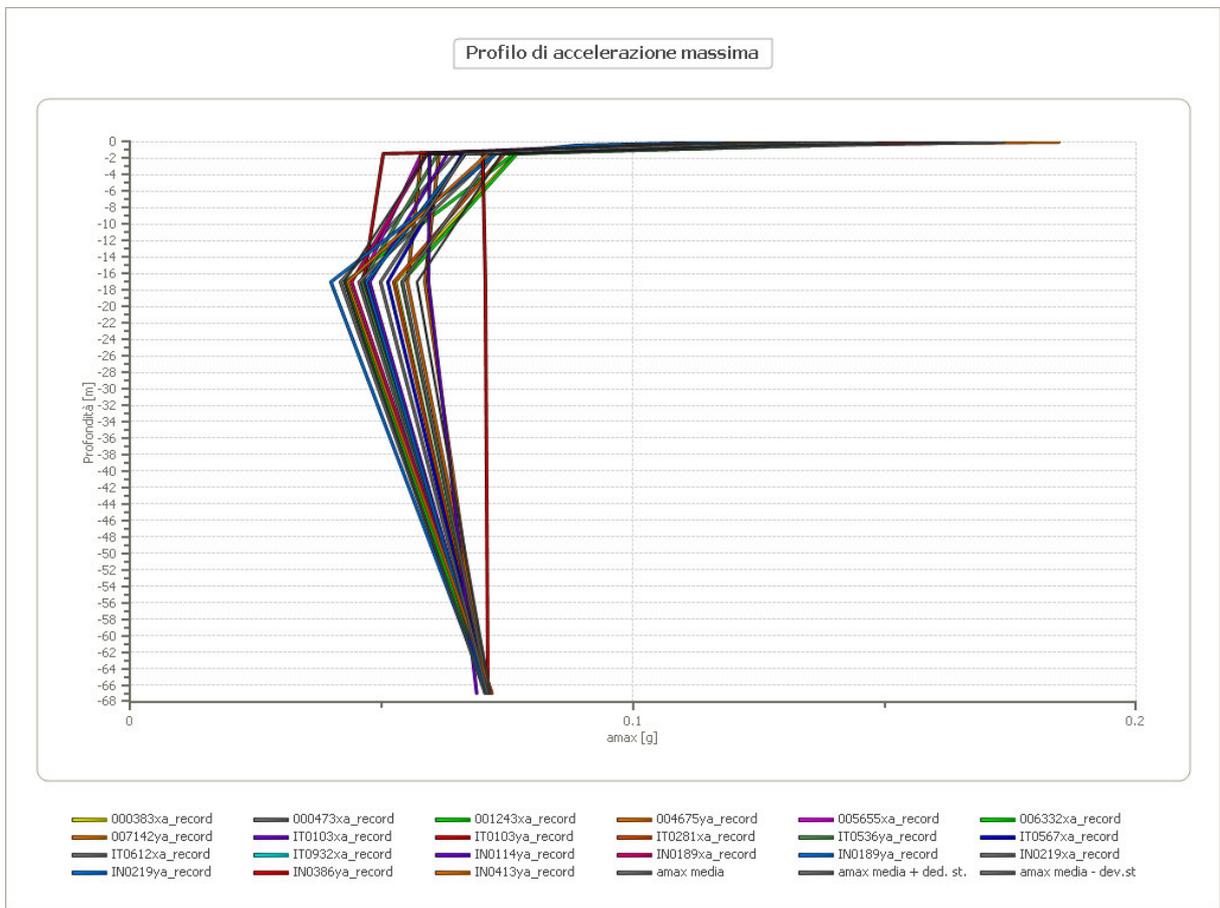
	Operatività SLO Cat. A	Danno SLD Cat. A	Salvaguardia vita SLV Cat. A	Prev. collasso SLC Cat. A	Operatività SLO Cat. E	Danno SLD Cat. E	Salvaguardia vita SLV Cat. E	Prev. collasso SLC Cat. E
Tr [anni]	30	50	475	975	30	50	475	975
ag [g]	0.053	0.066	0.174	0.228	0.053	0.066	0.174	0.228
Fo	2.464	2.467	2.442	2.422	2.464	2.467	2.442	2.422
Tc* [s]	0.259	0.273	0.297	0.301	0.259	0.273	0.297	0.301
Ss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.60	1.60	1.53	1.39
St	1.00	1.00	1.00	1.00	1.20	1.20	1.20	1.20
Cc	1.00	1.00	1.00	1.00	1.97	1.93	1.87	1.86
TB [s]	0.086	0.091	0.099	0.100	0.170	0.176	0.185	0.187
TC [s]	0.259	0.273	0.297	0.301	0.511	0.528	0.555	0.560
TD [s]	1.812	1.864	2.296	2.512	1.812	1.864	2.296	2.512
Se(0) [g]	0.053	0.066	0.174	0.228	0.102	0.127	0.320	0.381
Se(TB) [g]	0.131	0.163	0.425	0.552	0.251	0.313	0.781	0.923



Profilo a max

	0.0 [m]	0.4 [m]	1.4 [m]	17.0 [m]	67.0 [m]	177.0 [m]
000383xa_record [g]	0.150	0.099	0.077	0.053	0.071	
000473xa_record [g]	0.149	0.129	0.065	0.042	0.071	
001243xa_record [g]	0.154	0.137	0.076	0.043	0.071	
004675ya_record [g]	0.145	0.119	0.061	0.059	0.071	
005655xa_record [g]	0.162	0.097	0.058	0.046	0.071	
006332xa_record [g]	0.155	0.119	0.077	0.054	0.071	
007142ya_record [g]	0.185	0.113	0.058	0.055	0.072	
IT0103xa_record [g]	0.125	0.110	0.063	0.048	0.071	
IT0103ya_record [g]	0.157	0.131	0.050	0.046	0.071	
IT0281xa_record [g]	0.148	0.104	0.074	0.052	0.071	
IT0536ya_record [g]	0.161	0.107	0.061	0.046	0.071	
IT0567xa_record [g]	0.133	0.106	0.066	0.051	0.071	
IT0612xa_record [g]	0.174	0.137	0.072	0.045	0.071	
IT0932xa_record [g]	0.147	0.122	0.067	0.047	0.071	

IN0114ya_record [g]	0.143	0.117	0.059	0.059	0.069
IN0189xa_record [g]	0.140	0.104	0.059	0.044	0.072
IN0189ya_record [g]	0.147	0.122	0.067	0.047	0.071
IN0219xa_record [g]	0.129	0.099	0.072	0.054	0.071
IN0219ya_record [g]	0.118	0.089	0.073	0.040	0.071
IN0386ya_record [g]	0.158	0.102	0.070	0.071	0.071
IN0413ya_record [g]	0.132	0.101	0.071	0.043	0.072
media [g]	0.148	0.113	0.066	0.050	0.071
Dev. St. [g]	0.016	0.014	0.007	0.007	0.001



Stato Limite di Danno Componente Verticale Elaborazione

Numero di iterazioni 50
 Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima 0.5
 Tipo di modulo elastico Shake 91
 Massimo errore percentuale di convergenza 2.72 E-04

Fattori di amplificazione

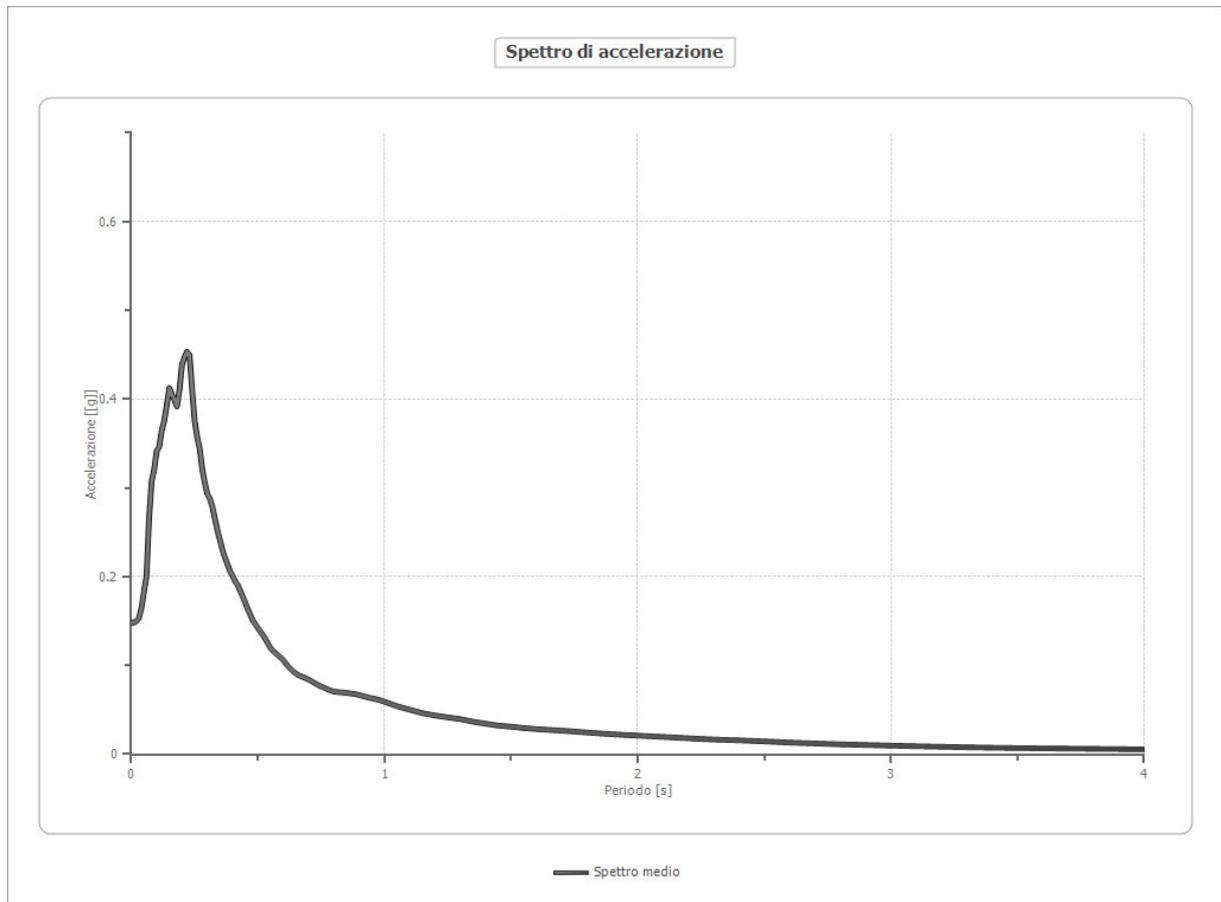
Tai	0.220 [s]
Tvi	0.920 [s]
Tao	0.220 [s]
Tvo	0.230 [s]
Sami	1.605 [m/s ²]
Svmi	0.087 [m/s]
Samo	3.668 [m/s ²]
Svmo	0.142 [m/s]
Fa	2.286 [-]
Fv	1.623 [-]
TB	0.081 [s]
TC	0.243 [s]
TD	1.864 [s]
SA(0)	0.162 [g]
SA(TB)	0.374 [g]

Fattori di amplificazione su intensità spettrale

Periodo minino [s]	Periodo massimo [s]	Int. Housner input [m]	Int. Housner output [m]	Int. Housner input/output [m]	FA
0.100	0.500	0.025	0.050	0.200	2.025
0.500	1.000	0.042	0.056	0.500	1.339
0.100	2.500	0.186	0.254	0.040	1.367

Spettro medio di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]								
0.00	0.1482	0.26	0.3578	0.52	0.1342	0.98	0.0611	2.25	0.0173
0.01	0.1482	0.27	0.3443	0.53	0.1296	1.00	0.0592	2.30	0.0166
0.02	0.1498	0.28	0.3215	0.54	0.1244	1.05	0.0541	2.35	0.0162
0.03	0.1535	0.29	0.3064	0.55	0.1196	1.10	0.0502	2.40	0.0157
0.04	0.1649	0.30	0.2933	0.56	0.1165	1.15	0.0463	2.50	0.0145
0.05	0.1834	0.31	0.2881	0.57	0.1138	1.20	0.0437	2.60	0.0132
0.06	0.2007	0.32	0.2790	0.58	0.1113	1.25	0.0416	2.70	0.0122
0.07	0.2652	0.33	0.2656	0.60	0.1061	1.30	0.0396	2.80	0.0113
0.08	0.3073	0.34	0.2523	0.62	0.0987	1.35	0.0367	2.90	0.0105
0.09	0.3205	0.35	0.2413	0.64	0.0932	1.40	0.0344	3.00	0.0098
0.10	0.3418	0.36	0.2298	0.66	0.0891	1.45	0.0323	3.10	0.0091
0.11	0.3463	0.37	0.2212	0.68	0.0868	1.50	0.0311	3.20	0.0085
0.12	0.3642	0.38	0.2137	0.70	0.0841	1.55	0.0296	3.30	0.0079
0.13	0.3759	0.39	0.2063	0.72	0.0809	1.60	0.0284	3.40	0.0074
0.14	0.3935	0.40	0.2010	0.74	0.0776	1.65	0.0275	3.50	0.0071
0.15	0.4127	0.41	0.1949	0.76	0.0751	1.70	0.0266	3.60	0.0067
0.16	0.4054	0.42	0.1908	0.78	0.0726	1.75	0.0256	3.70	0.0065
0.17	0.3995	0.43	0.1844	0.80	0.0706	1.80	0.0245	3.80	0.0062
0.18	0.3918	0.44	0.1776	0.82	0.0700	1.85	0.0235	3.90	0.0059
0.19	0.4095	0.45	0.1709	0.84	0.0695	1.90	0.0226	4.00	0.0056
0.20	0.4391	0.46	0.1635	0.86	0.0687	1.95	0.0218		
0.21	0.4473	0.47	0.1571	0.88	0.0680	2.00	0.0211		
0.22	0.4534	0.48	0.1507	0.90	0.0668	2.05	0.0203		
0.23	0.4496	0.49	0.1463	0.92	0.0652	2.10	0.0196		
0.24	0.4110	0.50	0.1422	0.94	0.0636	2.15	0.0188		
0.25	0.3761	0.51	0.1380	0.96	0.0625	2.20	0.0181		



Spettro normalizzato di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]								
0.00	0.1622	0.26	0.3491	0.52	0.1745	0.98	0.0926	2.25	0.0403
0.01	0.1884	0.27	0.3361	0.53	0.1712	1.00	0.0908	2.30	0.0395
0.02	0.2145	0.28	0.3241	0.54	0.1681	1.05	0.0864	2.35	0.0386
0.03	0.2407	0.29	0.3129	0.55	0.1650	1.10	0.0825	2.40	0.0378
0.04	0.2669	0.30	0.3025	0.56	0.1621	1.15	0.0789	2.50	0.0363
0.05	0.2930	0.31	0.2928	0.57	0.1592	1.20	0.0756	2.60	0.0349
0.06	0.3192	0.32	0.2836	0.58	0.1565	1.25	0.0726	2.70	0.0336
0.07	0.3453	0.33	0.2750	0.60	0.1513	1.30	0.0698	2.80	0.0324
0.08	0.3715	0.34	0.2669	0.62	0.1464	1.35	0.0672	2.90	0.0313
0.09	0.3739	0.35	0.2593	0.64	0.1418	1.40	0.0648	3.00	0.0303
0.10	0.3739	0.36	0.2521	0.66	0.1375	1.45	0.0626	3.10	0.0293
0.11	0.3739	0.37	0.2453	0.68	0.1335	1.50	0.0605	3.20	0.0284
0.12	0.3739	0.38	0.2388	0.70	0.1297	1.55	0.0586	3.30	0.0275
0.13	0.3739	0.39	0.2327	0.72	0.1260	1.60	0.0567	3.40	0.0267
0.14	0.3739	0.40	0.2269	0.74	0.1226	1.65	0.0550	3.50	0.0259
0.15	0.3739	0.41	0.2214	0.76	0.1194	1.70	0.0534	3.60	0.0252
0.16	0.3739	0.42	0.2161	0.78	0.1164	1.75	0.0519	3.70	0.0245
0.17	0.3739	0.43	0.2111	0.80	0.1134	1.80	0.0504	3.80	0.0239
0.18	0.3739	0.44	0.2063	0.82	0.1107	1.85	0.0491	3.90	0.0233
0.19	0.3739	0.45	0.2017	0.84	0.1080	1.90	0.0478	4.00	0.0227
0.20	0.3739	0.46	0.1973	0.86	0.1055	1.95	0.0465		
0.21	0.3739	0.47	0.1931	0.88	0.1031	2.00	0.0454		
0.22	0.3739	0.48	0.1891	0.90	0.1008	2.05	0.0443		
0.23	0.3739	0.49	0.1852	0.92	0.0986	2.10	0.0432		
0.24	0.3739	0.50	0.1815	0.94	0.0965	2.15	0.0422		
0.25	0.3630	0.51	0.1780	0.96	0.0945	2.20	0.0413		

Parametri spettro normalizzato

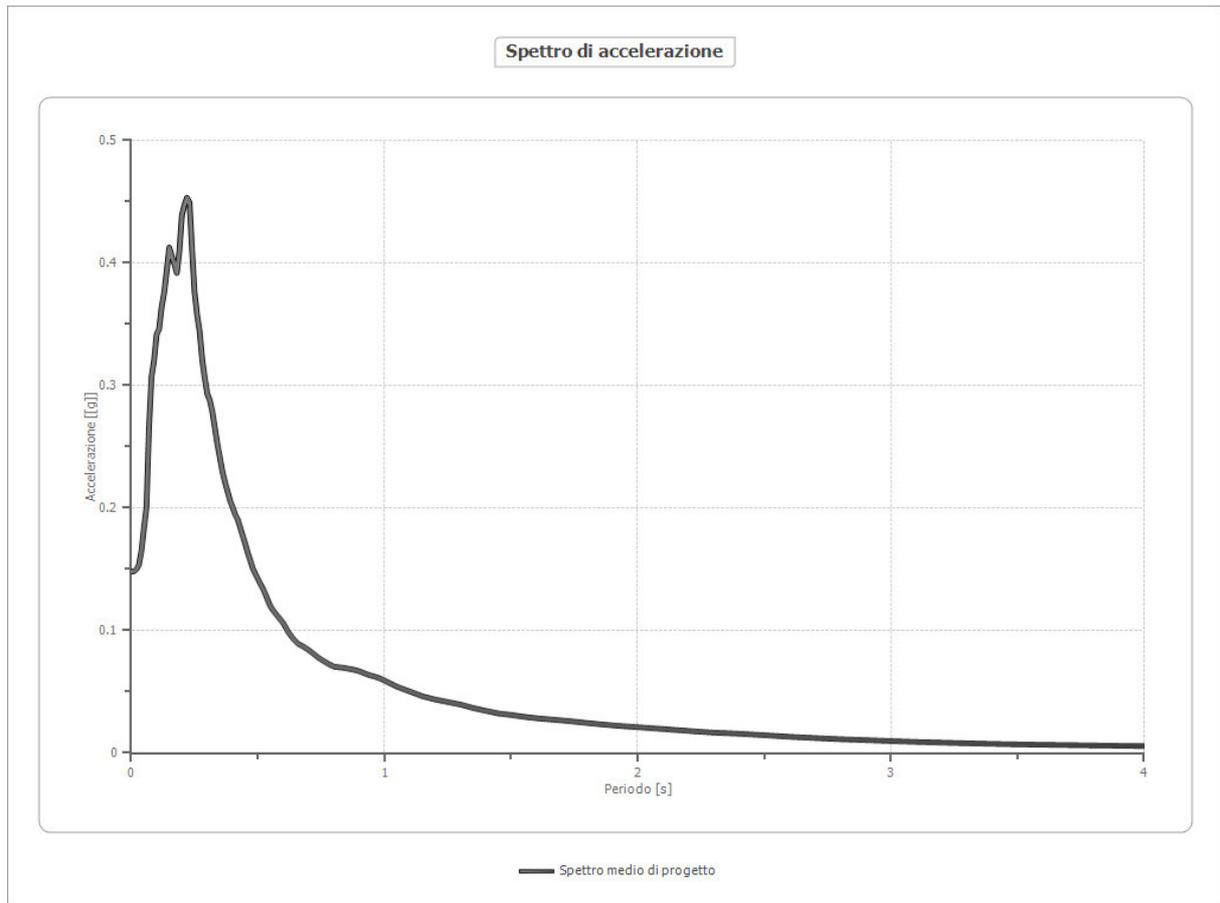
Ag [g]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.162	2.305	0.243	0.081	0.243	1.864	0.162	0.374

Spettro medio di progetto

Fattore di struttura: 1

Periodo [s]	Accelerazione [g]								
0.00	0.1482	0.26	0.3578	0.52	0.1342	0.98	0.0611	2.25	0.0173
0.01	0.1482	0.27	0.3443	0.53	0.1296	1.00	0.0592	2.30	0.0166
0.02	0.1498	0.28	0.3215	0.54	0.1244	1.05	0.0541	2.35	0.0162
0.03	0.1535	0.29	0.3064	0.55	0.1196	1.10	0.0502	2.40	0.0157
0.04	0.1649	0.30	0.2933	0.56	0.1165	1.15	0.0463	2.50	0.0145
0.05	0.1834	0.31	0.2881	0.57	0.1138	1.20	0.0437	2.60	0.0132
0.06	0.2007	0.32	0.2790	0.58	0.1113	1.25	0.0416	2.70	0.0122
0.07	0.2652	0.33	0.2656	0.60	0.1061	1.30	0.0396	2.80	0.0113
0.08	0.3073	0.34	0.2523	0.62	0.0987	1.35	0.0367	2.90	0.0105
0.09	0.3205	0.35	0.2413	0.64	0.0932	1.40	0.0344	3.00	0.0098
0.10	0.3418	0.36	0.2298	0.66	0.0891	1.45	0.0323	3.10	0.0091
0.11	0.3463	0.37	0.2212	0.68	0.0868	1.50	0.0311	3.20	0.0085
0.12	0.3642	0.38	0.2137	0.70	0.0841	1.55	0.0296	3.30	0.0079
0.13	0.3759	0.39	0.2063	0.72	0.0809	1.60	0.0284	3.40	0.0074
0.14	0.3935	0.40	0.2010	0.74	0.0776	1.65	0.0275	3.50	0.0071
0.15	0.4127	0.41	0.1949	0.76	0.0751	1.70	0.0266	3.60	0.0067
0.16	0.4054	0.42	0.1908	0.78	0.0726	1.75	0.0256	3.70	0.0065

Periodo [s]	Accelerazione [g]								
0.17	0.3995	0.43	0.1844	0.80	0.0706	1.80	0.0245	3.80	0.0062
0.18	0.3918	0.44	0.1776	0.82	0.0700	1.85	0.0235	3.90	0.0059
0.19	0.4095	0.45	0.1709	0.84	0.0695	1.90	0.0226	4.00	0.0056
0.20	0.4391	0.46	0.1635	0.86	0.0687	1.95	0.0218		
0.21	0.4473	0.47	0.1571	0.88	0.0680	2.00	0.0211		
0.22	0.4534	0.48	0.1507	0.90	0.0668	2.05	0.0203		
0.23	0.4496	0.49	0.1463	0.92	0.0652	2.10	0.0196		
0.24	0.4110	0.50	0.1422	0.94	0.0636	2.15	0.0188		
0.25	0.3761	0.51	0.1380	0.96	0.0625	2.20	0.0181		

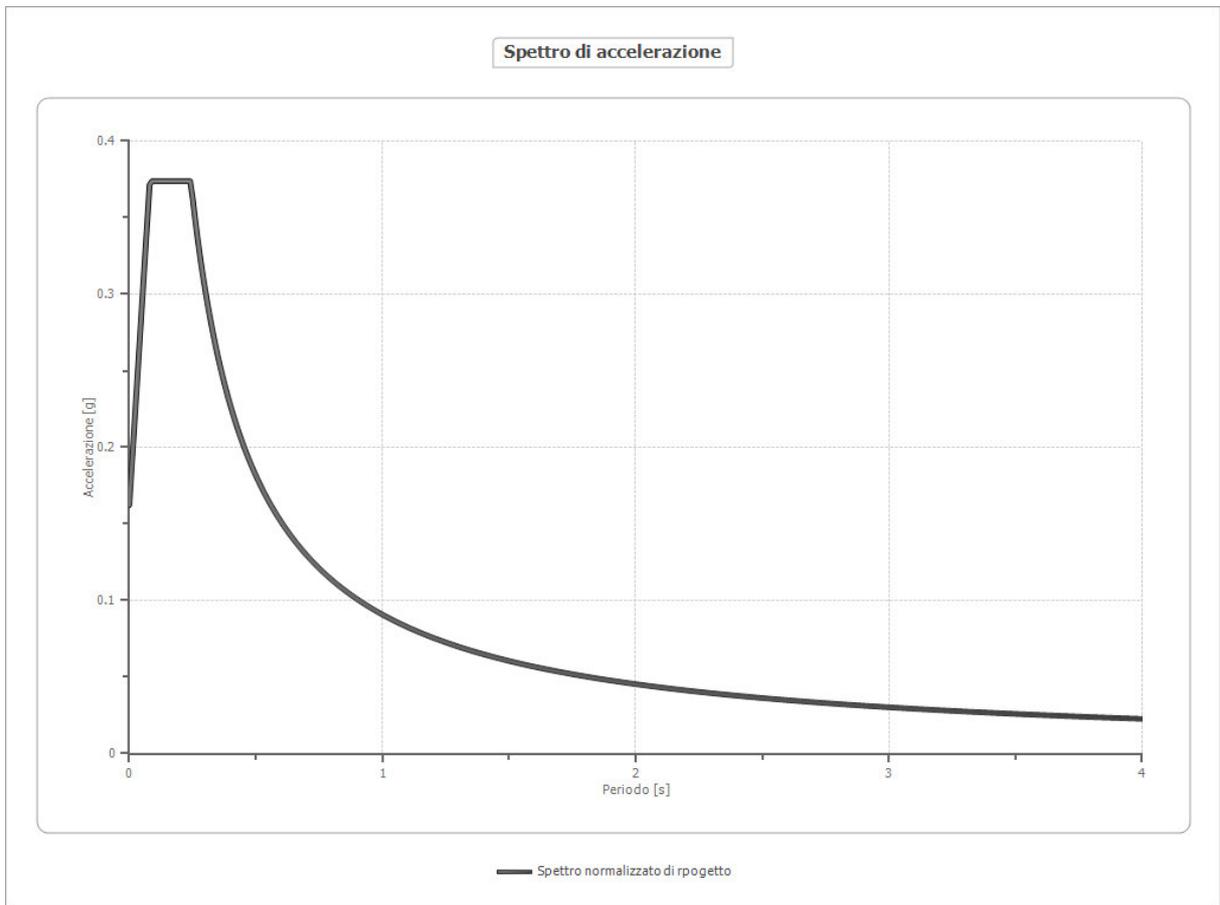


Spettro normalizzato di progetto

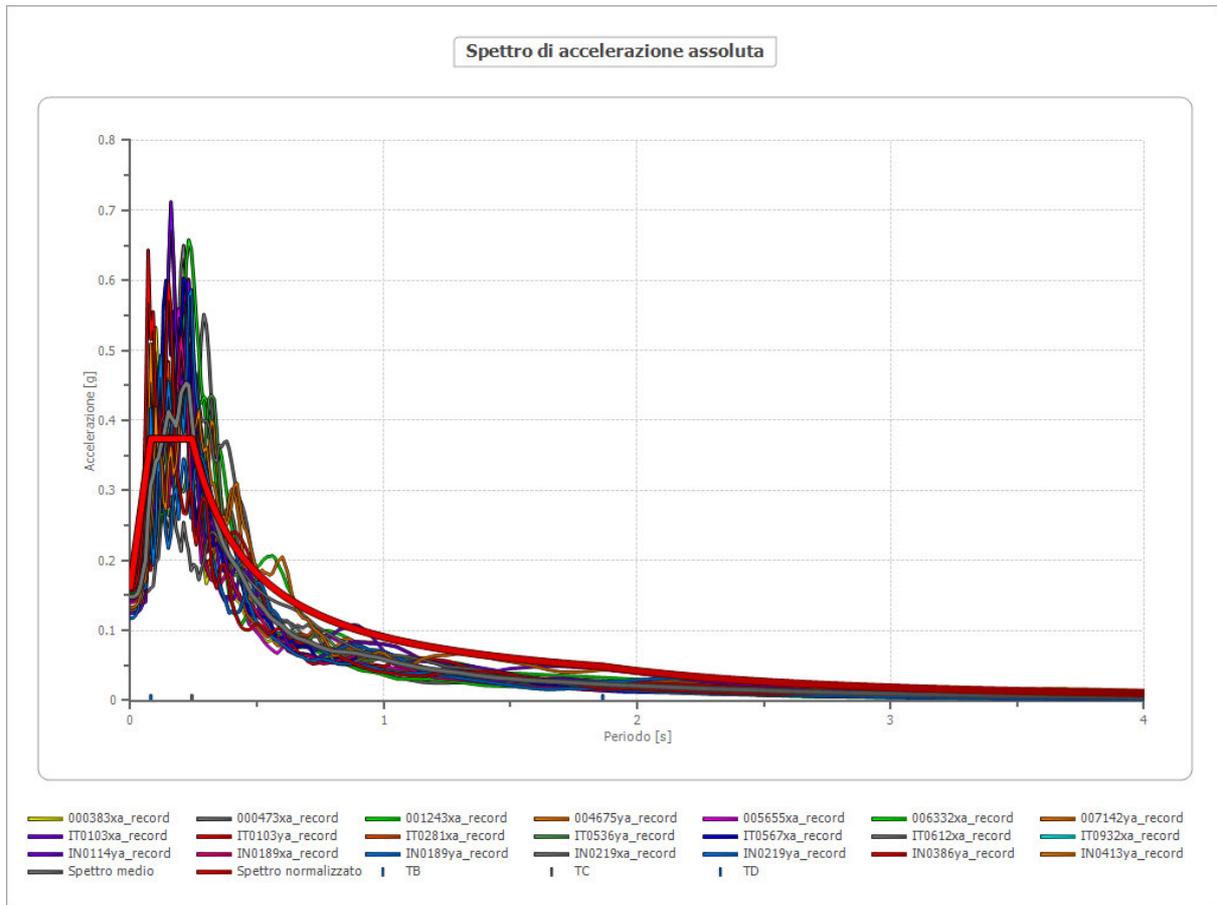
Fattore di struttura: 1

Periodo [s]	Accelerazione [g]								
0.00	0.1622	0.26	0.3491	0.52	0.1745	0.98	0.0926	2.25	0.0403
0.01	0.1884	0.27	0.3361	0.53	0.1712	1.00	0.0908	2.30	0.0395
0.02	0.2145	0.28	0.3241	0.54	0.1681	1.05	0.0864	2.35	0.0386
0.03	0.2407	0.29	0.3129	0.55	0.1650	1.10	0.0825	2.40	0.0378
0.04	0.2669	0.30	0.3025	0.56	0.1621	1.15	0.0789	2.50	0.0363
0.05	0.2930	0.31	0.2928	0.57	0.1592	1.20	0.0756	2.60	0.0349
0.06	0.3192	0.32	0.2836	0.58	0.1565	1.25	0.0726	2.70	0.0336
0.07	0.3453	0.33	0.2750	0.60	0.1513	1.30	0.0698	2.80	0.0324
0.08	0.3715	0.34	0.2669	0.62	0.1464	1.35	0.0672	2.90	0.0313
0.09	0.3739	0.35	0.2593	0.64	0.1418	1.40	0.0648	3.00	0.0303
0.10	0.3739	0.36	0.2521	0.66	0.1375	1.45	0.0626	3.10	0.0293
0.11	0.3739	0.37	0.2453	0.68	0.1335	1.50	0.0605	3.20	0.0284
0.12	0.3739	0.38	0.2388	0.70	0.1297	1.55	0.0586	3.30	0.0275

Periodo [s]	Accelerazione [g]								
0.13	0.3739	0.39	0.2327	0.72	0.1260	1.60	0.0567	3.40	0.0267
0.14	0.3739	0.40	0.2269	0.74	0.1226	1.65	0.0550	3.50	0.0259
0.15	0.3739	0.41	0.2214	0.76	0.1194	1.70	0.0534	3.60	0.0252
0.16	0.3739	0.42	0.2161	0.78	0.1164	1.75	0.0519	3.70	0.0245
0.17	0.3739	0.43	0.2111	0.80	0.1134	1.80	0.0504	3.80	0.0239
0.18	0.3739	0.44	0.2063	0.82	0.1107	1.85	0.0491	3.90	0.0233
0.19	0.3739	0.45	0.2017	0.84	0.1080	1.90	0.0478	4.00	0.0227
0.20	0.3739	0.46	0.1973	0.86	0.1055	1.95	0.0465		
0.21	0.3739	0.47	0.1931	0.88	0.1031	2.00	0.0454		
0.22	0.3739	0.48	0.1891	0.90	0.1008	2.05	0.0443		
0.23	0.3739	0.49	0.1852	0.92	0.0986	2.10	0.0432		
0.24	0.3739	0.50	0.1815	0.94	0.0965	2.15	0.0422		
0.25	0.3630	0.51	0.1780	0.96	0.0945	2.20	0.0413		



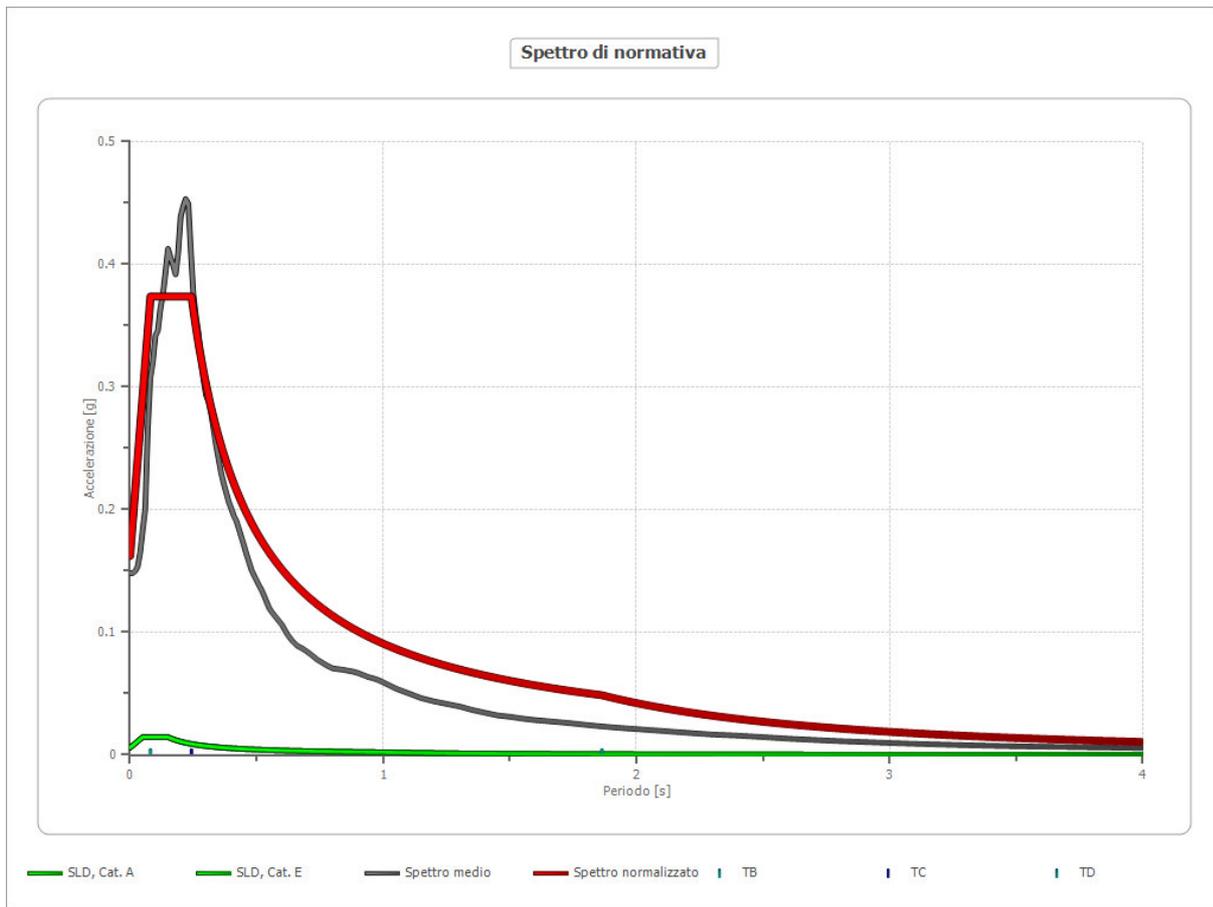
Confronto tra gli spettri



Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di progetto

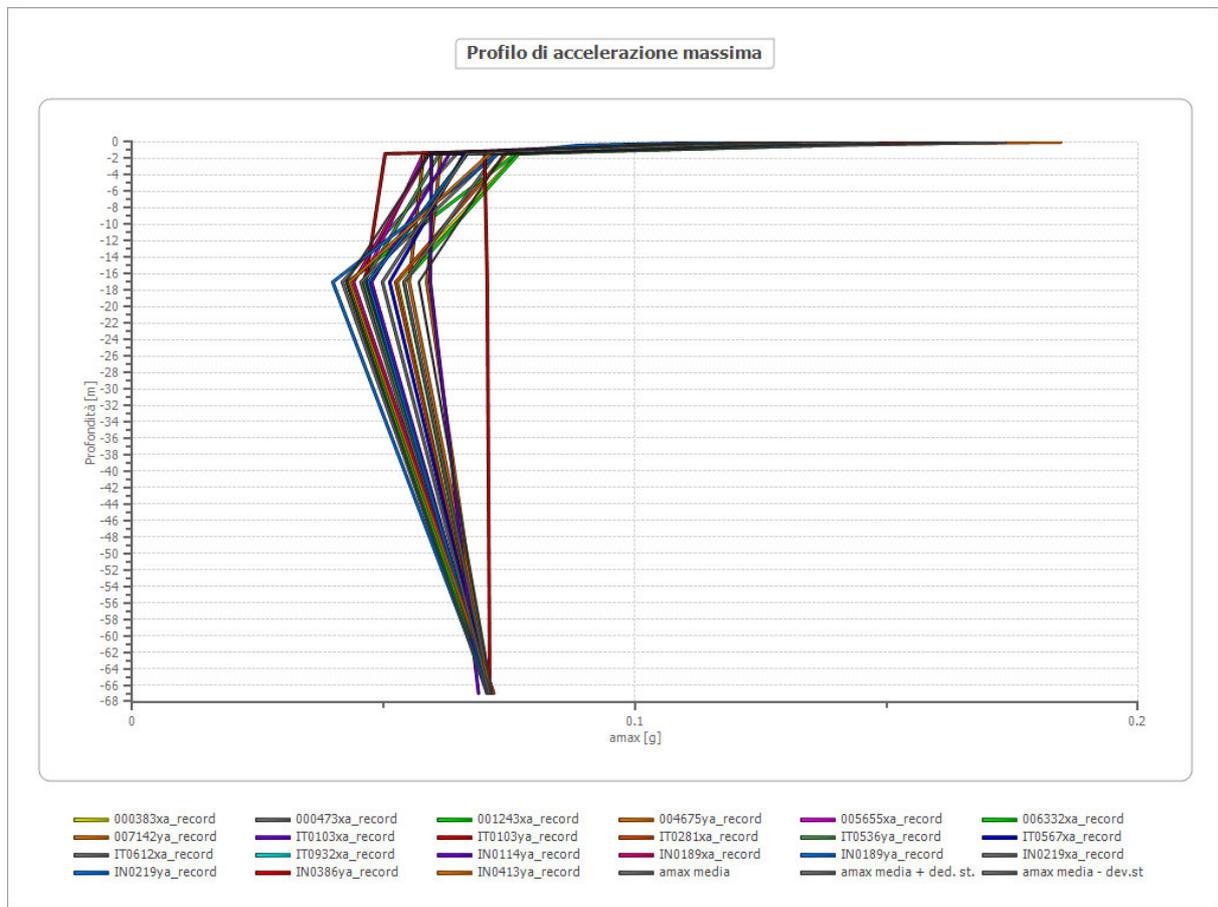
	Operatività SLO Cat. A	Danno SLD Cat. A	Salvaguardia vita SLV Cat. A	Prev. collasso SLC Cat. A	Operatività SLO Cat. E	Danno SLD Cat. E	Salvaguardia vita SLV Cat. E	Prev. collasso SLC Cat. E
Tr [anni]	30	50	475	975	30	50	475	975
ag [g]	0.053	0.066	0.174	0.228	0.053	0.066	0.174	0.228
Fo	2.464	2.467	2.442	2.422	2.464	2.467	2.442	2.422
Tc* [s]	0.259	0.273	0.297	0.301	0.259	0.273	0.297	0.301
Ss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
St	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TB [s]	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
TC [s]	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150
TD [s]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Se(0) [g]	0.004	0.006	0.041	0.070	0.004	0.006	0.041	0.070
Se(TB) [g]	0.009	0.015	0.100	0.170	0.009	0.015	0.100	0.170
Fv	0.7454916				0.1762992	0.2198097	0.5736257	0.7454916



Profilo a max

	0.0 [m]	0.4 [m]	1.4 [m]	17.0 [m]	67.0 [m]	177.0 [m]
000383xa_record [g]	0.150	0.099	0.077	0.053	0.071	
000473xa_record [g]	0.149	0.129	0.065	0.042	0.071	
001243xa_record [g]	0.154	0.137	0.076	0.043	0.071	
004675ya_record [g]	0.145	0.119	0.061	0.059	0.071	
005655xa_record [g]	0.162	0.097	0.058	0.046	0.071	
006332xa_record [g]	0.155	0.119	0.077	0.054	0.071	
007142ya_record [g]	0.185	0.113	0.058	0.055	0.072	
IT0103xa_record [g]	0.125	0.110	0.063	0.048	0.071	
IT0103ya_record [g]	0.157	0.131	0.050	0.046	0.071	
IT0281xa_record [g]	0.148	0.104	0.074	0.052	0.071	
IT0536ya_record [g]	0.161	0.107	0.061	0.046	0.071	
IT0567xa_record [g]	0.133	0.106	0.066	0.051	0.071	
IT0612xa_record [g]	0.174	0.137	0.072	0.045	0.071	
IT0932xa_record [g]	0.147	0.122	0.067	0.047	0.071	

IN0114ya_record [g]	0.143	0.117	0.059	0.059	0.069	
IN0189xa_record [g]	0.140	0.104	0.059	0.044	0.072	
IN0189ya_record [g]	0.147	0.122	0.067	0.047	0.071	
IN0219xa_record [g]	0.129	0.099	0.072	0.054	0.071	
IN0219ya_record [g]	0.118	0.089	0.073	0.040	0.071	
IN0386ya_record [g]	0.158	0.102	0.070	0.071	0.071	
IN0413ya_record [g]	0.132	0.101	0.071	0.043	0.072	
media [g]	0.148	0.113	0.066	0.050	0.071	
Dev. St. [g]	0.016	0.014	0.007	0.007	0.001	

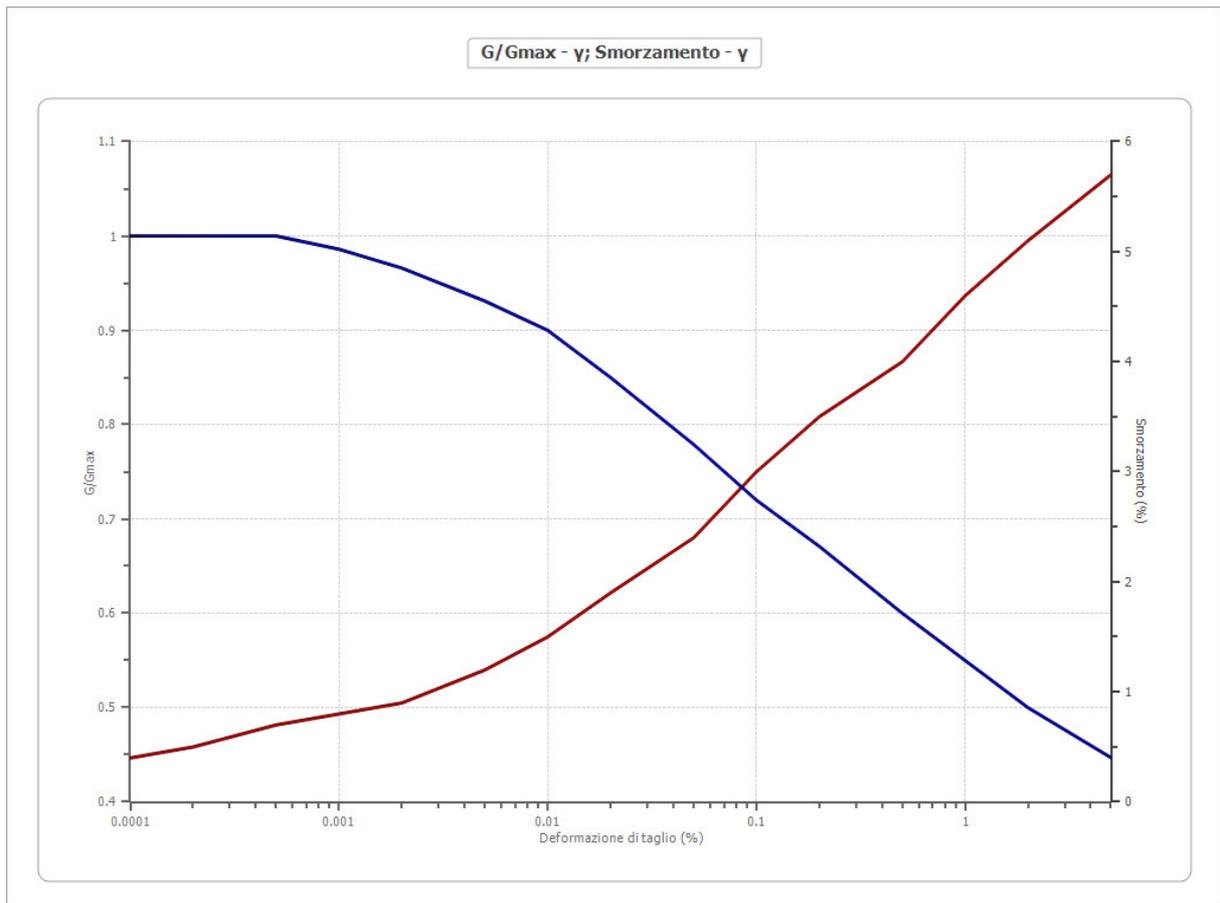


Dati generali

Terreni

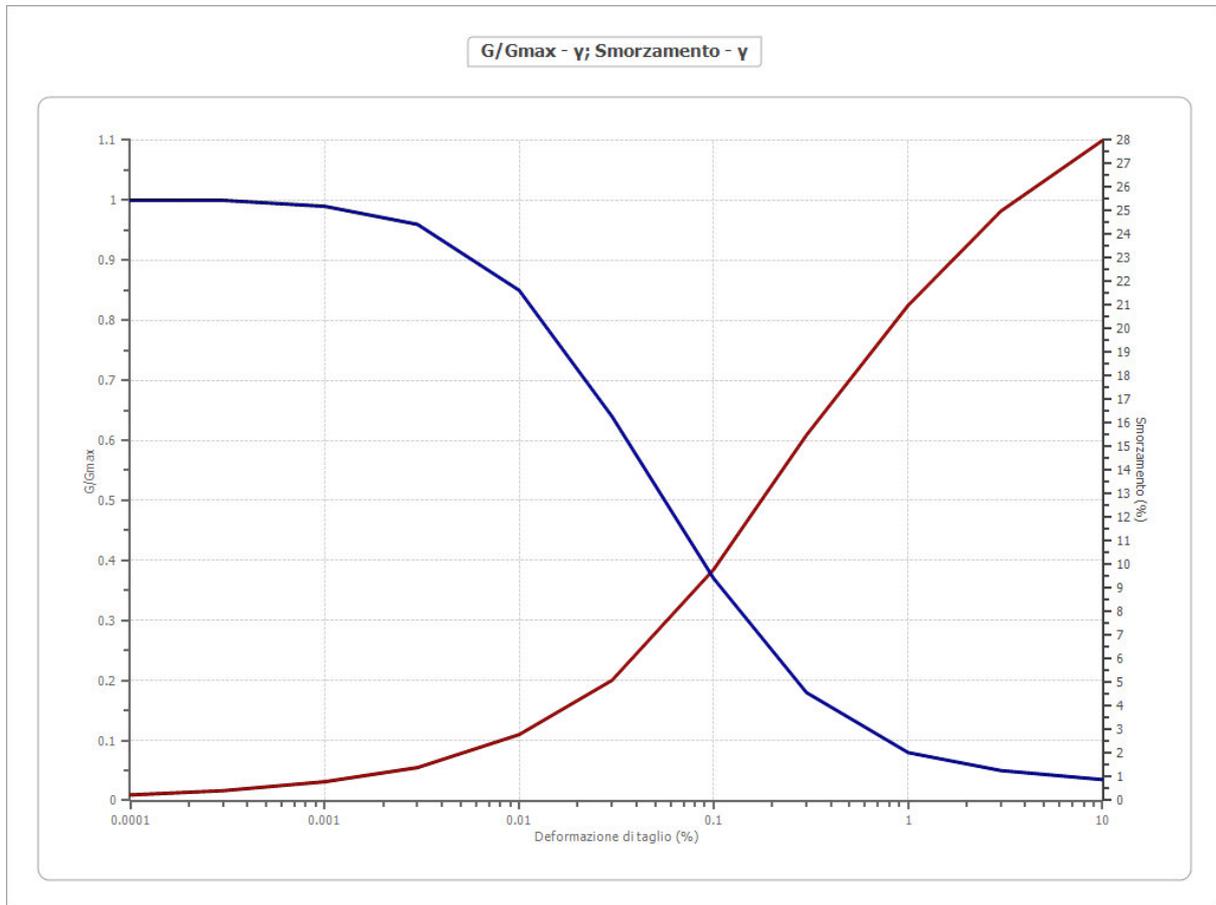
Idriss (1990) Rock

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.400
0.0002	1.000	0.0002	0.500
0.0005	1.000	0.0005	0.700
0.001	0.986	0.001	0.800
0.002	0.966	0.002	0.900
0.005	0.931	0.005	1.200
0.010	0.900	0.010	1.500
0.020	0.850	0.020	1.900
0.050	0.779	0.050	2.400
0.100	0.720	0.100	3.000
0.200	0.671	0.200	3.500
0.500	0.600	0.500	4.000
1.000	0.550	1.000	4.600
2.000	0.500	2.000	5.100
5.000	0.447	5.000	5.700



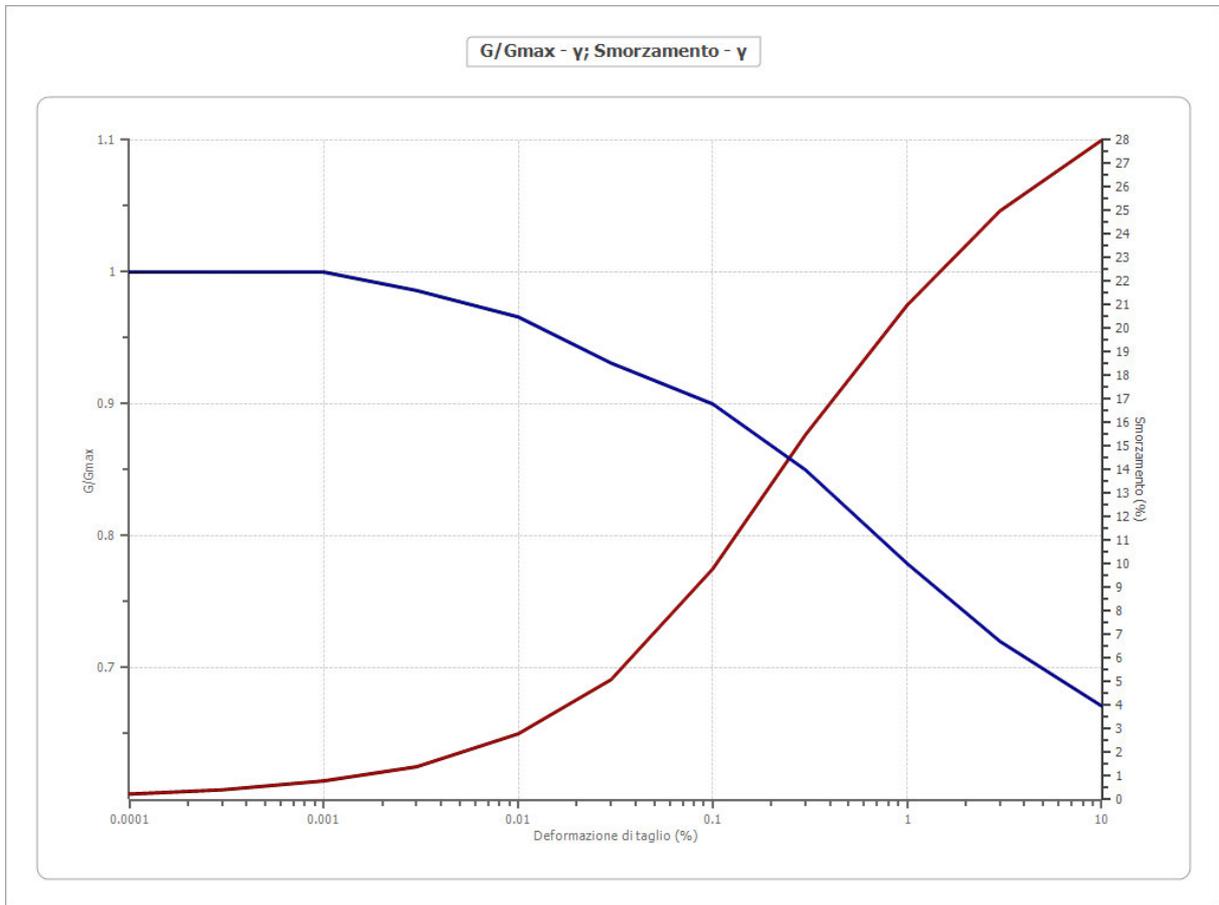
Idriss (1990) Sand (Seed and Idriss 1970)

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.240
0.0003	1.000	0.0003	0.420
0.001	0.990	0.001	0.800
0.003	0.960	0.003	1.400
0.010	0.850	0.010	2.800
0.030	0.640	0.030	5.100
0.100	0.370	0.100	9.800
0.300	0.180	0.300	15.500
1.000	0.080	1.000	21.000
3.000	0.050	3.000	25.000
10.000	0.035	10.000	28.000



Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)

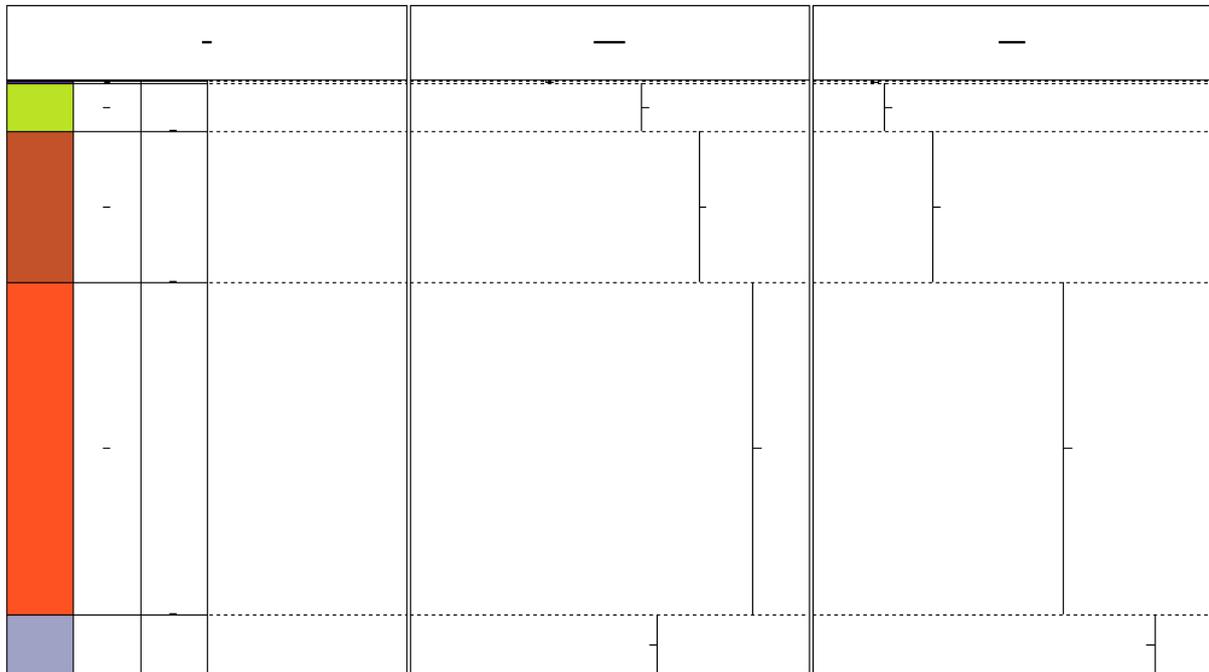
Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.240
0.0003	1.000	0.0003	0.420
0.001	1.000	0.001	0.800
0.003	0.986	0.003	1.400
0.010	0.966	0.010	2.800
0.030	0.931	0.030	5.100
0.100	0.900	0.100	9.800
0.300	0.850	0.300	15.500
1.000	0.779	1.000	21.000
3.000	0.720	3.000	25.000
10.000	0.671	10.000	28.000



Stratigrafia

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Terreno	Gmax [MPa]	Smorzamento critico [%]	Peso unità vol. [kN/m³]	Vs [m/s]	Tensione verticale [kPa]
1	--	0.4	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	73.39	--	18.0	200.0	1.6
2	0.4	1.0	Idriss (1990) Sand (Seed and Idriss 1970)	392.20	--	19.0	450.0	12.8
3	1.4	15.6	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	1146.79	--	20.0	750.0	101.8
4	17.0	50.0	Idriss (1990) Sand (Seed and Idriss 1970)	1851.47	--	21.0	930.0	461.0
5	67.0	110.0	Idriss (1990) Rock	2713.56	--	22.0	1100.0	1411.2
6	oo	--	Smorzamento costante	1435.27	--	22.0	800.0	2081.6

Strato con falda: 2
 Strato rilevamento accelerogramma: 6 Affiorante



Stato limite di Vita Componente Orizzontale Elaborazione

Numero di iterazioni 50
 Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima 0.5
 Tipo di modulo elastico Shake 91
 Massimo errore percentuale di convergenza 2.33 E-05

Fattori di amplificazione

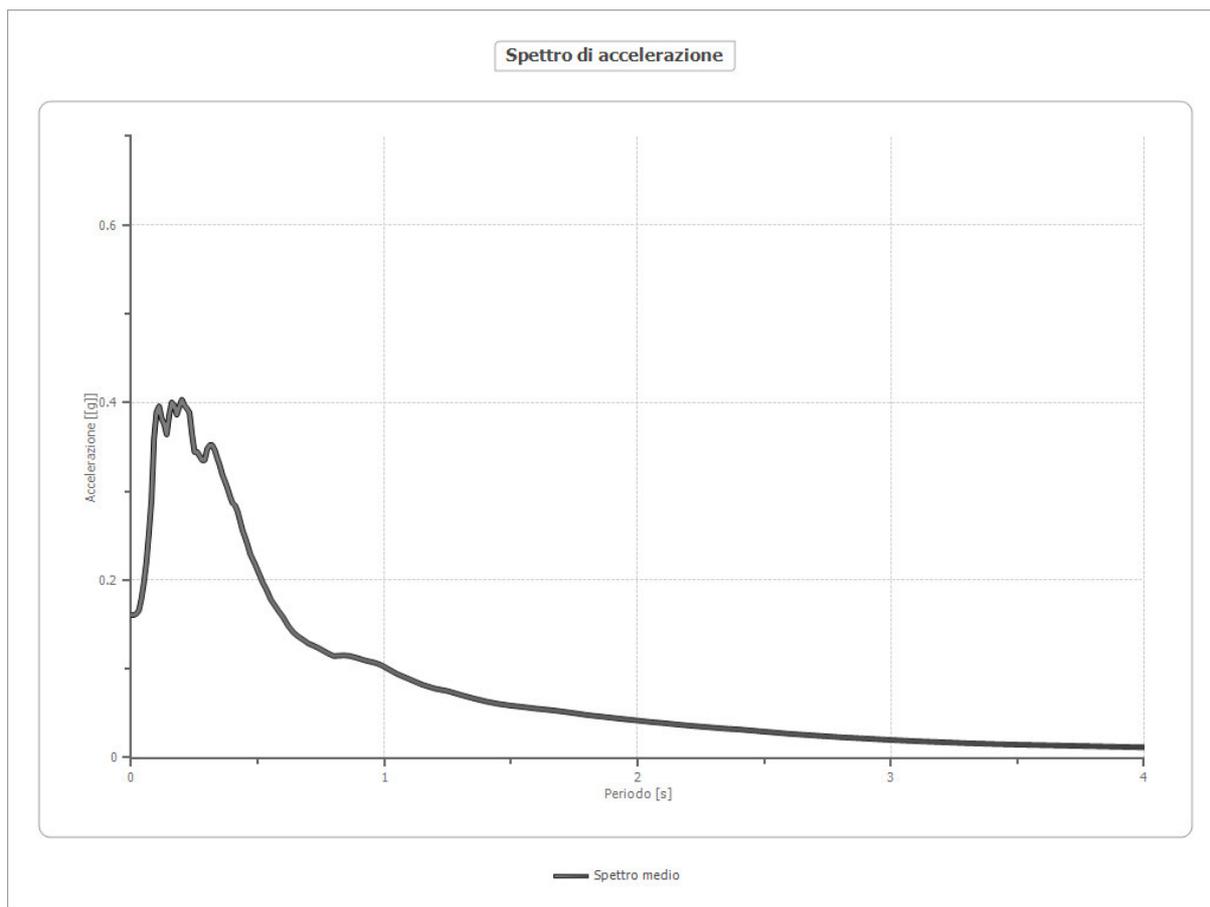
Tai	0.220 [s]
Tvi	0.920 [s]
Tao	0.200 [s]
Tvo	0.410 [s]
Sami	3.639 [m/s ²]
Svmi	0.198 [m/s]
Samo	3.678 [m/s ²]
Svmo	0.182 [m/s]
Fa	1.011 [-]
Fv	0.921 [-]
TB	0.104 [s]
TC	0.311 [s]
TD	2.296 [s]
SA(0)	0.163 [g]
SA(TB)	0.375 [g]

Fattori di amplificazione su intensità spettrale

Periodo minino [s]	Periodo massimo [s]	Int. Housner input [m]	Int. Housner output [m]	Int. Housner input/output [m]	FA
0.100	0.500	0.056	0.058	0.200	1.019
0.500	1.000	0.095	0.082	0.500	0.863
0.100	2.500	0.421	0.382	0.040	0.906

Spettro medio di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]								
0.00	0.1608	0.26	0.3447	0.52	0.1969	0.98	0.1053	2.25	0.0351
0.01	0.1608	0.27	0.3400	0.53	0.1917	1.00	0.1023	2.30	0.0339
0.02	0.1621	0.28	0.3352	0.54	0.1856	1.05	0.0945	2.35	0.0328
0.03	0.1658	0.29	0.3352	0.55	0.1790	1.10	0.0883	2.40	0.0319
0.04	0.1789	0.30	0.3478	0.56	0.1745	1.15	0.0823	2.50	0.0294
0.05	0.1974	0.31	0.3521	0.57	0.1703	1.20	0.0779	2.60	0.0270
0.06	0.2209	0.32	0.3521	0.58	0.1660	1.25	0.0751	2.70	0.0250
0.07	0.2537	0.33	0.3464	0.60	0.1582	1.30	0.0709	2.80	0.0232
0.08	0.2903	0.34	0.3374	0.62	0.1486	1.35	0.0670	2.90	0.0216
0.09	0.3597	0.35	0.3291	0.64	0.1412	1.40	0.0635	3.00	0.0201
0.10	0.3894	0.36	0.3186	0.66	0.1365	1.45	0.0607	3.10	0.0187
0.11	0.3959	0.37	0.3115	0.68	0.1327	1.50	0.0587	3.20	0.0175
0.12	0.3822	0.38	0.3037	0.70	0.1287	1.55	0.0571	3.30	0.0164
0.13	0.3763	0.39	0.2945	0.72	0.1263	1.60	0.0553	3.40	0.0155
0.14	0.3642	0.40	0.2870	0.74	0.1235	1.65	0.0539	3.50	0.0148
0.15	0.3860	0.41	0.2843	0.76	0.1203	1.70	0.0522	3.60	0.0141
0.16	0.4003	0.42	0.2776	0.78	0.1172	1.75	0.0502	3.70	0.0136
0.17	0.3967	0.43	0.2668	0.80	0.1146	1.80	0.0481	3.80	0.0130
0.18	0.3864	0.44	0.2557	0.82	0.1150	1.85	0.0466	3.90	0.0124
0.19	0.3957	0.45	0.2480	0.84	0.1153	1.90	0.0450	4.00	0.0118
0.20	0.4034	0.46	0.2393	0.86	0.1148	1.95	0.0434		
0.21	0.3970	0.47	0.2295	0.88	0.1134	2.00	0.0419		
0.22	0.3934	0.48	0.2233	0.90	0.1118	2.05	0.0403		
0.23	0.3888	0.49	0.2174	0.92	0.1099	2.10	0.0391		
0.24	0.3642	0.50	0.2105	0.94	0.1085	2.15	0.0376		
0.25	0.3443	0.51	0.2039	0.96	0.1072	2.20	0.0363		



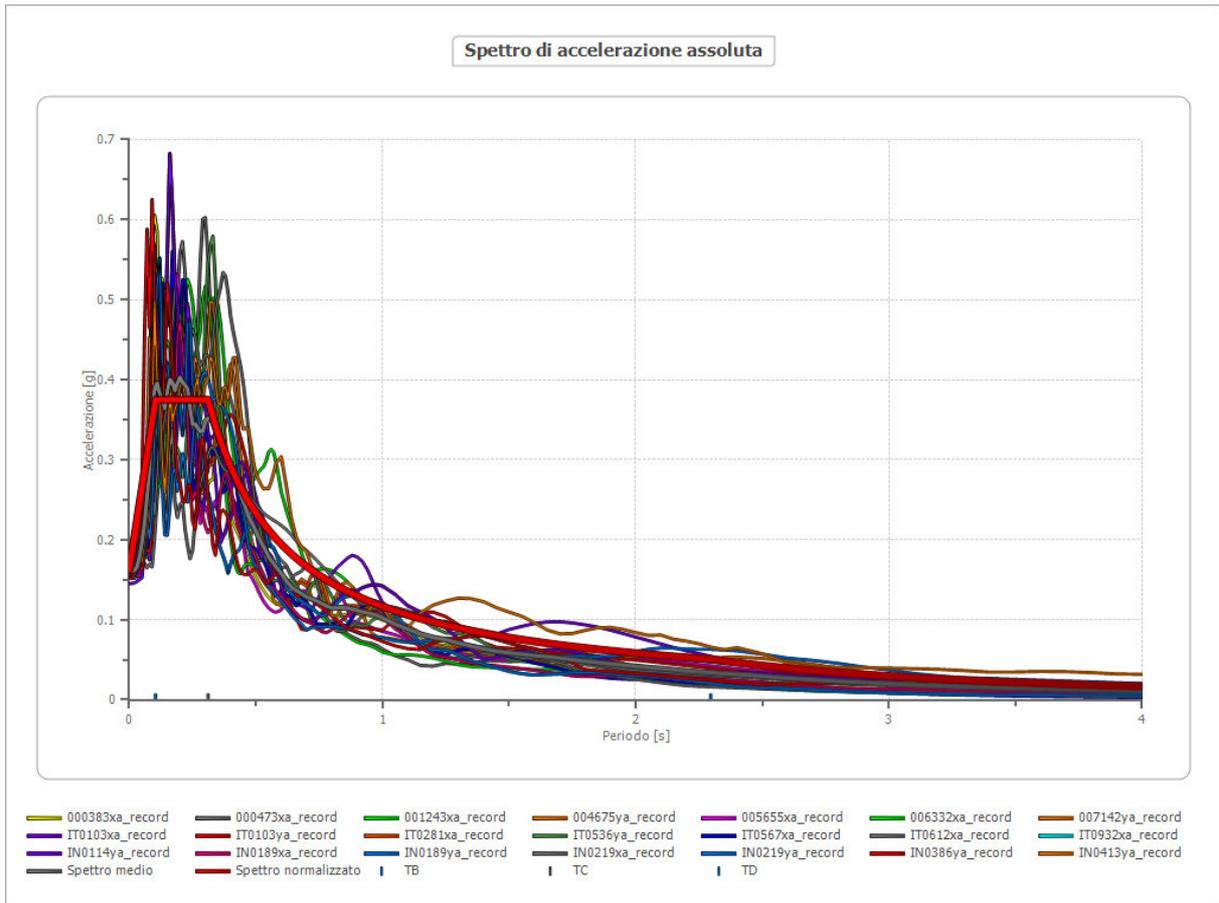
Spettro normalizzato di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]								
0.00	0.1627	0.26	0.3749	0.52	0.2245	0.98	0.1191	2.25	0.0519
0.01	0.1831	0.27	0.3749	0.53	0.2202	1.00	0.1167	2.30	0.0508
0.02	0.2036	0.28	0.3749	0.54	0.2162	1.05	0.1112	2.35	0.0497
0.03	0.2240	0.29	0.3749	0.55	0.2122	1.10	0.1061	2.40	0.0486
0.04	0.2445	0.30	0.3749	0.56	0.2084	1.15	0.1015	2.50	0.0467
0.05	0.2650	0.31	0.3749	0.57	0.2048	1.20	0.0973	2.60	0.0449
0.06	0.2854	0.32	0.3648	0.58	0.2013	1.25	0.0934	2.70	0.0432
0.07	0.3059	0.33	0.3537	0.60	0.1945	1.30	0.0898	2.80	0.0417
0.08	0.3263	0.34	0.3433	0.62	0.1883	1.35	0.0865	2.90	0.0403
0.09	0.3468	0.35	0.3335	0.64	0.1824	1.40	0.0834	3.00	0.0389
0.10	0.3672	0.36	0.3242	0.66	0.1769	1.45	0.0805	3.10	0.0377
0.11	0.3749	0.37	0.3155	0.68	0.1717	1.50	0.0778	3.20	0.0365
0.12	0.3749	0.38	0.3072	0.70	0.1668	1.55	0.0753	3.30	0.0354
0.13	0.3749	0.39	0.2993	0.72	0.1621	1.60	0.0730	3.40	0.0343
0.14	0.3749	0.40	0.2918	0.74	0.1577	1.65	0.0707	3.50	0.0334
0.15	0.3749	0.41	0.2847	0.76	0.1536	1.70	0.0687	3.60	0.0324
0.16	0.3749	0.42	0.2779	0.78	0.1497	1.75	0.0667	3.70	0.0315
0.17	0.3749	0.43	0.2715	0.80	0.1459	1.80	0.0648	3.80	0.0307
0.18	0.3749	0.44	0.2653	0.82	0.1424	1.85	0.0631	3.90	0.0299
0.19	0.3749	0.45	0.2594	0.84	0.1390	1.90	0.0614	4.00	0.0292
0.20	0.3749	0.46	0.2538	0.86	0.1357	1.95	0.0599		
0.21	0.3749	0.47	0.2484	0.88	0.1326	2.00	0.0584		
0.22	0.3749	0.48	0.2432	0.90	0.1297	2.05	0.0569		
0.23	0.3749	0.49	0.2382	0.92	0.1269	2.10	0.0556		
0.24	0.3749	0.50	0.2335	0.94	0.1242	2.15	0.0543		
0.25	0.3749	0.51	0.2289	0.96	0.1216	2.20	0.0531		

Parametri spettro normalizzato

Ag [g]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.163	2.305	0.311	0.104	0.311	2.296	0.163	0.375

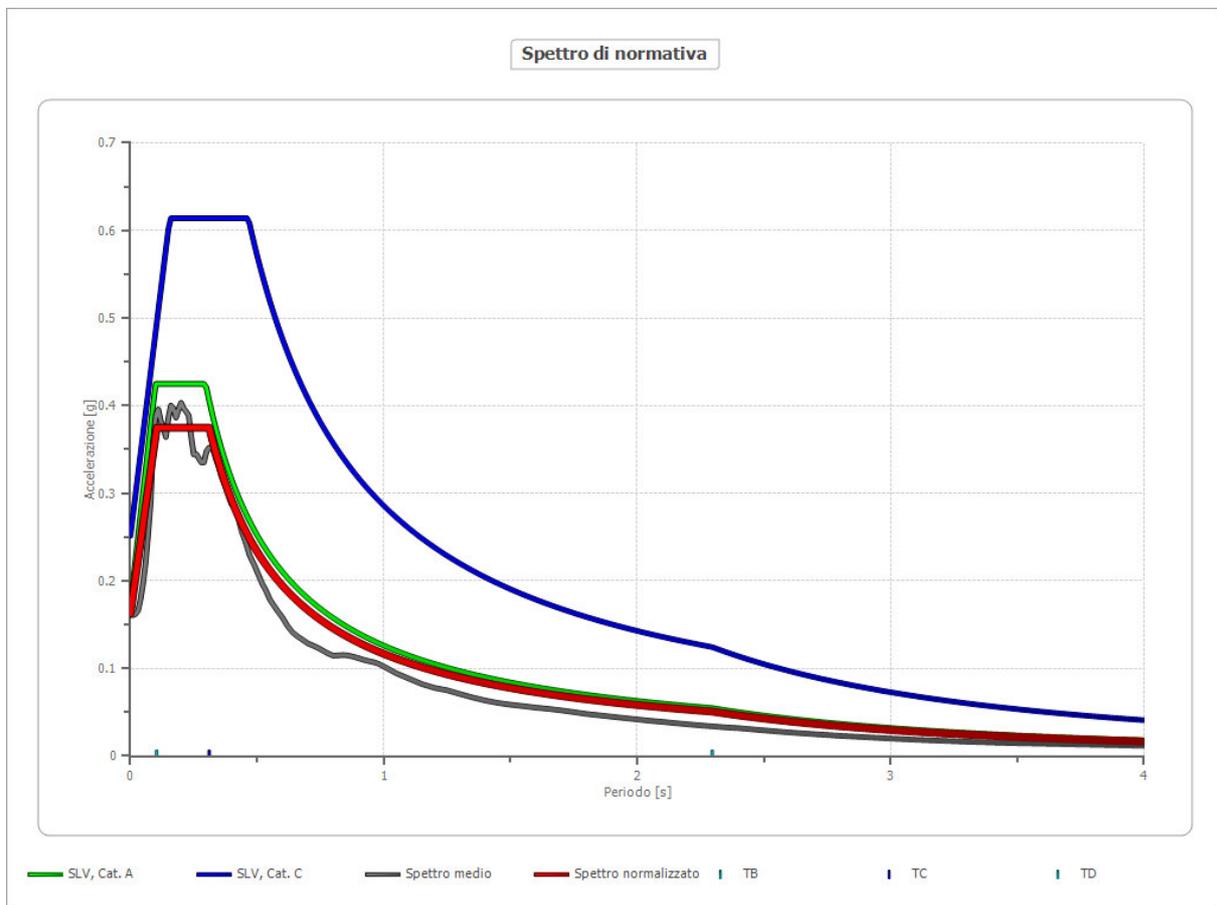
Confronto tra gli spettri



Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operatività SLO Cat. A	Danno SLD Cat. A	Salvaguardia vita SLV Cat. A	Prev. collasso SLC Cat. A	Operatività SLO Cat. C	Danno SLD Cat. C	Salvaguardia vita SLV Cat. C	Prev. collasso SLC Cat. C
Tr [anni]	30	50	475	975	30	50	475	975
ag [g]	0.053	0.066	0.174	0.228	0.053	0.066	0.174	0.228
Fo	2.464	2.467	2.442	2.422	2.464	2.467	2.442	2.422
Tc* [s]	0.259	0.273	0.297	0.301	0.259	0.273	0.297	0.301
Ss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50	1.50	1.45	1.37
St	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.00	1.00	1.00	1.00	1.64	1.61	1.57	1.56
TB [s]	0.086	0.091	0.099	0.100	0.142	0.147	0.155	0.157
TC [s]	0.259	0.273	0.297	0.301	0.425	0.440	0.466	0.470
TD [s]	1.812	1.864	2.296	2.512	1.812	1.864	2.296	2.512
Se(0) [g]	0.053	0.066	0.174	0.228	0.080	0.099	0.251	0.312
Se(TB) [g]	0.131	0.163	0.425	0.552	0.196	0.244	0.614	0.756



Stato Limite di Vita Componente verticale Elaborazione

Numero di iterazioni 50
 Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima 0.5
 Tipo di modulo elastico Shake 91
 Massimo errore percentuale di convergenza 2.33 E-05

Fattori di amplificazione

Tai	0.220 [s]
Tvi	0.920 [s]
Tao	0.200 [s]
Tvo	0.410 [s]
Sami	3.639 [m/s ²]
Svmi	0.198 [m/s]
Samo	3.678 [m/s ²]
Svmo	0.182 [m/s]
Fa	1.011 [-]
Fv	0.921 [-]
TB	0.104 [s]
TC	0.311 [s]
TD	2.296 [s]
SA(0)	0.163 [g]
SA(TB)	0.375 [g]

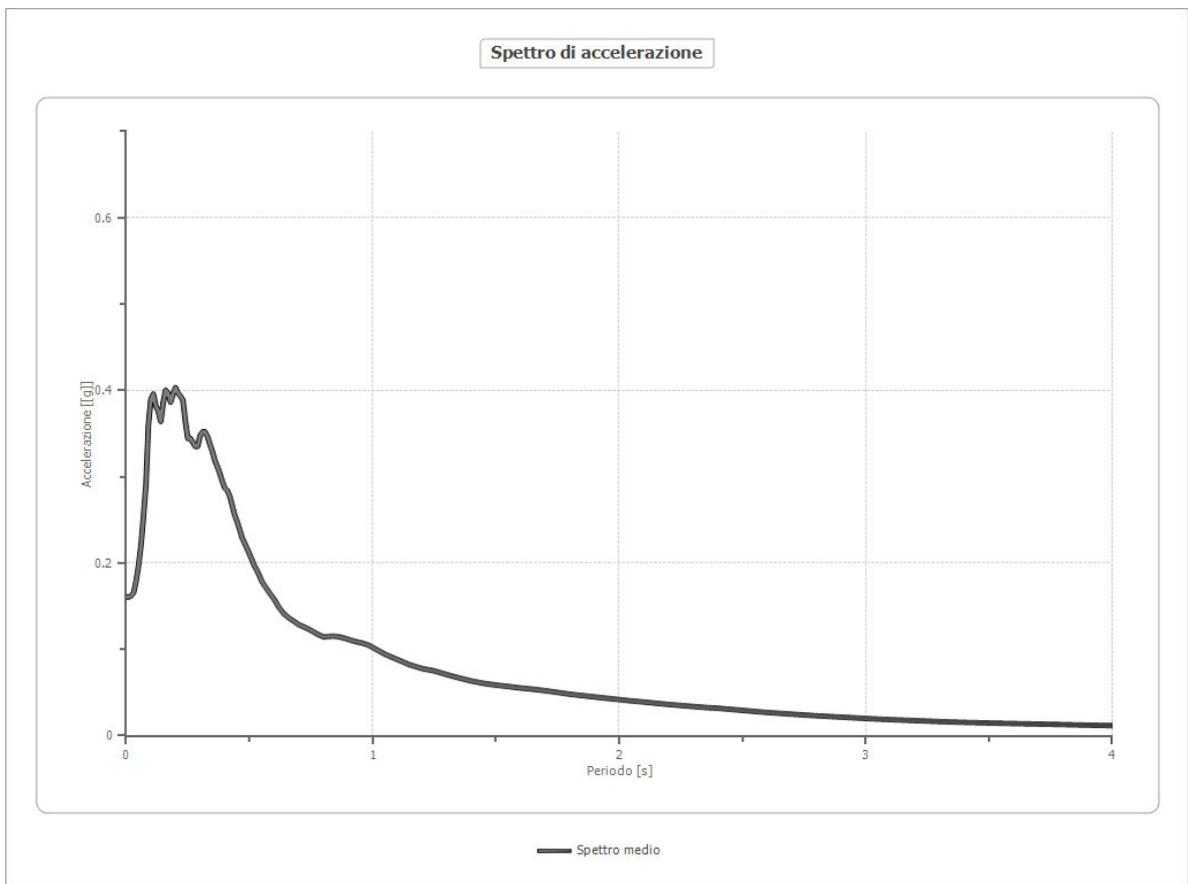
Fattori di amplificazione su intensità spettrale

Periodo minimo [s]	Periodo massimo [s]	Int. Housner input [m]	Int. Housner output [m]	Int. Housner input/output [m]	FA
0.100	0.500	0.056	0.058	0.200	1.019
0.500	1.000	0.095	0.082	0.500	0.863
0.100	2.500	0.421	0.382	0.040	0.906

Spettro medio di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]								
0.00	0.1608	0.26	0.3447	0.52	0.1969	0.98	0.1053	2.25	0.0351
0.01	0.1608	0.27	0.3400	0.53	0.1917	1.00	0.1023	2.30	0.0339
0.02	0.1621	0.28	0.3352	0.54	0.1856	1.05	0.0945	2.35	0.0328
0.03	0.1658	0.29	0.3352	0.55	0.1790	1.10	0.0883	2.40	0.0319
0.04	0.1789	0.30	0.3478	0.56	0.1745	1.15	0.0823	2.50	0.0294
0.05	0.1974	0.31	0.3521	0.57	0.1703	1.20	0.0779	2.60	0.0270
0.06	0.2209	0.32	0.3521	0.58	0.1660	1.25	0.0751	2.70	0.0250
0.07	0.2537	0.33	0.3464	0.60	0.1582	1.30	0.0709	2.80	0.0232
0.08	0.2903	0.34	0.3374	0.62	0.1486	1.35	0.0670	2.90	0.0216
0.09	0.3597	0.35	0.3291	0.64	0.1412	1.40	0.0635	3.00	0.0201
0.10	0.3894	0.36	0.3186	0.66	0.1365	1.45	0.0607	3.10	0.0187
0.11	0.3959	0.37	0.3115	0.68	0.1327	1.50	0.0587	3.20	0.0175
0.12	0.3822	0.38	0.3037	0.70	0.1287	1.55	0.0571	3.30	0.0164
0.13	0.3763	0.39	0.2945	0.72	0.1263	1.60	0.0553	3.40	0.0155

0.14	0.3642	0.40	0.2870	0.74	0.1235	1.65	0.0539	3.50	0.0148
0.15	0.3860	0.41	0.2843	0.76	0.1203	1.70	0.0522	3.60	0.0141
0.16	0.4003	0.42	0.2776	0.78	0.1172	1.75	0.0502	3.70	0.0136
Periodo [s]	Accelerazione [g]								
0.17	0.3967	0.43	0.2668	0.80	0.1146	1.80	0.0481	3.80	0.0130
0.18	0.3864	0.44	0.2557	0.82	0.1150	1.85	0.0466	3.90	0.0124
0.19	0.3957	0.45	0.2480	0.84	0.1153	1.90	0.0450	4.00	0.0118
0.20	0.4034	0.46	0.2393	0.86	0.1148	1.95	0.0434		
0.21	0.3970	0.47	0.2295	0.88	0.1134	2.00	0.0419		
0.22	0.3934	0.48	0.2233	0.90	0.1118	2.05	0.0403		
0.23	0.3888	0.49	0.2174	0.92	0.1099	2.10	0.0391		
0.24	0.3642	0.50	0.2105	0.94	0.1085	2.15	0.0376		
0.25	0.3443	0.51	0.2039	0.96	0.1072	2.20	0.0363		



Spettro normalizzato di risposta elastico

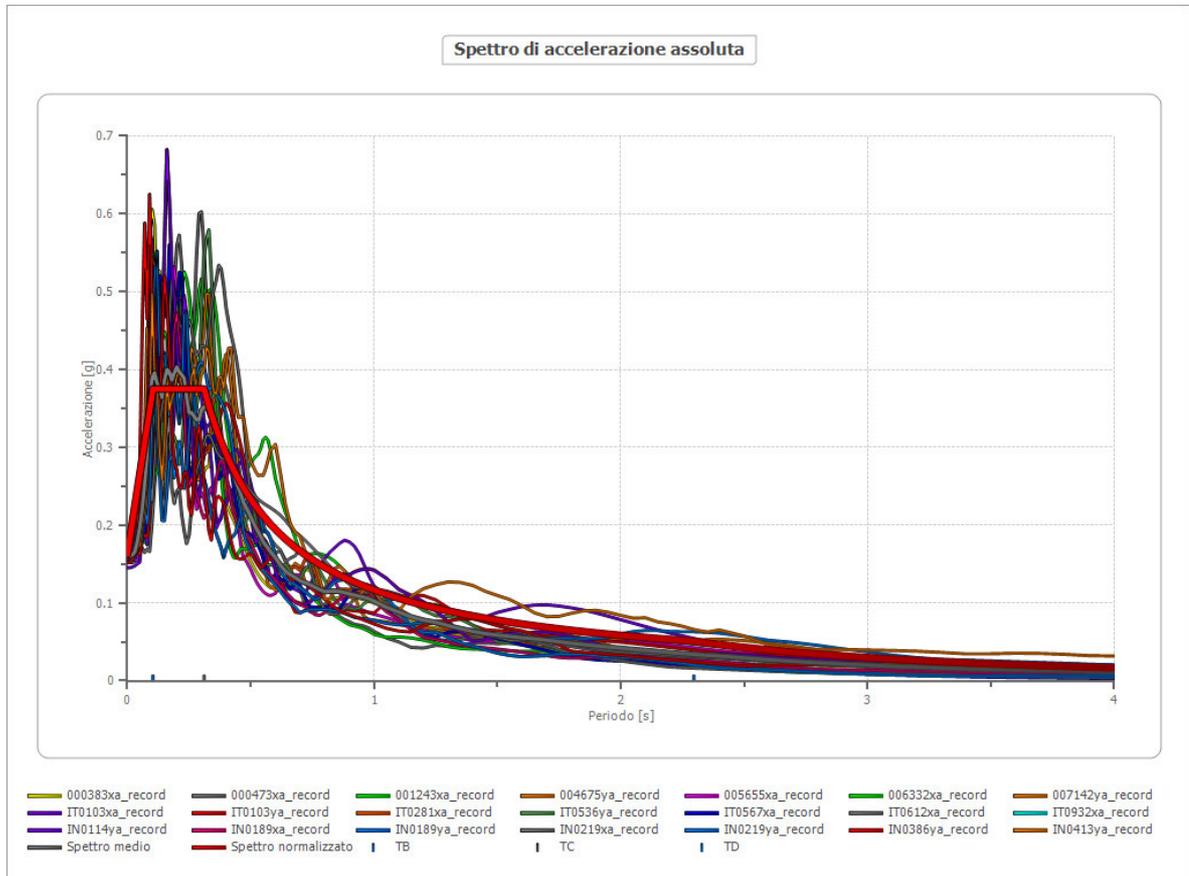
Periodo [s]	Accelerazione [g]								
0.00	0.1627	0.26	0.3749	0.52	0.2245	0.98	0.1191	2.25	0.0519
0.01	0.1831	0.27	0.3749	0.53	0.2202	1.00	0.1167	2.30	0.0508
0.02	0.2036	0.28	0.3749	0.54	0.2162	1.05	0.1112	2.35	0.0497
0.03	0.2240	0.29	0.3749	0.55	0.2122	1.10	0.1061	2.40	0.0486
0.04	0.2445	0.30	0.3749	0.56	0.2084	1.15	0.1015	2.50	0.0467
0.05	0.2650	0.31	0.3749	0.57	0.2048	1.20	0.0973	2.60	0.0449
0.06	0.2854	0.32	0.3648	0.58	0.2013	1.25	0.0934	2.70	0.0432
0.07	0.3059	0.33	0.3537	0.60	0.1945	1.30	0.0898	2.80	0.0417

0.08	0.3263	0.34	0.3433	0.62	0.1883	1.35	0.0865	2.90	0.0403
0.09	0.3468	0.35	0.3335	0.64	0.1824	1.40	0.0834	3.00	0.0389
0.10	0.3672	0.36	0.3242	0.66	0.1769	1.45	0.0805	3.10	0.0377
0.11	0.3749	0.37	0.3155	0.68	0.1717	1.50	0.0778	3.20	0.0365
0.12	0.3749	0.38	0.3072	0.70	0.1668	1.55	0.0753	3.30	0.0354
0.13	0.3749	0.39	0.2993	0.72	0.1621	1.60	0.0730	3.40	0.0343
Periodo [s]	Accelerazione [g]								
0.14	0.3749	0.40	0.2918	0.74	0.1577	1.65	0.0707	3.50	0.0334
0.15	0.3749	0.41	0.2847	0.76	0.1536	1.70	0.0687	3.60	0.0324
0.16	0.3749	0.42	0.2779	0.78	0.1497	1.75	0.0667	3.70	0.0315
0.17	0.3749	0.43	0.2715	0.80	0.1459	1.80	0.0648	3.80	0.0307
0.18	0.3749	0.44	0.2653	0.82	0.1424	1.85	0.0631	3.90	0.0299
0.19	0.3749	0.45	0.2594	0.84	0.1390	1.90	0.0614	4.00	0.0292
0.20	0.3749	0.46	0.2538	0.86	0.1357	1.95	0.0599		
0.21	0.3749	0.47	0.2484	0.88	0.1326	2.00	0.0584		
0.22	0.3749	0.48	0.2432	0.90	0.1297	2.05	0.0569		
0.23	0.3749	0.49	0.2382	0.92	0.1269	2.10	0.0556		
0.24	0.3749	0.50	0.2335	0.94	0.1242	2.15	0.0543		
0.25	0.3749	0.51	0.2289	0.96	0.1216	2.20	0.0531		

Parametri spettro normalizzato

Ag [g]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
0.163	2.305	0.311	0.104	0.311	2.296	0.163	0.375

Confronto tra gli spettri



Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operatività SLO Cat. A	Danno SLD Cat. A	Salvaguardia vita SLV Cat. A	Prev. collasso SLC Cat. A	Operatività SLO Cat. C	Danno SLD Cat. C	Salvaguardia vita SLV Cat. C	Prev. collasso SLC Cat. C
Tr [anni]	30	50	475	975	30	50	475	975
ag [g]	0.053	0.066	0.174	0.228	0.053	0.066	0.174	0.228
Fo	2.464	2.467	2.442	2.422	2.464	2.467	2.442	2.422
Tc* [s]	0.259	0.273	0.297	0.301	0.259	0.273	0.297	0.301
Ss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
St	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TB [s]	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
TC [s]	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150
TD [s]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Se(0) [g]	0.004	0.006	0.041	0.070	0.004	0.006	0.041	0.070
Se(TB) [g]	0.009	0.015	0.100	0.170	0.009	0.015	0.100	0.170
Fv	0.7454916				0.1762992	0.2198097	0.5736257	0.7454916

