

RELAZIONE GEOGNOSTICA SULLE INDAGINI ESEGUITE IN SITO

**MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO E CARATTERIZZAZIONE
LITOSTRATIGRAFICA E GEOTECNICA DEI TERRENI INTERESSATI DAL
PROGETTO DI RIPARAZIONE E MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA CHIESA
DI SAN LORENZO MARTIRE A SEGUITO DEL SISMA 20 – 29 MAGGIO 2012**

**ANALISI SISMICA DEL SITO RIPORTANTE LA PERICOLOSITA' SISMICA
DI BASE**



**COMMITTENTE: ARCIDIOCESI DI MODENA
CANTIERE : SAN PROSPERO – VIA CHIESA DI SAN LORENZO – SAN LORENZO
DELLA PIOPPA
UBICAZIONE CATASTALE: Foglio n. 36 – Mappali n. A
DATA: AGOSTO 2014**

1. PREMESSA.....	3
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
3. MODELLO GEOLOGICO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	4
3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO PAESAGGISTICO.....	4
3.2 DESCRIZIONE DEI PROCESSI DI MODELLAMENTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA.....	7
3.3 CARATTERISTICHE TECNICHE DI INDAGINE.....	10
3.4 INTERPRETAZIONE LITOLOGICA	11
3.5 PARAMETRI GEOTECNICI MEDI E CARATTERISTICI	13
4. ANALISI SISMICA RIPORTANTE LA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE DEL SITO	15
4.1 SISMICITA' DEL TERRITORIO.....	15
4.1.1 Cenni sulla sismotettonica della pianura padana.....	15
4.2 MODELLO SISMICO DEL SOTTOSUOLO.....	18
4.2.1. Definizione categoria sismica mediante analisi del sottosuolo in sismica passiva HVRS e attiva in onde Rayleigh con metodo HoliSurface	18
4.2.2 Modello sismico del sottosuolo	19
4.3 ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE	22
4.3.1 Analisi del rischio di liquefazione da prove in sito	23
Analisi del rischio di liquefazione con metodo di Robertson & Wride (1997) con prove penetrometriche meccaniche CPT	25
Analisi del rischio di liquefazione con metodo di Idriss e Boulanger (2008) con prove penetrometriche elettriche CPTU	31
4.3.2 Valutazione amplificazione litologica e parametri spettrali.....	37
5. ANALISI RESISTENZE DI PROGETTO	40
6. CONCLUSIONI.....	49
ALLEGATI.....	54

1.PREMESSA

Su incarico e per conto del Committente si produce una modellazione geologica del sito, una analisi di pericolosità sismica locale, riportando gli effetti attesi, e una caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica dell'area interessata dal ripristino e miglioramento sismico della Chiesa di San Lorenzo Martire sita in Via Chiesa San Lorenzo, in frazione di San Lorenzo della Pioppa in Comune di San Prospero sulla Secchia.

La caratterizzazione litologica di dettaglio e la definizione dei parametri geotecnici dei terreni sono ricavati dai risultati di una prova penetrometrica statica di tipo meccanico e di una prova penetrometrica con punta elettrica, eseguite nel sito, in data 26/08/2014 dal Laboratorio di prove geotecniche in sito GEOPROGETTI S.r.l. di Medolla.

La prova penetrometrica statica meccanica CPT è stata spinta alla profondità di – 35.00 m, la prova penetrometrica con punta elettrica CPTU è stata spinta alla profondità di – 20.00 m dal piano campagna.

Al fine di produrre un analisi di pericolosità sismica locale, determinare il valore della velocità di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m e fornire la frequenza fondamentale del sito, si sono eseguite una prova di sismica passiva HVSR a stazione singola (Gemini2@PASI Srl) e due prove di sismica attiva tipo HoliSurface in onde Rayleigh realizzata in sito in data 29/08/2014.

Le prove sismiche sono state realizzate dallo Studio di Geologia Tecnica Dott. Geol. Lorenzo del Maschio di cui si allega in epigrafe relazione di modellazione simica (All. n.5).

Scopo dell'indagine è stato fornire un modello geologico dell'area in epigrafe e una caratterizzazione geotecnica della litologia superficiale e profonda del sito. Viene prodotta un'analisi di pericolosità sismica locale che riporta il valore di amplificazione litologica quale effetto di sito atteso, il valore di accelerazione atteso in superficie, il valore della frequenza fondamentale del sito e i parametri spettrali, viene verificata la predisposizione a fenomeni di liquefazione dei terreni sabbiosi e limo-sabbiosi saturi presenti.

Il rapporto delle prove penetrometriche statiche eseguite in sito e l'ubicazione delle indagini sono allegati alla presente relazione. All. n. 1 e 2 .

2.RIFERIMENTI NORMATIVI

D.P.R. 380/2001

Ordinanza P.C.M. n. 3274del 20.3.2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"

DECRETO MINISTERIALE 14 GENNAIO 2008

Legge Regionale 30 Ottobre 2008 n. 19 "Norme per la riduzione del rischio sismico"

CIRCOLARE 02/02/2009 n. 617

3. MODELLO GEOLOGICO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO PAESAGGISTICO

La zona oggetto di studio si trova a sud-sud-ovest rispetto il centro cittadino di San Prospero, in zona agricola. L'area è posta a circa 600 m, direzione est, dall'attuale alveo del Fiume Secchia.

Le coordinate geografiche dell'area sono 44°45'41.88"N e 11°00' 13.87"E .

Il sito ha accesso da Via Chiesa di San Lorenza, in collegamento con Via Canaletto (SS12) e Via Viazza.

I centri abitati vicini sono:

San Prospero a circa 3.40 Km a nord-nord-est

Solara a circa 7.10 Km a est-nord-est

Sorbara a circa 1.30 Km a sud

Soliera a circa 1.60 Km a ovest

Oltre che a varie case sparse di campagna.

Il territorio del Comune di San Prospero è situato a Nord della provincia di Modena e ricade nel settore assiale della Pianura Padana "propriamente detta".

L'area, secondo quanto indicato nel Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Modena redatto nel Marzo 2000, ricade nell'Unità di Paesaggio indicata con il numero 2 "Dossi e zone più rilevate nella Bassa e Media Pianura".

Nell'ambito del PTCP per unità di paesaggio è stato inteso individuare un territorio che presenta elementi omogenei nel paesaggio che ha subito la stessa formazione ed evoluzione.

I caratteri ambientali dell'Unità di Paesaggio n. 2 sono rappresentati dalla trama degli antichi paleoalvei fluviali, morfologicamente emergenti sull'intorno delle aree vallive riscattate dalla bonifica. Sono presenti vari dossi con disegno complesso e con digitazioni dall'andamento vario; le caratteristiche morfologiche dei dossi hanno determinato storicamente la disposizione delle infrastrutture e degli insediamenti per evidenti ragioni di sicurezza nei confronti della divagazione delle acque, prima e durante le grandi opere di bonifica.


I principali caratteri ambientali sono una limitata vegetazione spontanea, a seguito dell'estensione delle coltivazioni agrarie su tutto il territorio, a quella erbacea tipica degli ambienti umidi e dei canali. E' quasi assente la vegetazione arborea, che attualmente ha un carattere marginale ed è costituita da alberi isolati peraltro molto radi. La fauna è quella tipica delle campagne coltivate con una concentrazione di fauna ornitica di passo e stanziale, in corrispondenza delle zone umide.

L'orientamento produttivo prevalente è il seminativo estensivo con pressochè totale assenza della zootecnia e rarefazione delle produzioni frutticole, mentre sui dossi le caratteristiche pedologiche, generalmente buone, favoriscono lo sviluppo di colture orticole e frutticole di maggior pregio e coltivazioni di tipo intensivo rispetto alle adiacenti zone vallive.

L'orientamento agronomico prevalente delle aziende è a carattere viticolo e zootecnico. Sono presenti anche aziende di grandi dimensioni a carattere misto, in cui permangono anche la produzione frutticola, ed aziende di tipo estensivo a seminativi.

Nel PRG Vigente l'area di ubicazione della struttura è classificata in zona omogenea G2 "Zone destinate ad attrezzature pubbliche di servizio – art.32".

10 - ZONE OMOGENEE G (ZONE DESTINATE AD ATTREZZATURE PUBBLICHE)

 G1 - VERDE PUBBLICO ATTREZZATO A PARCO PER IL GIOCO - ART. 32

 G2 - ZONE PER ATTREZZATURE PUBBLICHE DI SERVIZIO - ART. 32

IS - ATTREZZATURE PER L'ISTRUZIONE


CH - ATTREZZATURE PER IL CULTO

CO - ATTREZZATURE COMUNI

 - ZONA DI INTERSCAMBIO

 PARCHEGGI

11- ALTRE ZONE ED ELEMENTI

 H1 - ZONE D'ACQUA (INVASI ED ALVEI) - FIUME SECCHIA (P.T.C.P. ART. 18) - ART. 12

 H2 - BENI CULTURALI (ZONE A) STRUTTURE DI INTERESSE STORICO E TESTIMONIALE (P.T.C.P. ART. 24C) - ART. 12



Fig.1: Stralcio PRG Vigente con indicata la zona di ubicazione del sito di intervento.

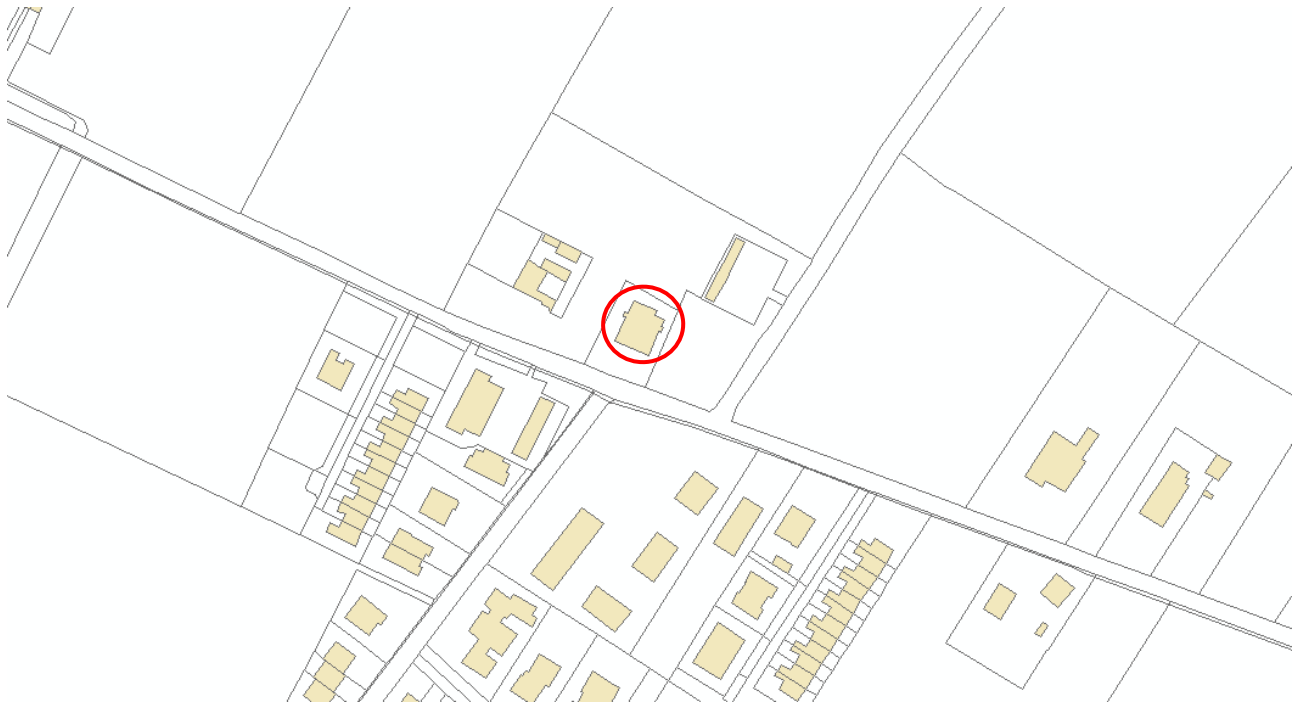


Fig.2: Ubicazione catastale. Foglio n.36; Mappale n.A.

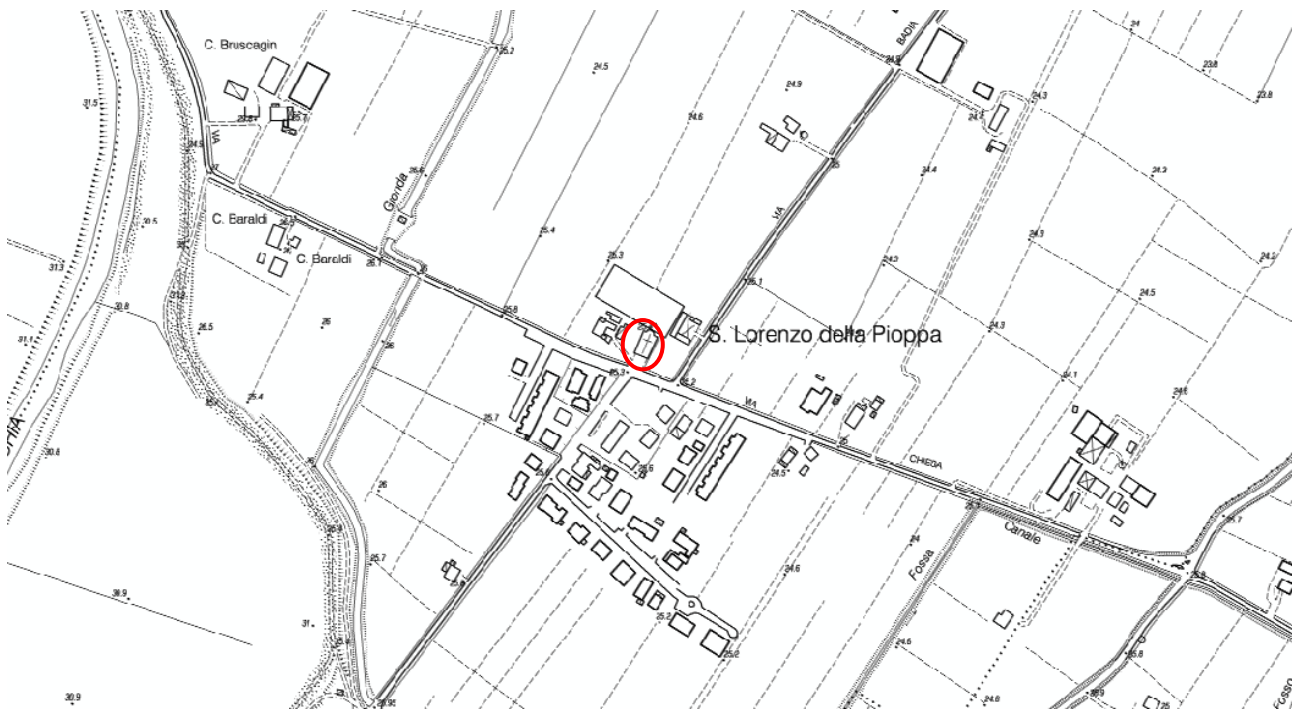


Fig.3: Carta Tecnica Regionale.



Fig.4: Ortofoto.

3.2 DESCRIZIONE DEI PROCESSI DI MODELLAMENTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

Il Comune di San Prospero è inserito nella pianura alluvionale entro la quale, negli ultimi 4.000-5.000 anni dell'Olocene, gli affluenti appenninici del fiume Po (Secchia e Panaro), hanno determinato l'attuale assetto morfologico ed altimetrico del territorio che, a sua volta, dipende dai movimenti tettonici, dalla subsidenza naturale e dall'intervento antropico. I fiumi, che scorrono in questa porzione di bassa pianura, si trovano in uno stadio di maturità evolutiva in cui la fase deposizionale prevale su quella erosiva, a causa della bassa capacità di deflusso e della esigua capacità di trasporto.

Questo quadro è confermato dalla presenza di meandri e di alvei pensili che hanno reso necessaria la costruzione di argini artificiali.

In assenza di argini artificiali i fiumi tendono a divagare e quando le acque di piena traboccano si verifica un deposito differenziato con la sedimentazione di elementi fini o grossolani, in funzione della diversa energia cinetica della corrente.

In prossimità dell'alveo, il fiume tende a depositare materiali più grossolani formando dossi di tracimazione (argini naturali), ventagli e canali di esondazione in corrispondenza delle rotte. Tali emergenze morfologiche si manifestano sia lungo i corsi attuali dei fiumi che in corrispondenza di alvei abbandonati (paleoalvei).

La distribuzione dei paleoalvei e, più in generale, delle unità geomorfologiche degli argini naturali e dei bacini interfluviali ha condizionato e condiziona tuttora sia l'assetto idraulico di superficie che la distribuzione degli insediamenti antropici, soprattutto storici.

Le strutture rilevate (paleoalvei), vere e proprie direttrici geomorfologiche, sono state infatti sede preferenziale dello sviluppo insediativo e viario, a causa della migliore difesa dalle esondazioni e delle migliori condizioni geotecniche dei terreni.

Al contrario le aree depresse, specie nelle zone di vera e propria conca, sono state sede di paludi ed acquitrini fino alla avvenuta bonifica. Le conche morfologiche rappresentano ancora le aree di maggior rischio idraulico, non solo in caso di esondazione ma anche nel caso di eventi pluviometrici di eccezionale durata e/o intensità, che possono mettere in crisi la rete scolante o produrre ristagni di acqua, favoriti anche dalla scarsa permeabilità della litologia di superficie.

I paleoalvei, quindi, sono aree generalmente più elevate di qualche metro rispetto al contorno, la tessitura granulometrica risulta variabile dal franco al franco – sabbioso. Sono zone di infiltrazione meteorica con percentuali variabili dal 20 - 30 % del totale.

Nelle aree distali più depresse, poste tra un fiume e l'altro, l'energia cinetica della corrente diminuisce ed i depositi si fanno sempre più fini per diventare prevalentemente argillosi nelle basse, dove la prolungata permanenza delle acque favorisce la sedimentazione delle particelle in sospensione.

Per la maggiore costipabilità dei materiali fini rispetto a quelli sabbiosi, si determina poi un aumento dei dislivelli fra i dossi dei paleoalvei e le valli, oltre che fra la rete idrografica ed il livello medio del territorio.

In questo meccanismo "naturale" è intervenuto l'uomo che, innalzando argini artificiali ed emungendo acqua dal sottosuolo, accelerando i processi di costipazione e di subsidenza, ha modificato la dinamica deposizionale e quindi l'assetto morfologico del territorio.

La costruzione di argini artificiali, in questa zona, si è completata nel XV secolo.

A partire da questo periodo, i fiumi sono stati canalizzati entro percorsi ben definiti e non hanno più avuto la possibilità di aprirsi, dopo un rotta, nuovi percorsi. Di conseguenza, le alluvioni degli ultimi 500 anni hanno determinato un classamento ben preciso dei depositi, per cui troviamo sedimenti più grossolani e sedimenti più fini rispettivamente nelle vicinanze e nelle zone più lontane dai percorsi attuali dei fiumi.

Questo spiega perchè antichi dossi corrispondenti a paleoalvei siano stati ricoperti da sedimenti più fini che hanno notevolmente uniformato la morfologia dell'area.

Altre forme di notevole interesse sono i numerosi ventagli d'esondazione che indicano che in quel punto del fiume si è verificata una rotta non contrastata da interventi di riparazione degli argini.

La zona si trova ubicata immediatamente ad est rispetto al dosso di ambito fluviale recente del Fiume Secchia, come indicato nell'estratto della carta "Tutela delle risorse paesistiche e storico culturali" del PTCP della Provincia di Modena approvato il 18 Marzo 2009 di cui si riporta uno stralcio.

Rete idrografica e risorse idriche superficiali e sotterranee

	Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua (Art. 10)
Zone di tutela dei caratteri ambientali di laghi bacini e corsi d'acqua (Art. 9)	
	Fasce di espansione inondabili (Art. 9, comma 2, lettera a)
	Zone di tutela ordinaria (Art. 9, comma 2, lettera b)
	Compresenza di fasce di espansione inondabili e zone di tutela naturalistica
	Zone di tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei (Art. 12)
Dossi di pianura (Art. 23A)	
	Paleodossi di accertato interesse (Art. 23A, comma 2, lettera a)
	Dossi di ambito fluviale recente (Art. 23A, comma 2, lettera b)
	Paleodossi di modesta rilevanza (Art. 23A, comma 2, lettera c)

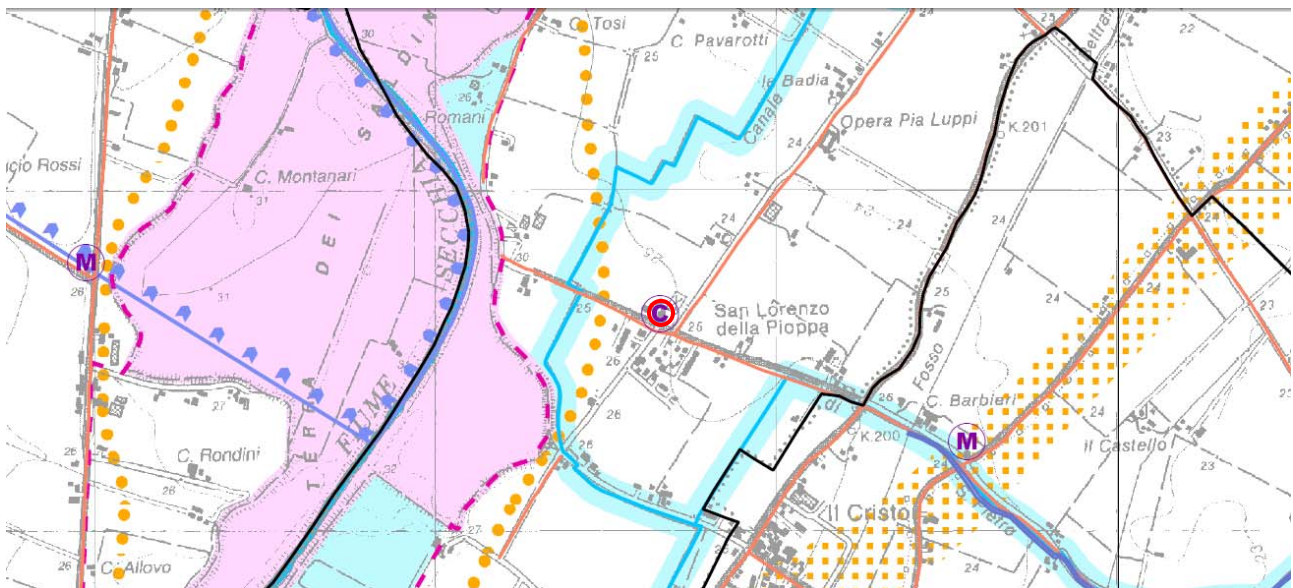


Fig.5: Estratto della tav. 1.1.02 PTCP "Tutela delle risorse paesistiche e storico culturali" del PTCP.

3.3 CARATTERISTICHE TECNICHE DI INDAGINE

Sulla base del contesto geologico dell'area e del tipo di caratterizzazione geotecnica richiesta, l'indagine in sito è stata condotta mediante esecuzione di numero 1 prova penetrometrica statica con punta elettrica e numero 1 prova penetrometrica statica meccanica.

La prova elettrica è stata realizzata con un penetrometro statico da 300 kN munito di punta elettrica con piezocono "Envi Memocone" con inclinometro per la determinazione in continuo delle caratteristiche litologiche e idrauliche dei terreni.

Le caratteristiche della punta elettrica utilizzata sono:

Dispositivo di spinta: 30 tonnellate, batteria aste cave da 36 mm di diametro e lunghezza 1 m.

Attrezzatura installata su penetrometro statico autocarrato Fiat Iveco 80/16, trazione 4 x 4; potenza di spinta 300 kN (260 kN alla penetrazione, 300 kN in fase di estrazione).

Punta elettrica Envi Memocone: area di punta 10 cm², diametro 35.7 mm, area netta 6.6 cm², superficie manicotto 150 cm², lunghezza manicotto 133.7 cm², area superiore manicotto 2.22 cm², area inferiore manicotto 3.31 cm², lunghezza totale punta elettrica 600 mm, peso complessivo 3 kg.

Raccordo piezocono-aste: diametro 35.7 mm, lunghezza 250 mm.

Sensori di resistenza alla punta: 8 estensimetri da 350 ohm a ponte completo con bilanciamento di zero, fondo scala 500 kg, risoluzione 0.1 kg/ cm², precisione < ±1% F.S., valore minimo misurabile – 13 kg/ cm², deriva termica di zero < 0.05% F.S./C°.

In allegato (All. n. 2) viene riportato il diagramma delle prove dove sono graficati i seguenti valori:

- il primo riquadro rappresenta la resistenza alla punta q_c (tip resistance), espressa in MPa.
- il secondo diagramma rappresenta la resistenza d'attrito laterale f_s , espressa in Mpa,
- il terzo diagramma rappresenta il rapporto f_s/q_c , espresso in % .
- la quarta strisciata rappresentano l'andamento della pressione interstiziale u (pore pressure), espressa in Mpa,
- l'ultimo riquadro rappresenta l'inclinazione della prova rispetto la verticale espressa in gradi (degr).

La prova penetrometrica statica meccanica è stata realizzata con un penetrometro statico da 300 kN dotato di punta meccanica "jacket friction cone" in cui l'avanzamento automatico è regolato da centraline elettroniche, l'infissione avviene tramite pistone idraulico a velocità costante di 2 cm/sec, tolleranza di ± 5 mm./sec.

Attrezzatura montata su autocarro FIAT IVECO T 80/16 4 x 4 con elica. Capacità di spinta: 300 kN (260 kN alla penetrazione, 300 kN in fase di estrazione).

La prova penetrometrica statica consiste nell'infingere a pressione nel terreno una punta conica misurando separatamente ma con continuità lo sforzo necessario per la penetrazione della punta e l'adesione terreno-acciaio di un manicotto posto al di sopra della punta.

Lo sforzo per l'infissione della punta è misurato mediante manometri collegati al martinetto che esercita la spinta. L'acquisizione dati viene rilevata da manometri meccanici a bagno d'olio con sensibilità minima pari a 0.1 Bar.

Le caratteristiche del penetrometro statico olandese tipo Gouda sono:

- punta conica meccanica $\phi = 35.7$ mm - angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- manicotto laterale di attrito tipo "Begemann" $\phi = 35.7$ mm. – h = 133 mm. – sup.lat. $A_m = 150 \text{ cm}^2$
- le aste sono doppie: una cava $\phi = 36$ mm. e una, il cui diametro è tale da essere contenuta all'interno delle aste cave

Durante l'esecuzione della prova ogni 20 cm vengono lette nei manometri la resistenza all'avanzamento della sola punta L.punta, la resistenza dell'avanzamento della punta e del manicotto L.laterale e la resistenza totale all'avanzamento delle sole aste cave.

Nei diagrammi vengono rappresentati:

- la resistenza alla punta q_c in MPa
- la resistenza laterale locale f_s in MPa
- la linea a destra rappresenta il rapporto q_c/f_s (numero puro).

3.4 INTERPRETAZIONE LITOLOGICA

La natura litologica dei terreni, oggetto delle prove penetrometriche, è dedotta dall'analisi dei diagrammi penetrometrici mediante "Guide for estimating soil type from dutch friction-cone ratio" (after Schmertmann, 1969), Raccomandazioni A.G.I. 1977.

La sequenza stratigrafica si presenta con livelli litologici aventi diverse proprietà litostratigrafiche:

- Al di sotto del riporto, dello spessore di 1.00 m, fino alla quota di – 10.00 m sono presenti limi argillosi debolmente sabbiosi poco compatti;
- da – 10.00 m a – 20.00 m, si evidenziano argille limose mediamente compatte;
- seguono, fino alla quota di fine prova, limi argillosi consistenti;

Di seguito si riporta lo schema della sequenza stratigrafica dedotta dalle prove

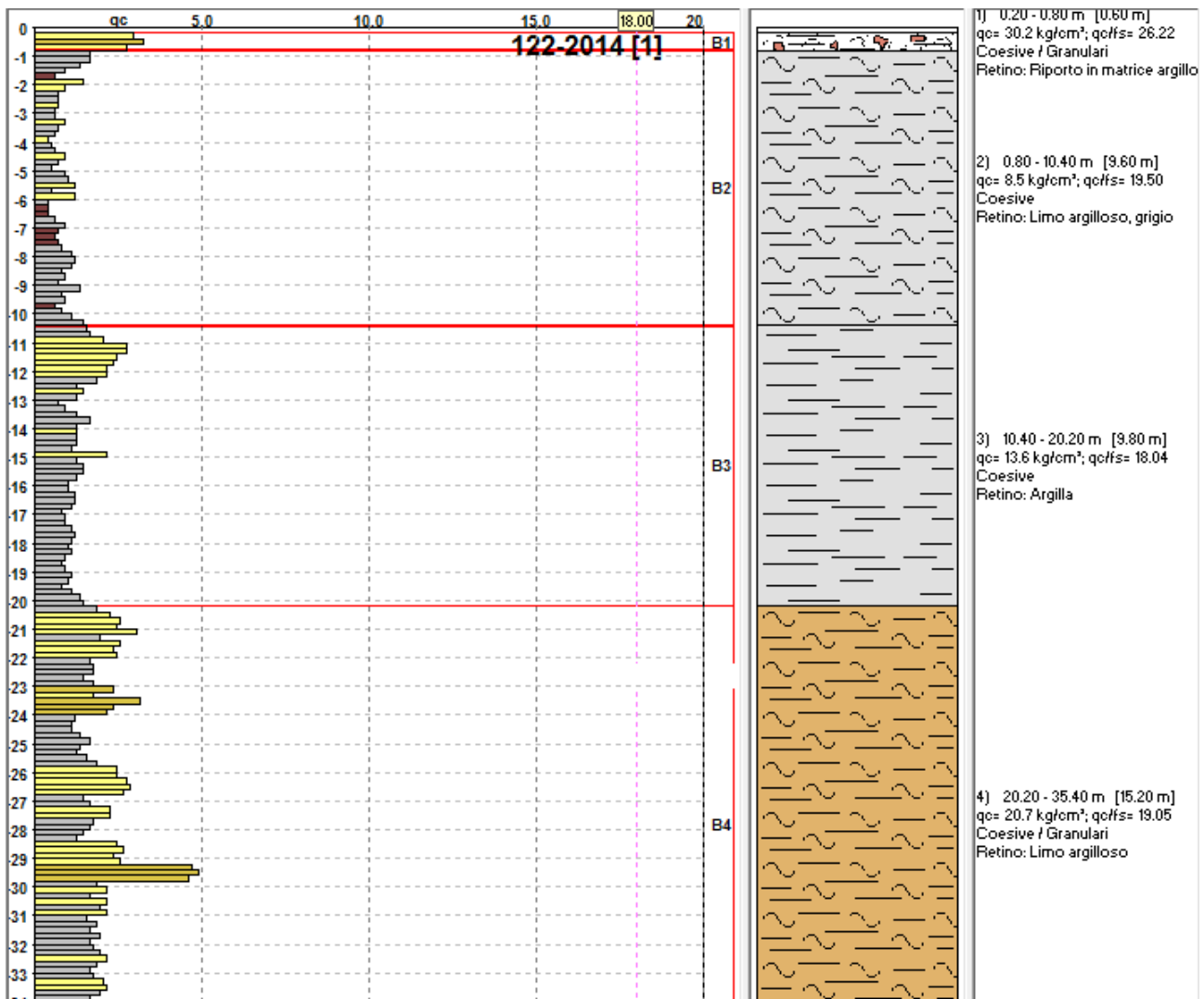


Fig.6: Schema sequenza stratigrafica CPT

In allegato (All. n.6) si riportano:

valori della lettura di campagna della prova CPT, ogni 20 cm,
 valori della qc (MPa),
 valori della fs (KPa),

valori della prova CPTU, ogni 2 cm relativi a
 qc (MPa),
 pure pressione (KPa)
 fs (KPa)
 inclinazione dalla verticale in °.

3.5 PARAMETRI GEOTECNICI MEDI E CARATTERISTICI

Al fine di caratterizzare i singoli strati della sequenza litologica, riscontrata dall'indagine si riportano nella tabella di seguito, i parametri geotecnici (valori meccanici del terreno) **medi** per ogni singolo strato individuato.

n°	m 1	m 2	qc	fs	qc/fs'	Y'	d'vo	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	σSc2	σCa	σKo	σDB	σDM	σMe	F.L.	E'50	E'25	Mo
	m	m	kg/cm²	kg/cm²	-	t/m³	kg/cm³	m/sec	kg/cm²	-	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	%	()	()	()	()	()	()	-	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²
1	0.20	0.80	30.33	1.16	26.22	1.85	0.11	173	0.98	82.68	167.1	250.6	87.0	85.5	41.5	37.8	35.2	32.8	41.6	28.7	2.00	50.6	75.8	91.00
2	0.80	10.40	8.54	0.44	19.50	0.99	0.71	159	0.41	4.80	158.9	238.4	32.5	6.5	32.0	23.4	20.1	18.9	27.0	26.0	--	15.4	23.1	27.67
3	10.40	20.20	13.90	0.78	17.93	0.92	1.56	163	0.61	2.14	319.6	479.4	48.5	13.8	32.9	23.8	20.5	19.3	27.2	27.5	--	36.7	55.0	66.00
4	20.20	35.40	20.67	1.03	20.02	0.97	2.73	167	0.78	1.39	458.2	687.3	61.3	3.9	31.7	21.0	17.5	16.6	25.2	28.0	--	42.9	64.3	77.21

Fig.7: Valori GEOTECNICI MEDI per ogni strato della sequenza litologica.

Per quanto attiene ai parametri geotecnici caratteristici, con il DM 2008, si ragiona in termini non più di valori deterministici, ma in termini di variabili aleatorie, cioè le resistenze dei terreni vengono scelte secondo una stima cautelativa del valore medio delle stesse.

Stima cautelativa perché la variabile può essere rappresentata da più parametri ma la trattazione deve necessariamente riguardare tutti i possibili valori della variabile, e non solo il valore atteso (media); deve cioè tener conto di tutta la distribuzione della variabile.

La variabile aleatoria da prendere in considerazione **negli strati coesivi** studiati, per il tipo di indagini geognostiche svolte direttamente in sito, è il **parametro geotecnico caratteristico cu**; la variabile aleatoria da prendere in considerazione **negli strati sciolti** studiati, per il tipo di indagini geognostiche svolte direttamente in sito, è il **parametro geotecnico caratteristico φ**.

Il valore caratteristico scelto è pari al 5° percentile della media della distribuzione lognormale del parametro geotecnico (cu) per gli strati coesivi, è pari invece al 5° percentile della media della distribuzione normale del parametro geotecnico φ per gli strati sciolti.

La formula utilizzata per il calcolo del 5° percentile della distribuzione lognormale del parametro geotecnico (cu) è:

$$L_{1-\alpha}(\bar{Y}, S^2) = \bar{Y} + \frac{S^2}{2} - \frac{t_{1-\alpha/2}(n-1)}{\sqrt{n}} * \sqrt{S^2(1 + \frac{S^2}{2})}$$

La formula utilizzata per il calcolo del 5° percentile della distribuzione normale del parametro geotecnico (φ) è:

$$\mu = t(n-1) \left(\frac{s}{\sqrt{n-1}} \right) + \bar{x}$$

I dati immessi nei calcoli sono i valori di cu e di φ, derivati dalle correlazioni dei valori di qc e fs ricavati direttamente dalle prove penetrometriche mediante le correlazioni standard (Raccomandazioni AGI 1977-Ricceri et Altri 1974 – Marsal et al. 1974/1979).

COESIONE NON DRENATA Terreni COESIVI Cu = Rp/β		
CORRELAZIONI STANDARD - Raccomandazioni A.G.I. 1977 - Ricceri et altri 1974 - Marsland et al. 1974/1979		
- Argille normalmente consolidate N.C. (qc ≤ 10 kg/cm²)	β = 25	(valore standard: 20)
- Argille intermedie (10 < qc < 30 kg/cm²)	β = valore interpolato	
- Argille sovra consolidate S.C. (qc ≥ 30 kg/cm²)	β = 40	(valore standard: 30)

Fig.8: Correlazioni per il calcolo di cu dai valori di qc e fs.

I valori immessi nella formula, utilizzata per il calcolo del 5° percentile della distribuzione relativi ai parametri geotecnici di interesse, sono quelli significativi per i singoli strati indagati.

Lo scopo è fornire un valore di c_u e ϕ che caratterizzi lo strato nel suo complesso.

Nei calcoli vengono quindi eliminati, se presenti, i valori di picco di livelli centimetrici non rappresentativi delle caratteristiche litologiche dello strato.

Se si considerano tutti i valori definiti ogni 20 cm dalla prova penetrometrica, senza fare un'analisi ragionata delle proprietà litologiche dello strato, si rischia di ottenere dei parametri geotecnici che falsano le reali caratteristiche dello strato.

I dati immessi nei calcoli sono i valori di c_u e di ϕ , derivati dalle correlazioni dei valori di q_c e f_s ricavati direttamente dalle prove penetrometriche, interpretati e "ragionati" dalla scrivente.

Primo strato da 0.00 m a - 10.00 m: limi argillosi debolmente sabbiosi poco consistenti: $c_{uk}= 30$ kPa;

Secondo strato da - 10.00 m a - 20.00 m: argille debolmente limose mediamente compatte: $c_{uk}= 50$ kPa;

Terzo strato da - 20.00 m a - 35.00 m: limi argillosi consistenti: $c_{uk}= 60$ kPa.

Sintetizzando, nella tabella di seguito si riportano i parametri in termini di resistenza dei terreni indagati derivati da prove penetrometriche mediante trasformazioni indirette della geotecnica classica in condizioni non drenate e drenate. Si precisa che, risulta più corretto definire un intervallo di confidenza (range) dei parametri geotecnici in condizioni drenate anziché fissare un unico valore restrittivo in quanto stimati in base a correlazioni empiriche della geotecnica classica (Schmertmann, 1978; Robertson e Campanella, 1983). Si ritiene quindi più opportuno accompagnare la stima dei parametri geotecnici in condizioni drenate con un intervallo di valori anziché fissarne uno unico.

Profondità dal p.c. (m)	Unità Formazionale	γ'_d (kN/m ³)	γ'_w (KN/m ³)	c'_k (kPa)	ϕ'_k (°)	C_{uk} (kPa)
0.00 - 10.00	Limi argillosi deb. sabbiosi poco consistenti	15	17	2÷4	13÷15	30
10.00 - 20.00	Argille limose med. compatte	17	19	5÷7	15÷17	50
20.00 - 35.00	Limi argillosi compatti	17	19	7÷9	16÷18	60

Si riportano, inoltre, i parametri geotecnici in termini di deformabilità dedotti da prove di laboratorio eseguite su campioni di terreno paragonabili a quelli indagati e da dati di bibliografia.

Profondità dal p.c. (m)	Unità Formazionale	γ'_d (kN/m ³)	γ'_w (KN/m ³)	Coeff. di Poisson (v)	Modulo elastico E' (kPa)	Modulo Edometrico Ed (kPa)
0.00 - 10.00	Limi argillosi deb. sabbiosi poco consistenti	15	17	0.45	/	2000÷3000
10.00 - 20.00	Argille limose med. compatte	17	19	0.45	/	5000÷6000
20.00 - 35.00	Limi argillosi compatti	17	19	0.45	/	6000÷8000

4. ANALISI SISMICA RIPORTANTE LA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE DEL SITO

4.1 SISMICITA' DEL TERRITORIO

Il 20 Marzo 2003 è stata promulgata l'ordinanza n. 3274 della presidenza del Consiglio dei Ministri "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" che fissa le regole per l'identificazione dei comuni sismici e definisce le norme tecniche costruttive per la progettazione di edifici e per le opere di fondazione.

Nella nuova classificazione tutto il territorio viene suddiviso in 4 zone di cui la n. 1 è la più pericolosa.

Per quanto riguarda la Regione Emilia Romagna la novità consiste in un allargamento della zona 3 ed in un ampliamento della zona 2 entro la quale ricadono alcuni comuni.

Il comune di San Prospero e la zona d'indagine ricadono nella zona 3 e vengono definiti a "bassa sismicità".

La classificazione è rimasta invariata dopo la recente crisi sismica verificatasi la mattina del 20 Maggio 2012 con un terremoto di magnitudo locale pari a 5.9 con epicentro Finale Emilia e la mattina del 29 Maggio con terremoto di magnitudo locale pari a 5.8 ed epicentro fra i Comuni di Medolla e Cavezzo.

4.1.1 Cenni sulla sismotettonica della pianura padana

(Carta della Sismotettonica redatta dalla Regione Emilia Romagna nel Luglio 2004)

Il sottosuolo della Pianura Padana è intensamente deformato da fronti sepolti delle catene a thrust del Sud-Alpino e dell'Appennino Settentrionale.

A sud del fiume Po sono presenti tre archi formati da thrust ciechi nord-vergenti e dalle relative anticlinali, che costituiscono i fronti più esterni della catena appenninica.

Questi sono da ovest verso est: il Monferrato, l'arco delle Pieghe Emiliane e l'arco delle Pieghe Ferraresi-Romagnole.

L'attività recente di alcuni dei thrust appartenenti a questi fronti è dimostrata dalla sismicità storica e strumentale dei depositi Quaternari deformati, visti nelle linee sismiche e in superficie dalla correlazione con evidenti anomalie del drenaggio.

La sismicità storica e strumentale nel settore meridionale della Pianura Padana mostra l'occorrenza di una serie di terremoti con epicentri allineati parallelamente al fronte morfologico dell'Appennino.

In Pianura Padana la superficie di base del Sistema Emiliano Romagnolo (0.45 Ma) è la più recente superficie di discordanza angolare in scala regionale.

La geometria di questa superficie è articolata in zone più o meno depresse. Questa variabilità è data dalle anticlinali, interna ed esterna, che costituiscono il sistema dell'arco della dorsale ferrarese.

L'anticlinale più interna, quella di Mirandola, è più pronunciata nel settore occidentale (Novi di Modena, Mirandola sud, Medolla Nord), dove il tetto del substrato geologico è < 100 m.

L'anticlinale più esterna, quella di Ferrara, è più pronunciata nel settore orientale dove ha il suo culmine tra Bondeno e Occhiobello, nel quale la base del SERS è a una profondità inferiore a - 100 m s.l.m. Queste zone di alto permettono di ipotizzare un'attività tardo – pleistocenica della struttura.

Lo studio in dettaglio delle strutture sepolte della Pianura Padana è possibile soprattutto grazie all'interpretazione di profili sismici.

I terreni più recenti, che registrano diffuse deformazioni alla mesoscala, sono le Sabbie di Imola e il Sistema Emiliano-Romagnolo inferiore (SERI) di età compresa tra 0.8 e 0.45 Ma. Risulta dunque evidente, anche da osservazioni di campagna, che gran parte del margine appenninico-padano e del sottosuolo padano-adriatico sono stati interessati da deformazioni più recenti di 0.45 Ma.

Le maggiori evidenze di strutture attive segnalate nella Carta della Sismotettonica della Regione Emilia Romagna sono nel settore del margine compreso tra Salsomaggiore e la valle dell'Idice (a est di Bologna) sul fronte sepolto delle pieghe emiliane (tra Piacenza e Reggio Emilia) e al tetto delle dorsale ferrarese (tra Reggio Emilia e le Valli di Comacchio) dove si trova il sito di studio.

L'attività recente e attuale della dorsale ferrarese è indicata, oltre che dagli ultimi eventi sismici, anche da alcune evidenze morfologiche. Alcuni depositi di canali dei fiumi appenninici non raggiungono né il Po, né il mare e sembrano non oltrepassare l'alto della dorsale ferrarese. Anche il corso del Po, a nord di Reggio Emilia, fa una brusca deviazione verso nord immediatamente prima di raggiungere Novellara e Mirandola, zone in cui il fronte della dorsale ferrarese è molto vicino alla superficie.

Nell'area di studio la SERS è indicata a una profondità compresa fra - 200 e - 250 m. Dall'analisi delle prove eseguite con sismica passiva HVRS risulta che fino alla profondità di circa 100/120 m si registrano aumenti graduali delle velocità di propagazione delle onde sismiche fino a circa 400 m/s.

La profondità approssimativa di 200-220 m da p.c. può essere considerata come la quota del bedrock sismico.

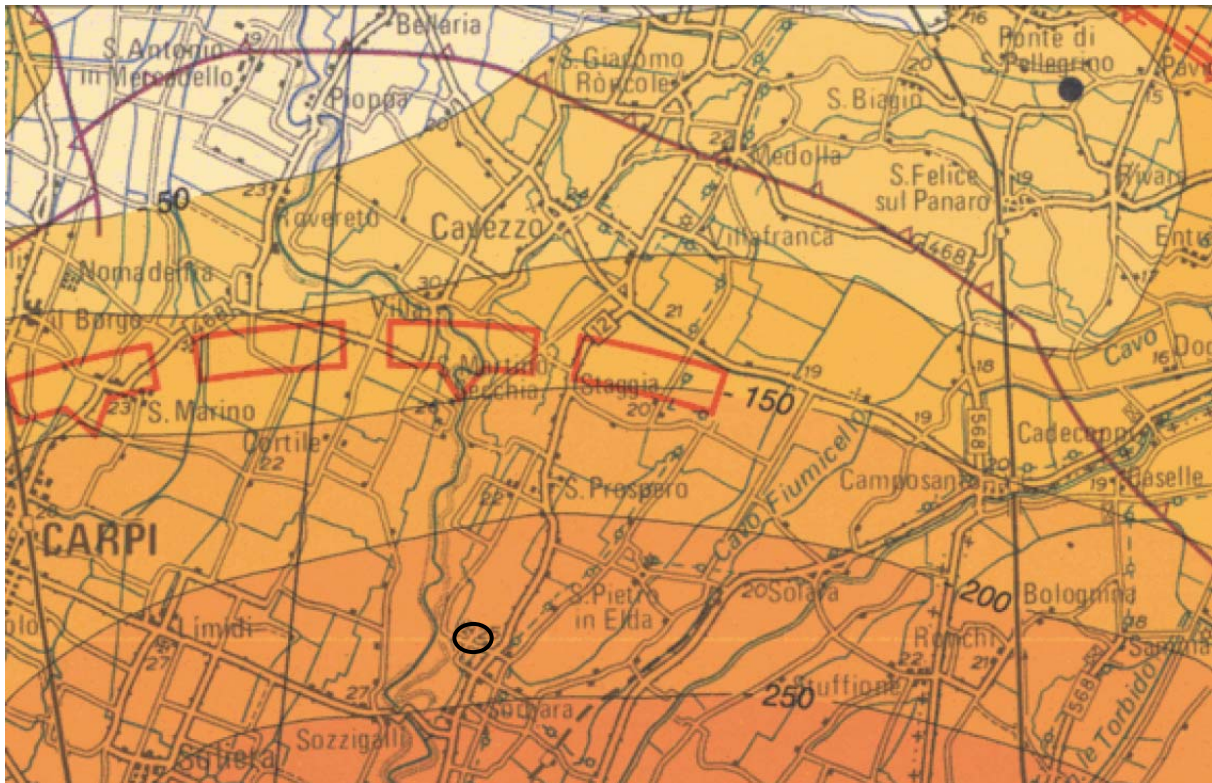


Fig.9: Carta della Sismotettonica redatta dalla Regione Emilia Romagna nel Luglio 2004.

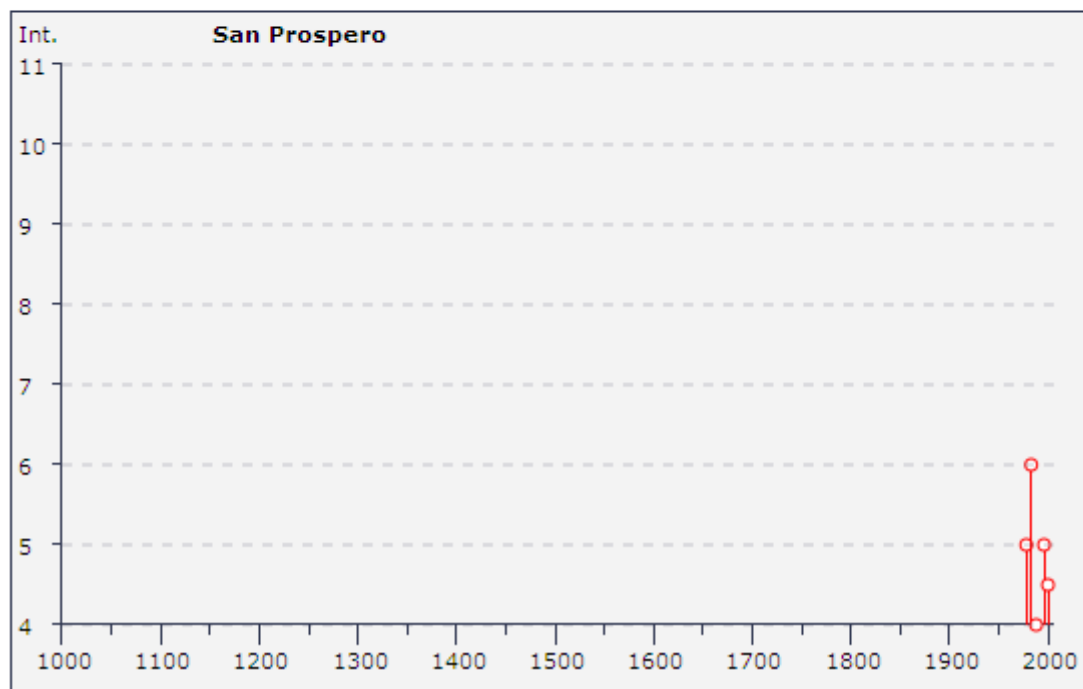
Nella tabella sottostante sono riportati i dati storici del comune di San Prospero, definiti nel Gruppo di lavoro CPTI (2011) Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2011 (CPTI11), INGV, Bologna con aggiornamento DBMI11 (dicembre 2011) reperibile all'indirizzo web <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/>

Storia sismica di San Prospero [44.789, 11.021]



Numero di eventi: 9

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
NF	1957 08 27 11:5	ZOCCA	58	5 4.65 ±0.21
5	1978 12 25 22:5	Bassa mantovana	28	5 4.22 ±0.22
6	1983 11 09 16:2	Parmense	850	6-7 5.06 ±0.09
NF	1986 12 06 17:0	BONDENO	604	6 4.61 ±0.10
4	1988 03 15 12:0	Reggiano	160	6 4.66 ±0.12
5	1996 10 15 09:5	Correggio	135	7 5.41 ±0.09
NF	1997 05 12 22:1	Reggiano	56	4-5 4.22 ±0.27
NF	1998 02 21 02:2	Reggiano	104	5 4.34 ±0.17
4-5	2000 06 18 07:4	Parmense	300	5-6 4.43 ±0.09



4.2 MODELLO SISMICO DEL SOTTOSUOLO

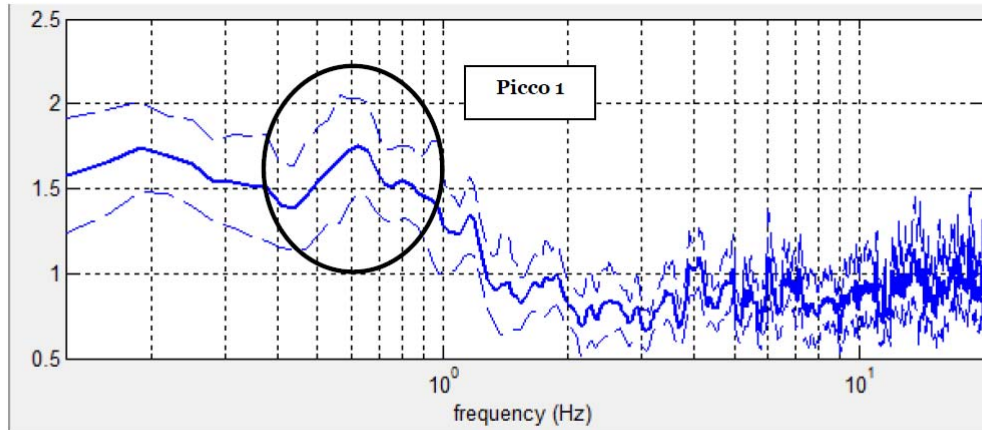
4.2.1. Definizione categoria sismica mediante analisi del sottosuolo in sismica passiva HVRS e attiva in onde Rayleigh con metodo HoliSurface

La ricostruzione del modello sismico del sottosuolo e la stima della velocità media delle onde di taglio nel volume di terreno investigato sono ricavati dall'analisi di una acquisizione HVSR e di due acquisizioni in onde Rayleigh con metodo HoliSurface con

18

Geofono 3D Pasi srl, modello Gemini2 di cui si allega in calce (All. n. 5) relazione di dettaglio a firma del Dott. Geol. Lorenzo del Maschio.

Relativamente alle **frequenze caratteristiche di sito**, abbiamo un **picco stratigrafico** caratteristico:



Picchi Stratigrafici	Rapporto H/V (valori medi)	Frequenza(Hz) Caratteristica (valori medi)
1	~ 1.7	~ 0.7/0.8

Il **picco (1)** alla **frequenza caratteristica di 0.7/0.8 Hz e periodo caratteristico pari a 1.43/1.25 s**, rappresenta un contrasto di impedenza profondo circa 200/220 m. Il rapporto H/V evidenzia contrasti di impedenza non significativi ($H/V < 2$) in caso di moto sismico.

4.2.2 Modello sismico del sottosuolo

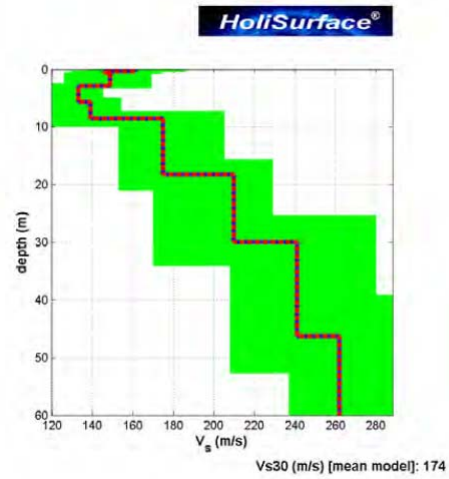
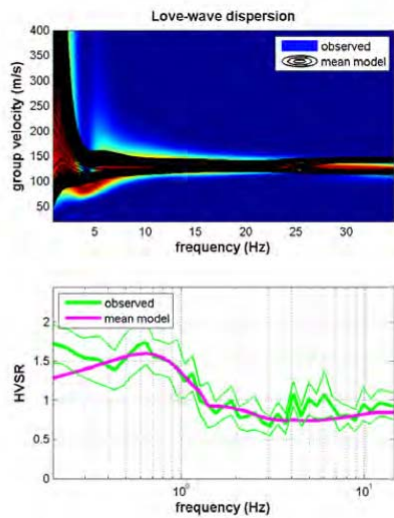
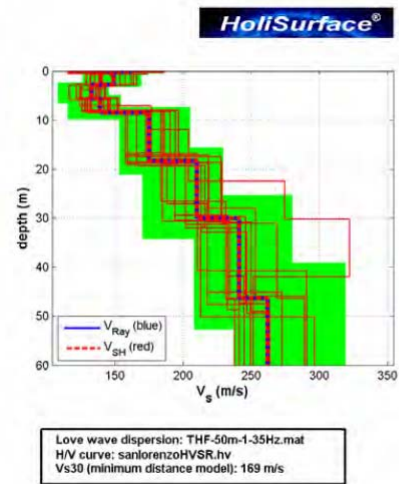
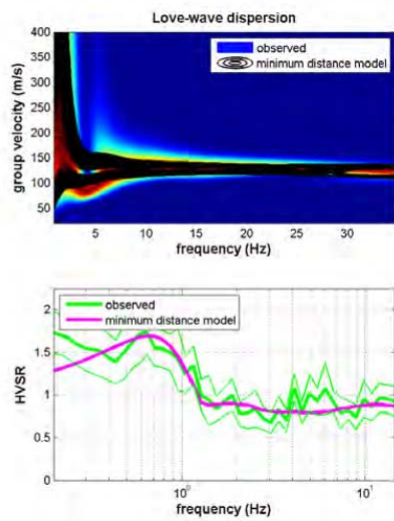
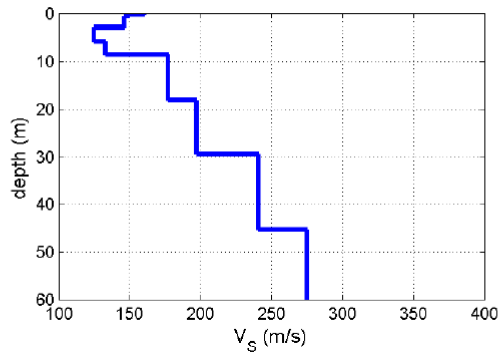
Il profilo di V_s con la profondità e la determinazione della categoria di suolo richiesta dalla normativa, è stato ricavato dall'analisi congiunta della tecnica in sismica attiva (che rappresenta bene le alte frequenze e quindi gli strati di terreno più superficiale) con quella in sismica passiva (che rappresenta bene le basse frequenze e quindi gli strati di terreno più profondo), vincolando le curve spettrali alle prove CPT.

Per il calcolo si è applicato il procedimento di calcolo indicato dalla Normativa secondo la formula:

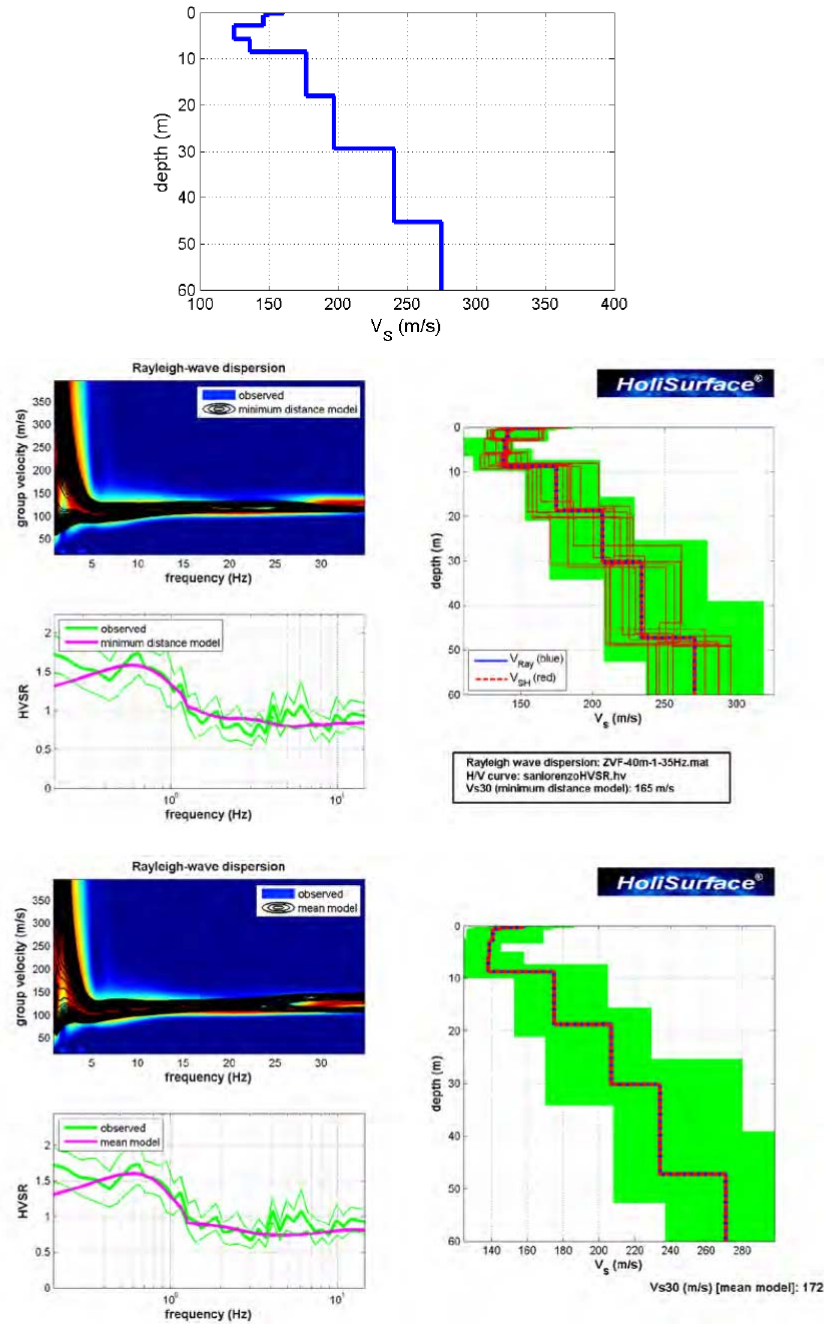
$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,n} \frac{h_i}{V_{Si}}}$$

HoliSurface n. 1 e n. 2 V_s (30): compreso fra 165-174 m/s (Categoria di sottosuolo D)

- HoliSurface01



- HoliSurface02



Sulla base dell'interpretazione litostratigrafica del sito, e dei valori di V_{S30} calcolati che non manifestano inversioni di velocità di spessore significativo di propagazione delle onde con la profondità fino alla quota di 30 metri e oltre, si fa riferimento a un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento conformemente a quanto espresso nel DM 2008.

Le categorie di sottosuolo definite sono:

A – Amassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori V_{s30} superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 m.

B – Rocce tenere e depositi terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $N_{spt} > 50$ nei terreni a grana grossa o coesione non drenata $C_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fine).

C – Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi 180 m/s e 360 m/s ($15 < N_{spt} < 50$ nei terreni a grana grossa, $70 < C_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fine).

D – Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ($N_{spt} < 15$ nei terreni a grana grossa, $C_u < 70$ kPa nei terreni a grana fine).

E – Terreni del sottosuolo di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento con valori di $V_{s30} > 800$ m/s.

In aggiunta a queste categorie se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensibilità possa comportare fenomeni di collasso del terreno.

S1 – Depositi di terreni caratterizzati da valore $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < C_{u,30} < 20$ kPa) che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.

S2 - Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Il sito rientra in classe sismica di tipo D: Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ($N_{spt} < 15$ nei terreni a grana grossa, $C_u < 70$ kPa nei terreni a grana fine).

4.3 ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE

Nella carta del rischio sismico : carta delle aree suscettibili di effetti locali elaborata per il Nuovo P.T.C.P approvato dalla Provincia di Modena con atto D.C.P. n.46 del 18/03/2009, l'area di studio ricade in zona 8: aree soggette ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti.

7	<p>Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione <u>studi</u>": valutazione del coefficiente di amplificazione litologico, del potenziale di liquefazione e dei cedimenti attesi; <u>microzonazione sismica</u>": approfondimenti di III livello.</p>
8	<p>Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti <u>studi</u>": valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e dei cedimenti attesi; <u>microzonazione sismica</u>": sono ritenuti sufficienti approfondimenti di II livello per la valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e sono richiesti approfondimenti di III livello per la stima degli eventuali cedimenti.</p>

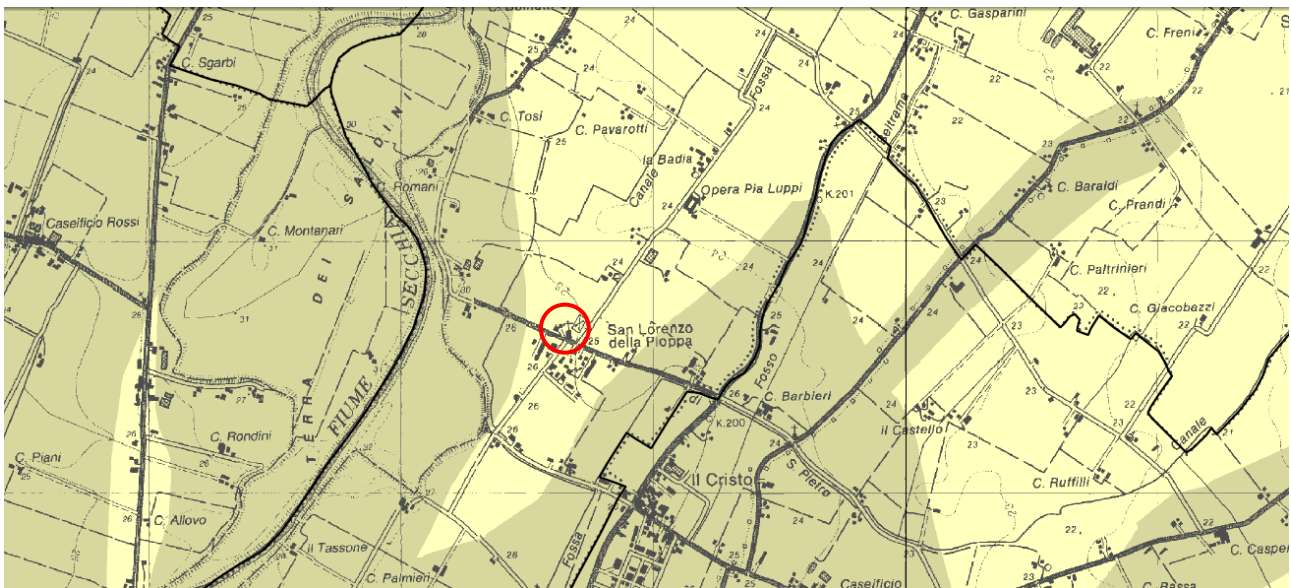


Fig.10: Tav. 2.2a.2 PTCP 2009 "Carta delle aree suscettibili di effetti locali".

4.3.1 Analisi del rischio di liquefazione da prove in sito

Anche se non richiesto nella Tavola 2.2a.2 del PTCP, al fine di definire la classe sismica del sito ed escludere la presenza di condizioni predisponenti fenomeni di liquefazione, è stata eseguita nei terreni limosi e limo-sabbiosi sottofalda riscontrati, un'analisi rischio liquefazione da prove in sito.

Per liquefazione di un terreno s'intende il quasi totale annullamento della sua resistenza al taglio con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi.

La liquefazione si verifica in depositi sabbiosi saturi, infatti se si esprime la resistenza al taglio attraverso la relazione di Coulomb:

$$\tau = c + (\sigma_{vo} - u) \tan \varphi$$

è evidente che la grandezza τ si può annullare solo nel caso in cui siano verificate le condizioni:

$$c = 0$$

$$(\sigma_{vo} - u) = 0.$$

La prima condizione vieta che il fenomeno della liquefazione possa verificarsi in terreni coesivi o incoerenti ma con una significativa frazione argillosa o limosa plastica.

La seconda condizione si verifica quando la pressione interstiziale uguaglia la pressione totale esercitata ad una data profondità della colonna di terreno sovrastante e dagli eventuali sovraccarichi presenti in superficie ($\sigma_{vo} - u$).

In definitiva il fenomeno della liquefazione si può verificare in depositi sciolti non coesivi posti sotto falda in seguito ad eventi che producano un forte aumento della pressione interstiziale dell'acqua .

In conclusione si possono ritenere potenzialmente liquefacibili quei depositi sciolti che presentano le seguenti caratteristiche:

- granulometricamente sono sabbie da fini a medie con contenuto in fine variabile generalmente dallo 0 al 25%;
- si trovano sotto falda;
- sono da poco a mediamente addensati;
- si trovano a profondità relativamente basse (di solito inferiori ai 15 metri).

L'altra variabile che provoca fenomeni di liquefazione è il sisma.

Durante un terremoto il terreno può essere visto come sottoposto ad una serie di cicli di carico variabili in intensità e numero in funzione della magnitudo del sisma stesso.

In terremoti di elevata magnitudo è sufficiente un numero ridotto di cicli di carico per ridurre la liquefazione del deposito, poiché ad ogni ciclo è associata una sollecitazione dinamica di maggiore intensità. In terremoti di minore magnitudo lo stesso effetto lo si ottiene con un numero superiore di cicli di carico.

I maggiori terremoti storici, nella regione Emilia Romagna si sono verificati in Romagna e dopo la recente crisi sismica del Maggio 2012, nella parte nord della provincia di Modena e Ferrara con magnitudo stimata pari a 5.9. In queste zone quindi si possono verificare terremoti a energia media.

Le colonne stratigrafiche, dedotta dalle prove penetrometriche, evidenziano terreni di natura coesiva fino a - 35.00 m con rari livelli sabbiosi non continui.

Sulle colonne stratigrafiche riscontrate è stata eseguita una verifica alla possibilità che si manifestino fenomeni di liquefazione mediante procedure denominate "metodi semplificati".

Il fattore di sicurezza, F_L , nella verifica di resistenza alla liquefazione di un livello di terreno è per definizione il rapporto fra la capacità di resistenza alla liquefazione, espressa in termini di rapporto di resistenza ciclica, $R = CRR$, e la domanda di resistenza alla liquefazione, espressa in termini di rapporto di tensione ciclica, $L = CSR$.

$$F_L = R/L$$

Se il fattore $F_L > 1.00$ la liquefazione è da escludere ; se $F_L < 1.00$ è possibile che avvengano fenomeni di liquefazione.

L'indice di liquefazione I_L è indicativo dell'estensione che il fenomeno della liquefazione può avere nel deposito, ed è ottenuto dalla espressione

$$(1.9) I_L = \int_0^{20} F W(z) dz$$

dove

$$F = 1 - FS \quad \text{per } FS \leq 1$$

$$F = 0 \quad \text{per } FS > 1$$

$$W(z) = 10 - 0,5z$$

Secondo la classificazione di Sonmez (2003) adottata dalla Regione Emilia-Romagna, risulta che:

- IL = 0 il rischio di liquefazione è molto basso;
- 0 < IL < 2 il rischio di liquefazione è basso;
- 2 ≤ IL < 5 il rischio di liquefazione è moderato;
- 5 ≤ IL < 15 il rischio di liquefazione è elevato;
- IL ≥ 15 il rischio di liquefazione è estremamente elevato.

Le verifiche sono state eseguite con l'accelerazione calcolata in superficie da norma per un suolo di tipo D e tempo di ritorno =712 anni: a_{max} in superficie (g) = 0.31.

Mw = 6.14 (Mw max Zona 912 di ZS9, come suggerito dagli ICMS)

Il fattore di correzione della magnitudo MSF = 1.67 NCEER (Seed R. B. et al.1997; 2003)

Il livello della soggiacenza della falda più alto misurato nei fori di prova nell'Agosto 2014 pari a - 2.70 m dal p.c.

Analisi del rischio di liquefazione con metodo di Robertson & Wride (1997) con prove penetrometriche meccaniche CPT

Il metodo di Robertson & Wride (1997) utilizzato in questa verifica, permette di correlare la resistenza al taglio mobilitata nel terreno con i risultati della prova penetrometrica statica. La procedura di calcolo si basa sulle due seguenti equazioni:

$$R = 0.883 [(qc_{1n})_{cs}/1000] + 0.05 \quad \text{per } (qc_{1n})_{cs} < 50$$

$$R = 93 [(qc_{1n})_{cs}/1000]^3 + 0.08 \quad \text{per } 50 < (qc_{1n})_{cs} < 160$$

L dipende dai parametri del sisma di progetto (accelerazione sismica e magnitudo di progetto):

$$L = 0.65 (a_{max}/g \times \sigma_{v0} / \sigma_{v0'}) r_d \times 1/MSF$$

I risultati ottenuti sono riportati di seguito:

VERIFICA VERTICALE DI PROVA CPT N.1

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	Riporto	0	0.6	18	20	0	0	3000	120	180
2	Limo argilloso	0.6	10	15	17	0	0	770	40	120
3	Argilla	10	13	17	19	0	0	1900	110	180
4	Argilla	13	17	17	19	0	0	1200	60	150
5	Argilla	17	20	17	19	0	0	960	60	130

Correzione per la magnitudo (MSF) 1.67

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1 (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coeff. sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
2.90	45.700	43.739	16.560	5.523	2.986	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	
3.10	49.100	45.177	15.957	5.549	3.000	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	
3.30	52.500	46.616	15.392	5.575	3.013	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di	0.00	

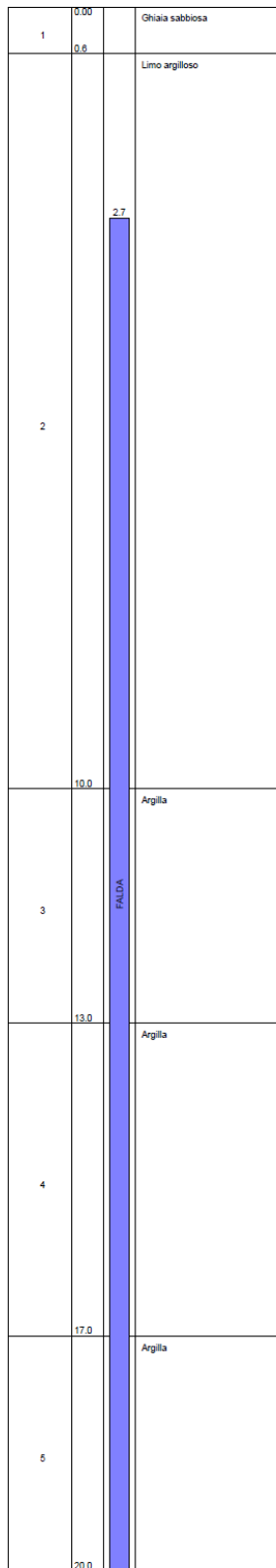
3.50	55.900	48.055	14.860	5.601	3.026	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
3.70	59.300	49.493	14.360	5.628	3.038	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
3.90	62.700	50.932	13.887	5.655	3.051	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
4.10	66.100	52.371	13.441	5.683	3.063	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
4.30	69.500	53.809	13.018	5.710	3.075	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
4.50	72.900	55.248	12.618	5.738	3.087	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
4.70	76.300	56.687	12.237	5.766	3.098	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
4.90	79.700	58.125	11.876	5.795	3.110	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
5.10	83.100	59.564	11.532	5.823	3.121	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
5.30	86.500	61.003	11.204	5.852	3.132	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
5.50	89.900	62.441	10.892	5.881	3.143	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
5.70	93.300	63.880	10.593	5.911	3.154	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
5.90	96.700	65.319	10.308	5.941	3.164	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
6.10	100.100	66.757	10.035	5.971	3.175	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
6.30	103.500	68.196	9.773	6.002	3.185	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
6.50	106.900	69.635	9.523	6.032	3.195	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
6.70	110.300	71.073	9.282	6.063	3.205	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
6.90	113.700	72.512	9.051	6.095	3.215	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
7.10	117.100	73.951	8.829	6.127	3.225	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
7.30	120.500	75.389	8.615	6.159	3.235	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
7.50	123.900	76.828	8.410	6.191	3.244	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
7.70	127.300	78.267	8.212	6.224	3.254	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
7.90	130.700	79.705	8.021	6.257	3.263	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00

8.10	134.100	81.144	7.837	6.290	3.273	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
8.30	137.500	82.583	7.659	6.324	3.282	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
8.50	140.900	84.021	7.487	6.358	3.291	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
8.70	144.300	85.460	7.322	6.393	3.300	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
8.90	147.700	86.899	7.161	6.428	3.309	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
9.10	151.100	88.337	7.006	6.463	3.318	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
9.30	154.500	89.776	6.856	6.499	3.327	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
9.50	157.900	91.215	6.711	6.535	3.336	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
9.70	161.300	92.653	6.570	6.571	3.345	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
9.90	164.700	94.092	6.433	6.608	3.354	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
10.10	168.300	95.731	18.089	6.352	2.998	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
10.30	172.100	97.569	17.709	6.366	3.005	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
10.50	175.900	99.408	17.344	6.380	3.013	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
10.70	179.700	101.247	16.991	6.394	3.020	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
10.90	183.500	103.086	16.651	6.408	3.027	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
11.10	187.300	104.924	16.323	6.423	3.034	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
11.30	191.100	106.763	16.007	6.437	3.041	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
11.50	194.900	108.602	15.701	6.451	3.048	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
11.70	198.700	110.440	15.405	6.466	3.055	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
11.90	202.500	112.279	15.119	6.480	3.062	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
12.10	206.300	114.118	14.842	6.495	3.068	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
12.30	210.100	115.956	14.574	6.509	3.075	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
12.50	213.900	117.795	14.314	6.524	3.081	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
12.70	217.700	119.634	14.062	6.539	3.088	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non	0.00

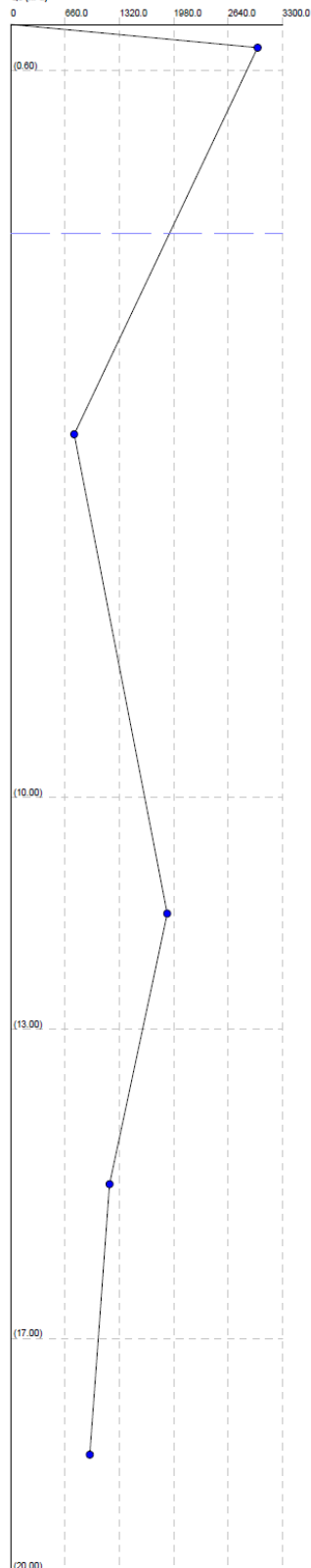
12.90	221.500	121.472	13.818	6.553	3.094	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	suscettibile di liquefazione Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
13.10	225.300	123.311	7.904	6.156	3.264	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
13.30	229.100	125.150	7.758	6.180	3.271	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
13.50	232.900	126.988	7.616	6.204	3.279	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
13.70	236.700	128.827	7.477	6.229	3.286	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
13.90	240.500	130.666	7.343	6.253	3.293	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
14.10	244.300	132.504	7.213	6.278	3.301	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
14.30	248.100	134.343	7.086	6.303	3.308	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
14.50	251.900	136.182	6.962	6.328	3.315	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
14.70	255.700	138.020	6.842	6.354	3.322	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
14.90	259.500	139.859	6.725	6.380	3.329	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
15.10	263.300	141.698	6.611	6.405	3.336	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
15.30	267.100	143.536	6.499	6.432	3.343	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
15.50	270.900	145.375	6.391	6.458	3.350	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
15.70	274.700	147.214	6.285	6.484	3.357	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
15.90	278.500	149.052	6.182	6.511	3.363	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
16.10	282.300	150.891	6.082	6.538	3.370	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
16.30	286.100	152.730	5.984	6.565	3.377	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
16.50	289.900	154.568	5.888	6.593	3.383	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
16.70	293.700	156.407	5.795	6.620	3.390	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
16.90	297.500	158.246	5.703	6.648	3.397	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
17.10	301.300	160.084	4.115	9.109	3.592	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00
17.30	305.100	161.923	4.045	9.162	3.600	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00

17.50	308.900	163.762	3.976	9.215	3.607	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
17.70	312.700	165.600	3.909	9.269	3.615	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
17.90	316.500	167.439	3.843	9.324	3.622	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
18.10	320.300	169.278	3.779	9.379	3.629	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
18.30	324.100	171.116	3.716	9.435	3.637	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
18.50	327.900	172.955	3.655	9.492	3.644	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
18.70	331.700	174.794	3.595	9.550	3.651	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
18.90	335.500	176.632	3.536	9.608	3.659	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
19.10	339.300	178.471	3.478	9.667	3.666	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
19.30	343.100	180.310	3.421	9.726	3.673	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
19.50	346.900	182.148	3.366	9.786	3.681	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
19.70	350.700	183.987	3.312	9.847	3.688	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00
19.90	354.500	185.826	3.258	9.909	3.695	0.5381389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susctibile di	0.00

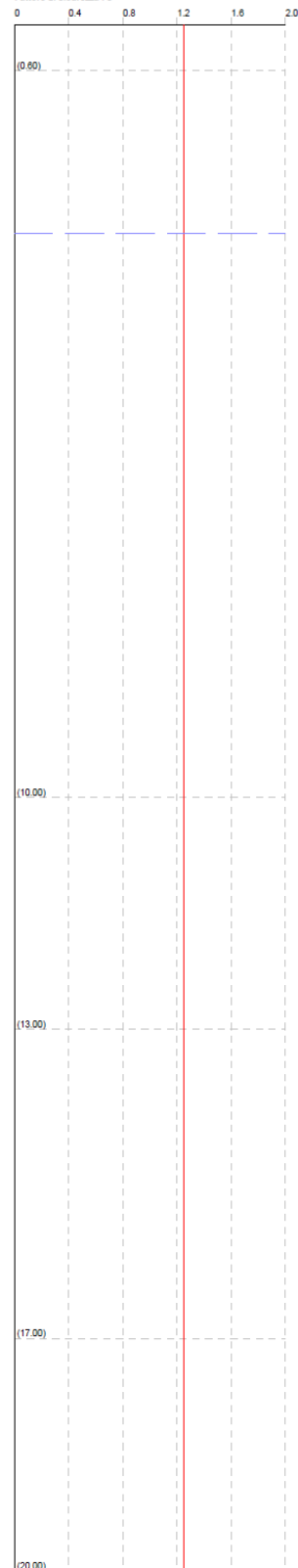
Colonna stratigrafica



Qc (kPa)



Fattore di sicurezza Fs



Analisi del rischio di liquefazione con metodo di Idriss e Boulanger (2008) con prove penetrometriche elettriche CPTU

La verifica sulla verticale di prova eseguita con la punta elettrica è stata effettuata, con metodo di Idriss e Boulanger (2008) che è tarato sulle prove con punta elettrica.

Si è scelto di utilizzare per l'analisi alla liquefazione il metodo di Idriss e Boulanger (2008) in quanto al punto 3.3 della determinazione n. 1105 del 03/02/2014 si indica che dal confronto fra i vari metodi eseguito dal gruppo di lavoro che ha effettuato la microzonazione sismica di cui all'Ordinanza del Commissario delegato n. 70/2012 risulta che quello di I&B (2008) è quello meglio compatibile con gli effetti osservati in sito

VERIFICA CPTU N.1

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	Riporto	0	1	18	20	0	0	5000	150	200
2	Limo argilloso	1	2.6	15	17	0	0	1400	35	150
3	Limo argilloso	2.6	6.8	15	17	0	0	700	16	100
4	Limo argilloso	6.8	10.4	15	17	0	0	900	27	130
5	Argilla	10.4	11	17	19	0	0	1400	70	150
6	Argilla	11	13	17	19	0	0	1900	95	180
7	Argilla	13	15	17	19	0	0	1200	30	130
8	Limo argilloso	15	15.6	17	19.5	0	0	3000	50	200
9	Limo argilloso	15.6	20	17	19	0	0	1300	27	140

Correzione per la magnitudo (MSF)

1.43

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1 (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di rischio liquefazione	Rischio
2.90	46.900	44.939	6.908	2.450	2.860	1.980073	0.000	1.001	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.10	50.300	46.377	6.908	2.463	2.871	1.933627	0.000	0.996	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.30	53.700	47.816	6.908	2.476	2.883	1.889208	0.000	0.992	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.50	57.100	49.255	6.908	2.489	2.894	1.846688	0.000	0.987	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.70	60.500	50.693	6.908	2.502	2.906	1.80484	0.000	0.983	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
3.90	63.900	52.132	6.908	2.515	2.917	1.76589	0.000	0.978	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.10	67.300	53.571	6.908	2.529	2.928	1.728501	0.000	0.974	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.30	70.700	55.009	6.908	2.543	2.939	1.691787	0.000	0.969	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso

4.50	74.100	56.448	6.908	2.556	2.950	1.657339	0.000	0.964	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.70	77.500	57.887	6.908	2.570	2.960	1.624191	0.000	0.959	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
4.90	80.900	59.325	6.908	2.584	2.971	1.592272	0.000	0.954	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.10	84.300	60.764	6.908	2.599	2.981	1.561011	0.000	0.949	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.30	87.700	62.203	6.908	2.613	2.991	1.531411	0.000	0.944	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.50	91.100	63.641	6.908	2.628	3.002	1.502849	0.000	0.939	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.70	94.500	65.080	6.908	2.642	3.012	1.475271	0.000	0.934	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
5.90	97.900	66.519	6.908	2.657	3.022	1.448319	0.000	0.929	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.10	101.300	67.957	6.908	2.672	3.032	1.422602	0.000	0.924	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.30	104.700	69.396	6.908	2.688	3.042	1.397728	0.000	0.919	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.50	108.100	70.835	6.908	2.703	3.051	1.373657	0.000	0.913	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.70	111.500	72.273	6.908	2.719	3.061	1.350349	0.000	0.908	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
6.90	114.900	73.712	8.882	3.439	3.024	1.315217	0.000	0.903	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
7.10	118.300	75.151	8.882	3.454	3.032	1.294321	0.000	0.897	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
7.30	121.700	76.589	8.882	3.469	3.041	1.27404	0.000	0.892	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
7.50	125.100	78.028	8.882	3.484	3.049	1.254347	0.000	0.887	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
7.70	128.500	79.467	8.882	3.500	3.057	1.235218	0.000	0.881	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
7.90	131.900	80.905	8.882	3.515	3.065	1.216552	0.000	0.876	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.10	135.300	82.344	8.882	3.531	3.073	1.198492	0.000	0.870	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.30	138.700	83.783	8.882	3.547	3.081	1.180927	0.000	0.865	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.50	142.100	85.221	8.882	3.562	3.089	1.163838	0.000	0.859	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.70	145.500	86.660	8.882	3.579	3.097	1.147204	0.000	0.854	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
8.90	148.900	88.099	8.882	3.595	3.105	1.13101	0.000	0.848	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.10	152.300	89.537	8.882	3.611	3.112	1.115216	0.000	0.843	0.000	0.000	0.000	Terreno non	0.00	Molto

9.30	155.700	90.976	8.882	3.628	3.120	1.099854	0.000	0.837	0.000	0.000	0.000	suscettibile di liquefazione	0.00	basso
9.50	159.100	92.415	8.882	3.644	3.128	1.084881	0.000	0.832	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.70	162.500	93.853	8.882	3.661	3.135	1.070283	0.000	0.826	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
9.90	165.900	95.292	8.882	3.678	3.143	1.056047	0.000	0.821	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.10	169.300	96.731	8.882	3.695	3.150	1.042158	0.000	0.815	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.30	172.700	98.169	8.882	3.712	3.158	1.028605	0.000	0.810	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.50	176.300	99.808	13.817	5.720	3.096	1.012725	0.000	0.804	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.70	180.100	101.647	13.817	5.738	3.103	0.997339 1	0.000	0.799	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
10.90	183.900	103.486	13.817	5.756	3.110	0.982385 9	0.000	0.793	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.10	187.700	105.324	18.752	5.548	2.991	0.969409 7	0.000	0.788	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.30	191.500	107.163	18.752	5.560	2.997	0.955931 7	0.000	0.782	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.50	195.300	109.002	18.752	5.573	3.003	0.942803 2	0.000	0.777	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.70	199.100	110.840	18.752	5.585	3.009	0.930010 9	0.000	0.771	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
11.90	202.900	112.679	18.752	5.598	3.014	0.917527 9	0.000	0.766	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.10	206.700	114.518	18.752	5.610	3.020	0.905366 2	0.000	0.760	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.30	210.500	116.356	18.752	5.623	3.026	0.893504 6	0.000	0.755	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.50	214.300	118.195	18.752	5.636	3.032	0.881931 8	0.000	0.749	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.70	218.100	120.034	18.752	5.648	3.037	0.870637 6	0.000	0.744	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
12.90	221.900	121.872	18.752	5.661	3.043	0.859612 2	0.000	0.739	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.10	225.700	123.711	11.843	3.079	3.081	0.838614	0.000	0.733	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.30	229.500	125.550	11.843	3.091	3.088	0.827495 5	0.000	0.728	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.50	233.300	127.388	11.843	3.103	3.095	0.816646 7	0.000	0.723	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
13.70	237.100	129.227	11.843	3.116	3.102	0.806057 9	0.000	0.718	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso

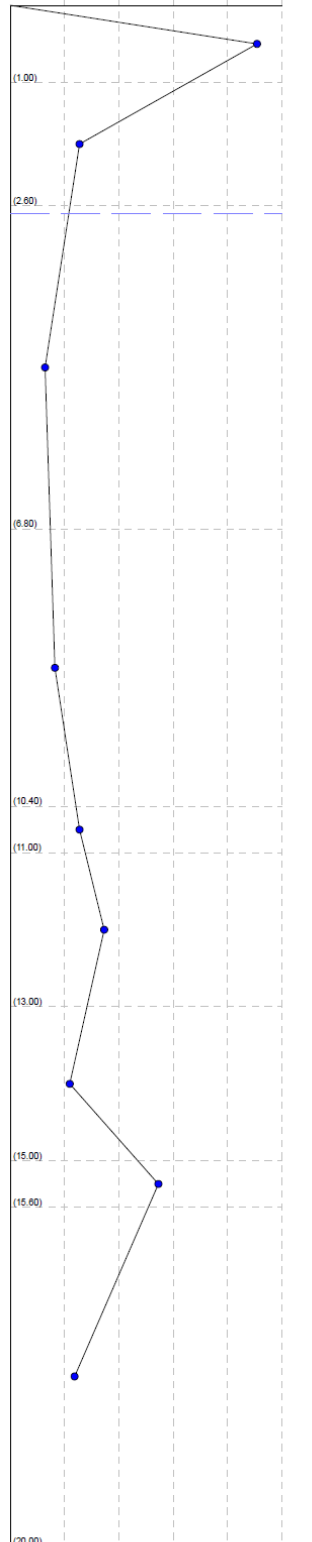
13.90	240.900	131.066	11.843	3.128	3.109	0.795720	0.000	0.713	0.000	0.000	0.000	Liquefazione Terreno non susceptibile di	0.00	Molto basso
14.10	244.700	132.904	11.843	3.140	3.116	0.785624	0.000	0.707	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susceptibile di	0.00	Molto basso
14.30	248.500	134.743	11.843	3.153	3.123	0.775689	0.000	0.702	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susceptibile di	0.00	Molto basso
14.50	252.300	136.582	11.843	3.166	3.130	0.766048	0.000	0.697	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susceptibile di	0.00	Molto basso
14.70	256.100	138.420	11.843	3.178	3.137	0.756625	0.000	0.692	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susceptibile di	0.00	Molto basso
14.90	259.900	140.259	11.843	3.191	3.144	0.747414	0.000	0.687	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susceptibile di	0.00	Molto basso
15.10	263.750	142.148	29.608	1.827	2.613	0.770676	0.000	0.682	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susceptibile di	0.00	Molto basso
15.30	267.650	144.086	29.608	1.830	2.617	0.762124	0.000	0.677	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susceptibile di	0.00	Molto basso
15.50	271.550	146.025	29.608	1.833	2.622	0.753877	0.000	0.672	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susceptibile di	0.00	Molto basso
15.70	275.400	147.914	12.830	2.635	3.084	0.713706	0.000	0.667	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susceptibile di	0.00	Molto basso
15.90	279.200	149.752	12.830	2.645	3.091	0.705527	0.000	0.663	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susceptibile di	0.00	Molto basso
16.10	283.000	151.591	12.830	2.655	3.097	0.697519	0.000	0.658	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susceptibile di	0.00	Molto basso
16.30	286.800	153.430	12.830	2.665	3.104	0.689677	0.000	0.653	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susceptibile di	0.00	Molto basso
16.50	290.600	155.268	12.830	2.675	3.110	0.681995	0.000	0.648	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susceptibile di	0.00	Molto basso
16.70	294.400	157.107	12.830	2.685	3.116	0.674468	0.000	0.644	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susceptibile di	0.00	Molto basso
16.90	298.200	158.946	12.830	2.695	3.123	0.667093	0.000	0.639	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susceptibile di	0.00	Molto basso
17.10	302.000	160.784	12.830	2.705	3.129	0.659703	0.000	0.635	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susceptibile di	0.00	Molto basso
17.30	305.800	162.623	12.830	2.716	3.135	0.652611	0.000	0.630	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susceptibile di	0.00	Molto basso
17.50	309.600	164.462	12.830	2.726	3.142	0.645658	0.000	0.626	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susceptibile di	0.00	Molto basso
17.70	313.400	166.300	12.830	2.737	3.148	0.638839	0.000	0.621	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susceptibile di	0.00	Molto basso
17.90	317.200	168.139	12.830	2.747	3.154	0.632152	0.000	0.617	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susceptibile di	0.00	Molto basso
18.10	321.000	169.978	12.830	2.758	3.160	0.625591	0.000	0.612	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susceptibile di	0.00	Molto basso
18.30	324.800	171.816	12.830	2.769	3.166	0.619154	0.000	0.608	0.000	0.000	0.000	liquefazione Terreno non susceptibile di	0.00	Molto basso

18.50	328.600	173.655	12.830	2.779	3.172	0.612837	0.000	0.604	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
						1								
18.70	332.400	175.494	12.830	2.790	3.179	0.606430	0.000	0.600	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
						5								
18.90	336.200	177.332	12.830	2.801	3.185	0.600338	0.000	0.596	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
						9								
19.10	340.000	179.171	12.830	2.813	3.191	0.594358	0.000	0.592	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
						2								
19.30	343.800	181.010	12.830	2.824	3.197	0.588485	0.000	0.588	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
						4								
19.50	347.600	182.848	12.830	2.835	3.203	0.582717	0.000	0.584	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
						7								
19.70	351.400	184.687	12.830	2.846	3.209	0.577052	0.000	0.580	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
						2								
19.90	355.200	186.526	12.830	2.858	3.215	0.571486	0.000	0.576	0.000	0.000	0.000	Terreno non suscettibile di liquefazione	0.00	Molto basso
						5								

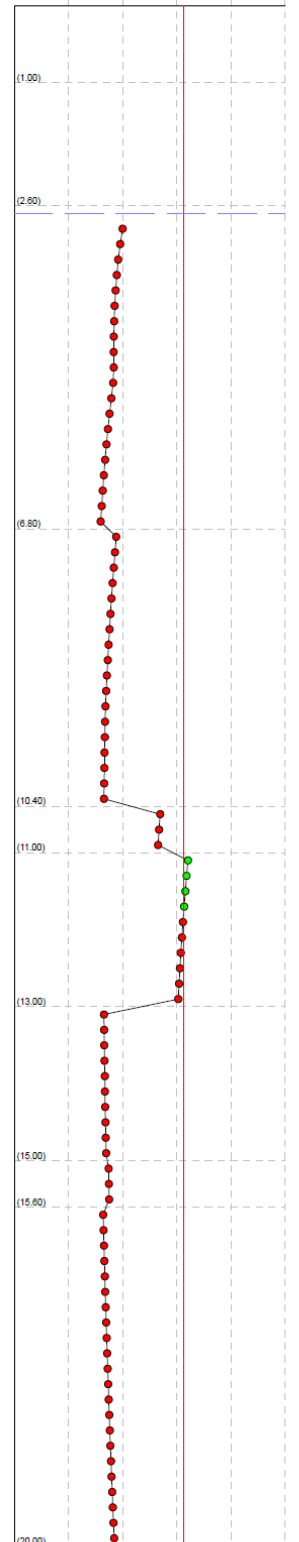
Colonna stratigrafica

1	0.00	Ghiaia sabbiosa
2	1.0	Limo argilloso
3	2.8	Limo argilloso
4	6.8	Limo argilloso
5	10.4	Argilla
6	11.0	Argilla
7	13.9	Argilla
8	15.0	Limo argilloso
9	15.6	Limo argilloso
	20.0	

Qc (kPa)



Fattore di sicurezza Fs



terreni delle sequenze stratigrafiche verificate su entrambe le verticali di prova, fino alla profondità di - 20.00 m, **risultano non soggetti a fenomeni di liquefazione su entrambe le verticali di prova. Sulla base delle verifiche eseguite si ritiene corretto, nel rispetto della Normativa, classificare il sito in categoria di sottosuolo D e determinare la definizione dell'azione sismica tramite l'approccio semplificato previsto dalle NTC08.**

4.3.2 Valutazione amplificazione litologica e parametri spettrali

La stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica, secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 14 Gennaio 2008, viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando informazioni disponibili nel reticolo di riferimento.

Gli spettri di Norma sono quindi stati ottenuti per il sito di interesse a partire dalle coordinate geografiche del sito secondo la tecnica indicata dalle NTC08 della media pesata dei parametri sismici relativi ai quattro vertici più vicini del reticolo in cui è stato suddiviso il territorio italiano tramite il foglio di calcolo Spettri – NTC ver. 1.0.03 (fonte ministero Infrastrutture e Trasporti) .

Le coordinate in forma decimale ED50 del sito di studio sono:

44.762569 N – 11.004857 E

Di seguito vengono indicati per il sito in oggetto i diversi spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite per un suolo di tipo A.

Per spettro di risposta si intende la massima accelerazione di un oscillatore (edificio di progetto) a un particolare input (terremoto) in funzione del periodo proprio e dello smorzamento.

Gli spettri di risposta su suolo rigido di seguito riportati vengono dati per gli stati limite di esercizio: lo stato limite di Operatività (SLO) e lo stato limite di Danno (SLD) e per gli stati limite ultimi: lo stato limite di Salvaguardia della Vita (SLV) e lo stato limite di prevenzione del Collasso (SLC).

Le forme spettrali sono definite in base a dei parametri il cui valore dipende dai periodi di ritorno associato a ciascun stato limite.

Nella tabella di seguito riportata vengono definiti i parametri base degli spettri per i vari periodi di ritorno.

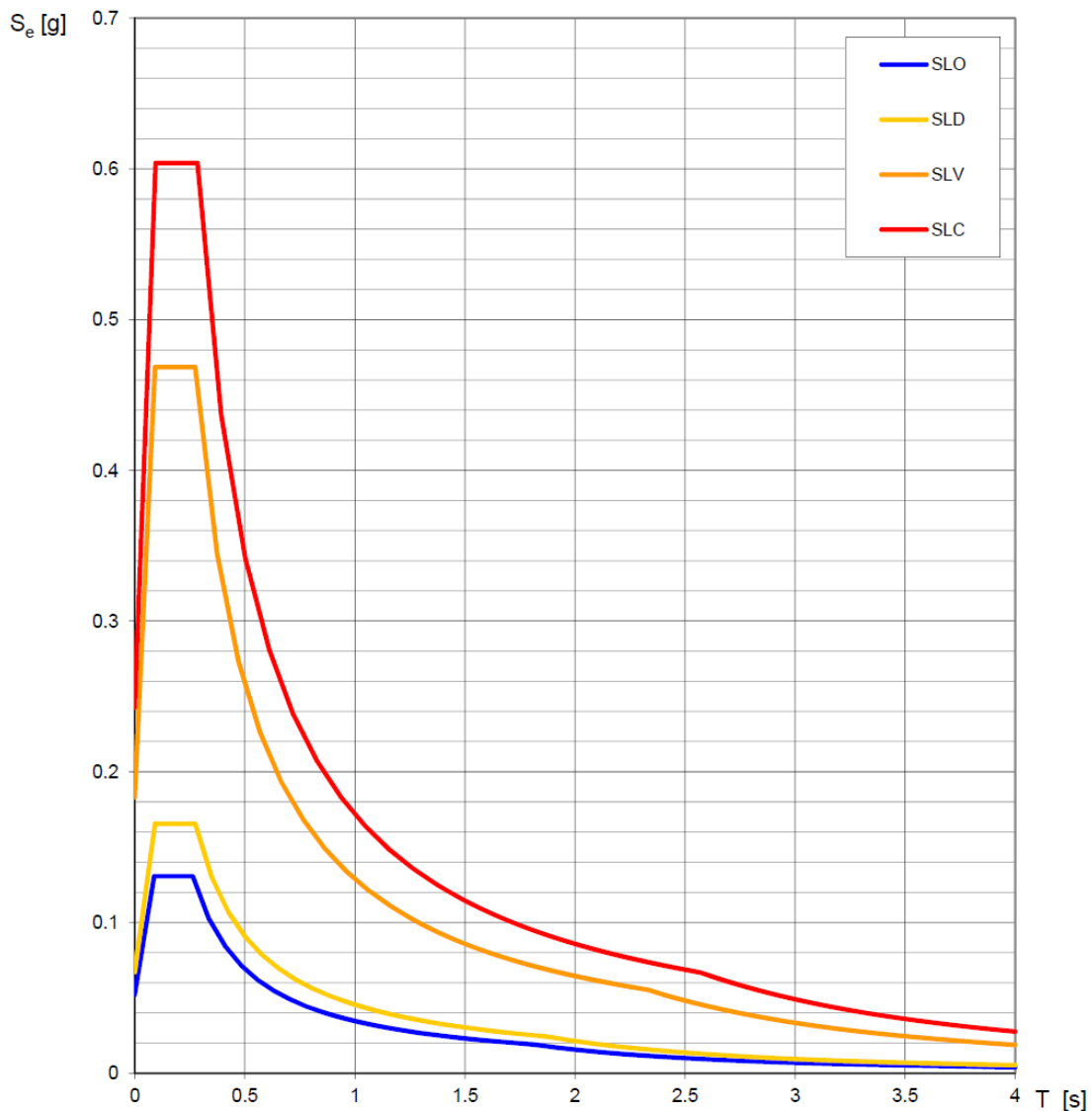
I parametri definiti sono

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa al sito di riferimento rigido

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

T^*_c = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0.052	2.515	0.264
SLD	75	0.067	2.466	0.274
SLV	712	0.183	2.555	0.275
SLC	1462	0.243	2.488	0.284

Fig. 11: Spettri di risposta elastici per i diversi stati limite su suolo di tipo A e tabella dei parametri relativa.

Viene inoltre riportato lo spettro di risposta della componente orizzontale e verticale per lo spettro allo Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita con smorzamento $\xi = 5\%$ in superficie su suolo di tipo D e periodo di ritorno di 475 anni:

Il valore di $a_g(g)$ = accelerazione orizzontale massima attesa al sito di riferimento rigido = 0.183 che deriva dai dati imposti secondo le NTC (2008) per il Comune di San Prospero, scalato per un coefficiente d'uso 1.5 che corrisponde ad una classe d'uso III (*costruzioni il cui uso preveda significativi affollamenti*), vita nominale ≥ 50 anni (opere ordinarie).

Il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale F_0 è stato calcolato pari a 2.555.

Il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale T^*_C è uguale a 0.275s

Il fattore di amplificazione stratigrafica S_s (poiché la categoria del suolo indagato è la D) risulta pari a 1.7

Il fattore di amplificazione topografica S_T è pari a 1 poiché il sito è pianeggiante.

Accelerazione attesa in superficie $PGA = a_g \times S_s = 0.31g$

$K_h = 0.0744$ $K_v = 0.0372$ $\beta = 0.240$

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

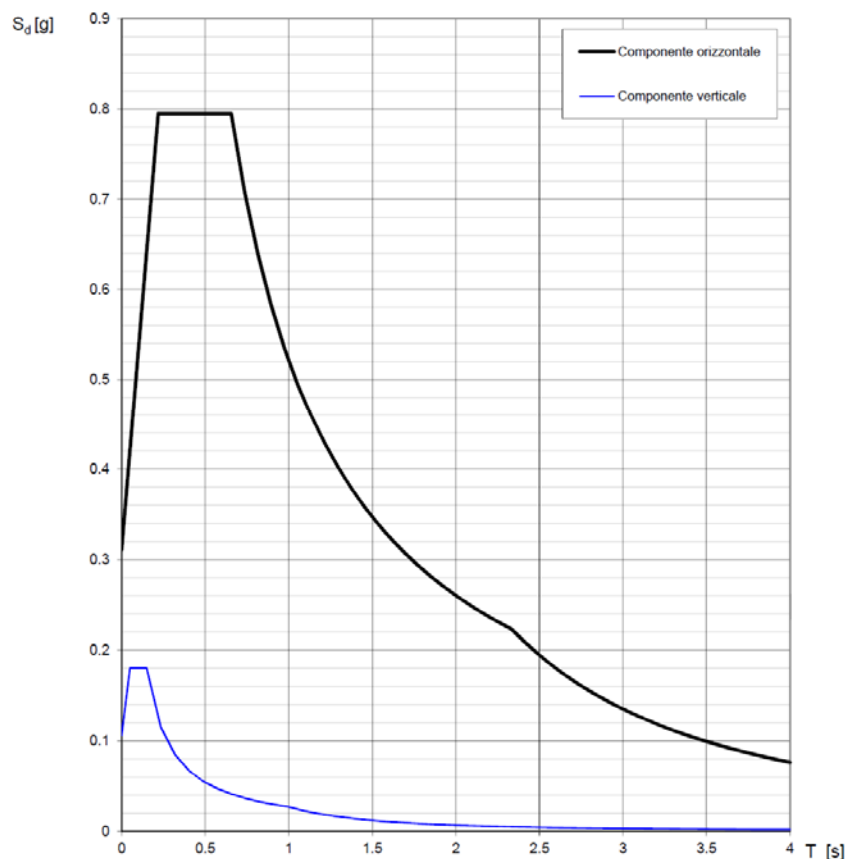


Fig. 12: Spettro di risposta elastico per lo stato limite di salvaguardia della vita su suolo di studio di tipo D.

Si riporta infine di seguito, a titolo informativo, la PGA registrata in superficie al sito di studio come risulta dalle mappe di scuotimento dell'INGV nell'evento sismico del 20 Maggio 2012, del 29 Maggio 2012 e del 03 Giugno 2012 e la PGA in superficie calcolata da Norma.

Evento del 20 Maggio PGA (AL SITO DELL'EDIFICIO) = 0.12g

Evento del 20 Maggio PGV (AL SITO DELL'EDIFICIO) = 10 cm/s

Evento del 29 Maggio PGA (AL SITO DELL'EDIFICIO) = 0.20g

Evento del 29 Maggio PGV (AL SITO DELL'EDIFICIO) = 14 cm/s

Evento del 03 Giugno PGA (AL SITO DELL'EDIFICIO) = 0.04g

Evento del 03 Giugno PGV (AL SITO DELL'EDIFICIO) = 2 cm/s

NORMATIVA DI RIFERIMENTO NTC 2008 PGA (AL SITO DELL'EDIFICIO) = 0.31g.

Per quanto riguarda l'accelerazione spettrale subita dalla costruzione in esame si riportano di seguito:

- le accelerazioni spettrali riportate nelle mappe di scuotimento dell'INGV per la zona dell'edificio reperibili sul sito <http://shakemap.rm.ingv.it/shake> e disponibili solo per periodi di 0.3s;1.0s e 3.0s per l'evento sismico del 20 Maggio, del 29 Maggio e del 03 Giugno 2012.

- le accelerazioni spettrali calcolate secondo la normativa NTC08 considerando lo spettro elastico per il profilo di sottosuolo D di figura 12 calcolate per i soli periodi di 0.3s;1.0s e 3.0s.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO NTC 2008 PSA 0.3s = 0.79g

NORMATIVA DI RIFERIMENTO NTC 2008 PSA 1s = 0.52g

NORMATIVA DI RIFERIMENTO NTC 2008 PSA 3s = 0.13g

Evento del 20 Maggio PSA 0.3s = 0.20g

Evento del 20 Maggio PSA 1s = 0.08g

Evento del 20 Maggio PSA 3s = 0.02g

Evento del 29 Maggio PSA 0.3s = 0.32g

Evento del 29 Maggio PSA 1s = 0.16g

Evento del 29 Maggio PSA 3s = 0.04g

Evento del 03 Giugno PSA 0.3s = 0.08g

Evento del 03 Giugno PSA 1s = 0.02g

Evento del 03 Giugno PSA 3s = 0.02g

5. ANALISI RESISTENZE DI PROGETTO

La verifica allo stato limite ultimo viene eseguita secondo un'analisi semiprobabilistica includendo per le azioni e le resistenze, fattori di sicurezza parziali FS applicati a valori medi dei parametri di interesse. Tale metodo è detto di primo livello.

Il fattore di sicurezza globale viene quindi diviso in fattori di sicurezza parziali applicati ai singoli valori caratteristici dei carichi o dei parametri geotecnici in modo che la disequazione finale $E_d \leq R_d$ venga sempre verificata.

Cioè l'effetto delle azioni di progetto (E_d) deve essere sempre non superiore alle Resistenze di progetto (R_d) in condizioni di stabilità della struttura.

Gli approcci progettuali da seguire sono i seguenti:

- Approccio 1:

Combinazione 1 – (A1+M1+R1) - STR

Combinazione 2 – (A2+M2+R2) - GEO

- Approccio 2:

Combinazione – (A1+M1+R3) - STR+GEO

I valori di A1, A2, M1, M2, R1, R2 ed R3 si determinano in base alle seguenti tabelle:

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

Si è proceduto alla determinazione dei valori teorici del carico limite ultimo Qult (SLU) con l'ausilio del programma di calcolo "Loadcap 2012 - rel. 611" della ditta GEOSTRU sas. Per la determinazione dei valori teorici delle resistenze di progetto (Rd) sono stati considerati entrambi gli approcci in condizioni drenate e non drenate e statiche. L'unico intervento di progetto che interessa modifiche nell'apparato fondale è il rinforzo di portali murari. Le resistenze vengono quindi fornite considerando le fondazioni che verranno eseguite per tali interventi, cioè fondazioni superficiali a trave di larghezza pari a 0.38 m e lunghezza pari a 1.43 m impostate a – 0.50 m dal p.c.

DATI GENERALI

Azione sismica	NTC 2008
Larghezza fondazione	0.38 m
Lunghezza fondazione	1.43 m
Profondità piano di posa	0.5 m
Altezza di incastro	0.5 m
Profondità falda	2.7

STRATIGRAFIA TERRENO

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [kN/m ³]	Gams [kN/m ³]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [kN/m ²]	c Corr. [kN/m ²]	cu [kN/m ²]	Ey [kN/m ²]	Ed [kN/m ²]	Ni	Cv [cmq/s]	Cs
10.0	15.0	17.0	16.0	16	4.0	4.0	30.0	0.0	2500.0	0.0	0.0	0.0
10.0	17.0	19.0	17.0	17	6.0	6.0	50.0	10000	5500.0	0.0	0.0	0.0
15.0	17.0	19.0	18.0	18	8.0	8.0	60.0	0.0	7000.0	0.0	0.0	0.0

Approccio 1:

Combinazione 2 – (A2+M2+R2) - GEO

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazio ne	Pressione normale di progetto [kN/m ²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto
2	A2+M2+R2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto
3	Sisma	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto
4	S.L.E.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servizio
5	S.L.D.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef.Rid.C apacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	1	
2	No	1,25	1,25	1,4	1	1	1,1	
3	Si	1,25	1,25	1,4	1	1	1,1	
4	No	1	1	1	1	1	1	
5	No	1	1	1	1	1	1	

CONDIZIONI DRENATE A LUNGO TERMINE

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A2+M2+R2

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult] 89.77 kN/m²

Resistenza di progetto [Rd] 49.87 kN/m²

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] --

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 3590.88 kN/m³

A2+M2+R2

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	3.24
Fattore [Nc]	9.76
Fattore [Ng]	0.77
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.4
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.06
Fattore profondità [Dq]	1.28
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.89
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	85.33 kN/m ²
Resistenza di progetto	47.41 kN/m ²

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	3.61
Fattore [Nc]	11.36
Fattore [Ng]	1.94
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	74.3 kN/m ²
Resistenza di progetto	41.28 kN/m ²

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	3.24
Fattore [Nc]	9.76
Fattore [Ng]	0.73
Fattore forma [Sc]	1.08
Fattore profondità [Dc]	1.4
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.04
Fattore profondità [Dq]	1.2
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.04
Fattore profondità [Dg]	1.2
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	86.29 kN/m ²
Resistenza di progetto	47.94 kN/m ²
=====	
Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)	
=====	
Fattore [Nq]	3.24
Fattore [Nc]	9.76
Fattore [Ng]	1.95
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.4
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.06
Fattore profondità [Dq]	1.28
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.89
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	88.32 kN/m ²
Resistenza di progetto	49.07 kN/m ²
=====	
Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)	
=====	
Fattore [Nq]	3.24
Fattore [Nc]	9.76
Fattore [Ng]	1.03
Fattore forma [Sc]	1.09
Fattore profondità [Dc]	1.4
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.06
Fattore profondità [Dq]	1.28
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.92
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	89.77 kN/m ²
Resistenza di progetto	49.87 kN/m ²
=====	

CONDIZIONI NON DRENATE A BREVE TERMINE
CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A2+M2+R2

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult]	125.0 kN/m ²
Resistenza di progetto[Rd]	69.44 kN/m ²

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] --

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler	4999.86 kN/m ³
A2+M2+R2	

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14
Fattore [Ng]	0.0
Fattore forma [Sc]	1.05
Fattore profondità [Dc]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	125.0 kN/m ²
Resistenza di progetto	69.44 kN/m ²
=====	

- Approccio 2:

Combinazione – (A1+M1+R3) - STR+GEO

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m ²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto
2	Sisma	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto
3	S.L.E.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servizio
4	S.L.D.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef.Rid.C apacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2,3	1,1
2	Si	1	1	1	1	1	2,3	1,1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

CONDIZIONI DRENATE A LUNGO TERMINE

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult] 130.58 kN/m²

Resistenza di progetto[Rd] 56.77 kN/m²

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] --

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 5223.03 kN/m³

A1+M1+R3

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	4.34
Fattore [Nc]	11.63
Fattore [Ng]	1.43
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.4
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.08
Fattore profondità [Dq]	1.3
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.89
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite 123.61 kN/m²

Resistenza di progetto 53.74 kN/m²

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	4.92
Fattore [Nc]	13.68
Fattore [Ng]	2.94
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite 107.38 kN/m²

Resistenza di progetto 46.69 kN/m²

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	4.34
Fattore [Nc]	11.63
Fattore [Ng]	1.37
Fattore forma [Sc]	1.09

Fattore profondità [Dc]	1.42
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.05
Fattore profondità [Dq]	1.21
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.05
Fattore profondità [Dg]	1.21
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	126.56 kN/m ²
Resistenza di progetto	55.03 kN/m ²

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	4.34
Fattore [Nc]	11.63
Fattore [Ng]	3.06
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.4
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.08
Fattore profondità [Dq]	1.3
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.89
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	127.74 kN/m ²
Resistenza di progetto	55.54 kN/m ²

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	4.34
Fattore [Nc]	11.63
Fattore [Ng]	1.91
Fattore forma [Sc]	1.1
Fattore profondità [Dc]	1.39
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.07
Fattore profondità [Dq]	1.3
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0

Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.92
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	130.58 kN/m ²
Resistenza di progetto	56.77 kN/m ²

CONDIZIONI NON DRENATE A BREVE TERMINE
CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult]	171.4 kN/m ²
Resistenza di progetto[Rd]	74.52 kN/m ²

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] --

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler	6855.81 kN/m ³
	A1+M1+R3

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14
Fattore [Ng]	0.0
Fattore forma [Sc]	1.05
Fattore profondità [Dc]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	171.4 kN/m ²
Resistenza di progetto	74.52 kN/m ²

Pertanto riassumendo i valori delle resistenze in condizioni drenate e non drenate e statiche secondo Brinch – Hansen (1970) (Eurocodice 8), considerando le fondazioni superficiali che verranno realizzate per i rinforzi portali murari (0.38 x 1.43 m) impostate a – 0.50 m dal p.c. sono:

Resistenze di progetto - Rd (SLU) - Approccio 1

CONDIZIONI DRENATE A LUNGO TERMINE
CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A2+M2+R2

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult]	89.77 kN/m ²
Resistenza di progetto[Rd]	49.87 kN/m ²

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] --

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler	3590.88 kN/m ³
---------------------	---------------------------

CONDIZIONI NON DRENATE A BREVE TERMINE

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A2+M2+R2

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult] 125.0 kN/m²

Resistenza di progetto[Rd] 69.44 kN/m²

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] --

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 4999.86 kN/m³

Resistenze di progetto - Rd (SLU) - Approccio 2

CONDIZIONI DRENATE A LUNGO TERMINE

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult] 130.58 kN/m²

Resistenza di progetto[Rd] 56.77 kN/m²

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] --

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 5223.03 kN/m³

CONDIZIONI NON DRENATE A BREVE TERMINE

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult] 171.4 kN/m²

Resistenza di progetto[Rd] 74.52 kN/m²

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] --

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 6855.81 kN/m³

6. CONCLUSIONI

Su incarico e per conto del Committente si produce una modellazione geologica del sito, una analisi di pericolosità sismica locale, riportando gli effetti attesi, e una caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica dell'area interessata dal miglioramento sismico della Chiesa di San Lorenzo Martire, sita in Via Chiesa San Lorenzo, frazione San Lorenzo della Pioppa in Comune di San Prospero sulla Secchia.

La caratterizzazione litologica di dettaglio e la definizione dei parametri geotecnici dei terreni sono ricavati dai risultati di una prova penetrometrica statica di tipo meccanico e di una prova penetrometrica con punta elettrica, eseguite nel sito, in data 26/08/2014 dal Laboratorio di prove geotecniche in sito GEOPROGETTI S.r.l. di Medolla.

La prova penetrometrica statica meccanica CPT è stata spinta alla profondità di – 35.00 m, la prova penetrometrica con punta elettrica CPTU è stata spinta alla profondità di – 20.00 m dal piano campagna.

Al fine di produrre un analisi di pericolosità sismica locale, determinare il valore della velocità di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m e fornire la frequenza fondamentale del sito, si sono eseguite una prova di sismica passiva HVSR a stazione singola (Gemini2@PASI Srl) e due prove di sismica attiva tipo HoliSurface in onde Rayleigh realizzata in sito in data 29/08/2014.

Le prove sismiche sono state realizzate dallo Studio di Geologia Tecnica Dott. Geol. Lorenzo del Maschio di cui si allega in epigrafe relazione di modellazione sismica (All. n.5).

La zona oggetto di studio si trova a sud-sud-ovest rispetto il centro cittadino di San Prospero, in zona agricola. L'area è posta a circa 600 m, direzione est, dall'attuale alveo del Fiume Secchia.

Le coordinate geografiche dell'area sono 44°45'41.88"N e 11°00' 13.87"E .

Il sito ha accesso da Via Chiesa di San Lorenza, in collegamento con Via Canaletto (SS12) e Via Viazza.

I centri abitati vicini sono:

San Prospero a circa 3.40 Km a nord-nord-est

Solara a circa 7.10 Km a est-nord-est

Sorbara a circa 1.30 Km a sud

Soliera a circa 1.60 Km a ovest

Oltre che a varie case sparse di campagna.

Il territorio del Comune di San Prospero è situato a Nord della provincia di Modena e ricade nel settore assiale della Pianura Padana "propriamente detta".

L'area, secondo quanto indicato nel Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Modena redatto nel Marzo 2000, ricade nell'Unità di Paesaggio indicata con il numero 2 "Dossi e zone più rilevate nella Bassa e Media Pianura".

I caratteri ambientali dell'Unità di Paesaggio n. 2 sono caratterizzati dalla trama degli antichi paleoalvei fluviali, morfologicamente emergenti sull'intorno delle aree vallive riscattate dalla bonifica.

Il sito di studio è ubicato immediatamente ad est rispetto al dosso di ambito fluviale recente del Fiume Secchia.

Nel PRG Vigente l'area di ubicazione della struttura è classificata in zona omogenea G2 "Zone destinate ad attrezzature pubbliche di servizio – art.32".

La sequenza stratigrafica superficiale e profonda presente nel sito evidenzia livelli litologici aventi diverse proprietà litostratigrafiche:

- Al di sotto del riporto, dello spessore di 1.00 m, fino alla quota di – 10.00 m sono presenti limi argillosi debolmente sabbiosi poco compatti;
- da – 10.00 m a – 20.00 m, si evidenziano argille limose mediamente compatte;
- seguono, fino alla quota di fine prova, limi argillosi consistenti.

Sintetizzando, nella tabella di seguito si riportano i parametri in termini di resistenza dei terreni indagati derivati da prove penetrometriche mediante trasformazioni indirette della geotecnica classica in condizioni non drenate e drenate. Si precisa che, risulta più corretto definire un intervallo di confidenza (range) dei parametri geotecnici in condizioni drenate anziché fissare un unico valore restrittivo in quanto stimati in base a correlazioni empiriche della geotecnica classica (Schmertmann ,1978; Robertson e Campanella, 1983). Si ritiene quindi più opportuno accompagnare la stima dei parametri geotecnici in condizioni drenate con un intervallo di valori anziché fissarne uno unico.

Profondità dal p.c. (m)	Unità Formazionale	γ'_d (kN/m ³)	γ'_w (KN/m ³)	c'_k (kPa)	ϕ'_k (°)	C_{uk} (kPa)
0.00 – 10.00	Limi argillosi deb. sabbiosi poco consistenti	15	17	2÷4	13÷15	30
10.00 – 20.00	Argille limose med. compatte	17	19	5÷7	15÷17	50
20.00 – 35.00	Limi argillosi compatti	17	19	7÷9	16÷18	60

Si riportano, inoltre, i parametri geotecnici in termini di deformabilità dedotti da prove di laboratorio eseguite su campioni di terreno paragonabili a quelli indagati e da dati di bibliografia.

Profondità dal p.c. (m)	Unità Formazionale	γ'_d (kN/m ³)	γ'_w (kN/m ³)	Coeff. di Poisson (v)	Modulo elastico E' (kPa)	Modulo Edometrico Ed (kPa)
0.00 – 10.00	Limi argillosi deb. sabbiosi poco consistenti	15	17	0.45	/	2000÷3000
10.00 – 20.00	Argille limose med. compatte	17	19	0.45	/	5000÷6000
20.00 – 35.00	Limi argillosi compatti	17	19	0.45	/	6000÷8000

Per l'analisi di pericolosità sismica di base si è condotto un approfondimento valutando il fattore di amplificazione e le condizioni predisponenti a fenomeni di liquefazione.

La colonna stratigrafica dedotta dalle prove, eseguite nel sito oggetto di studio, evidenzia terreni di natura coesiva, argille e limi argillosi debolmente sabbiosi sottofalda. Sui terreni sottofalda è stata eseguita la verifica alla possibilità che si manifestino fenomeni di liquefazione con metodi semplificati.

Le verifiche sono state eseguite con l'accelerazione calcolata in superficie da norma per un suolo di tipo D e tempo di ritorno =712 anni: a_{max} in superficie (g) = 0.31.

Mw = 6.14 (Mw max Zona 912 di ZS9, come suggerito dagli ICMS)

Il fattore di correzione della magnitudo MSF = 1.67 NCEER (Seed R. B. et al.1997; 2003)

Il livello della soggiacenza della falda più alto misurato nei fori di prova nell'Agosto 2014 pari a - 2.70 m dal p.c.

L'analisi rischio di liquefazione è stata eseguita con metodo di Robertson & Wride (1997) sulla verticale della prova penetrometrica meccanica CPT e con metodo di Idriss e Boulanger (2008) sulla verticale delle prova penetrometrica elettrica CPTU.

I terreni delle sequenze stratigrafiche verificate fino alla profondità di - 20.00 m, **risultano non soggetti a fenomeni di liquefazione su entrambe le verticali di prova**

Nel sito analizzato non si evidenziano quindi condizioni predisponenti a fenomeni di liquefazione, si è quindi proceduto alla valutazione di fattori amplificativi mediante approccio semplificato descritto al punto 3.2.2 del DM 2008.

Relativamente alle **frequenze caratteristiche di sito**, abbiamo un **picco alla frequenza caratteristica di 0.7/0.8 Hz e periodo caratteristico pari a 1.43/1.25 s** che rappresenta un contrasto di impedenza profondo circa 200/220 m. Il rapporto H/V evidenzia contrasti di impedenza non significativi ($H/V < 2$) in caso di moto sismico.

Il profilo di Vs con la profondità e la determinazione della categoria di suolo richiesta dalla normativa, è stato ricavato dall'analisi congiunta della tecnica in sismica attiva (che rappresenta bene le alte frequenze e quindi gli strati di terreno più superficiale) con quella in sismica passiva (che rappresenta bene le basse frequenze e quindi gli strati di terreno più profondo), vincolando le curve spettrali alle prove CPT .

Per il calcolo si è applicato il procedimento indicato dalla Normativa secondo la formula:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,n} \frac{h_i}{V_{Si}}}$$

I calcoli sono stati condotti considerando 30 metri di sottosuolo a partire dal p.c. e i risultati sono:

HoliSurface n. 1 e n. 2 V_s (30): compreso fra 165-174 m/s.

Sulla base dell'interpretazione litostratigrafica del sito, e dei valori di V_{s30} calcolati che non manifestano significative inversioni di velocità di propagazione delle onde con la profondità fino alla quota di 30 metri e oltre, si fa riferimento a un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento conformemente a quanto espresso nel DM 2008.

Il sito rientra in classe sismica di tipo D.

Si è quindi fornito lo spettro di progetto della componente orizzontale e verticale per lo spettro allo Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita con smorzamento $\xi = 5\%$ in superficie su suolo di tipo D e periodo di ritorno di 712 anni (classe d'uso III in quanto trattasi di una chiesa, quindi edificio soggetto ad affollamenti significativi).

Per spettro di risposta si intende la massima accelerazione di un oscillatore (edificio di progetto) a un particolare input (terremoto) in funzione del periodo proprio e dello smorzamento.

Il valore di $a_g(g)$ = accelerazione orizzontale massima attesa al sito di riferimento rigido = 0.183 che deriva dai dati imposti secondo le NTC (2008) per il Comune di San Prospero, scalato per un coefficiente d'uso 1.5 che corrisponde ad una classe d'uso III, vita nominale ≥ 50 anni (opere ordinarie).

Il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale F_0 è stato calcolato pari a 2.555.

Il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale T^*_c è uguale a 0.275s

Il fattore di amplificazione stratigrafica S_s (poiché la categoria del suolo indagato è la D) risulta pari a 1.7.

Il fattore di amplificazione topografica S_T è pari a 1 poiché il sito è pianeggiante.

Accelerazione attesa in superficie $PGA = a_g \times S_s = 0.31g$

$K_h = 0.0744 \quad K_v = 0.0372 \quad \beta = 0.240$

Sulla base della caratterizzazione geotecnica dei terreni studiati si sono definiti i valori delle resistenze di progetto (R_d) considerando entrambi gli approcci in condizioni drenate e non drenate e statiche considerando le fondazioni superficiali che verranno realizzate per i rinforzi portali murari (0.38 x 1.43 m) impostate a - 0.50 m dal p.c.

I valori delle resistenze secondo Brinch - Hansen (1970) (Eurocodice 8) sono in sintesi:

Resistenze di progetto - R_d (SLU) - Approccio 1

CONDIZIONI DRENATE A LUNGO TERMINE

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A2+M2+R2

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult] 89.77 kN/m²

Resistenza di progetto[Rd] 49.87 kN/m²

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] --

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 3590.88 kN/m³

CONDIZIONI NON DRENATE A BREVE TERMINE

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A2+M2+R2

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult] 125.0 kN/m²

Resistenza di progetto[Rd] 69.44 kN/m²
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] --
COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)
Costante di Winkler 4999.86 kN/m³

Resistenze di progetto - Rd (SLU) - Approccio 2

CONDIZIONI DRENATE A LUNGO TERMINE

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult] 130.58 kN/m²

Resistenza di progetto[Rd] 56.77 kN/m²

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] --

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 5223.03 kN/m³

CONDIZIONI NON DRENATE A BREVE TERMINE

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult] 171.4 kN/m²

Resistenza di progetto[Rd] 74.52 kN/m²

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] --

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 6855.81 kN/m³

Il livello della frangia freatica superficiale di circolazione nel materasso alluvionale, è stato misurato in foro all'atto d'esecuzione prove, in data 26/08/2014, alla quota di - 2.70 m dal p.c.

La frangia freatica presente in superficie è un livello idrico sospeso, povero e non utilizzabile perché presente in terreni poco permeabili testimonianza di una circolazione ipodermica.

In questa situazione la presenza di acqua è fortemente influenzata dalle precipitazioni che percolano nei primi metri di terreno e nei livelli limo-sabbiosi a permeabilità maggiore.

Nei periodi carenti in precipitazioni tale livello idrico spesso è assente nei primi quattro metri in quanto non alimentato dall'acqua meteorica, tende invece a crescere nei periodi invernali o comunque nei periodi con piogge abbondanti.

Dott. Geol. CESTARI PAOLO

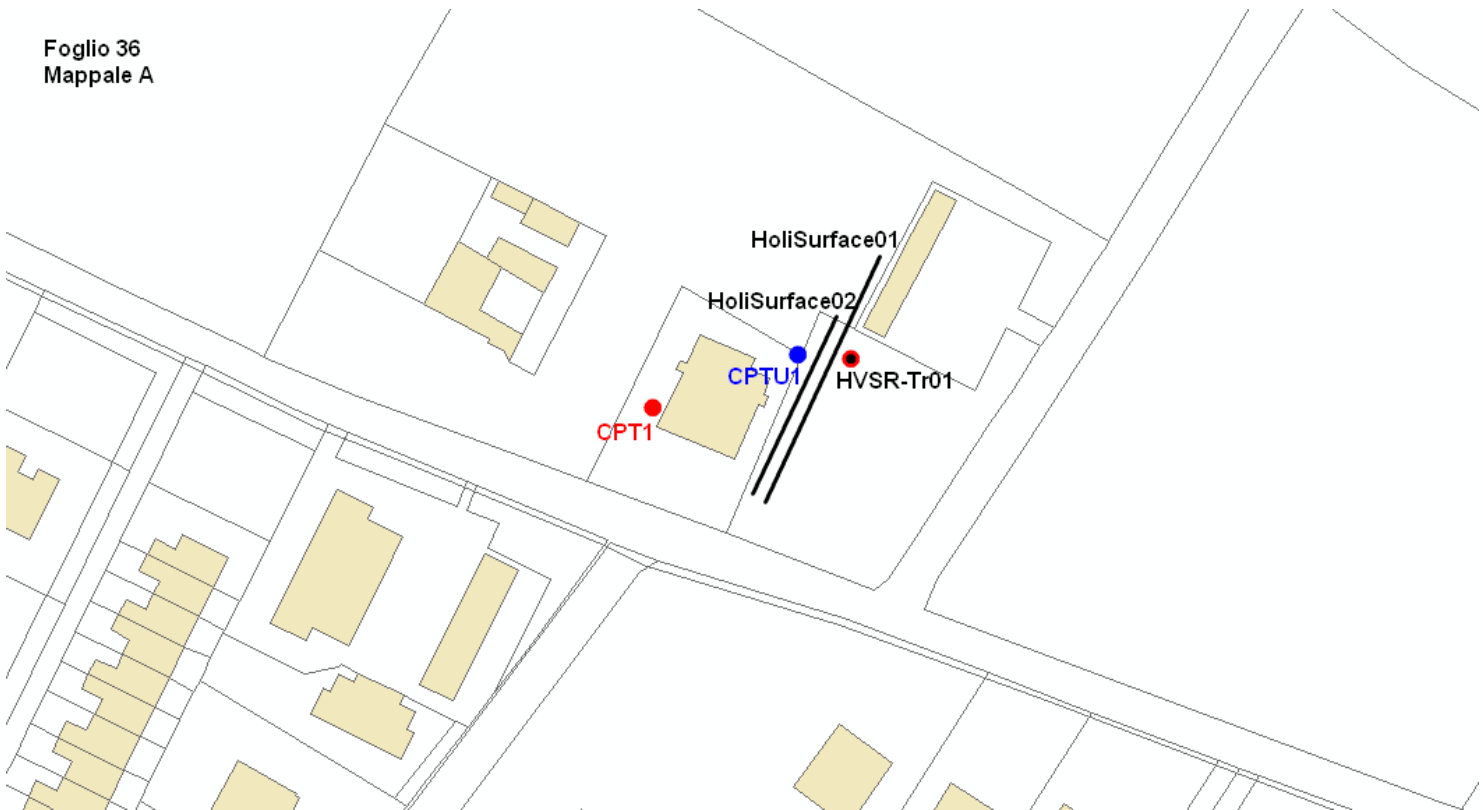
Dott. Geol. RITA BALLISTA



ALLEGATI

- 1) UBICAZIONE INDAGINI ESEGUITE
- 2) DIAGRAMMI PROVE PENETROMETRICHE STATICHE
- 3) DIAGRAMMI VALUTAZIONI LITOLOGICHE
- 4) PARAMETRI GEOTECNICI
- 5) RELAZIONE DI MODELLAZIONE SISMICA
- 6) TABELLE DI CAMPAGNA PROCE CPT E CPTU

Foglio 36
Mappale A



LEGENDA VALORI DI RESISTENZA FATTORI DI CONVERSIONE

All.n.2

Strumento utilizzato:

Caratteristiche:

- punta conica meccanica \varnothing 35.7 mm, area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- punta conica meccanica angolo di apertura: $\alpha = 60^\circ$
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' ($\varnothing = 35.7 \text{ mm} - h = 133 \text{ mm} - A_m = 150 \text{ cm}^2$)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm/sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione $CT = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$
(dato tecnico legato alle caratteristiche del penetrometro utilizzato, fornito dal costruttore)

fase 1 - resistenza alla punta: $q_c \text{ (MPa)} = (L_1) \times CT / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale: $f_s \text{ (kPa)} = [(L_2) - (L_1)] \times CT / 150$

fase 3 - resistenza totale : $R_t \text{ (kPa)} = (L_t) \times CT$

- Prima lettura = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- Seconda lettura = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- Terza lettura = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta $S \text{ (Kg)}$, 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 centro del manicotto laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale locale f_s viene computata 20 cm sopra la punta.

CONVERSIONI

1 kN (kiloNewton) = 1000 N \approx 100 kg = 0,1 t

1 MN (megaNewton) = 1.000 kN = 1.000.000 N \approx 100 t

1 kPa (kiloPascal) = 1 kN/m² = 0,001 MN/m² = 0,001 MPa \approx 0,1 t/m² = 0,01 kg/cm²

1 MPa (megaPascal) = 1 MN/m² = 1.000 kN/m² = 1000 kPa \approx 100 t/m² = 10 kg/cm²

1 kg/cm² = 10 t/m² \approx 100 kN/m² = 100 kPa = 0,1 MN/m² = 0,1 MPa

1 t = 1000 kg \approx 10 kN

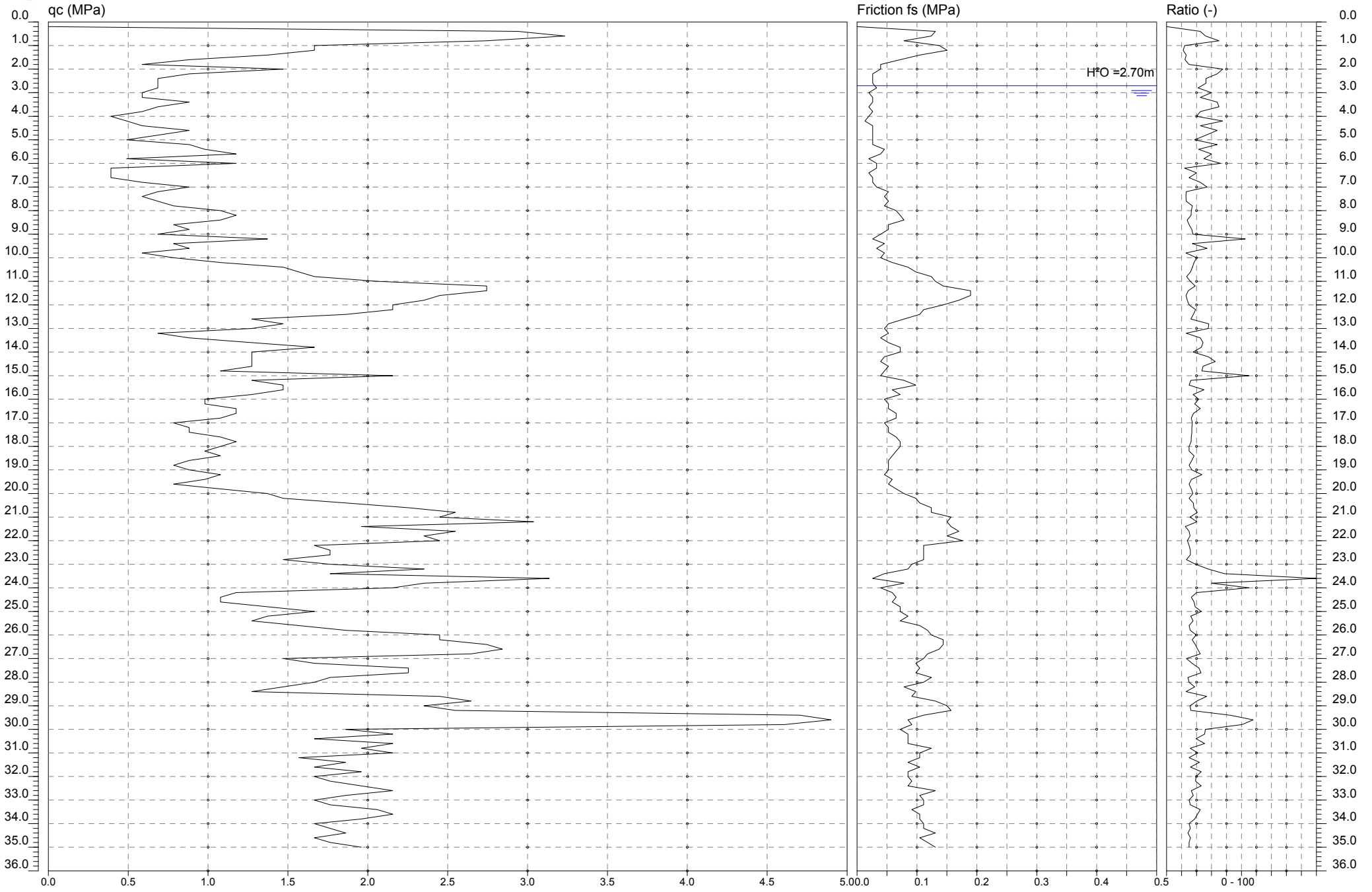


GEOPROGETTI SRL
Laboratorio di prove geotecniche in sito
Decreto di concessione n. 54420 del 27/01/2006
Sede legale: Via Duca D'Este, 6 - 41036 Medolla (MO)

Committente: ARCIDIOCESI DI MODENA
Cantiere: S. PROSPERO Chiesa di S. Lorenzo Martire
Data: 26/08/2014

Quota: Preforo:
Falda: -2.70

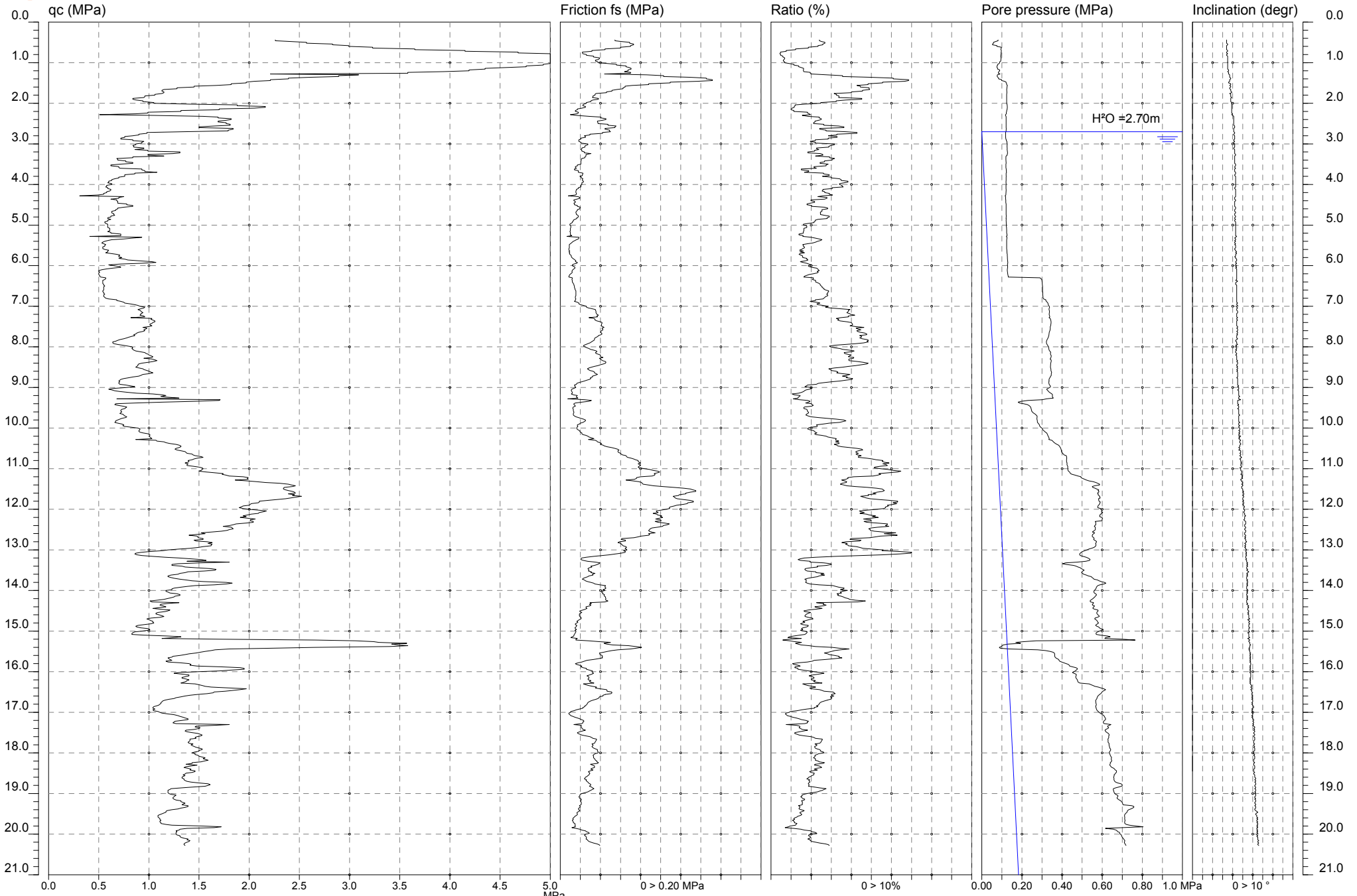
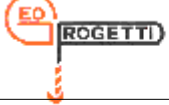
Prova n° 1



35.000 m

Sperimentatore: Dott. Geol. PAOLO CESTARI

Direttore Laboratorio: Dott. Geol. RITA BALLISTA



LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE CORRELAZIONI GENERALI

Valutazioni in base al rapporto: $F = (q_c / f_s)$

Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977

Valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = q_c / f_s$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F \leq 1470 \text{ kPa}$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$1470 \text{ kPa} < F \leq 2940 \text{ kPa}$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$2940 \text{ kPa} < F \leq 5880 \text{ kPa}$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 5880 \text{ kPa}$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di q_c e di $FR = (f_s / q_c) \%$:

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi.

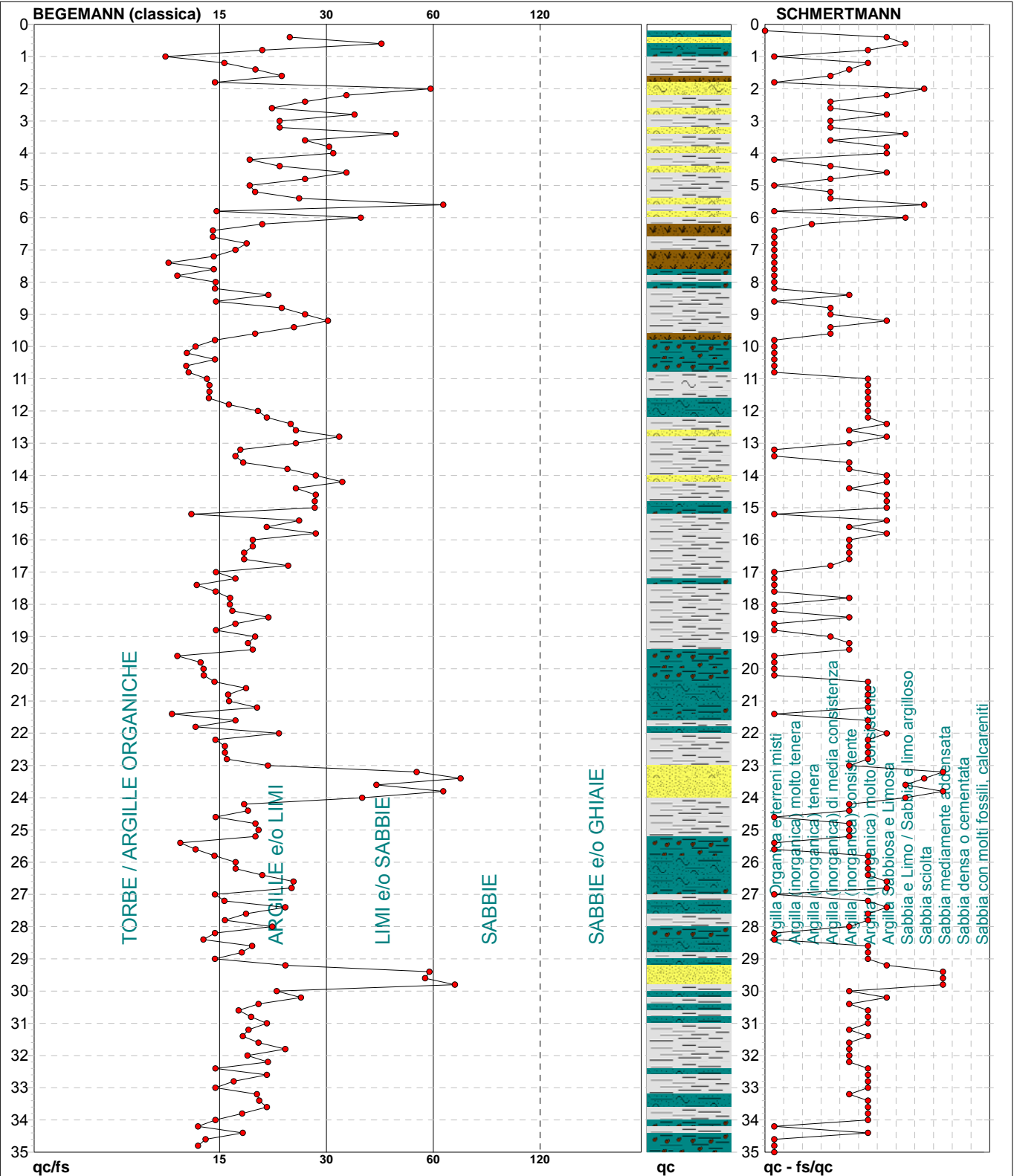
PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT	1
riferimento	122-2014

Committente: **ARCIDIOCESI DI MODENA**
 Cantiere: **S. PROSPERO Chiesa di S. Lorenzo Martire**
 Località: **S. PROSPERO Chiesa di S. Lorenzo Martire**

U.M.: **MPa**
 Scala: **1:175**
 Pagina: **1**
 Elaborato: **Falda: -2.70 m**



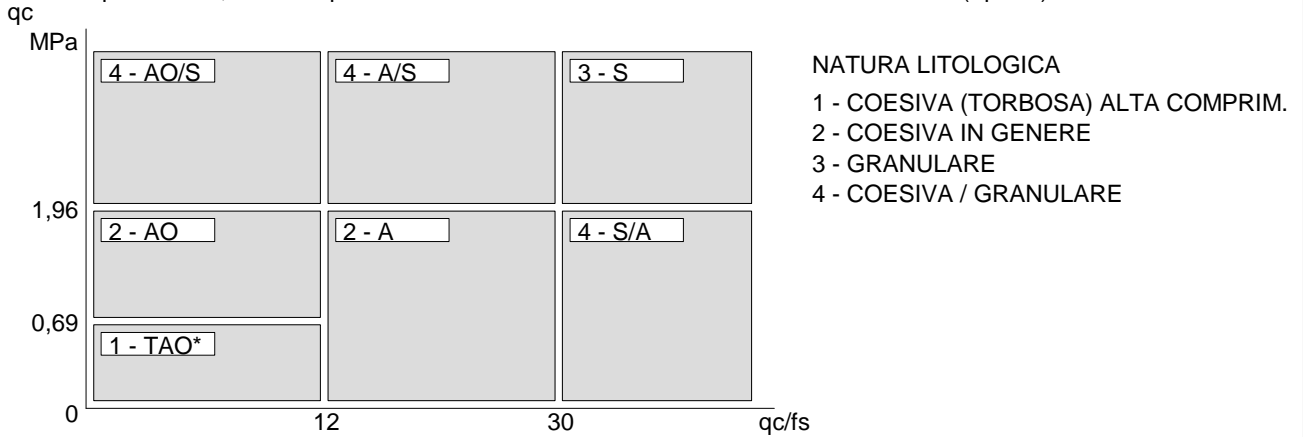
Torbe / Argille org. :	39 punti, 22.41%	Argilla Organica e terreni misti:	47 punti, 27.01%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	22 punti, 12.64%
Argille e/o Limi :	116 punti, 66.67%	Argilla (inorganica) tenera:	1 punti, 0.57%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	5 punti, 2.87%
Limi e/o Sabbie :	17 punti, 9.77%	Argilla (inorganica) media consist.:	16 punti, 9.20%	Sabbia sciolta:	3 punti, 1.72%
Sabbie:	2 punti, 1.15%	Argilla (inorganica) consistente:	31 punti, 17.82%	Sabbia mediamente addensata:	5 punti, 2.87%
		Argilla (inorganica) molto consist.:	43 punti, 24.71%		

nota:

LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI SPECIFICHE TECNICHE

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto q_c / f_s (Begemann 1965 - A.G.I. 1977) prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

- $q_c \leq 1,96 \text{ MPa}$: possibili terreni COESIVI anche se $(q_c / f_s) > 30$
 $q_c \geq 1,96 \text{ MPa}$: possibili terreni GRANULARI anche se $(q_c / f_s) < 30$



PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ' - q_c - natura]
 (Terzaghi & Peck 1967 - Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ')
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - q_c]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}]
 (Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- E_u = modulo di deformazione non drenato (terreni coesivi) [correl. : E_u - C_u - OCR - l_p l_p = ind.plast.]
 E_{u50} - E_{u25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - q_c]
 E'_{50} - E'_{25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza $F = 2 - 4$ rispettivamente)
 Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski ed altri 1983)
- M_o = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : M_o - q_c - natura]
 Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- D_r = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati)
 [correlazioni : D_r - R_p - σ'_{vo} (Schmertmann 1976)]
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - D_r - q_c - σ'_{vo})
 ϕ'_{Ca} - Caquot (1948) ϕ'_{Ko} - Koppejan (1948)
 ϕ'_{DB} - De Beer (1965) ϕ'_{Sc} - Schmertmann (1978)
 ϕ'_{DM} - Durgunoglu & Mitchell (1975) (sabbie N.C.) ϕ'_{Me} - Meyerhof (1956 / 1976) (sabbie limose)
- $F.L.$ = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
 (g = accelerazione gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (A_{max}/g) - D_r]
- V_s = velocità di propagazione delle onde sismiche (Burrow e Stokoe 1983)

**STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA
Dott. Geol. LORENZO DEL MASCHIO**

Via Camogli 59 - 41125 Modena
Tel 347/4128277 - Fax 059/394816
e-mail delmaschio.l@alice.it
PEC delmaschio.l@epap.sicurezzapostale.it

**COMUNE DI SAN PROSPERO SULLA SECCHIA
PROVINCIA DI MODENA**

OGGETTO:

**RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA
PER IL MIGLIORAMENTO SISMICO
DELLA CHIESA DI SAN LORENZO MARTIRE
IN COMUNE DI SAN PROSPERO S/S**

LOCALITÀ:

San Prospero s/S - via Chiesa di San Lorenzo

COMMITTENTE

Arcidiocesi di Modena

SETTEMBRE 2014



INDICE GENERALE

1. PREMESSA	1
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA	1
a. Riferimenti cartografici	1
b. Copertura aerofotogrammetrica	1
c. Riferimenti catastali	1
3. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO	3
a. Sismicità delle aree di interesse	3
b. Sismicità storica delle aree di intervento	4
c. Individuazione della pericolosità sismica del sito	8
4. INDAGINI REALIZZATE	17
5. PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	18
a. Indagini geofisiche	18
a1. I dati ottenuti	18
a2. Interpretazione delle indagini	18

1. PREMESSA

Su incarico della Geoprogetti. Srl, con sede in Via Duca d'Este 6 - 41036 Medolla (MO), è stato redatto lo studio sulla modellazione sismica per il miglioramento sismico della Chiesa di San Lorenzo Martire, in Comune di San Prospero s/S.

L'indagine è stata effettuata mediante reperimento di materiale bibliografico conoscitivo, sopralluoghi, rilievi diretti sul sito e indagini geognostiche e sismiche.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO - AMMINISTRATIVO

L'area di intervento è ubicata in San Prospero s/S, via chiesa di San Lorenzo
I principali riferimenti sono:

a. Riferimenti cartografici (fig. 2.1 - 2.2)

C.T.R.: Tavola 202 NO (1:25.000);
Sezione 202010 (1:10.000);
Elemento 202013 (1:5000).

b. Copertura aereofotogrammetrica

- Foto aeree RER 1954
- Foto aeree RER 1973-1978
- Ortofoto digitali AIMA 1996
- Ortofoto digitali Terraitaly 2000
- Ortofoto digitali QB 2003
- Ortofoto AGEA-RER 2008
- Ortofoto AGEA-RER 2011

c. Riferimenti catastali

Foglio 36, Mappale A - Comune di San Prospero s/S



Figura 2.1: Localizzazione area di indagine su C.T.R. a scala 1:25.000.

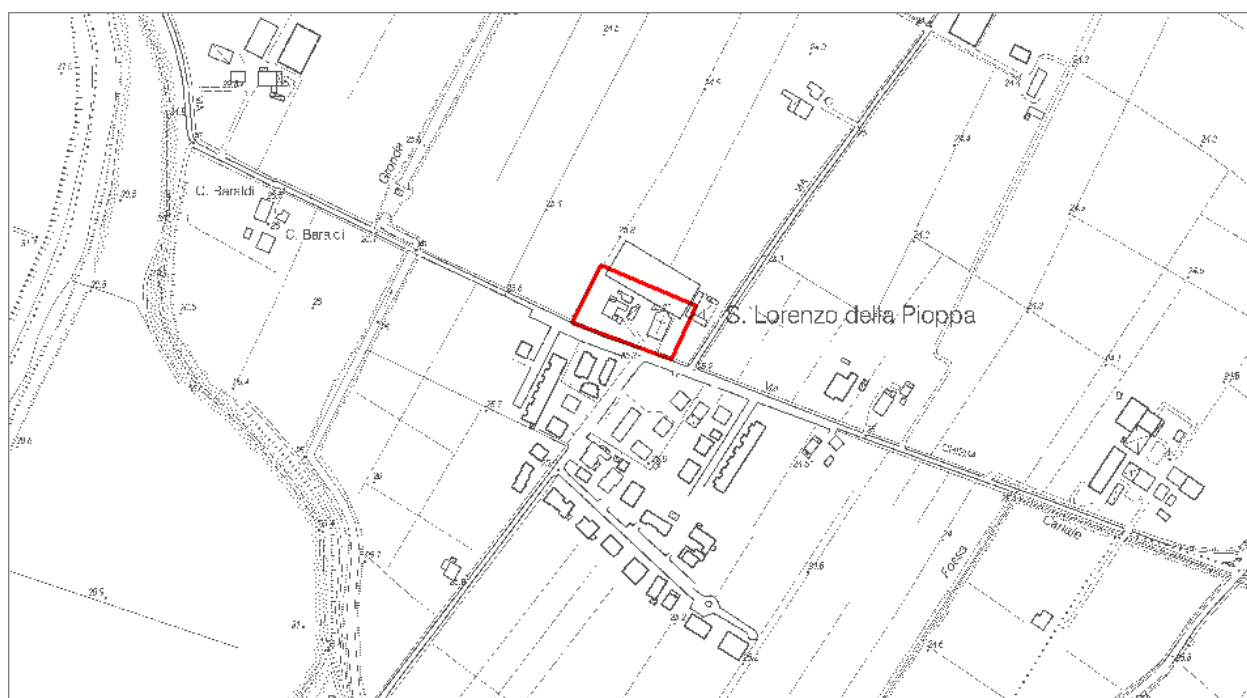


Figura 2.2: Localizzazione area di indagine su C.T.R. a scala 1:5.000.

3. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO

a. Sismicità delle aree di interesse

Allo stato attuale la normativa di riferimento in materia sismica risulta essere il D.M. 14 gennaio 2008 recante “norme tecniche per le costruzioni”, entrata in vigore a partire dal 1 luglio 2009.

La classificazione sismica dei comuni della regione Emilia-Romagna introdotta ai sensi del punto 3 dell’Allegato 1 dell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 maggio 2003, prevede che il territorio nazionale sia suddiviso in quattro zone sismiche, caratterizzate da quattro diversi valori di accelerazione (a_g).

Nell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formulazione degli elenchi delle medesime zone” all’allegato 1.A” sono individuate quattro zone sismiche orizzontale massima convenzionale su suolo di tipo A, ai quali ancorare lo spettro di risposta elastico.

Ciascuna zona è individuata mediante valori di accelerazione massima al suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800 \text{ m/s}$ secondo lo schema seguente. I valori di accelerazione delle quattro zone sismiche sono maggiormente specificati rispetto all’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 secondo lo schema di seguito proposto (tabella 3.1):

Tabella 3.1: Valori di accelerazione al suolo a_g

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g) – OPCM 3519	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g) – OPCM 3472
1	$0.25 < a_g \leq 0.35 \text{ g}$	0.35 g
2	$0.15 < a_g \leq 0.25 \text{ g}$	0.25 g
3	$0.05 < a_g \leq 0.15 \text{ g}$	0.15 g
4	$\leq 0.05 \text{ g}$	0.05 g

Di seguito si riportano le classificazioni della sismicità dei comuni interessati dagli interventi in base alle vecchie normative e ovviamente anche in base alla nuova e vigente classificazione proposta dall’OPCM 3274/2003 e s.m.i (tabella 3.2).

Tabella 3.2: Classificazione della sismicità del comune e valore dell’accelerazione al suolo a_g

Comune	Classificazione sismica (Decreti fino al 1984)	Classificazione sismica OPCM 3274/2003	a_g
San Prospero s/S	n.c.	3	0.15 g

b. Sismicità storica delle aree di intervento

In Pianura Padana la superficie di base del Sistema Emiliano Romagnolo (0.45 Ma) è la più recente superficie di discordanza angolare in scala regionale.

La geometria di questa superficie è articolata in zone più o meno depresse. In particolare sono evidenti gli alti di Mirandola – San Possidonio e Finale Emilia (tra Reggio Emilia e Ferrara), di San Bartolomeo in Bosco (a sud di Ferrara) e di Bondeno-Casaglia-Occhiobello (a nord-ovest di Ferrara), dove la base del SERS è a una profondità inferiore a 100 m s.l.m. Queste zone di alto ricadono tutte sul culmine della dorsale ferrarese, permettendo di ipotizzare un'attività tardo - pleistocenica di questa struttura.

Lo studio in dettaglio delle strutture sepolte della Pianura Padana è possibile soprattutto grazie all'interpretazione di profili sismici.

I terreni più recenti che registrano diffuse deformazioni alla mesoscala sono le Sabbie di Imola e il Sistema Emiliano-Romagnolo inferiore (SERI) di età compresa tra 0.8 e 0.45 Ma; risulta dunque evidente, anche da osservazioni di campagna, che gran parte del margine appenninico-padano e del sottosuolo padano-adriatico sono stati interessati da deformazioni più recenti di 0.45 Ma.

Nell'area di studio la SERS è indicata a una profondità compresa tra 250 e 200 m. Dall'analisi delle prove eseguite con sismica passiva HVSR risulta che fino alla profondità di circa 100-120 m si registrano aumenti graduali delle velocità di propagazione delle onde sismiche fino 400 m/s. La profondità di circa 200-220 m da p.c. può essere considerata come la quota del bedrock sismico.

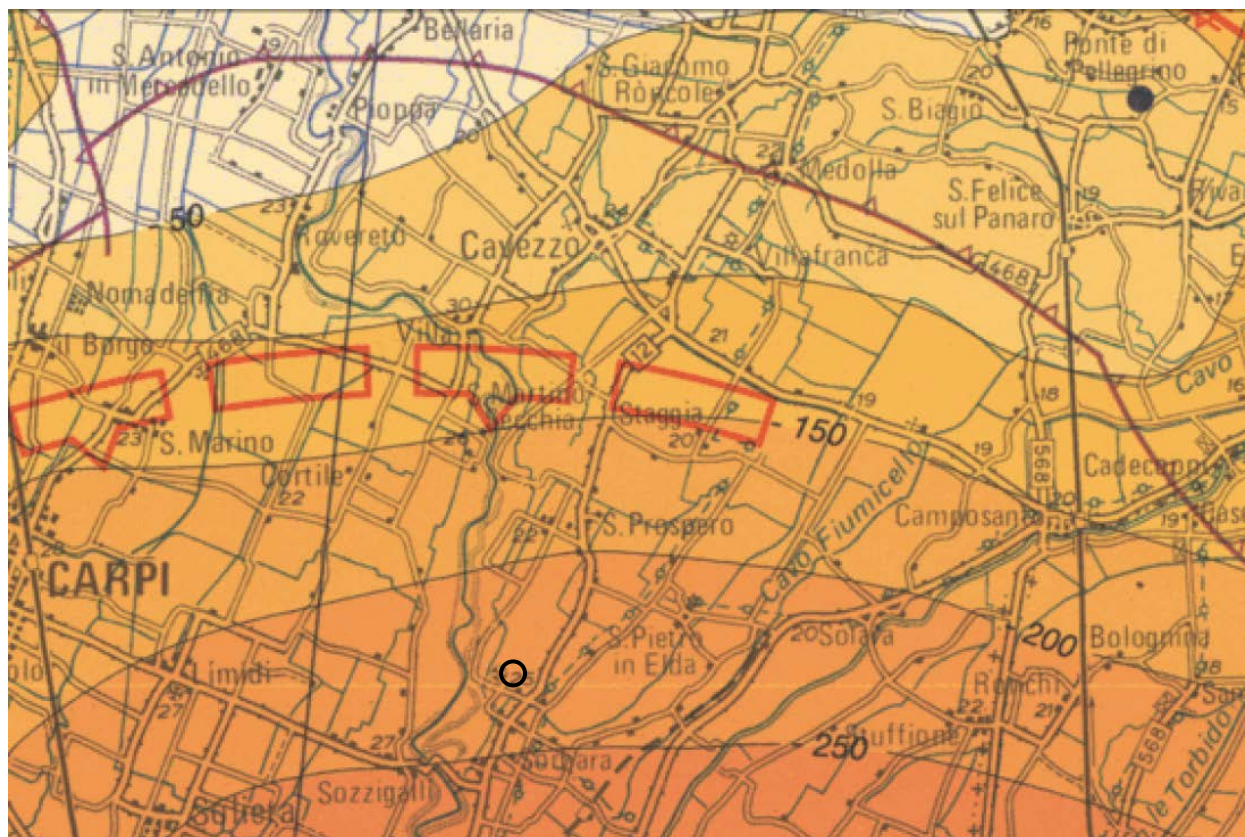


Figura 3.1: Carta della Sismotettonica redatta dalla Regione Emilia Romagna (2004).

Tali dati vengono validati anche dal rapporto presentato nel 31° convegno nazionale GNGTS tenutosi a Potenza dal 20-22 novembre 2012.

In particolare si riportano i risultati ottenuti dall'Università di Siena "PRIME INDAGINI DI SISMICA PASSIVA NELLE AREE EMILIANE INTERESSATE DALLA SEQUENZA SISMICA DEL MAGGIO-GIUGNO 2012" del Prof. Albarello.

In particolare si riportano i risultati delle analisi congiunte HVSR e onde di dispersione Rayleigh che sono serviti ad individuare l'interfaccia risonante.

Campagna di Misura

Mirandola	M6	0,9	3,5			B1		3
	M7	0,9	4,6			B1	A7	3
	S6	1	4,7			B1	A7	3
	S7	1	6,1			B1	A7	3
Finale Emilia	R9	0,8	2,9	0,3	2,5 *	B1		1
	R10	0,7	3,3	0,3	3,2 *	B1		1
	R11	0,8	2,7	0,4	2,1 *	B1		1
	R12	0,8	2,5 *	0,3	2,4	B1		1
	R13	0,7	4	0,3	2,5	B1		1
	R14	0,9	3,9	0,3	3	B1		1
	R15	0,7	3,6	0,2	2,5 *	B1		1

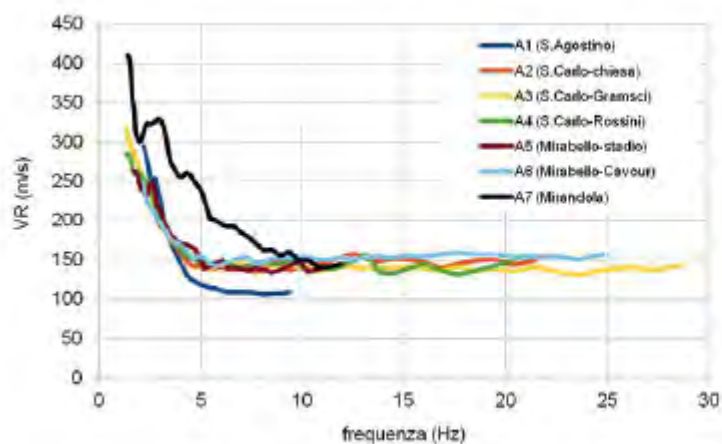


Fig. 1 - Curve di dispersione effettive delle onde di Rayleigh ottenute dalle sette antenne sismiche realizzate nelle località indicate nella legenda.

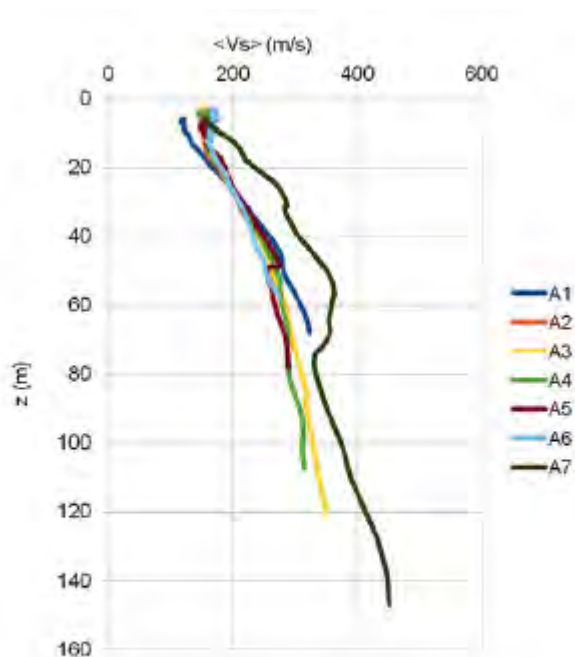


Fig. 2 - Andamento approssimato delle V_s medie in funzione della profondità. Il grafico è stato realizzato assumendo una profondità di penetrazione pari alla metà della lunghezza d'onda corrispondente alle diverse frequenze.

Sintesi dei risultati

Tab. 2 - Corrispondenze indicative fra frequenza di picco della curva HVSR e profondità stimata della relativa interfaccia risonante.

Località	f_0 (Hz)	H (m)
Mirandola	0,9-1	100-120
Finale Emilia 1	0,7-0,9	150-260
Finale Emilia 2	0,7-0,9	120-180

Nella tabella 3.3 sono riportati i dati storici del comune di San Prospero s/S, definiti nel Gruppo di lavoro CPTI (2011) Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2011 (CPTI11), INGV, Bologna con aggiornamento DBMI11 (dicembre 2011) reperibile all'indirizzo web <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/>

Storia sismica di San Prospero
[44.789, 11.021]



Numero di eventi: 9

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
NF	1957 08 27 11:5	ZOCCA	58	5 4.65 ±0.21
5	1978 12 25 22:5	Bassa mantovana	28	5 4.22 ±0.22
6	1983 11 09 16:2	Parmense	850	6-7 5.06 ±0.09
NF	1986 12 06 17:0	BONDENO	604	6 4.61 ±0.10
4	1988 03 15 12:0	Reggiano	160	6 4.66 ±0.12
5	1996 10 15 09:5	Correggio	135	7 5.41 ±0.09
NF	1997 05 12 22:1	Reggiano	56	4-5 4.22 ±0.27
NF	1998 02 21 02:2	Reggiano	104	5 4.34 ±0.17
4-5	2000 06 18 07:4	Parmense	300	5-6 4.43 ±0.09

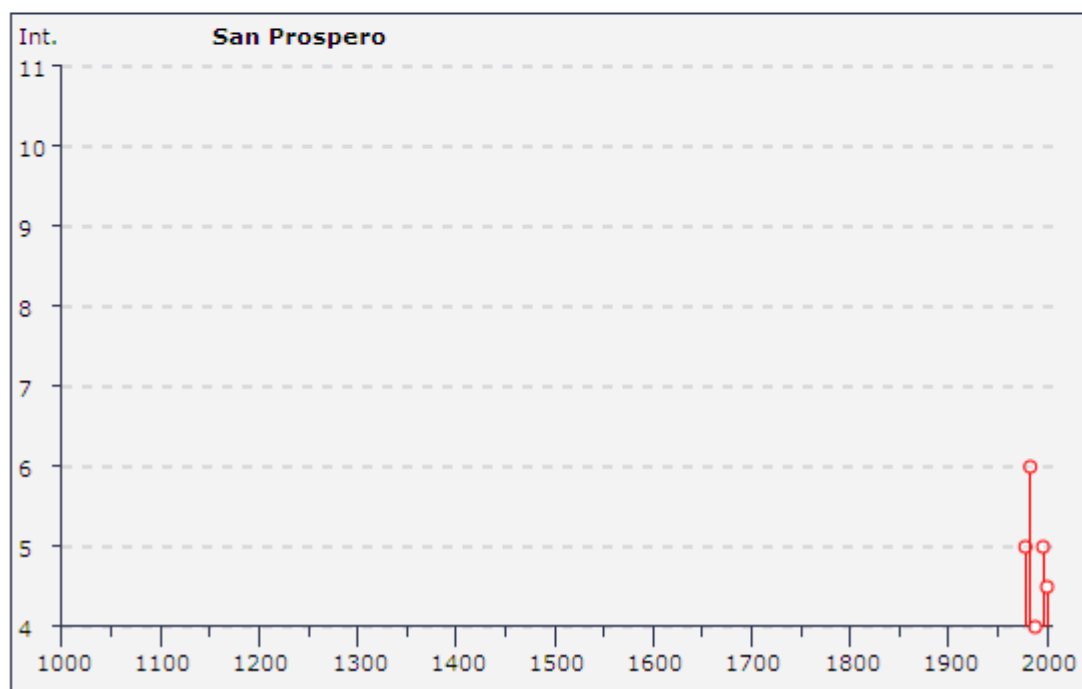


Tabella 3.3: Storia sismica del comune di San Prospero s/S (MO).

La sismicità storica non tiene conto della recente crisi sismica verificatasi la mattina del 20 Maggio 2012 con un terremoto di magnitudo locale pari a 5.9 con epicentro Finale Emilia e la mattina del 29 Maggio con terremoto di magnitudo locale pari a 5.8 ed epicentro fra i Comuni di Medolla e Cavezzo.

c. Individuazione della pericolosità sismica del sito

Di seguito si riportano i dati salienti per la definizione della pericolosità sismica del sito che sono stati inseriti nel foglio di calcolo “Spetti NTC v. 1.03” scaricabile dal sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (<http://www.infrastrutture.gov.it/consuplp/>).

FASE 1 - Individuazione della pericolosità del sito

The screenshot displays the 'FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO' software interface. It features a search section with two radio buttons: 'Ricerca per coordinate' (selected) and 'Ricerca per comune'. The coordinate search fields show 'LONGITUDINE' as 11.004848 and 'LATTUDINE' as 44.762658. The comune search section shows 'REGIONE' as Emilia-Romagna, 'PROVINCIA' as Rimini, and 'Comune' as Rimini. On the left, there are two expandable sections: 'Elaborazioni grafiche' containing 'Grafici spettri di risposta' and 'Variabilità dei parametri', and 'Elaborazioni numeriche' containing 'Tabella parametri'. Below these is a section titled 'Nodi del reticolo intorno al sito' which contains a diagram of a grid with four nodes. The nodes are labeled with coordinates: top-left (15393, 7.5), top-right (15394, 7.5), bottom-left (15615, -7.5), and bottom-right (15616, -7.5). The distance between nodes is indicated as 7.5 km. The main area is titled 'Reticolo di riferimento' and shows a map of Italy with a red dot indicating the site location. To the right of the map is a 'Controllo sul reticolo' section with three radio buttons: 'Sito esterno al reticolo' (selected), 'Interpolazione su 3 nodi', and 'Interpolazione corretta'. Below this is an 'Interpolazione' dropdown menu set to 'media ponderata'.

FASE 2 - Scelta della strategia di progettazione

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	{	SLO - $P_{VR} = 81\%$	45
		SLD - $P_{VR} = 63\%$	75
Stati limite ultimi - SLU	{	SLV - $P_{VR} = 10\%$	712
		SLC - $P_{VR} = 5\%$	1462

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

—■— Strategia scelta

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	45	0.051	2.515	0.264
SLD	75	0.066	2.470	0.274
SLV	712	0.183	2.556	0.275
SLC	1462	0.242	2.488	0.284

Tabella 3.4: Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno Stato Limite.

FASE 3 – Determinazione dell'azione di progetto

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato SLV ▼ info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo D ▼ info $S_s =$ 1.700 $C_c =$ 2.386 ▼ info

Categoria topografica T1 ▼ info $h/H =$ 1.000 $S_T =$ 1.000 ▼ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) 5 $\eta =$ 1.000 ▼ info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_0 3 Regol. in altezza no ▼ info

Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore q 1.5 $\eta =$ 0.667 ▼ info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta ➔

Parametri e punti spettri di risposta ➔

- Spettro di progetto - componente orizzontale
- Spettro di progetto - componente verticale
- Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

Spettri di risposta

$S_{d,o}$ [g] 0.90
 $S_{d,v}$ [g] 0.80
 S_e [g] 0.70
 0.60
 0.50
 0.40
 0.30
 0.20
 0.10
 0.00

T [s] 4

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 44,762658
longitudine: 11,004848
Classe: 3
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 15615	Lat: 44,7580	Lon: 10,9568	Distanza: 3826,448
Sito 2	ID: 15616	Lat: 44,7594	Lon: 11,0272	Distanza: 1800,136
Sito 3	ID: 15394	Lat: 44,8094	Lon: 11,0251	Distanza: 5437,668
Sito 4	ID: 15393	Lat: 44,8079	Lon: 10,9547	Distanza: 6402,528

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: D
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 75anni
Coefficiente cu: 1,5

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 45 [anni]
ag: 0,051 g
Fo: 2,515
Tc*: 0,264 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 75 [anni]
ag: 0,066 g
Fo: 2,469
Tc*: 0,275 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 712 [anni]
ag: 0,183 g
Fo: 2,556
Tc*: 0,275 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 1462 [anni]
ag: 0,242 g
Fo: 2,488
Tc*: 0,284 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,800
Cc: 2,430
St: 1,000
Kh: 0,018
Kv: 0,009
Amax: 0,907
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,800
Cc: 2,390
St: 1,000
Kh: 0,024
Kv: 0,012
Amax: 1,169
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,700
Cc: 2,390
St: 1,000
Kh: 0,075
Kv: 0,037
Amax: 3,046
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,500
Cc: 2,350
St: 1,000
Kh: 0,102
Kv: 0,051
Amax: 3,562
Beta: 0,280

Si riporta di seguito il rapporto presentato nel 31° convegno nazionale GNGTS tenutosi a Potenza dal 20-22 novembre 2012 "Il terremoto e il sisma del 2012: analisi delle registrazioni accelerometriche e confronto con le azioni sismiche previste nelle NTC2008" del Prof. Mucciarelli.

Le accelerazioni registrate al sito della stazione accelerometrica RAN di Mirandola (MRN) dell'INGV durante l'evento sismico del 20-29 maggio sono state le seguenti:

Tab. 1 - Valori di PGA, PGV, PGD e IH per ciascuna componente della stazione RAN di Mirandola (MRN) per gli eventi del 20.05.2012 e del 29.05.2012.

EVENTO	Dist. Epicentrale	Componente	PGA (g)	PGV (cm/sec)	PGD (cm)	I _H (cm)
5.9 MI 20.05.2012	17 km	N - S	0.29	40.00	10.71	129
		E - O	0.28	32.43	6.28	84
		VERT.	0.32	5.65	1.26	17
5.8 MI 29.05.2012	2 km	N - S	0.29	40.07	19.77	135
		E - O	0.23	23.62	9.21	70
		VERT.	0.87	22.71	5.70	31

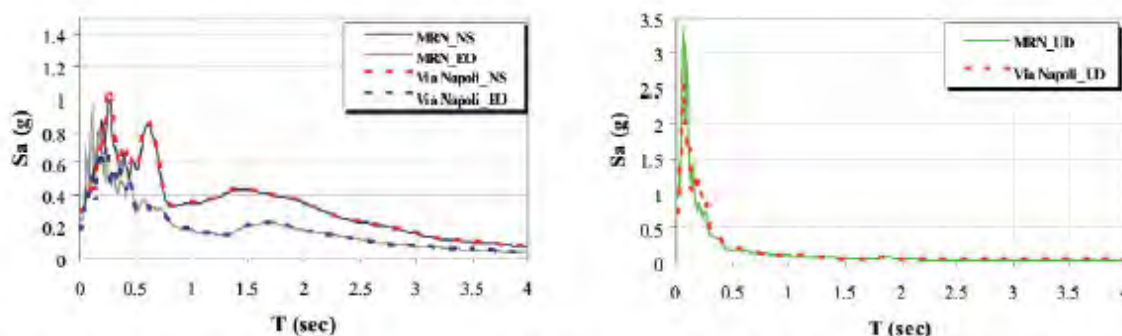


Fig. 1 - Confronto in pseudoaccelerazione spettrale tra le registrazioni dell'evento del 29.05.2012 (5.8 MI) disponibili per le stazioni MRN-RAN e di via Napoli.

Sulla base di quanto registrato durante l'evento sismico è stato fatto il confronto tra gli spettri di risposta registrati alla stazione di Mirandola MRN con quelli utilizzati dalla normativa vigente NTC08 per categorie di sottosuolo di tipo C e D e per due differenti tempi di ritorno (Tr 475 e Tr 975 anni):

Tab. 2 - Valori di PGA, PGV, PGD ed IH per ciascuna componente delle stazioni temporanee installate a Mirandola dopo l'evento principale. Registrazione dell'evento 5.8 MI del 29.05.2012.

COD. STAZIONE	Dist. Epicentrale	Componente	PGA (g)	PGV (cm/sec)	PGD (cm)	I _{H_RAN} (cm)
Staz. temporanea VIA NAPOLI	2 km	N - S	0.30	40.44	19.94	136
		E - O	0.18	24.27	8.92	69
		VERT.	0.71	20.93	5.79	32
Staz. temporanea OSPEDALE	2 km	N - S	0.30	48.72	21.76	117
		E - O	0.15	19.25	5.18	59
		VERT.	0.52	16.01	4.95	29

Tab. 3 - Confronto in termini di PGA ed Intensità di Housner tra le azioni registrate e quelle attese (NTC-2008) per le stazioni (fisse e temporanee) installate a Mirandola riferito agli eventi del 20.05.2012 (sopra) e 29.05.2012 (sotto). In rosso sono evidenziati i casi in cui i valori di norma (sia per 475 che per 2475 anni) sottostimano i valori ottenuti dalle registrazioni strumentali, in blu quelli per i quali i valori di norma sono maggiori di quelli registrati.

59 MI 20.05.2012		SITO		NORMA NTC-2008							
				TR=475		TR=2475		%Δ(TR=475)		%Δ(TR=2475)	
ID-Stazione	Comp.	PGA	IH	PGA	IH	PGA	IH	PGA	IH	PGA	IH
MRN-RAN ENEL	N - S	0.29	129	0.21	64	0.35	110	-39%	-101%	+17%	-17%
	E - O	0.28	84					-34%	-31%	+20%	+24%
	VERT.	0.32	17					0.07	4	0.19	11
5.8 MI 20.05.2012		SITO		NORMA NTC-2008							
				TR=475		TR=2475		%Δ(TR=475)		%Δ(TR=2475)	
ID-Stazione	Comp.	PGA	IH	PGA	IH	PGA	IH	PGA	IH	PGA	IH
MRN-RAN ENEL	N - S	0.29	135	0.21	64	0.35	110	-38%	-111%	17%	-23%
	E - O	0.23	70					-10%	-9%	34%	36%
	VERT.	0.87	31					0.07	4	0.19	11
staz. temporanea VIA NAPOLI	N - S	0.30	136	0.21	64	0.35	110	-43%	-113%	14%	-24%
	E - O	0.18	69					14%	-8%	49%	37%
	VERT.	0.71	32					0.07	4	0.19	11
staz. temporanea OSPEDALE	N - S	0.30	117	0.21	64	0.35	110	-43%	-83%	14%	-6%
	E - O	0.15	59					29%	8%	57%	46%
	VERT.	0.52	29					0.07	4	0.19	11

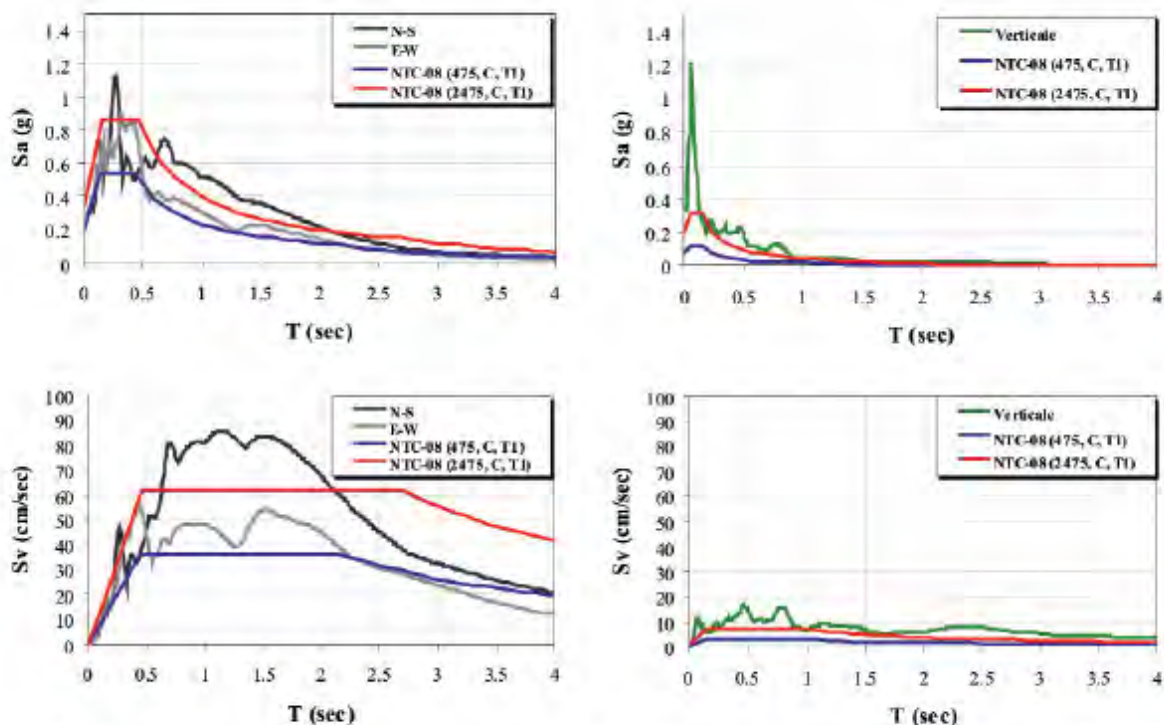


Fig. 2 - Confronto in pseudoaccelerazione (sopra) e pseudovelocità (sotto) tra l'azione registrata, nel piano (N-S, E-W) e sulla componente verticale dell'evento del 20.05.2012 alla stazione RAN di Mirandola (MRN) e quella attesa dalla norma NTC-2008 per suolo C, categoria topografica T1 e periodi di ritorno dell'azione di 475 e 2475 anni).

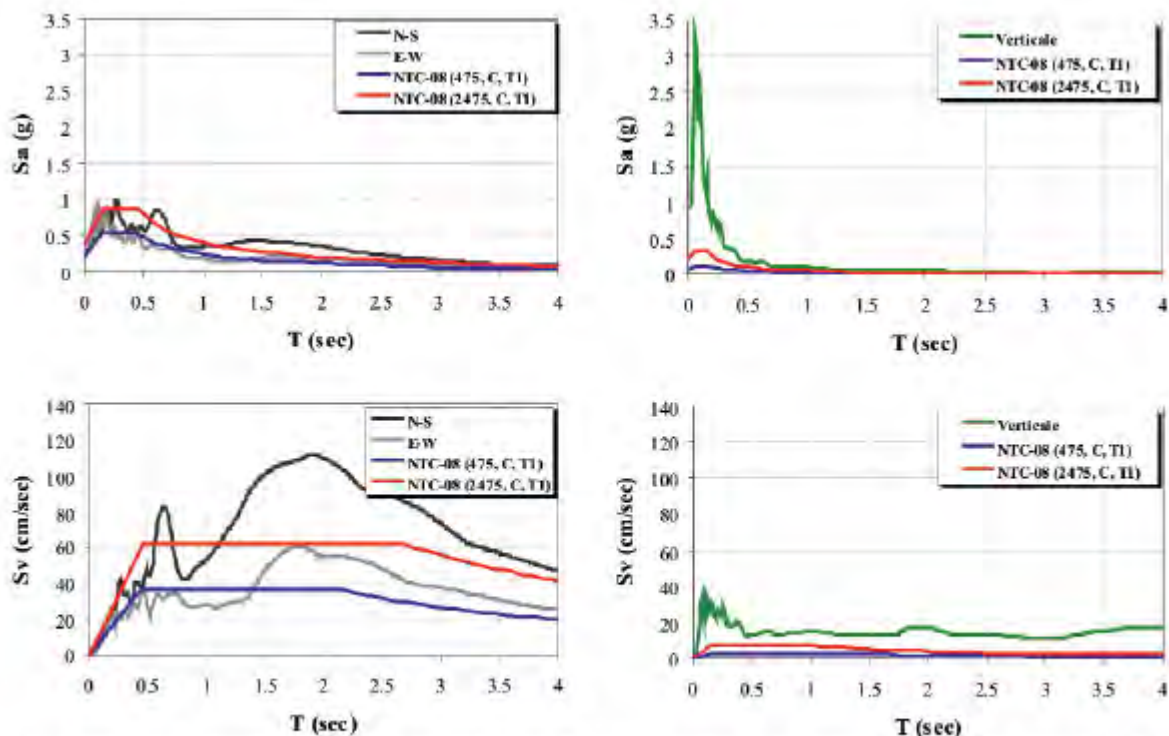


Fig. 3 - Confronto in pseudoaccelerazione (sopra) e pseudovelocità (sotto) tra l'azione registrata, nel piano (N-S, E-W) e sulla componente verticale dell'evento del 29.05.2012 alla stazione RAN di Mirandola (MRN) e quella attesa dalla norma NTC-2008 per suolo C, categoria topografica T1 e periodi di ritorno dell'azione di 475 e 2475 anni.

Si riportano di seguito i parametri dell'evento, al fine di studiare, come risulta dalle mappe di scuotimento dell'INGV (<http://shakemap.rm.ingv.it/shake>) per gli eventi sismici del 20 Maggio 2012, del 29 Maggio 2012 e del 03 giugno 2012.

I valori desunti dalle mappe di accelerazione sismica sono i seguenti:

Pga value = (di g)

Pgv value = (cm/s)

Psa value = (di g)

con

Psa 0.3 = spectral acceleration at 0.3 s period, 5% damping.

Psa 1.0 = spectral acceleration at 1.0 s period, 5% damping.

Psa 3.0 = spectral acceleration at 3.0 s period, 5% damping.

EVENTO del 20 maggio 2012 M=5.9 - sito via Chiesa di San Lorenzo

PGA = 0.12g

PGV = 10 cm/s

PSA 0.3 sec = 0.20g

PSA 1.0 sec = 0.08g

PSA 3.0 sec = 0.02g

EVENTO del 29 maggio 2012 M=5.8 - sito via Chiesa di San Lorenzo

PGA = 0.20g

PGV = 14 cm/s

PSA 0.3 sec = 0.32g

PSA 1.0 sec = 0.16g

PSA 3.0 sec = 0.04g

EVENTO del 03 giugno 2012 M=5.1 - sito via Chiesa di San Lorenzo

PGA = 0.04g

PGV = 2 cm/s

PSA 0.3 sec = 0.08g

PSA 1.0 sec = 0.02g

PSA 3.0 sec = 0.02g

NTC 2008 - sito via Chiesa di San Lorenzo

PGA = 0.310g.

PSA 0.3 sec = 0.79g

PSA 1.0 sec = 0.52g

PSA 3.0 sec = 0.13g

4. INDAGINI REALIZZATE

Al fine di determinare le caratteristiche sismiche dei terreni di fondazione si è provveduto a reperire tutte le informazioni provenienti da indagini sismiche (HoliSurface e HVSR) eseguite nell'area di intervento (figura 4.1):

- n. 1 indagine sismica passiva di microtremori (HVSR - Tr01);
- n. 2 indagini sismiche attive HoliSurface01 e HoliSurface02 (onde Rayleigh e Love).

Le indagini sismiche sono state eseguite dal Dott. Geol. Lorenzo Del Maschio.



Figura 4.1: Ubicazione delle indagini sismiche.

5. PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

a. Indagini geofisiche

a1. I dati ottenuti

L'indagine geofisica è stata eseguita mediante sismica attiva HoliSurface e passiva a stazione singola (HVSR) (Gemini2®PASI Srl) sia per la definizione del picco di risonanza dei terreni di fondazione (f_0) sia per la determinazione della categoria di suolo richiesta dalla normativa, mediante la ricostruzione delle V_{s30} .

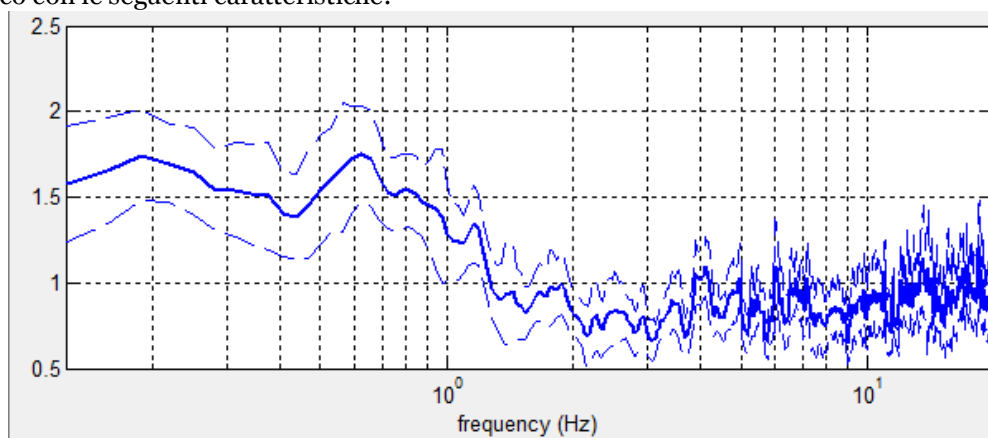
a2. Interpretazione delle indagini geofisiche

La campagna di prospezione geofisica è stata eseguita nell'agosto 2014. Tale indagine ha consistito nelle acquisizioni di microtremori a stazione singola di tipo HVSR e nella definizione del profilo di Vs mediante analisi di tipo HoliSurface. I dati ottenuti dalla curva HVSR forniscono utili indicazioni soprattutto per quanto riguarda le frequenze di risonanza e sui fattori di amplificazione sismica dei suoli durante un terremoto mentre attraverso la tecnica HoliSurface è stato possibile definire l'andamento delle Vs con la profondità e quindi la definizione delle V_{s30} ai fini della classificazione sismica dei suoli di fondazione come previsto dal D.M. 14 gennaio 2008.

Tutte le registrazioni sono state effettuate con Gemini2®PASI Srl, che è un registratore disegnato specificatamente per le acquisizioni del rumore sismico. Si tratta di uno strumento portatile tutto in uno nel quale è integrata un'antenna di geofoni con frequenza di risonanza pari a 2Hz (accuratamente accoppiati meccanicamente e elettricamente) ed un acquisitore dati 24 bit reali appositamente progettato. Collegato al computer tramite l'interfaccia USB, Gemini consente la memorizzazione e la successiva analisi dei dati direttamente sul vostro PC tramite il software dedicato in dotazione.

Dall'analisi dei risultati delle indagini geofisiche specifiche si è riscontrato che il terreno di fondazione su cui andrà realizzato l'intervento in esame, appartiene alla categoria di sottosuolo "D", ai sensi del D.M. 14/01/08 (previa verifica alla liquefazione).

Relativamente alle frequenze caratteristiche di sito, dal diagramma delle curve H/V, abbiamo un picco stratigrafico con le seguenti caratteristiche:



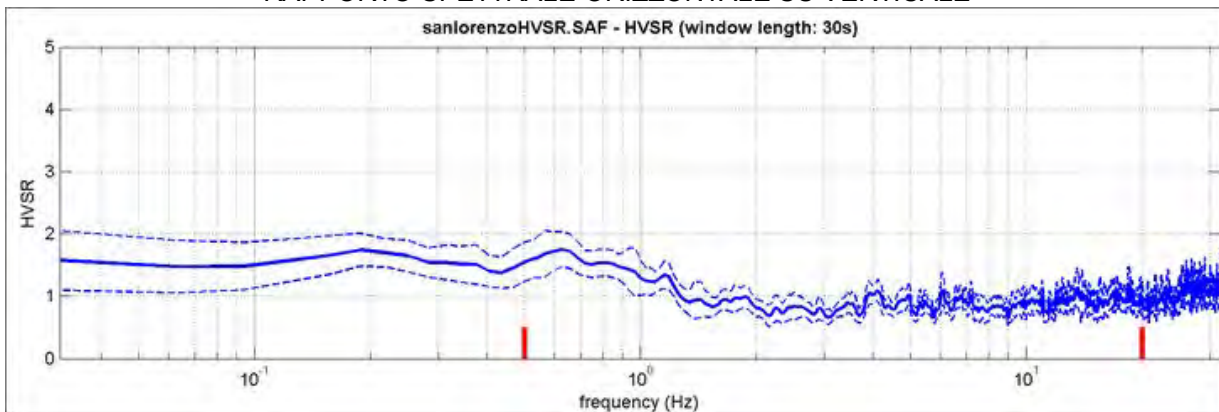
Le acquisizioni HVSR, risultano in parte convalidate dalle linee guida SESAME 2005.

Si riportano di seguito i report delle indagini sismiche a stazione singola (HVSR) e dell'indagine sismica HoliSurface:

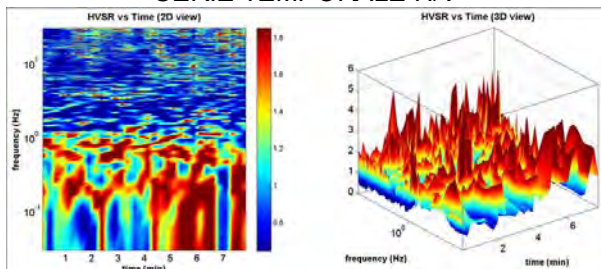
SAN PROSPERO S/S (MO), via Chiesa di San Lorenzo - HVSR TR01

Strumento: Gemini2 - PASI Srl
Inizio registrazione: 29/08/14 Fine registrazione: 29/08/14
Nomi canali: NORTH-SOUTH; EAST-WEST; UP-DOWN
Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 0h09'8" tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 64 Hz
Lunghezza finestre: 30 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 2%

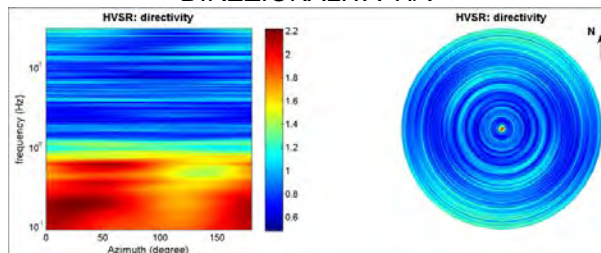
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



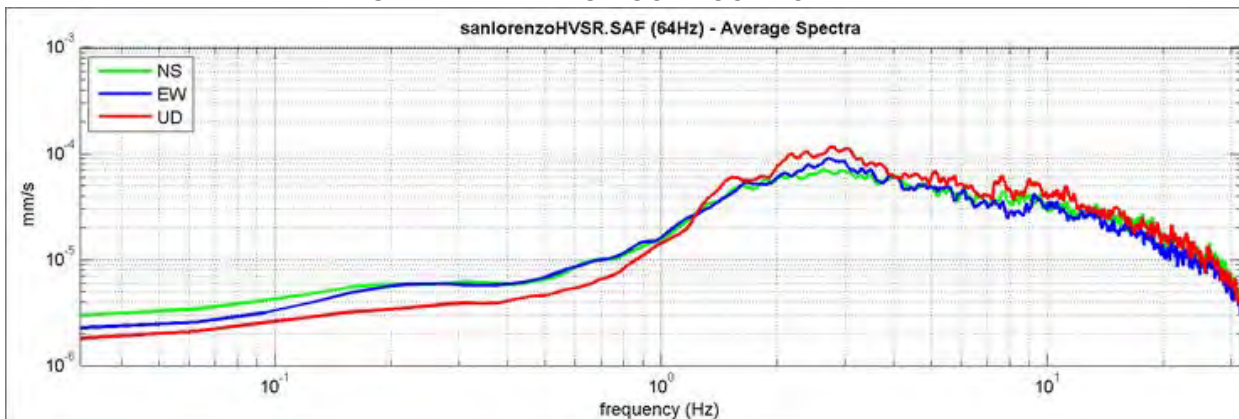
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Secondo le linee guida SESAME, 2005.

<p><i>0.1-20.0Hz frequency range</i> Peak frequency (Hz): 0.7 (± 7.4) Peak HVSR value: 1.8 (± 0.3)</p>
--

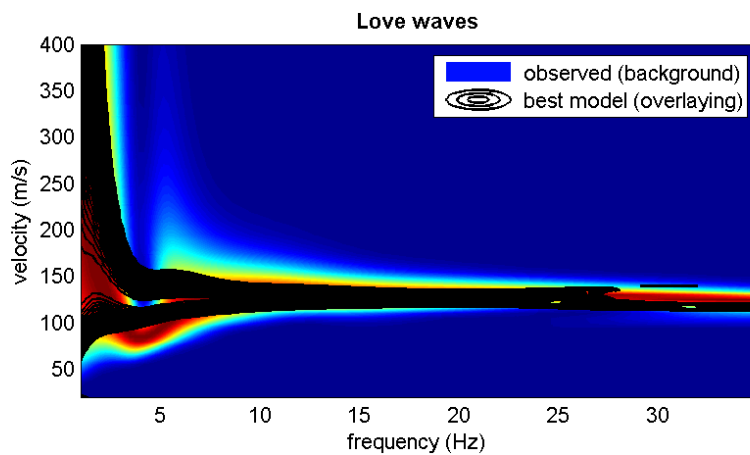
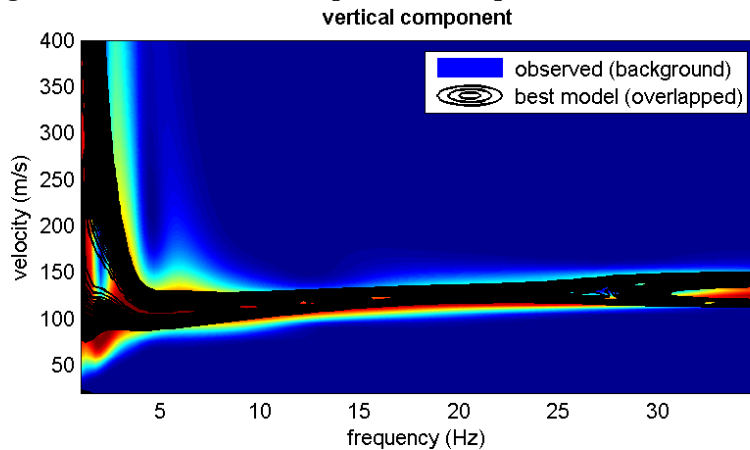
Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	0.657 > 0.33	OK	
$n_c(f_0) > 200$	631 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$		OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.5 Hz	OK	
$A_0 > 2$	1.8 > 2		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$		OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	7.428 < 0.099		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.282 < 2	OK	

<p>L_w n_w $n_c = L_w n_w f_0$ f f_0 σ_f $\varepsilon(f_0)$ A_0 $A_{H/V}(f)$ f^- f^+ $\sigma_A(f)$ $\sigma_{\log H/V}(f)$ $\theta(f_0)$</p>	<p>lunghezza della finestra numero di finestre usate nell'analisi numero di cicli significativi frequenza attuale frequenza del picco H/V deviazione standard della frequenza del picco H/V valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0 ampiezza della curva H/V alla frequenza f frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$ valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$</p>
---	---

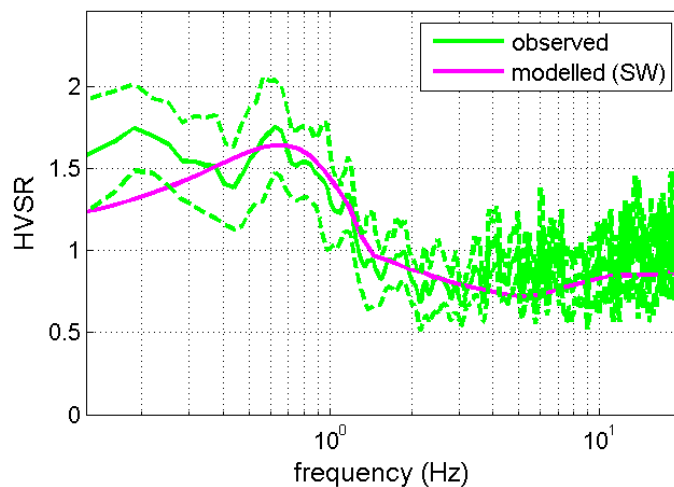
Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

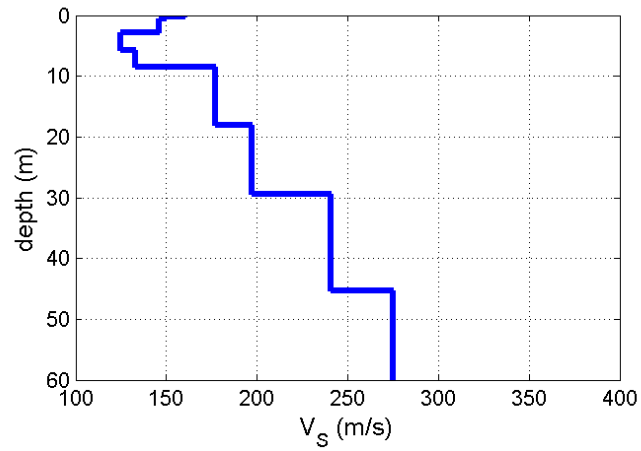
SAN PROSPERO S/S (MO), via Chiesa di San Lorenzo - HoliSurface01 (Analisi Rayleigh + Love + HVSr - Tr01)

Analisi onde Rayleigh e Love (offset 50 m e frequenza di campionamento a 1 KHz)



Analisi HVSr - Tr01





Subsurface model

Shear-wave velocities (m/s): 160 150 146 125 133 177 197 241 275 325 400

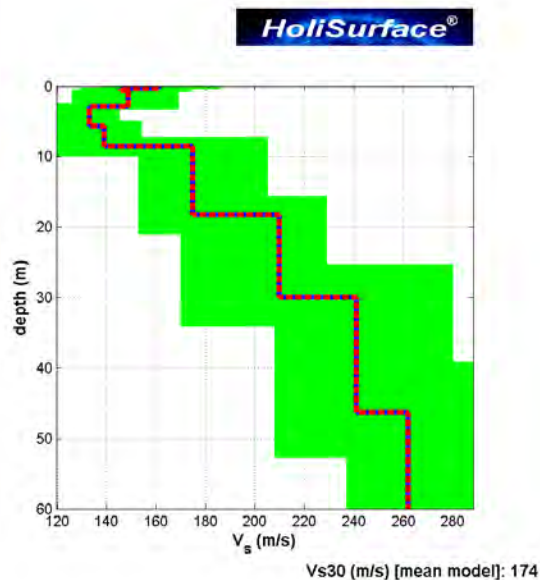
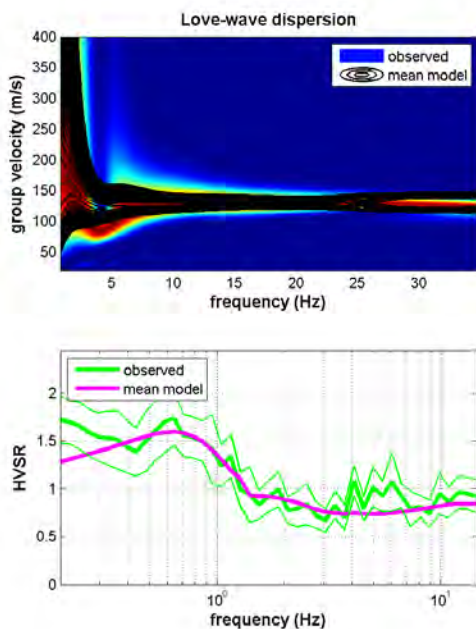
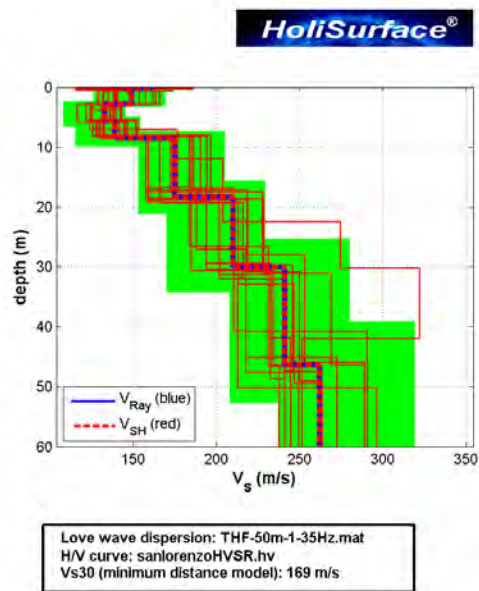
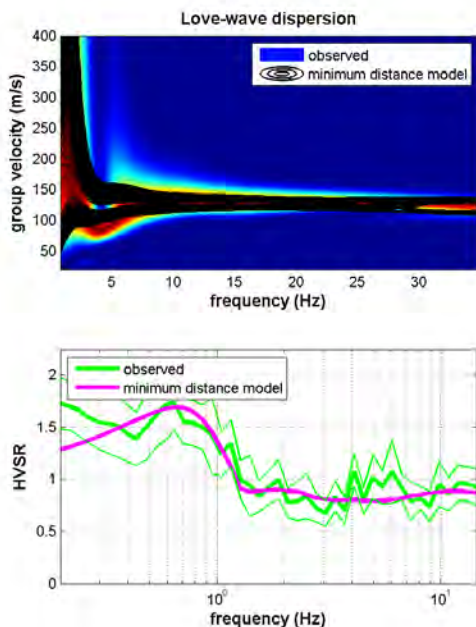
Thicknesses (m): 0.3 0.3 2.2 2.9 2.8 9.6 11.3 16.0 25.0 30.0

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 49 42 40 28 33 59 76 116 150 211 312

Vs30 (m/s): 169

**SAN PROSPERO S/S (MO), via Chiesa di San Lorenzo - HoliSurface01
 (Analisi Love + HVSR - Tr01)**

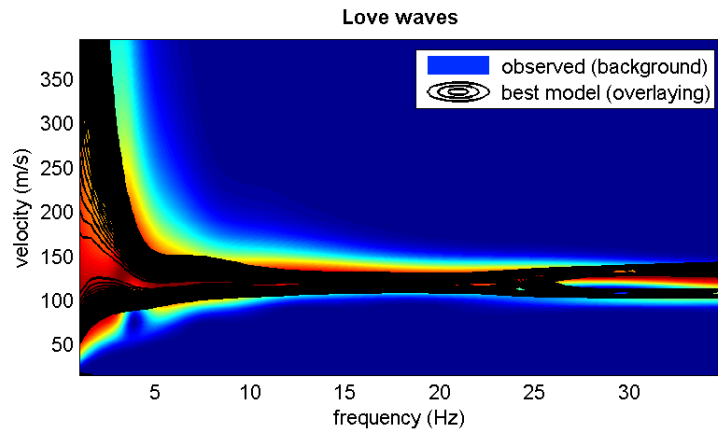
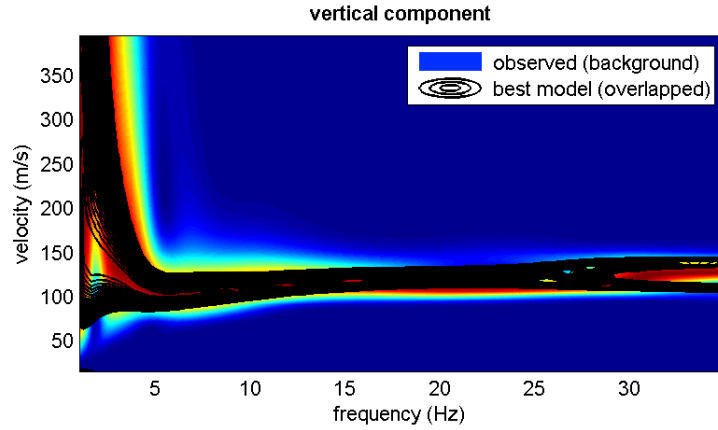
INVERSIONE AUTOMATICA dello spettro di velocità di Love - Componente THF + HVSR



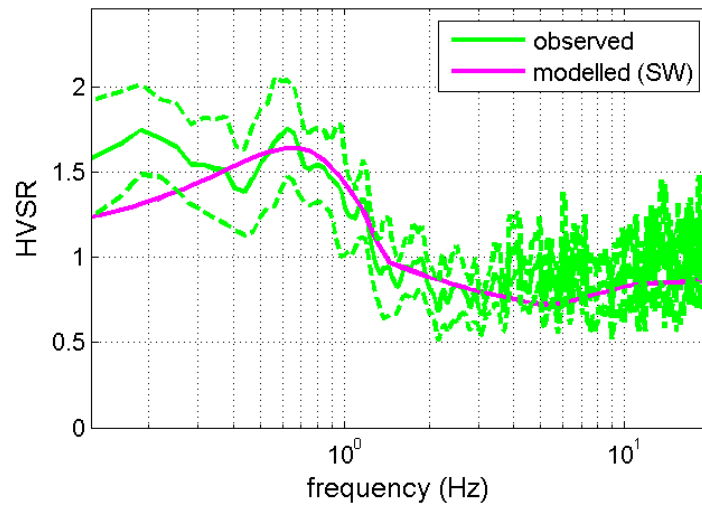
Vs30 (m/s): 169 - 174

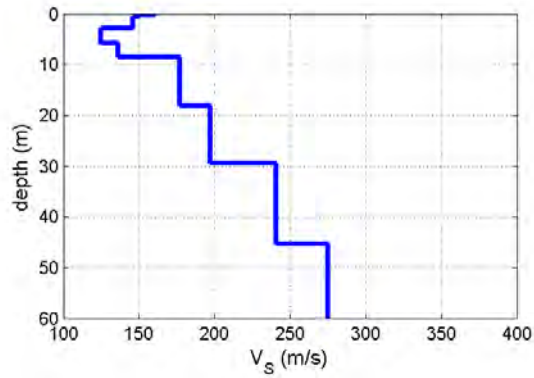
**SAN PROSPERO S/S (MO), via Chiesa di San Lorenzo - HoliSurface02
(Analisi Rayleigh + Love + HVSr - Tr01)**

Analisi onde Rayleigh e Love (offset 40 m e frequenza di campionamento a 1 KHz)



- Analisi HVSr - Tr01





Subsurface model

Shear-wave velocities (m/s): 160 150 146 125 136 177 197 241 275 325 400

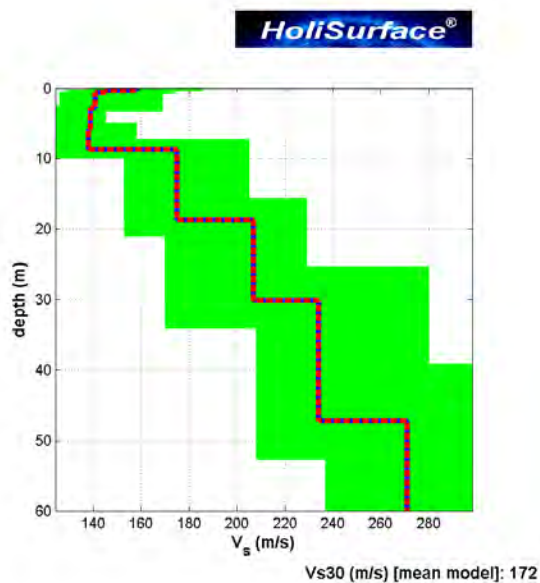
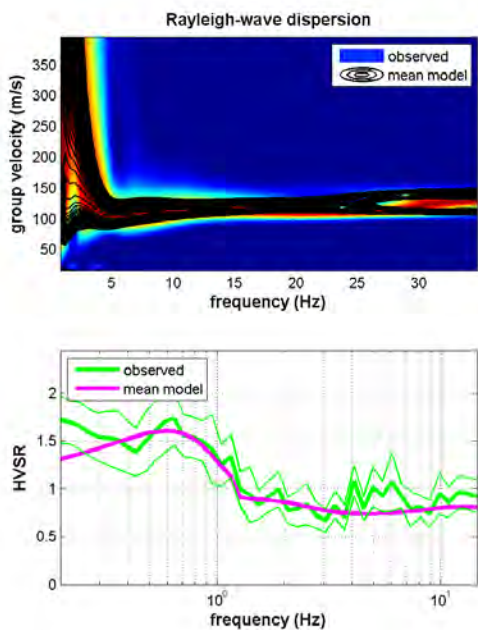
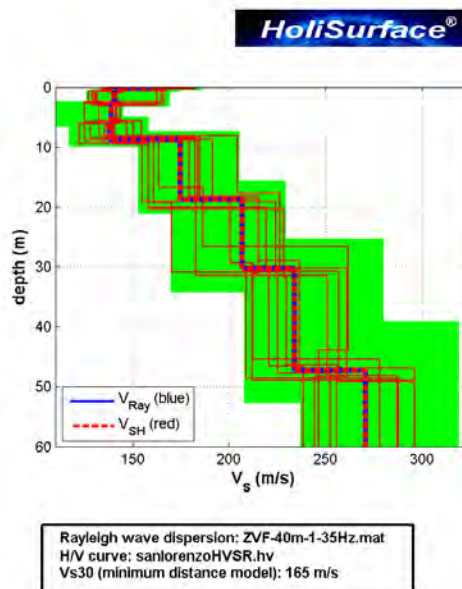
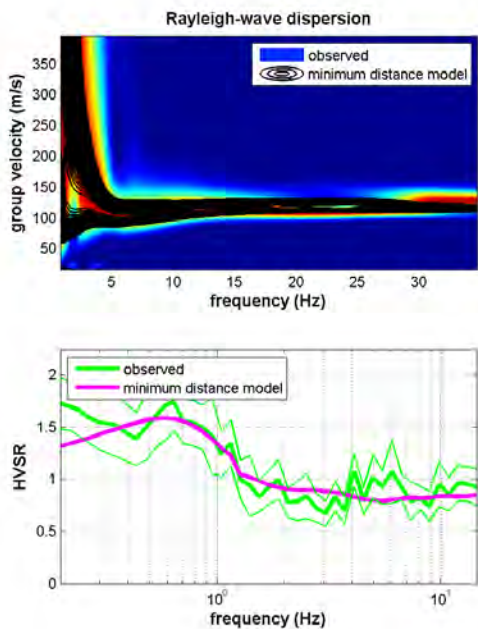
Thicknesses (m): 0.3 0.3 2.2 2.9 2.8 9.6 11.3 16.0 25.0 30.0

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 49 42 40 28 34 59 76 116 150 211 312

Vs30 (m/s): 170

SAN PROSPERO S/S (MO), via Chiesa di San Lorenzo - HoliSurface02
(Analisi Rayleigh + HVSr - Tr01)

INVERSIONE AUTOMATICA dello spettro di velocità di Rayleigh - Componente verticale ZVF + HVSr

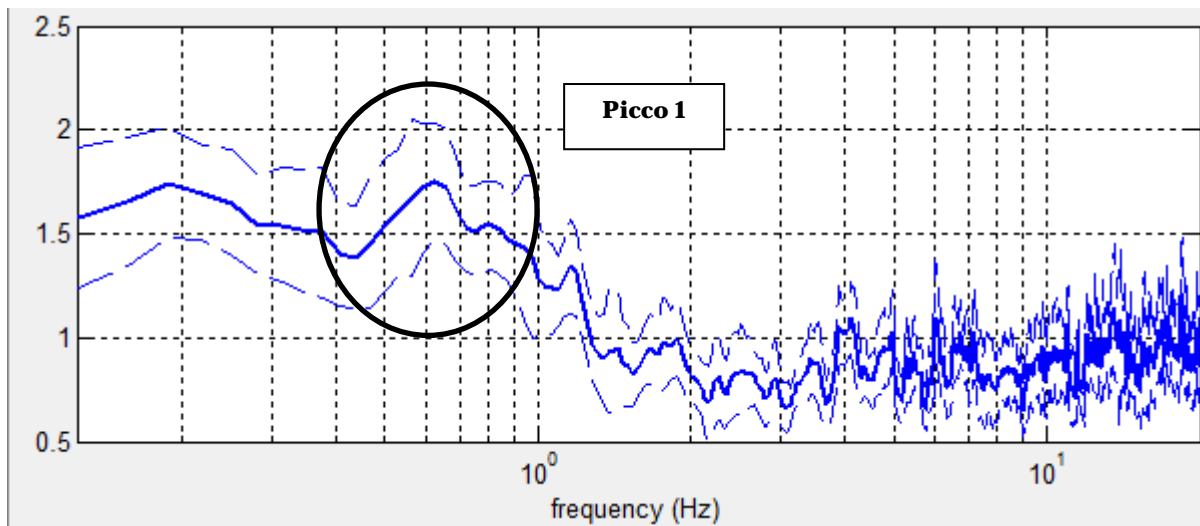


Vs30 (m/s): 165-172

Sul sito di studio, sono state eseguite 1 acquisizione HVSR, 2 acquisizioni HoliSurface con Geofono 3D Pasi srl, modello Gemini2, 2 prove penetrometriche statiche ed elettriche CPT/CPTU, e ffettuate da Geoprogetti, utilizzata per tarare e/o vincolare, le prove geofisiche.

Relativamente alle **frequenze caratteristiche di sito**, dal diagramma del confronto delle curve H/V, di seguito riportato, abbiamo:

Un picco stratigrafico, caratteristico, così caratterizzato:

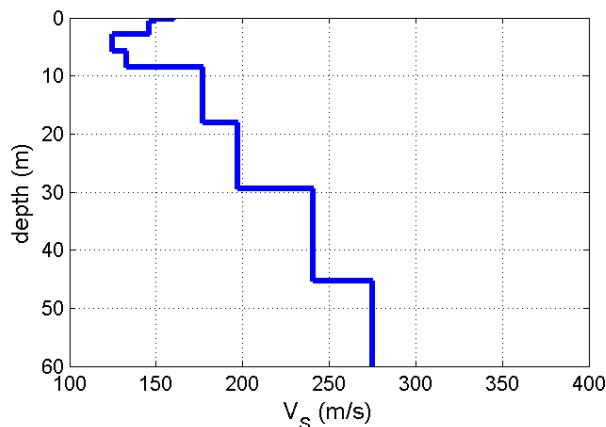


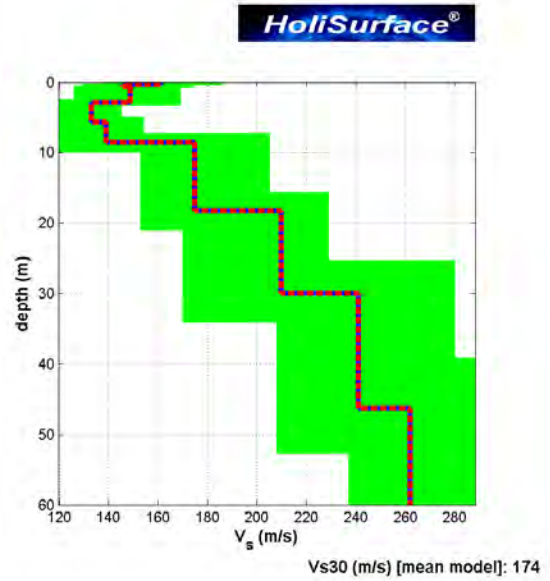
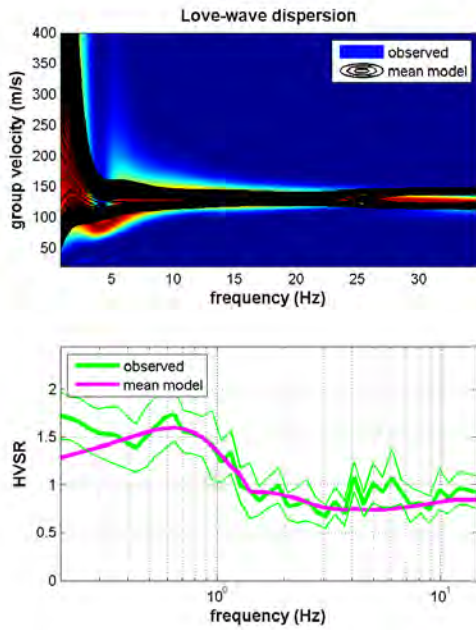
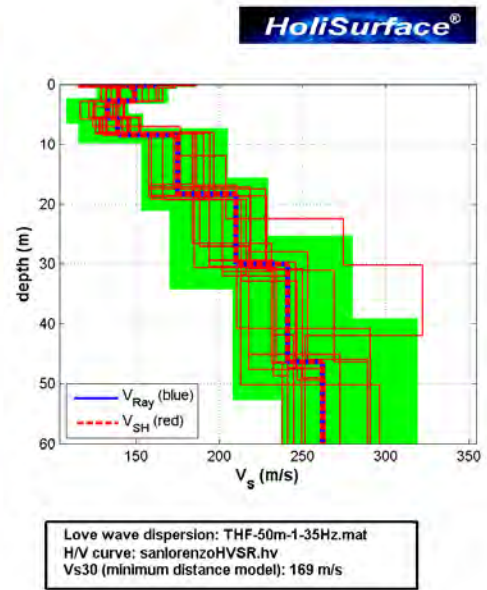
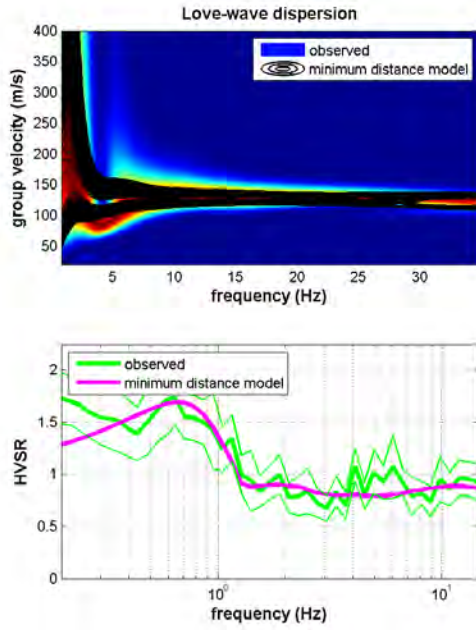
Picchi Stratigrafici	Rapporto H/V (valori medi)	Frequenza(Hz) Caratteristica (valori medi)
1	~ 1.7	~ 0.7/0.8

Il rapporto H/V evidenzia contrasti di impedenza non significativi ($H/V < 2$) in caso di moto sismico.

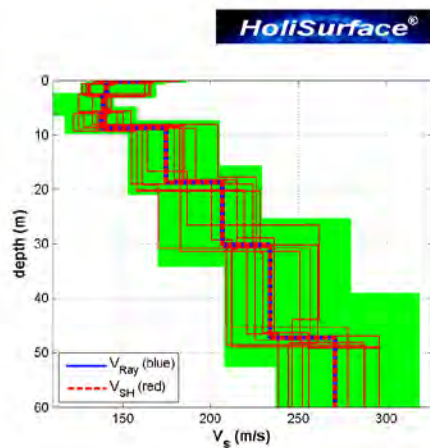
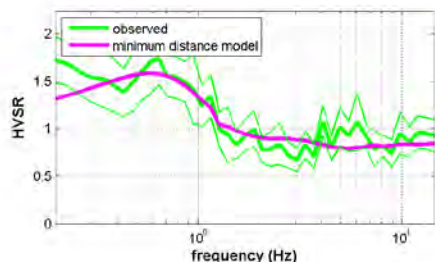
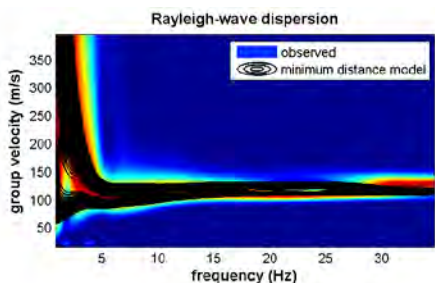
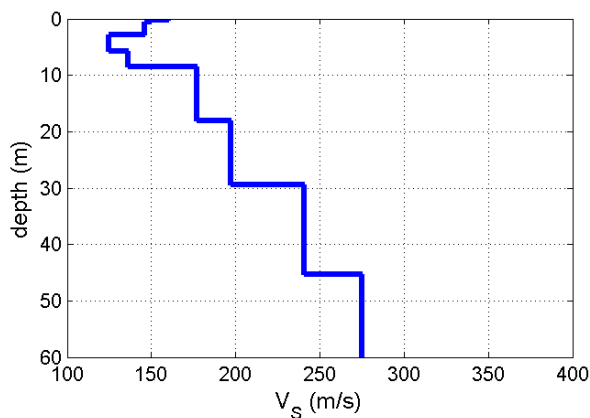
Relativamente al profilo di Vs con la profondità e alla determinazione della categoria di suolo richiesta dalla normativa, **mediante la ricostruzione delle Vs₃₀** attraverso l’analisi HoliSurface, abbiamo che:

- HoliSurface01

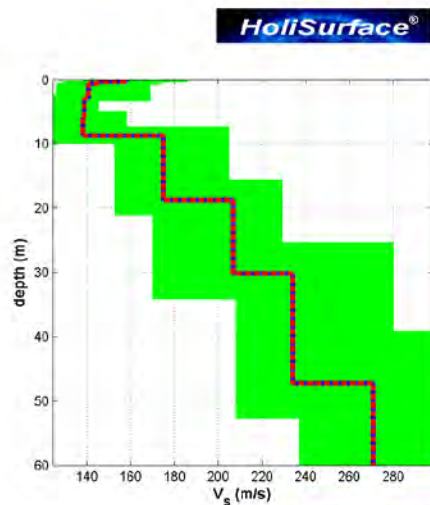
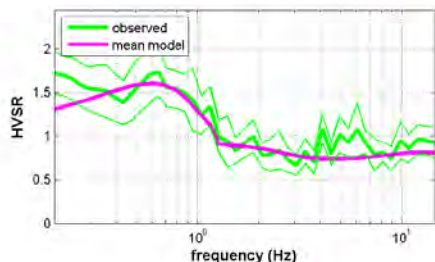
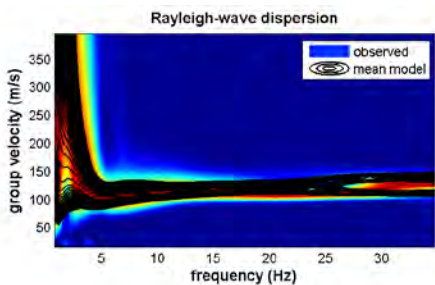




- HoliSurfaceo2



Rayleigh wave dispersion: ZVF-40m-1-35Hz.mat
 H/V curve: sanlorenzoHVSr.hv
 Vs30 (minimum distance model): 165 m/s



Vs30 (m/s) [mean model]: 172

HoliSurface - Vs (30): 165 - 174 (categoria di sottosuolo "D")

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI	CPT	1
	riferimento	122-2014

Committente: ARCIDIOCESI DI MODENA	U.M.: MPa	Data exec.: 26/08/2014
Cantiere: S. PROSPERO Chiesa di S. Lorenzo Martire	Pagina: 1	
Località: S. PROSPERO Chiesa di S. Lorenzo Martire	Elaborato:	Falda: -2.70 m

H	L1	L2	Lt	qc	fs	H	L1	L2	Lt	qc	fs	H	L1	L2	Lt	qc	fs
m	-	-	-	MPa	kPa	m	-	-	-	MPa	kPa	m	-	-	-	MPa	kPa
0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	133.00	17.20	9.0	17.0	0.9	53.00	34.20	18.0	35.0	1.8	133.00		
0.40	30.0	50.0	2.9	127.00		17.40	9.0	17.0	0.9	67.00	34.40	19.0	39.0	1.9	107.00		
0.60	33.0	52.0	3.2	80.00		17.60	1	1.0	21.0	1.1	73.00	34.60	17.0	33.0	1.7	120.00	
0.80	28.0	40.0	2.7	140.00		17.80	12.0	23.0	1.2	73.00	34.80	18.0	36.0	1.8	133.00		
1.00	17.0	38.0	1.7	153.00		18.00	11.0	22.0	1.1	67.00	35.00	20.0	40.0	2.0			
1.20	17.0	40.0	1.7	107.00		18.20	10.0	20.0	1.0	60.00							
1.40	14.0	30.0	1.4	73.00		18.40	1	1.0	20.0	1.1	53.00						
1.60	9.0	20.0	0.9	40.00		18.60	9.0	17.0	0.9	53.00							
1.80	6.0	12.0	0.6	40.00		18.80	8.0	16.0	0.8	53.00							
2.00	15.0	21.0	1.5	27.00		19.00	9.0	17.0	0.9	47.00							
2.20	9.0	13.0	0.9	27.00		19.20	1	1.0	18.0	1.1	60.00						
2.40	7.0	11.0	0.7	27.00		19.40	10.0	19.0	1.0	53.00							
2.60	7.0	11.0	0.7	33.00		19.60	8.0	16.0	0.8	67.00							
2.80	7.0	12.0	0.7	20.00		19.80	1	1.0	21.0	1.1	80.00						
3.00	6.0	9.0	0.6	27.00		20.00	14.0	26.0	1.4	100.00							
3.20	6.0	10.0	0.6	27.00		20.20	15.0	30.0	1.5	107.00							
3.40	9.0	13.0	0.9	20.00		20.40	19.0	35.0	1.9	127.00							
3.60	7.0	10.0	0.7	27.00		20.60	23.0	42.0	2.3	127.00							
3.80	6.0	10.0	0.6	20.00		20.80	26.0	45.0	2.5	160.00							
4.00	4.0	7.0	0.4	13.00		21.00	25.0	49.0	2.5	153.00							
4.20	5.0	7.0	0.5	27.00		21.20	31.0	54.0	3.0	160.00							
4.40	6.0	10.0	0.6	27.00		21.40	20.0	44.0	2.0	173.00							
4.60	9.0	13.0	0.9	27.00		21.60	26.0	52.0	2.5	153.00							
4.80	7.0	11.0	0.7	27.00		21.80	24.0	47.0	2.4	180.00							
5.00	5.0	9.0	0.5	27.00		22.00	25.0	52.0	2.5	113.00							
5.20	9.0	13.0	0.9	47.00		22.20	17.0	34.0	1.7	113.00							
5.40	10.0	17.0	1.0	40.00		22.40	18.0	35.0	1.8	113.00							
5.60	12.0	18.0	1.2	20.00		22.60	18.0	35.0	1.8	113.00							
5.80	5.0	8.0	0.5	33.00		22.80	15.0	32.0	1.5	93.00							
6.00	12.0	17.0	1.2	33.00		23.00	18.0	32.0	1.8	87.00							
6.20	4.0	9.0	0.4	20.00		23.20	24.0	37.0	2.4	47.00							
6.40	4.0	7.0	0.4	27.00		23.40	18.0	25.0	1.8	27.00							
6.60	4.0	8.0	0.4	27.00		23.60	32.0	36.0	3.1	80.00							
6.80	6.0	10.0	0.6	33.00		23.80	24.0	36.0	2.4	40.00							
7.00	9.0	14.0	0.9	53.00		24.00	22.0	28.0	2.2	60.00							
7.20	7.0	15.0	0.7	47.00		24.20	12.0	21.0	1.2	67.00							
7.40	6.0	13.0	0.6	53.00		24.40	1	1.0	21.0	1.1	60.00						
7.60	7.0	15.0	0.7	47.00		24.60	1	1.0	20.0	1.1	73.00						
7.80	8.0	15.0	0.8	67.00		24.80	14.0	25.0	1.4	73.00							
8.00	11.0	21.0	1.1	73.00		25.00	17.0	28.0	1.7	87.00							
8.20	12.0	23.0	1.2	80.00		25.20	14.0	27.0	1.4	73.00							
8.40	1	1.0	1.1	53.00		25.40	13.0	24.0	1.3	107.00							
8.60	8.0	16.0	0.8	53.00		25.60	16.0	32.0	1.6	120.00							
8.80	9.0	17.0	0.9	40.00		25.80	19.0	37.0	1.9	127.00							
9.00	7.0	13.0	0.7	27.00		26.00	25.0	44.0	2.5	147.00							
9.20	14.0	18.0	1.4	47.00		26.20	25.0	47.0	2.5	147.00							
9.40	8.0	15.0	0.8	33.00		26.40	28.0	50.0	2.7	140.00							
9.60	9.0	14.0	0.9	47.00		26.60	29.0	50.0	2.8	120.00							
9.80	6.0	13.0	0.6	40.00		26.80	27.0	45.0	2.6	113.00							
10.00	8.0	14.0	0.8	60.00		27.00	15.0	32.0	1.5	100.00							
10.20	1	1.0	1.1	87.00		27.20	17.0	32.0	1.7	107.00							
10.40	15.0	28.0	1.5	100.00		27.40	23.0	39.0	2.3	100.00							
10.60	16.0	31.0	1.6	127.00		27.60	23.0	38.0	2.3	127.00							
10.80	17.0	36.0	1.7	133.00		27.80	18.0	37.0	1.8	113.00							
11.00	21.0	41.0	2.1	147.00		28.00	17.0	34.0	1.7	80.00							
11.20	28.0	50.0	2.7	193.00		28.20	15.0	27.0	1.5	100.00							
11.40	28.0	57.0	2.7	193.00		28.40	13.0	28.0	1.3	93.00							
11.60	25.0	54.0	2.5	173.00		28.60	25.0	39.0	2.5	133.00							
11.80	24.0	50.0	2.4	147.00		28.80	27.0	47.0	2.6	153.00							
12.00	22.0	44.0	2.2	113.00		29.00	24.0	47.0	2.4	160.00							
12.20	22.0	39.0	2.2	107.00		29.20	26.0	50.0	2.5	113.00							
12.40	19.0	35.0	1.9	80.00		29.40	48.0	65.0	4.7	87.00							
12.60	13.0	25.0	1.3	53.00		29.60	50.0	63.0	4.9	93.00							
12.80	15.0	23.0	1.5	47.00		29.80	47.0	61.0	4.6	73.00							
13.00	13.0	20.0	1.3	53.00		30.00	19.0	30.0	1.9	87.00							
13.20	7.0	15.0	0.7	40.00		30.20	22.0	35.0	2.2	87.00							
13.40	9.0	15.0	0.9	53.00		30.40	17.0	30.0	1.7	87.00							
13.60	13.0	21.0	1.3	73.00		30.60	22.0	35.0	2.2	127.00							
13.80	17.0	28.0	1.7	73.00		30.80	20.0	39.0	2.0	107.00							
14.00	13.0	24.0	1.3	47.00		31.00	22.0	38.0	2.2	107.00							
14.20	13.0	20.0	1.3	40.00		31.20	16.0	32.0	1.6	87.00							
14.40	13.0	19.0	1.3	53.00		31.40	19.0	32.0	1.9	107.00							
14.60	13.0	21.0	1.3	47.00		31.60	17.0	33.0	1.7	87.00							
14.80	1	1.0	1.1	40.00		31.80	20.0	33.0	2.0	87.00							
15.00	22.0	28.0	2.2	80.00		32.00	17.0	30.0	1.7	93.00							
15.20	13.0	25.0	1.3	100.00		32.20	18.0	32.0	1.8	87.00							
15.40	15.0	30.0	1.5	60.00		32.40	20.0	33.0	2.0	133.00							
15.60	15.0	24.0	1.5	73.00		32.60	22.0	42.0	2.2	107.00							
15.80	13.0	24.0	1.3	47.00		32.80	19.0	35.0	1.9	113.00							
16.00	10.0	17.0	1.0	53.00		33.00	17.0	34.0	1.7	113.00							
16.20	10.0	18.0	1.0	53.00		33.20	18.0	35.0	1.8	93.00							
16.40	12.0	20.0	1.2	67.00		33.40	21.0	35.0	2.1	107.00							
16.60	12.0	22.0	1.2	67.00		33.60	22.0	38.0	2.2	107.00							
16.80	1	1.0	1.1	47.00		33.80	20.0	36.0	2.0	113.00							
17.00	8.0	15.0	0.8	53.00		34.00	17.0	34.0									

cptu 1

Start level 0.4
 Date 26/08/2014
 Time 10:35
 Method CPTU
 Project S. PROSPERO Chiesa di S. Lorenzo Martire
 Cone n? 40107
 Zb1=1996 Zb2=4261 Zb3=2805 Za1=2134 Za2=4279 Za3=2791 Memocone MKII class1 +
 inclination
 Cantiere ARCIDIOCESI DI MODENA
 Falda 2.7
 Localita S. PROSPERO Chiesa di S. Lorenzo Martire

#	DEPTH (m)	QC (mPa)	PP (kPa)	FS (kPa)	IN (°)
0.42	2.26	81	54.5	3.4	
0.44	2.26	81	54.5	3.4	
0.46	2.41	69.5	60.5	3.4	
0.48	2.57	58.5	69	3.4	
0.5	2.57	58.5	69	3.4	
0.52	2.83	53.5	73	3.5	
0.54	2.83	53.5	73	3.5	
0.56	2.99	75	70	3.4	
0.58	2.99	75	70	3.4	
0.6	3.23	97.5	60	3.4	
0.62	3.23	97.5	60	3.4	
0.64	3.65	95.5	44.5	3.4	
0.66	3.65	95.5	44.5	3.4	
0.68	4.15	97.5	31.5	3.5	
0.7	4.15	97.5	31.5	3.5	
0.72	4.68	96.5	22	3.4	
0.74	4.68	96.5	22	3.4	
0.76	5.18	96.5	22.5	3.5	
0.78	5.45	95.5	26	3.4	
0.8	5.45	95.5	26	3.4	
0.82	5.61	94.5	33	3.5	
0.84	5.61	94.5	33	3.5	
0.86	5.74	96	39	3.5	
0.88	5.74	96	39	3.5	
0.9	5.83	95.5	38	3.5	
0.92	5.73	94.5	35	3.5	
0.94	5.73	94.5	35	3.5	
0.96	5.53	89	37.5	3.5	
0.98	5.53	89	37.5	3.5	
1	5.23	86.5	46.5	3.5	
1.02	4.93	79.5	56	3.5	
1.04	4.93	79.5	56	3.5	
1.06	4.76	75.5	65.5	3.5	
1.08	4.76	75.5	65.5	3.5	
1.1	4.57	75.5	68.5	3.5	
1.12	4.35	79	70.5	3.5	
1.14	4.35	79	70.5	3.5	
1.16	4.19	89	67.5	3.6	
1.18	4.19	89	67.5	3.6	
1.2	3.93	85.5	64	3.5	
1.22	3.58	82.5	70	3.6	
1.24	3.58	82.5	70	3.6	
1.26	2.21	91	44	3.6	
1.28	3.09	78	86	3.7	
1.3	2.89	77	103	3.7	
1.32	2.89	77	103	3.7	
1.34	2.61	80	129	3.7	
1.36	2.39	83.5	145.5	3.8	
1.38	2.39	83.5	145.5	3.8	
1.4	2.21	99	151.5	3.7	
1.42	2.21	99	151.5	3.7	

cptu 1

1.44	2.05	113.5	136.5	3.7
1.46	1.97	121	109.5	3.6
1.48	1.97	121	109.5	3.6
1.5	1.82	124	88	3.8
1.52	1.82	124	88	3.8
1.54	1.67	127.5	71.5	3.7
1.56	1.45	126	64.5	3.8
1.58	1.45	126	64.5	3.8
1.6	1.28	125	62.5	3.7
1.62	1.28	125	62.5	3.7
1.64	1.15	124	56.5	3.8
1.66	1.13	124.5	51.5	3.8
1.68	1.13	124.5	51.5	3.8
1.7	1.15	125	46	3.9
1.72	1.15	125	46	3.9
1.74	1.13	124.5	35.5	3.7
1.76	1.06	124	34.5	3.8
1.78	1.06	124	34.5	3.8
1.8	0.96	123.5	32.5	3.8
1.82	0.96	123.5	32.5	3.8
1.84	0.95	123.5	32	3.9
1.86	0.84	123.5	38	3.8
1.88	0.84	123.5	38	3.8
1.9	0.87	123.5	32.5	3.8
1.92	0.94	123.5	30.5	3.8
1.94	0.94	123.5	30.5	3.8
1.96	1.05	123.5	26	3.9
1.98	1.05	123.5	26	3.9
2	1.41	125	23.5	3.9
2.02	1.88	126.5	22.5	3.9
2.04	1.88	126.5	22.5	3.9
2.06	2.16	127	25	3.9
2.08	2.16	127	25	3.9
2.1	2.05	127	21.5	3.9
2.12	1.7	126	17	3.9
2.14	1.7	126	17	3.9
2.16	1.32	124	15	3.9
2.18	1.32	124	15	3.9
2.2	0.99	122.5	18	3.9
2.22	0.99	122.5	18	3.9
2.24	0.87	122.5	16.5	4
2.26	0.51	119	10	3.9
2.28	1.03	118	16	4
2.3	1.54	120.5	28.5	4.1
2.32	1.69	121	40.5	4.1
2.34	1.69	121	40.5	4.1
2.36	1.82	121.5	45.5	4.1
2.38	1.82	121.5	45.5	4.1
2.4	1.77	121.5	42	4.1
2.42	1.69	121.5	37	4.1
2.44	1.69	121.5	37	4.1
2.46	1.77	121.5	37.5	4.1
2.48	1.77	121.5	37.5	4.1
2.5	1.81	121.5	47.5	4.1
2.52	1.81	121.5	47.5	4.1
2.54	1.65	121.5	55.5	4.2
2.56	1.5	121	54.5	4.2
2.58	1.5	121	54.5	4.2
2.6	1.84	122	44.5	4.1
2.62	1.84	122	44.5	4.1
2.64	1.79	121.5	49	4.1
2.66	1.79	121.5	49	4.1
2.68	1.34	120	50	4.1
2.7	0.98	119	42	4.2
2.72	0.98	119	42	4.2
2.74	0.9	118.5	29.5	4.1
2.76	0.9	118.5	29.5	4.1
2.78	0.84	118.5	24	4.2

2agi na p

cptu 1

2.8	0.76	118.5	25	4.2
2.82	0.76	118.5	25	4.2
2.84	0.72	119.5	20.5	4.2
2.86	0.72	119.5	20.5	4.2
2.88	0.84	122.5	18.5	4.1
2.9	0.84	122.5	18.5	4.1
2.92	0.95	125	18.5	4.2
2.94	0.93	125.5	20.5	4.1
2.96	0.93	125.5	20.5	4.1
2.98	0.87	126.5	27.5	4.2
3	0.87	126.5	27.5	4.2
3.02	0.84	126	25	4.2
3.04	0.85	126	24.5	4.2
3.06	0.85	126	24.5	4.2
3.08	0.95	126.5	21.5	4.1
3.1	0.95	126.5	21.5	4.1
3.12	0.86	126	20.5	4.2
3.14	0.99	127	21.5	4.2
3.16	0.99	127	21.5	4.2
3.18	1.31	128	24	4.2
3.2	1.31	128	24	4.2
3.22	1.24	128	30.5	4.2
3.24	0.99	126.5	25.5	4.3
3.26	0.99	126.5	25.5	4.3
3.28	1.15	121	25.5	4.2
3.3	0.84	120	24.5	4.2
3.32	0.84	120	24.5	4.2
3.34	0.68	120	21.5	4.2
3.36	0.69	120	21	4.2
3.38	0.69	120	21	4.2
3.4	0.77	120.5	20.5	4.2
3.42	0.77	120.5	20.5	4.2
3.44	0.84	121	20.5	4.2
3.46	0.84	121	20.5	4.2
3.48	0.72	120	20.5	4.3
3.5	0.62	120	17	4.3
3.52	0.62	120	17	4.3
3.54	0.7	120	15	4.2
3.56	0.7	120	15	4.2
3.58	0.71	120.5	16	4.3
3.6	0.93	122	14	4.2
3.62	0.93	122	14	4.2
3.64	0.96	122.5	18	4.2
3.66	0.96	122.5	18	4.2
3.68	1.08	123	18	4.3
3.7	0.86	121.5	22.5	4.3
3.72	0.86	121.5	22.5	4.3
3.74	0.76	121.5	22	4.2
3.76	0.76	121.5	22	4.2
3.78	0.76	122	19.5	4.3
3.8	0.7	121.5	21	4.3
3.82	0.7	121.5	21	4.3
3.84	0.66	121.5	22.5	4.3
3.86	0.63	121	22	4.3
3.88	0.63	121	22	4.3
3.9	0.6	120.5	23	4.3
3.92	0.6	120.5	23	4.3
3.94	0.59	120.5	21.5	4.3
3.96	0.63	121	21.5	4.3
3.98	0.63	121	21.5	4.3
4	0.58	120.5	20.5	4.3
4.02	0.58	120.5	20.5	4.3
4.04	0.57	120.5	20.5	4.3
4.06	0.59	120.5	18	4.2
4.08	0.59	120.5	18	4.2
4.1	0.62	121	16	4.3
4.12	0.62	121	16	4.3
4.14	0.61	121	15.5	4.3

3agi na p

cptu 1

4.16	0.58	120.5	15.5	4.3
4.18	0.58	120.5	15.5	4.3
4.2	0.55	120	16	4.3
4.22	0.55	120	16	4.3
4.24	0.49	119.5	15	4.3
4.26	0.31	116	8	4.3
4.28	0.75	118.5	17.5	4.3
4.3	0.7	119	19.5	4.2
4.32	0.7	119	19.5	4.2
4.34	0.62	119	16.5	4.2
4.36	0.68	119.5	13.5	4.3
4.38	0.68	119.5	13.5	4.3
4.4	0.69	119.5	15	4.2
4.42	0.69	119.5	15	4.2
4.44	0.69	120	13.5	4.2
4.46	0.78	121	14	4.2
4.48	0.78	121	14	4.2
4.5	0.84	121.5	17	4.2
4.52	0.84	121.5	17	4.2
4.54	0.75	121	20	4.3
4.56	0.69	121	19.5	4.3
4.58	0.69	121	19.5	4.3
4.6	0.67	121	17	4.2
4.62	0.67	121	17	4.2
4.64	0.63	121	16	4.2
4.66	0.63	121	15.5	4.3
4.68	0.63	121	15.5	4.3
4.7	0.65	121.5	16	4.2
4.72	0.65	121.5	16	4.2
4.74	0.66	122	17.5	4.2
4.76	0.62	122	18	4.3
4.78	0.62	122	18	4.3
4.8	0.59	121.5	16.5	4.2
4.82	0.59	121.5	16.5	4.2
4.84	0.62	122	14.5	4.3
4.86	0.59	121.5	13	4.2
4.88	0.59	121.5	13	4.2
4.9	0.56	122	12	4.3
4.92	0.56	122	12	4.3
4.94	0.57	122	10.5	4.3
4.96	0.59	122.5	9.5	4.3
4.98	0.59	122.5	9.5	4.3
5	0.59	122.5	10.5	4.3
5.02	0.59	122.5	10.5	4.3
5.04	0.59	123	10.5	4.3
5.06	0.61	123	10	4.3
5.08	0.61	123	10	4.3
5.1	0.61	123.5	10	4.3
5.12	0.61	123.5	10	4.3
5.14	0.59	123.5	9.5	4.3
5.16	0.62	124	10	4.3
5.18	0.62	124	10	4.3
5.2	0.72	125.5	10	4.3
5.22	0.72	125.5	10	4.3
5.24	0.72	126	11.5	4.3
5.26	0.41	122.5	6.5	4.4
5.28	0.93	125.5	18.5	4.3
5.3	0.85	125	18.5	4.2
5.32	0.75	125	18	4.3
5.34	0.63	124	16	4.3
5.36	0.59	124	14.5	4.2
5.38	0.56	123.5	13	4.3
5.4	0.54	123.5	12	4.2
5.42	0.53	123.5	11	4.2
5.44	0.55	123.5	10	4.3
5.46	0.57	123.5	9	4.2
5.48	0.56	124	9	4.3
5.5	0.56	124	9	4.3

4agi na p

cptu 1

5.52	0.54	123.5	9	4.3
5.54	0.54	124	9	4.3
5.56	0.54	124	8.5	4.2
5.58	0.56	124.5	8.5	4.2
5.6	0.6	125	8.5	4.3
5.62	0.59	125	9.5	4.3
5.64	0.59	125.5	8.5	4.4
5.66	0.57	125.5	9.5	4.3
5.68	0.62	126	9	4.4
5.7	0.68	127	9.5	4.3
5.72	0.71	127	10.5	4.3
5.74	0.7	127	11	4.3
5.76	0.7	127.5	11	4.2
5.78	0.73	127.5	11.5	4.3
5.8	0.7	127.5	12.5	4.3
5.82	0.76	128	13.5	4.4
5.84	0.79	128	14.5	4.4
5.86	0.89	128.5	15.5	4.4
5.88	1.03	129.5	15	4.3
5.9	1.07	130	17	4.3
5.92	0.93	129.5	16.5	4.4
5.94	0.72	128.5	13.5	4.3
5.96	0.6	127.5	12	4.3
5.98	0.65	128.5	12	4.4
6	0.71	128.5	13.5	4.3
6.02	0.72	128.5	14.5	4.4
6.04	0.64	128	14.5	4.3
6.06	0.58	127.5	13.5	4.4
6.08	0.53	127	12.5	4.4
6.1	0.5	127	12	4.4
6.12	0.5	127.5	11.5	4.4
6.14	0.51	128	12	4.4
6.16	0.5	128.5	11.5	4.4
6.18	0.5	129	10.5	4.4
6.2	0.5	130	9.5	4.4
6.22	0.51	130.5	9	4.4
6.24	0.51	131.5	8.5	4.4
6.26	0.52	132	8.5	4.4
6.28	0.57	290	12	4.4
6.3	0.57	294.5	12	4.4
6.32	0.56	299.5	11.5	4.4
6.34	0.54	299.5	12	4.3
6.36	0.54	300.5	12	4.5
6.38	0.54	300.5	12	4.4
6.4	0.54	301	12.5	4.3
6.42	0.54	301.5	13	4.3
6.44	0.55	302	13.5	4.3
6.46	0.55	302	13.5	4.4
6.48	0.56	302.5	14	4.4
6.5	0.55	302.5	14	4.4
6.52	0.55	302.5	14	4.4
6.54	0.55	302.5	14.5	4.4
6.56	0.55	302.5	14.5	4.4
6.58	0.55	302.5	15	4.4
6.6	0.54	302.5	15.5	4.4
6.62	0.54	303	15.5	4.4
6.64	0.55	303.5	15.5	4.4
6.66	0.55	304	15.5	4.4
6.68	0.56	304	15.5	4.4
6.7	0.55	304	15.5	4.4
6.72	0.55	304.5	15.5	4.4
6.74	0.55	305	15	4.4
6.76	0.56	305	15	4.4
6.78	0.57	306	15	4.4
6.8	0.6	308	15.5	4.4
6.82	0.68	319	15	4.4
6.84	0.68	319	15	4.4
6.86	0.72	321.5	14	4.4

5agi na p

cptu 1

6.88	0.75	326	17	4.4
6.9	0.76	329	18.5	4.5
6.92	0.81	330.5	18.5	4.4
6.94	0.86	331.5	20	4.4
6.96	0.89	333	23	4.5
6.98	0.91	336	26	4.4
7	0.96	337.5	26	4.4
7.02	0.95	336.5	28	4.5
7.04	0.92	335	31.5	4.4
7.06	0.89	335	35	4.4
7.08	0.91	336	35	4.4
7.1	0.92	337	35.5	4.5
7.12	0.93	337	35.5	4.5
7.14	0.94	336.5	35.5	4.5
7.16	0.92	336	36	4.4
7.18	0.92	335.5	36.5	4.4
7.2	0.91	336.5	38	4.4
7.22	0.95	338	36.5	4.4
7.24	0.96	339	37	4.4
7.26	0.82	335	28.5	4.5
7.28	1.03	340.5	33.5	4.4
7.3	1.02	342.5	34.5	4.4
7.32	1.04	343.5	34.5	4.5
7.34	1.06	344.5	36.5	4.4
7.36	1.06	345	40	4.4
7.38	1.04	345	41.5	4.4
7.4	1.03	345	41.5	4.4
7.42	1.01	344	41	4.4
7.44	1.01	344	41	4.4
7.46	1.03	343	40.5	4.4
7.48	1	341.5	42	4.5
7.5	0.94	340.5	43.5	4.5
7.52	0.98	341.5	41.5	4.4
7.54	0.97	340.5	42	4.5
7.56	0.95	340	42.5	4.5
7.58	0.96	339.5	41	4.5
7.6	0.94	337.5	40.5	4.4
7.62	0.9	336	40	4.5
7.64	0.88	335.5	41	4.5
7.66	0.87	335	41.5	4.4
7.68	0.85	334.5	40.5	4.5
7.7	0.86	334	38	4.4
7.72	0.83	333	37.5	4.4
7.74	0.8	331.5	36	4.4
7.76	0.78	330.5	34.5	4.4
7.78	0.75	328	34	4.5
7.8	0.71	325.5	34	4.4
7.82	0.69	324	33.5	4.3
7.84	0.67	322.5	32	4.3
7.86	0.64	321.5	31	4.4
7.88	0.64	322	29.5	4.4
7.9	0.65	323	27.5	4.4
7.92	0.69	325.5	25.5	4.5
7.94	0.74	328	23.5	4.3
7.96	0.79	330.5	23	4.4
7.98	0.83	332.5	24.5	4.3
8	0.84	333.5	26.5	4.4
8.02	0.83	334	28.5	4.4
8.04	0.84	334.5	30	4.3
8.06	0.85	335.5	33	4.4
8.08	0.87	338.5	36	4.3
8.1	0.91	342	36.5	4.3
8.12	0.96	343.5	35	4.3
8.14	0.97	342	35.5	4.4
8.16	0.99	342.5	37.5	4.4
8.18	1	344	40	4.3
8.2	1.02	346	40	4.4
8.22	1.04	345.5	40	4.4

6agi na p

cptu 1

8.24	1.03	344.5	42.5	4.4
8.26	0.95	343	39	4.4
8.28	1.03	340	40	4.4
8.3	1.06	345	41	4.4
8.32	1.08	346	42	4.5
8.34	1.04	345.5	45	4.4
8.36	0.99	344.5	45.5	4.5
8.38	0.93	343.5	45	4.5
8.4	0.9	343	43	4.5
8.42	0.89	343	40	4.4
8.44	0.89	342.5	37.5	4.4
8.46	0.88	342.5	34	4.5
8.48	0.87	342	31	4.4
8.5	0.9	343	28.5	4.5
8.52	0.94	344	27	4.5
8.54	0.95	344.5	28	4.4
8.56	0.98	344.5	29.5	4.5
8.58	1	345.5	32.5	4.4
8.6	1.02	347.5	34	4.5
8.62	1.04	347.5	34	4.5
8.64	1	346.5	35.5	4.5
8.66	0.94	346	37	4.5
8.68	0.92	346	34.5	4.5
8.7	0.9	343.5	32	4.5
8.72	0.84	341.5	32	4.5
8.74	0.8	339.5	30	4.4
8.76	0.75	336.5	30.5	4.5
8.78	0.72	335	29	4.5
8.8	0.71	335	26.5	4.5
8.82	0.7	335	24	4.5
8.84	0.71	334.5	21.5	4.5
8.86	0.7	334	18.5	4.5
8.88	0.7	334.5	16.5	4.5
8.9	0.71	335.5	16	4.5
8.92	0.77	338.5	14	4.5
8.94	0.82	341.5	14.5	4.6
8.96	0.86	342.5	14.5	4.5
8.98	0.78	339	15.5	4.6
9	0.66	330	13.5	4.6
9.02	0.6	323.5	11.5	4.6
9.04	0.63	325.5	11	4.5
9.06	0.66	329.5	11	4.6
9.08	0.71	333	11.5	4.6
9.1	0.79	337	12	4.6
9.12	0.88	344	12	4.6
9.14	1.04	349.5	11	4.6
9.16	1.13	352.5	13	4.6
9.18	1.17	352	17	4.6
9.2	1.12	351.5	16	4.7
9.22	1.18	353	16	4.6
9.24	1.3	356	17.5	4.6
9.26	0.68	321.5	7.5	4.6
9.28	1.71	302.5	24	4.8
9.3	1.7	230.5	31	4.5
9.32	1.47	197.5	28.5	4.5
9.34	1.14	181	21.5	4.5
9.36	0.87	187.5	15	4.5
9.38	0.67	208	13.5	4.5
9.4	0.66	226.5	13.5	4.6
9.42	0.69	234	14.5	4.5
9.44	0.74	239	15	4.6
9.46	0.78	243	13	4.6
9.48	0.77	244.5	12.5	4.6
9.5	0.76	245.5	12.5	4.5
9.52	0.73	246.5	13	4.6
9.54	0.72	248	13	4.6
9.56	0.72	248	13	4.6
9.58	0.73	252	13.5	4.6

7agi na p

cptu 1

9. 6	0. 72	255	13. 5	4. 6
9. 62	0. 71	261	13	4. 6
9. 64	0. 74	267	13	4. 6
9. 66	0. 75	271	13	4. 7
9. 68	0. 76	275. 5	14	4. 6
9. 7	0. 78	276	15. 5	4. 6
9. 72	0. 77	275. 5	18	4. 6
9. 74	0. 73	274. 5	20. 5	4. 6
9. 76	0. 71	275	23	4. 6
9. 78	0. 69	276	25	4. 6
9. 8	0. 67	276. 5	25	4. 6
9. 82	0. 67	276. 5	24	4. 6
9. 84	0. 66	277. 5	22. 5	4. 7
9. 86	0. 69	280. 5	20	4. 6
9. 88	0. 73	284	19	4. 6
9. 9	0. 75	287	17	4. 6
9. 92	0. 74	288	17	4. 7
9. 94	0. 76	290	17. 5	4. 6
9. 96	0. 83	294	16. 5	4. 6
9. 98	0. 89	299	16. 5	4. 7
10	0. 91	302. 5	16. 5	4. 7
10. 02	0. 91	304	17. 5	4. 7
10. 04	0. 9	308	19	4. 6
10. 06	0. 9	313	19. 5	4. 7
10. 08	0. 91	317	20	4. 7
10. 1	0. 94	323	21. 5	4. 6
10. 12	0. 99	325. 5	21. 5	4. 7
10. 14	1. 01	327. 5	22. 5	4. 6
10. 16	1. 01	328. 5	25. 5	4. 6
10. 18	1	331	27. 5	4. 8
10. 2	1. 01	333	28. 5	4. 6
10. 22	1. 02	334. 5	31	4. 7
10. 24	1. 03	336	33. 5	4. 6
10. 26	0. 87	334	28	4. 7
10. 28	1. 07	348	34. 5	4. 8
10. 3	1. 08	353. 5	36. 5	4. 7
10. 32	1. 15	357	37	4. 7
10. 34	1. 17	361. 5	39. 5	4. 7
10. 36	1. 21	367. 5	41	4. 8
10. 38	1. 27	374. 5	40	4. 8
10. 4	1. 3	382	42. 5	4. 7
10. 42	1. 32	386. 5	44	4. 7
10. 44	1. 32	388. 5	46. 5	4. 7
10. 46	1. 3	391. 5	51	4. 6
10. 48	1. 27	394	54. 5	4. 7
10. 5	1. 26	394. 5	57	4. 7
10. 52	1. 28	396	58. 5	4. 6
10. 54	1. 32	396. 5	57. 5	4. 8
10. 56	1. 36	397	57. 5	4. 8
10. 58	1. 37	399	58	4. 8
10. 6	1. 38	403	60	4. 7
10. 62	1. 43	406. 5	60. 5	4. 8
10. 64	1. 44	409. 5	62	4. 8
10. 66	1. 46	421	65. 5	4. 7
10. 68	1. 52	422	66	4. 8
10. 7	1. 54	423	67	4. 9
10. 72	1. 48	423. 5	70. 5	4. 8
10. 74	1. 45	422. 5	73	4. 7
10. 76	1. 43	422	75	4. 8
10. 78	1. 39	422	77. 5	4. 8
10. 8	1. 4	422	77. 5	4. 8
10. 82	1. 39	423	78. 5	4. 9
10. 84	1. 36	425	80	4. 8
10. 86	1. 39	424. 5	77. 5	4. 9
10. 88	1. 38	424. 5	79	4. 8
10. 9	1. 38	426	80	4. 8
10. 92	1. 44	428	78. 5	4. 9
10. 94	1. 5	429	77. 5	4. 9

8agi na p

cptu 1

10.96	1.53	427.5	78.5	4.7
10.98	1.54	429	84	4.8
11	1.53	429	89	4.8
11.02	1.52	429.5	92.5	4.8
11.04	1.5	432	97	4.9
11.06	1.57	437	99	4.9
11.08	1.65	440	97	4.9
11.1	1.74	442	93.5	4.9
11.12	1.73	450	94.5	4.8
11.14	1.77	466	94	5
11.16	1.8	479.5	91.5	4.9
11.18	1.94	494.5	80	5
11.2	1.99	494.5	76	4.9
11.22	1.98	501.5	76	5
11.24	1.99	512.5	74	4.8
11.26	1.86	521.5	65.5	4.8
11.28	1.98	534.5	72.5	4.9
11.3	2.07	554.5	78	4.9
11.32	2.16	568.5	81	5
11.34	2.3	577	81.5	5
11.36	2.39	586.5	82.5	4.9
11.38	2.42	586.5	87.5	5
11.4	2.46	562	93	5
11.42	2.43	550.5	102	4.9
11.44	2.35	553	113	4.9
11.46	2.34	564.5	123	4.9
11.48	2.34	572	129.5	5
11.5	2.36	582.5	132	5
11.52	2.39	579	135	5
11.54	2.43	583.5	135	5.1
11.56	2.45	582.5	129.5	5
11.58	2.46	576.5	125	5.1
11.6	2.39	580.5	125	5.1
11.62	2.45	579	118.5	5.1
11.64	2.43	582.5	118	5
11.66	2.52	588	112.5	5.1
11.68	2.47	587.5	113.5	5.1
11.7	2.41	590	114.5	5
11.72	2.36	582	116.5	5
11.74	2.27	582.5	123	5
11.76	2.19	582.5	129	5.1
11.78	2.1	584.5	132.5	5
11.8	2.1	590.5	132.5	5.1
11.82	2.09	589	127	5.1
11.84	2.02	588	126.5	5.1
11.86	2.01	586	122.5	5
11.88	2	581.5	116	5.1
11.9	1.94	579	113.5	5.1
11.92	1.92	578	109.5	5.2
11.94	1.9	578	108.5	5.1
11.96	1.94	591	109	5.1
11.98	1.99	593	105.5	5.1
12	2.09	598.5	100.5	5.2
12.02	2.17	597	95.5	5.2
12.04	2.14	596.5	96	5.1
12.06	2.1	602.5	97.5	5.1
12.08	2.09	594.5	92.5	5.2
12.1	2.02	594	96	5.2
12.12	1.98	588	97	5.2
12.14	1.94	588	101	5.3
12.16	1.97	587.5	99.5	5.2
12.18	1.91	597	102	5.2
12.2	1.98	602	99	5.2
12.22	2.06	599.5	95	5.2
12.24	2.01	599.5	100	5.1
12.26	2.01	599.5	100.5	5.2
12.28	2.04	565	94.5	5.3
12.3	2.04	567.5	97.5	5.3

9agi na p

cptu 1

12.32	1.97	568	104	5.3
12.34	1.87	567.5	108.5	5.3
12.36	1.84	568	106.5	5.2
12.38	1.8	563	102.5	5.2
12.4	1.74	560.5	102	5.2
12.42	1.82	566	97	5.3
12.44	1.83	565.5	91.5	5.3
12.46	1.84	565.5	89.5	5.2
12.48	1.8	566	89	5.2
12.5	1.78	562.5	88	5.3
12.52	1.72	556	88.5	5.3
12.54	1.63	551.5	90.5	5.3
12.56	1.52	562.5	94.5	5.2
12.58	1.56	558	88	5.2
12.6	1.47	552	89	5.2
12.62	1.4	551	88	5.3
12.64	1.48	550	80.5	5.3
12.66	1.49	552	77.5	5.2
12.68	1.49	557.5	73.5	5.3
12.7	1.54	560	61.5	5.2
12.72	1.54	557	60.5	5.3
12.74	1.45	561	65	5.3
12.76	1.47	569	65	5.3
12.78	1.58	572	59	5.4
12.8	1.63	569.5	57.5	5.3
12.82	1.59	567.5	60.5	5.2
12.84	1.63	568.5	60.5	5.3
12.86	1.62	569	62	5.3
12.88	1.62	568.5	62.5	5.2
12.9	1.54	564.5	65.5	5.3
12.92	1.49	558.5	66	5.2
12.94	1.41	546.5	64.5	5.3
12.96	1.3	533.5	65.5	5.3
12.98	1.19	524.5	66.5	5.4
13	1.14	514	63	5.3
13.02	1.01	501.5	65	5.3
13.04	0.92	495.5	64.5	5.4
13.06	0.87	490.5	60.5	5.3
13.08	0.86	487.5	55	5.4
13.1	0.88	488	49	5.3
13.12	0.93	491	41.5	5.4
13.14	1.04	505	33	5.3
13.16	1.16	519.5	26	5.3
13.18	1.3	528.5	21.5	5.3
13.2	1.42	536	20.5	5.4
13.22	1.52	540	20.5	5.3
13.24	1.57	537	23	5.4
13.26	1.38	518	27	5.4
13.28	1.8	476	35	5.4
13.3	1.51	417.5	39.5	5.5
13.32	1.29	403	38.5	5.4
13.34	1.23	421.5	37	5.5
13.36	1.23	458	34	5.4
13.38	1.33	470	30.5	5.5
13.4	1.36	479.5	31.5	5.4
13.42	1.47	490.5	29	5.4
13.44	1.61	496	27.5	5.4
13.46	1.67	503	28	5.5
13.48	1.66	510	28.5	5.4
13.5	1.55	503.5	28	5.5
13.52	1.39	499	31	5.6
13.54	1.36	497	30.5	5.5
13.56	1.31	502.5	34.5	5.4
13.58	1.29	507.5	32	5.5
13.6	1.22	520.5	32.5	5.4
13.62	1.19	530.5	28.5	5.5
13.64	1.19	545.5	27.5	5.4
13.66	1.22	549	25	5.4

cptu 1

13.68	1.25	554.5	23	5.4
13.7	1.31	559.5	22	5.4
13.72	1.37	576.5	24	5.5
13.74	1.43	584	25	5.4
13.76	1.54	594.5	27	5.5
13.78	1.77	611	30.5	5.5
13.8	1.83	618	33	5.4
13.82	1.77	609	34.5	5.5
13.84	1.65	588.5	39.5	5.4
13.86	1.46	578.5	45	5.5
13.88	1.38	574	44.5	5.4
13.9	1.32	571.5	44.5	5.4
13.92	1.25	569.5	45.5	5.4
13.94	1.23	568.5	44.5	5.4
13.96	1.23	564.5	42.5	5.5
13.98	1.17	561	44.5	5.4
14	1.17	559	41.5	5.5
14.02	1.19	558.5	41	5.4
14.04	1.21	561	42.5	5.5
14.06	1.28	567.5	42	5.4
14.08	1.31	571.5	44	5.4
14.1	1.31	570.5	43.5	5.4
14.12	1.26	565	44	5.5
14.14	1.25	563	45	5.4
14.16	1.22	558.5	45	5.5
14.18	1.18	553.5	45.5	5.4
14.2	1.15	548.5	45	5.5
14.22	1.08	542.5	45.5	5.4
14.24	1.01	539.5	47.5	5.4
14.26	1.03	541.5	44.5	5.4
14.28	1.3	556.5	29.5	5.4
14.3	1.18	555.5	31	5.5
14.32	1.12	551	29	5.4
14.34	1.11	551.5	30.5	5.5
14.36	1.14	561.5	29.5	5.6
14.38	1.17	559	25.5	5.5
14.4	1.11	554	25.5	5.6
14.42	1.04	553.5	26.5	5.5
14.44	1.11	561	25	5.5
14.46	1.21	578	22.5	5.5
14.48	1.19	580	19.5	5.6
14.5	1.16	575.5	19.5	5.6
14.52	1.09	573	21.5	5.5
14.54	1.07	572.5	20	5.6
14.56	1.07	575	19	5.5
14.58	1.1	578.5	19	5.6
14.6	1.13	584	19	5.6
14.62	1.15	585.5	19.5	5.6
14.64	1.11	575.5	20.5	5.6
14.66	1.02	564	21	5.6
14.68	0.98	562.5	20.5	5.7
14.7	1	568.5	19	5.5
14.72	1.02	573.5	17.5	5.6
14.74	1.04	576	16.5	5.7
14.76	1.04	578	17.5	5.6
14.78	1.05	581.5	16.5	5.6
14.8	1.02	577	15	5.7
14.82	0.95	570	15	5.6
14.84	0.89	567.5	16.5	5.6
14.86	0.87	573	16	5.6
14.88	0.88	582.5	15.5	5.6
14.9	0.92	586	14.5	5.7
14.92	0.99	592.5	15	5.6
14.94	1.01	605	16	5.6
14.96	0.99	597.5	14.5	5.6
14.98	0.93	586	15.5	5.6
15	0.86	577.5	15.5	5.7
15.02	0.84	570.5	15	5.5

cptu 1

15.04	0.83	569	14.5	5.6
15.06	0.83	570.5	14	5.6
15.08	0.95	591	13.5	5.6
15.1	1.19	627	13.5	5.6
15.12	1.32	639.5	12	5.6
15.14	1.25	617	10.5	5.7
15.16	1.13	612.5	17	5.5
15.18	1.7	700	15.5	5.6
15.2	2.66	764	15.5	5.7
15.22	3.06	271	28	5.6
15.24	3.24	210.5	38.5	5.6
15.26	3.29	169.5	50	5.7
15.28	3.57	193.5	43.5	5.7
15.3	3.42	132	46	5.7
15.32	3.48	107.5	52	5.8
15.34	3.58	101.5	68	5.7
15.36	3.4	98	75	5.7
15.38	2.66	87.5	81	5.7
15.4	2.22	91.5	75.5	5.6
15.42	1.8	136.5	70	5.7
15.44	1.66	278.5	57.5	5.6
15.46	1.62	317.5	51.5	5.7
15.48	1.56	340	47	5.7
15.5	1.51	355.5	43	5.7
15.52	1.47	361	39	5.8
15.54	1.4	363	39.5	5.7
15.56	1.36	363.5	39.5	5.8
15.58	1.31	363	41.5	5.7
15.6	1.24	363.5	42	5.8
15.62	1.23	365.5	41.5	5.7
15.64	1.19	369	42	5.8
15.66	1.2	376	37.5	5.7
15.68	1.21	383	33	5.8
15.7	1.23	384.5	26.5	5.7
15.72	1.17	388	24	5.8
15.74	1.19	398	21.5	5.7
15.76	1.31	408	18	5.8
15.78	1.4	420.5	15	5.8
15.8	1.42	430.5	16	5.8
15.82	1.41	435.5	19	5.8
15.84	1.48	437.5	21.5	5.7
15.86	1.71	451.5	20.5	5.8
15.88	1.91	468.5	22.5	5.7
15.9	1.95	475.5	26	5.8
15.92	1.95	475.5	26	5.7
15.94	1.82	470.5	29	5.8
15.96	1.7	466.5	32	5.7
15.98	1.49	458	32	5.8
16	1.3	452	32	5.7
16.02	1.25	459	33	5.8
16.04	1.33	469.5	31.5	5.8
16.06	1.4	471.5	29	5.8
16.08	1.4	469.5	26.5	5.8
16.1	1.37	468.5	28	5.8
16.12	1.33	468.5	28.5	5.8
16.14	1.33	470	28.5	5.7
16.16	1.37	473.5	27.5	5.8
16.18	1.4	476.5	28	5.7
16.2	1.38	477	30.5	5.8
16.22	1.37	478	29	5.7
16.24	1.35	480.5	30	5.8
16.26	1.32	488.5	33.5	5.7
16.28	1.46	534.5	23	5.8
16.3	1.5	544.5	25.5	5.8
16.32	1.53	554	28	5.9
16.34	1.56	563.5	32	5.9
16.36	1.62	580.5	36	5.8
16.38	1.82	595.5	35	5.9

12agi na p

cptu 1

16.4	1.97	607.5	39.5	5.9
16.42	1.91	617	46	5.8
16.44	1.84	611.5	46.5	5.9
16.46	1.76	603.5	46.5	5.9
16.48	1.65	599	51	5.9
16.5	1.64	596.5	51.5	6
16.52	1.58	593	50.5	5.9
16.54	1.49	586.5	45	5.9
16.56	1.41	582.5	42.5	6
16.58	1.36	578.5	42.5	5.9
16.6	1.32	576.5	39	6
16.62	1.27	574.5	38.5	5.9
16.64	1.25	573.5	37.5	6
16.66	1.2	571	35.5	5.9
16.68	1.16	568	32.5	6
16.7	1.14	567	30.5	6
16.72	1.13	568.5	28.5	6
16.74	1.12	568.5	27.5	5.9
16.76	1.12	569	27	6
16.78	1.11	570.5	26.5	5.9
16.8	1.1	570.5	26	6
16.82	1.08	568.5	24.5	6
16.84	1.05	567.5	24.5	6.1
16.86	1.04	569.5	22.5	6.1
16.88	1.04	569.5	22.5	6
16.9	1.06	571.5	19	5.9
16.92	1.04	572.5	16	6
16.94	1.05	575.5	13.5	5.9
16.96	1.09	580.5	10.5	6
16.98	1.11	585	10	5.9
17	1.13	589.5	8.5	6
17.02	1.19	595.5	8.5	6
17.04	1.25	601.5	9.5	6
17.06	1.29	608.5	10.5	5.9
17.08	1.31	611	12.5	6
17.1	1.34	612.5	14.5	5.9
17.12	1.36	615	17	6
17.14	1.39	617	19.5	6
17.16	1.39	616.5	21	6.1
17.18	1.33	612	23	6.1
17.2	1.26	607.5	23.5	6
17.22	1.25	605	22.5	6.1
17.24	1.24	605.5	22.5	6.1
17.26	1.27	610	21.5	6
17.28	1.8	643.5	13.5	6.1
17.3	1.66	635.5	21	6
17.32	1.47	626.5	21	6.1
17.34	1.46	628	21	6.2
17.36	1.51	632.5	21	6.2
17.38	1.5	627.5	22	6.1
17.4	1.45	618	22.5	6.2
17.42	1.37	614	25	6.1
17.44	1.36	616	22	6.2
17.46	1.38	618	19.5	6.2
17.48	1.43	624.5	17	6.1
17.5	1.49	631	17.5	6.1
17.52	1.51	633.5	19.5	6.2
17.54	1.53	635	21.5	6.2
17.56	1.52	632.5	25	6.1
17.58	1.48	632.5	29.5	6.1
17.6	1.46	633	31	6.2
17.62	1.47	631	32.5	6.2
17.64	1.41	628	36	6.2
17.66	1.41	629	36	6.2
17.68	1.41	629	35.5	6.1
17.7	1.4	629	35	6.1
17.72	1.39	629.5	34.5	6.1
17.74	1.4	633.5	34	6.1

13agi na p

cptu 1

17.76	1.44	634.5	31.5	6.2
17.78	1.42	633.5	32.5	6.1
17.8	1.43	635	32.5	6.1
17.82	1.45	635.5	31.5	6.2
17.84	1.47	637	32	6.1
17.86	1.5	637.5	33	6.2
17.88	1.53	641	35	6.2
17.9	1.53	642.5	37	6.2
17.92	1.5	641.5	37	6.2
17.94	1.5	638.5	37	6.1
17.96	1.45	635.5	38	6.1
17.98	1.43	635.5	37.5	6.1
18	1.46	638	34.5	6.1
18.02	1.46	638.5	33.5	6.2
18.04	1.49	640.5	32.5	6.1
18.06	1.5	642.5	33	6.2
18.08	1.53	645	33	6.2
18.1	1.56	646.5	33	6.2
18.12	1.54	645.5	34	6.2
18.14	1.56	645.5	34.5	6.1
18.16	1.59	647	35	6.1
18.18	1.55	647	36.5	6.1
18.2	1.52	644.5	36.5	6.1
18.22	1.43	639.5	38	6.2
18.24	1.43	641	37	6.1
18.26	1.37	638.5	30	6.1
18.28	1.48	638	32	6.1
18.3	1.42	641.5	34	6.2
18.32	1.37	643.5	34	6.2
18.34	1.35	649.5	34	6.2
18.36	1.39	657.5	31.5	6.2
18.38	1.42	661.5	30.5	6.1
18.4	1.41	665	32.5	6.1
18.42	1.46	672	30	6.1
18.44	1.46	671	28	6.1
18.46	1.43	670.5	28.5	6.2
18.48	1.37	666.5	29.5	6.1
18.5	1.36	663.5	29	6.1
18.52	1.34	659	28.5	6.2
18.54	1.36	660	27.5	6.2
18.56	1.34	658.5	26.5	6.2
18.58	1.33	657	25	6.2
18.6	1.33	658	24.5	6.3
18.62	1.35	659	24	6.3
18.64	1.35	658	26	6.2
18.66	1.36	660	25.5	6.3
18.68	1.38	662.5	26.5	6.3
18.7	1.42	667	27.5	6.2
18.72	1.5	676.5	28	6.3
18.74	1.59	694	29.5	6.3
18.76	1.61	699.5	30.5	6.3
18.78	1.59	700	30	6.2
18.8	1.56	696	29	6.2
18.82	1.45	683.5	31	6.3
18.84	1.33	667.5	32	6.3
18.86	1.22	655.5	33.5	6.2
18.88	1.21	655	32	6.3
18.9	1.19	656	30.5	6.3
18.92	1.19	657.5	29	6.3
18.94	1.19	658	27.5	6.2
18.96	1.19	660	24.5	6.3
18.98	1.2	663	21.5	6.2
19	1.22	667	20	6.3
19.02	1.27	675.5	19.5	6.3
19.04	1.26	679	19.5	6.3
19.06	1.25	677	18.5	6.2
19.08	1.24	674.5	19	6.2
19.1	1.24	674.5	19.5	6.3

cptu 1

19.12	1.25	679.5	21	6.2
19.14	1.27	685.5	21	6.3
19.16	1.32	693	20	6.3
19.18	1.32	695	20.5	6.3
19.2	1.34	700	21	6.2
19.22	1.36	701.5	21	6.2
19.24	1.34	702	21	6.3
19.26	1.33	704.5	20.5	6.3
19.28	1.39	747	19	6.2
19.3	1.39	758	20	6.3
19.32	1.36	757.5	19.5	6.3
19.34	1.32	751.5	18.5	6.3
19.36	1.29	742.5	18	6.2
19.38	1.23	732.5	18.5	6.2
19.4	1.18	726	19.5	6.3
19.42	1.17	725	18.5	6.4
19.44	1.17	723.5	17	6.5
19.46	1.15	719.5	16.5	6.4
19.48	1.13	715	17	6.3
19.5	1.11	712.5	17	6.3
19.52	1.09	711	16	6.4
19.54	1.09	711	14.5	6.4
19.56	1.09	712.5	14	6.4
19.58	1.1	712.5	13	6.5
19.6	1.11	712	12.5	6.4
19.62	1.11	712.5	13	6.5
19.64	1.12	714	12	6.4
19.66	1.11	713	12.5	6.4
19.68	1.11	712	13	6.5
19.7	1.12	712	13	6.4
19.72	1.12	713	14.5	6.5
19.74	1.17	720.5	14.5	6.5
19.76	1.23	736	15	6.4
19.78	1.54	768	14.5	6.5
19.8	1.72	804	15	6.4
19.82	1.65	698.5	11.5	6.5
19.84	1.38	616	15.5	6.4
19.86	1.31	656.5	19.5	6.4
19.88	1.3	668.5	21.5	6.5
19.9	1.27	674	25	6.4
19.92	1.28	676.5	26	6.5
19.94	1.27	686.5	28	6.4
19.96	1.27	687.5	29	6.5
19.98	1.27	690	25.5	6.4
20	1.28	695	24	6.4
20.02	1.31	696.5	24.5	6.5
20.04	1.31	698	25.5	6.4
20.06	1.32	700	26	6.5
20.08	1.35	704	26	6.5
20.1	1.39	707	25.5	6.5
20.12	1.38	709.5	27	6.5
20.14	1.41	713	27.5	6.6
20.16	1.4	712	28.5	6.5
20.18	1.38	710	30.5	6.5
20.2	1.36	711.5	33	6.6
20.22	1.35	714	36.5	6.5
20.24	1.35	716	38.5	6.5
20.26	1.36	718.5	39.5	6.6