COMUNE DI CASTEL DI CASIO
(CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA)

Sede legale Comune
Via Marconi Guglielmo, 9
40030 Castel di Casio (BO)

PROGETTO DI MIGLIORAMENTO SISMICO DEL MUNICIPIO ED APPENDICE ADIACENTE, RIFACIMENTO DELLE COPERTURE IN LEGNO, EFFICIENTAMENTO ENERGETICO E RESTAURO TIPOLOGICO

I° STRALCIO - MUNICIPIO

RESPONSABILE DEL SERVIZIO

Geom. Stefano Vitali

SINDACO

Sindaco Marco Aldrovandi

RT - PROGETTISTI

OPERE ARCHITETTONICHE:

ASP.ILT SRL (Capogruppo)
Ing. Luigi Tundo
Arch. Stefano Piazzi
Ing. Silvia Tamerlani

OPERE STRUTTURALI:

Ing. Anna Lisa Grandi
Ing. Alessio Bartolini

OPERE IMPIANTISTICHE:

Studio Associato Energia

INDAGINI GEOLOGICHE:

Geol. Luca Monti

OGGETTO

PROGETTO ESECUTIVO
OPERE STRUTTURALI

Relazione geologica

ELABORATO

STRU
REL GEOL

SOSTITUISCE	DISEGNATORE	SCALA	FILE	DATA
—	—	—	—	APRILE 2023

TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI – VIETATA LA RIPRODUZIONE

INDICE

1. PREMESSA **2**

2. PIANO STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO **3**

3. PIANO TERRITORIEALE METROPOLITANO **3**

4. INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E GEOLOGICO **4**

5. ISMICITÀ **5**

- ***Coordinate geografiche*** ***5***
- ***Condizioni topografiche*** ***5***
- ***Categoria di Sottosuolo*** ***5***

6. LITOSTRATIGRAFIA E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA **7**

7. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI **8**

Allegati a fine testo

1. PREMESSA

Scopo del presente studio è stato quello di definire le condizioni geologiche geotecniche e sismiche di un'area situata in via Guglielmo Marconi nel centro abitato di Castel di Casio, dove è in progetto il miglioramento sismico del Municipio ed appendice adiacente, il rifacimento delle coperture in legno, l'efficientamento energetico e il restauro tipologico, come rappresentato negli elaborati progettuali cui si rimanda per una completa visione.

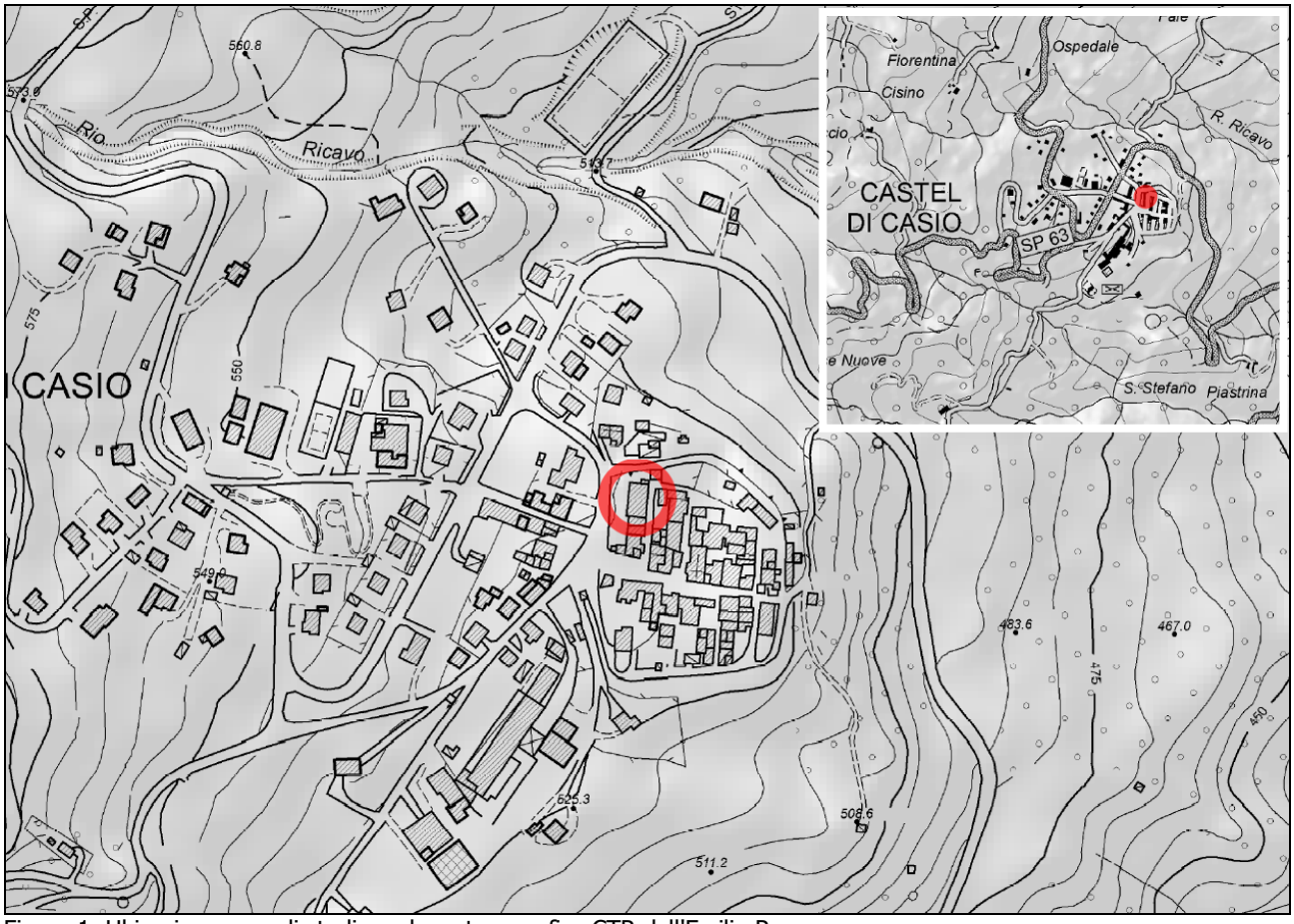


Figura 1. Ubicazione area di studio su base topografica CTR dell'Emilia Romagna.

Per determinare la situazione geologica e morfologica generale e accertare la natura litologica dei terreni è stata effettuata un'analisi di superficie cui è seguita, al fine di creare un panorama conoscitivo il più completo possibile, la consultazione della seguente cartografia:

- *Cartografia geologica e dei suoli on-line a cura del Servizio geologico, sismico e dei suoli della Regione Emilia Romagna;*
- *Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Reno;*
- *Piano Territoriale Metropolitano di Bologna;*
- *Microzonazione Sismica del Comune di Castel di Casio.*

Vista la tipologia di intervento in progetto e il conteso di inserimento, per caratterizzazione geotecnica e sismica dei terreni si è fatto riferimento ai numerosi dati a disposizione dello scrivente relativi a studi geologici realizzati nel medesimo comparto.

L'area è ubicata nell'Elemento n° 252013 "Castel di Casio" della Cartografia Tecnica Regionale, alla scala 1:5.000.

2. PIANO STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO

In base al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Reno, al Titolo I "Rischio da frana e assetto dei versanti", il comparto in esame ricade in una UIE perimetrata con la scheda Castel di Casio n. 122 ed è classificato come Zona 5 area di influenza (Artt. 9-10)

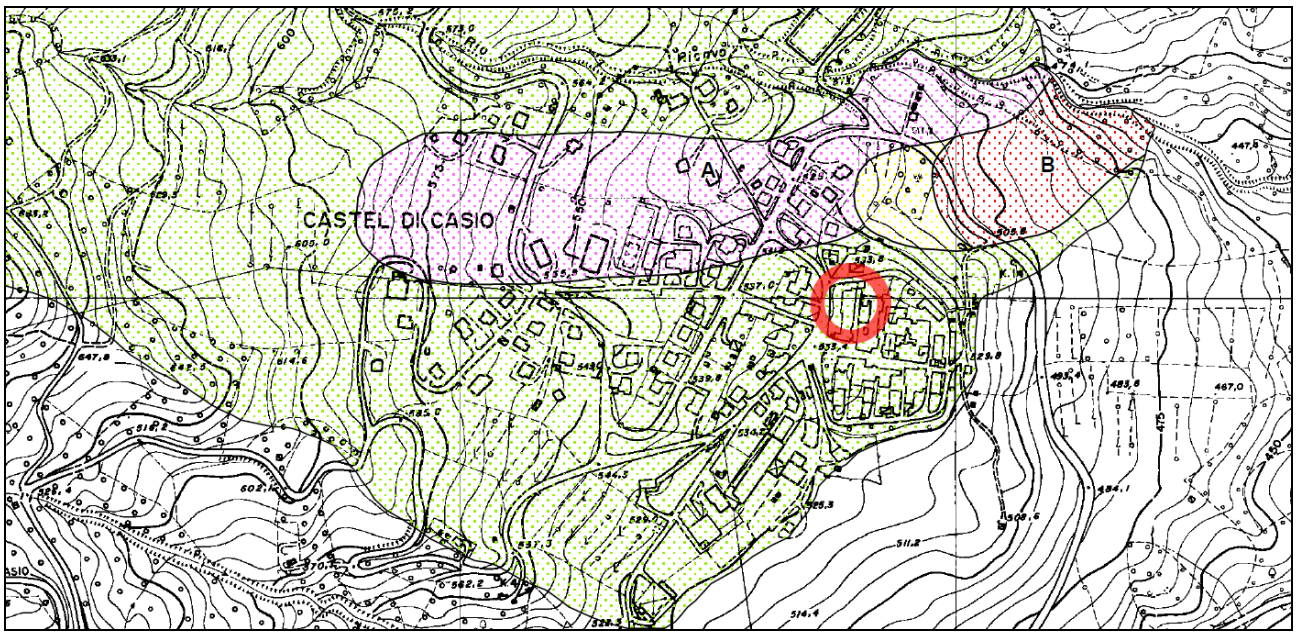


Figura 2. Stralcio Scheda 122 "Castel di Casio" Zonizzazione Aree a Rischio del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Reno.

In base alle norme di piano l'intervento in progetto risulta consentito senza prevedere ulteriori approfondimenti in merito al rischio e alla pericolosità di versante.

3. PIANO TERRITORIEALE METROPOLITANO

La Carta di Area Vasta delle Aree Suscettibili di Effetti Locali del PTM (Figura 3), che costituisce il primo livello di microzonazione sismica, riporta in corrispondenza dell'area di intervento una superficie classificata come *"N - Substrato non rigido affiorante/subaffiorante - Substrato prevalentemente pelitico o poco consolidato o alterato o fratturato, affiorante o sub-affiorante (spessore delle coperture H<3m). Inclinazione de l pendio i≤15°".*

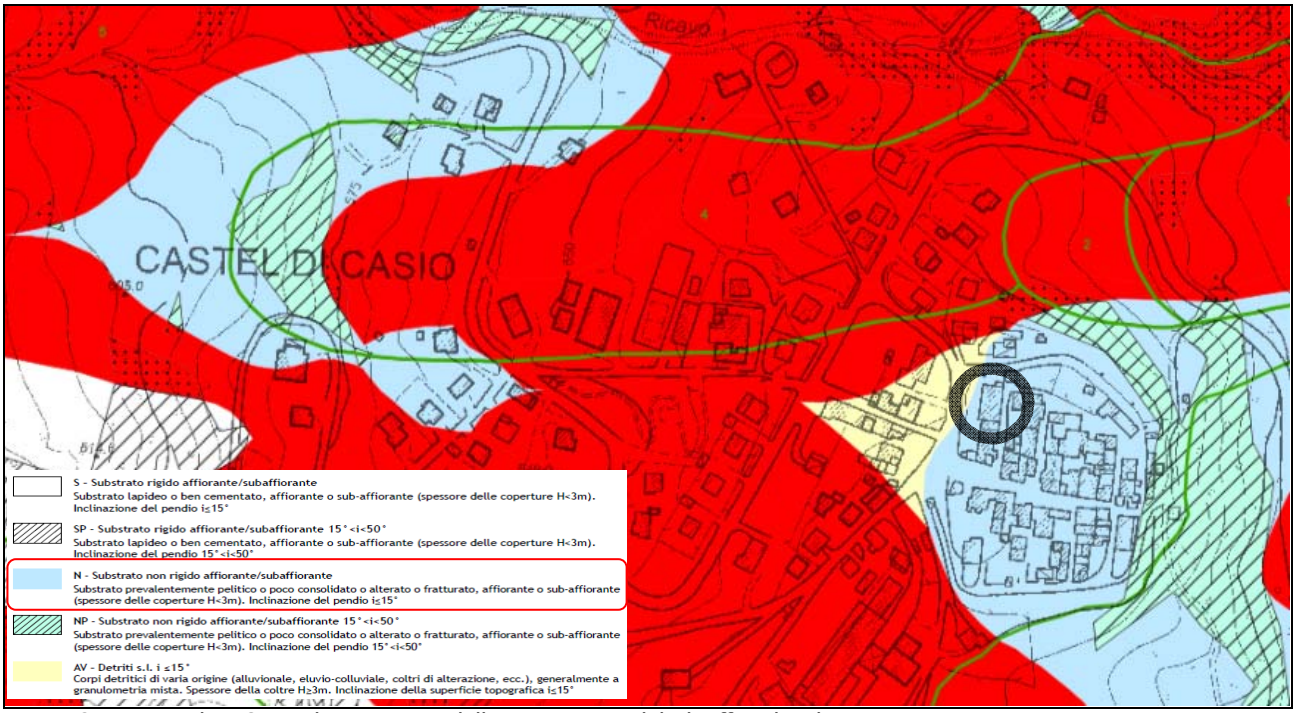


Figura 3. PTM stralcio Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali.

In base alle Norme di Piano (art. 28) il comparto di studio è classificato come suscettibile di amplificazione stratigrafica; per la stima dei coefficienti di amplificazione è ritenuto sufficiente il II livello di approfondimento, quindi è consentito l'approccio semplificato.

4. INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E GEOLOGICO

L'area d'intervento, posta ad una quota di circa 536 m s.l.m., ricade nel centro abitato di Castel di Casio, in un comparto ad assetto topografico caratterizzato da una modesta acclività verso est. Il rilievo di superficie non ha riscontrato la presenza di indicatori e morfostrutture riconducibili a fenomeni di dissesto in atto e/o potenzialmente tali a carico dell'area che risulta dotata di un buon grado di stabilità.

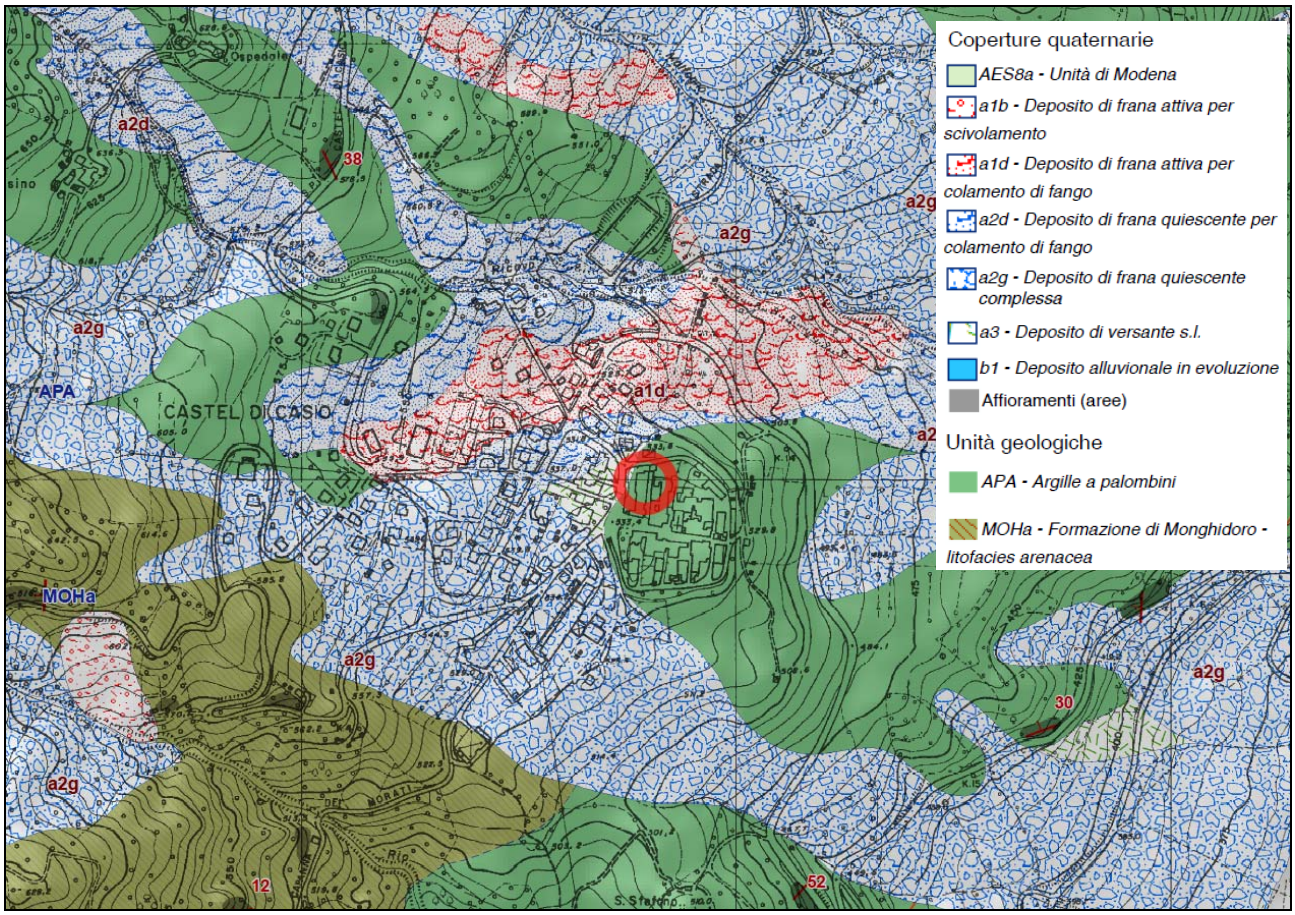


Figura 4. Stralcio carta geologica della Regione Emilia Romagna.

Geologicamente l'area ricade all'interno di terreni appartenenti alla Formazione delle *Argille a Palombini (APA)*. Si tratta di argilliti ed argilliti siltose grigio scure, più raramente verdi, rossastre o grigio-azzurrognole, fissili (nella pelite è spesso presente un clivaggio scaglioso a carattere pervasivo), alternate a calcilutiti silicizzate grigio chiare e grigio-verdi, biancastre in superficie alterata, talvolta con base arenitica da fine a grossolana, in strati da medi a spessi (molto spesso discontinui per motivi tettonici) e più rari calcari marnosi grigi e verdi in strati spessi. Rapporto Argilla/Calcare quasi sempre >1. Frequenti intercalazioni di siltiti ed arenarie torbiditiche fini (talora manganesifere) a tetto pelitico in letti molto sottili e sottili di colore grigio scuro (o beige se alterate) e di calcareniti medio-grossolane in strati da medi a spessi. La formazione in genere è intensamente deformata con perdita dell'originario ordine stratigrafico alla scala dell'affioramento; gli strati calcilutitici sono spesso "boudinati", a luoghi silicizzati, pervasivamente fratturati e caratterizzati da una fitta rete di vene di calcite, spalmature verdastre sulle superfici di strato e frattura concoide. All'interno della formazione sono talora stati cartografati lembi di ofioliti (of) giurassiche, fino a decametrici, spesso distinte in: brecce ofiolitiche (bo), basalti: ß, basalti brecciati (Bb); gabbri: ga, serpentine: S. La sedimentazione è pelagica argillosa, intervallata da risedimentazione di fanghi carbonatici. Contatti ovunque

tettonici o non affioranti. Potenza geometrica variabile da alcune decine ad alcune centinaia di metri.

5. ISMICITÀ

In base alla classificazione sismica dei Comuni dell'Emilia Romagna, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003 n° 3274, il Comune di Castel di Casio(BO) è inserito in ***Zona 3***. Di seguito si riportano gli elementi per definire l'azione sismica di progetto come richiesto dalle NTC18.

- ***Coordinate geografiche***

Le coordinate del sito di intervento sono:

- ✓ WGS84 (Lat,Lng): 44.162851,11.036904;
- ✓ ED50 (Lat,Lng): 44.163801,11.037898;

- ***Condizioni topografiche***

L'area in esame in base alla classificazione riportata nella Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche delle NTC18 è ascrivibile alla categoria T1 dove non sono previsti fenomeni di amplificazione topografica.

- ***Categoria di Sottosuolo***

Per caratterizzare il comparto da un punto di vista sismico si è fatto riferimento all'indagine sismica passiva a stazione singola realizzata dallo scrivente in corrispondenza dell'area di interveto nell'ambito dello studio di microzonazione sismica del comune di Castel di Casio.

Figura 5. Indagini geognostiche allegate allo studio di microzonazione sismica del Comune di Castel di Casio redatto dallo scrivente.

Lo strumento è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, e permette la registrazione nel campo di frequenze 0-200 Hz. In sintesi, dopo che il segnale dei tre velocimetri è stato acquisito, per un determinato tempo t, e digitalizzato a 24 bit, viene trasmesso ad un software dedicato, denominato Grilla il quale, per ciascuna delle 3 componenti del moto, esegue le seguenti operazioni:

1. divisione del tracciato in finestre la cui lunghezza è immessa dall'operatore;
2. depurazione del segnale dal trend di ciascuna finestra;
3. "taper" con una finestra di Bartlett;

4. "pad" di ciascuna finestra con degli zero;
5. calcolo della trasformata di Fourier (FFT) per ciascuna finestra;
6. calcolo dello spettro di ampiezza per ciascuna finestra;
7. smoothing (lisciamento) dello spettro di ogni finestra secondo differenti funzioni la cui scelta viene definita dall'operatore;
8. calcolo del rapporto spettrale HVSR per ogni frequenza e per ogni finestra.

Il risultato finale consiste nella graficizzazione delle medie degli HVSR di ciascuna finestra e nell'interpretazione secondo la tecnica di Nakamura.

Il metodo si basa sulla misura del rumore sismico ambientale, il quale risulta prodotto sia da fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) sia dall'attività antropica oltre sia, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Si chiama anche microtremore perché riguarda oscillazioni molto piccole (10 -15 (m/s2) in termini di accelerazione), inferiori di diversi ordini di grandezza rispetto a quelle indotte dai terremoti nel campo vicino. Nel 2004, nell'ambito di un progetto europeo denominato SESAME (Site EffectS assessment using AMbient Excitations), sono state elaborate le linee guida per l'esecuzione e l'interpretazione di misure sismiche di microtremore, creando così le premesse per la standardizzazione di questo tipo di indagine geofisica. Le misure di microtremori vengono anche utilizzate per valutazioni stratigrafiche o, alternativamente, di velocità delle onde di taglio (Vs). Il metodo risulta molto semplice ed intuitivo nell'ipotesi di un sottosuolo stratificato orizzontalmente e i cui parametri variano solo con la profondità (sistema monodimensionale 1D).

I dati misurati dallo strumento sono stati elaborati e interpretati fornendo un report finale così strutturato:

Dati delle misura.	Ora di inizio e fine registrazione, frequenza di campionamento, ecc.
Horizontal to vertical spectral ratio	Grafico H/V
H/V Time history	Grafico Time history del rapporto H/V
Directional H/V	Grafico Direzionalità del rapporto H/V
Single component spectra	Grafico delle singole componenti spettrali
Experimental vs. sintetic H/V	Sovrapposizione della curva sperimenta alla curva H/V e istogramma Velocità/Profondità

Nell'ultima pagina dei singoli report è riportata la rispondenza delle misure, e relative elaborazioni, alle linee guida del progetto SESAME. I criteri si riferiscono all'utilizzo della misura per la valutazione della risposta sismica locale in accordo con il metodo di Nakamura.

Caratteristica fondamentale della prova è quella di consentire l'individuazione delle eventuali frequenze di risonanza del sito per le quali il moto del terreno viene amplificato. Tali frequenze sono riconducibili alla presenza di discontinuità sismiche all'interno della successione stratigrafica del sottosuolo e sono palesate con dei picchi nel grafico del rapporto tra le componenti spettrali orizzontali e verticali (H/V).

Dall'analisi del grafico del rapporto tra le componenti spettrali orizzontale e verticale (H/V) della traccia registrata si può riconoscere come frequenza fondamentale di risonanza del sito il picco, con un rapporto H/V= 4, a circa 2 Hz.

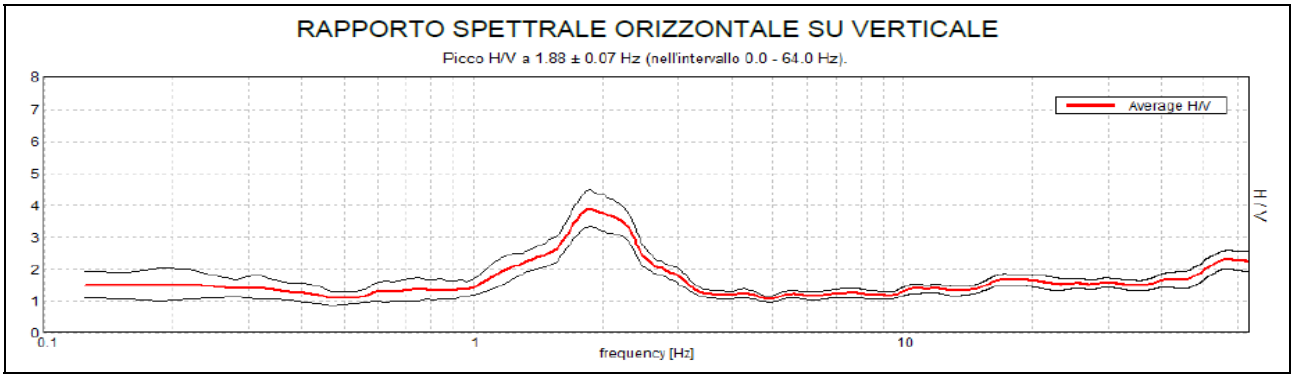


Figura 6. Grafico rapporto tra le componenti spettrali orizzontale e verticale (H/V).

Le strutture potenzialmente soggette a maggiori sollecitazioni in caso di sisma sono quelle caratterizzate dalla medesima frequenza di risonanza. Nel caso in esame, in prima approssimazione, si tratta di fabbricati caratterizzati da un'altezza di 5 piani:

$$n = 10/f_r = 5 \qquad (n = \text{numero di piani};\ f_r = \text{frequenza di risonanza});$$

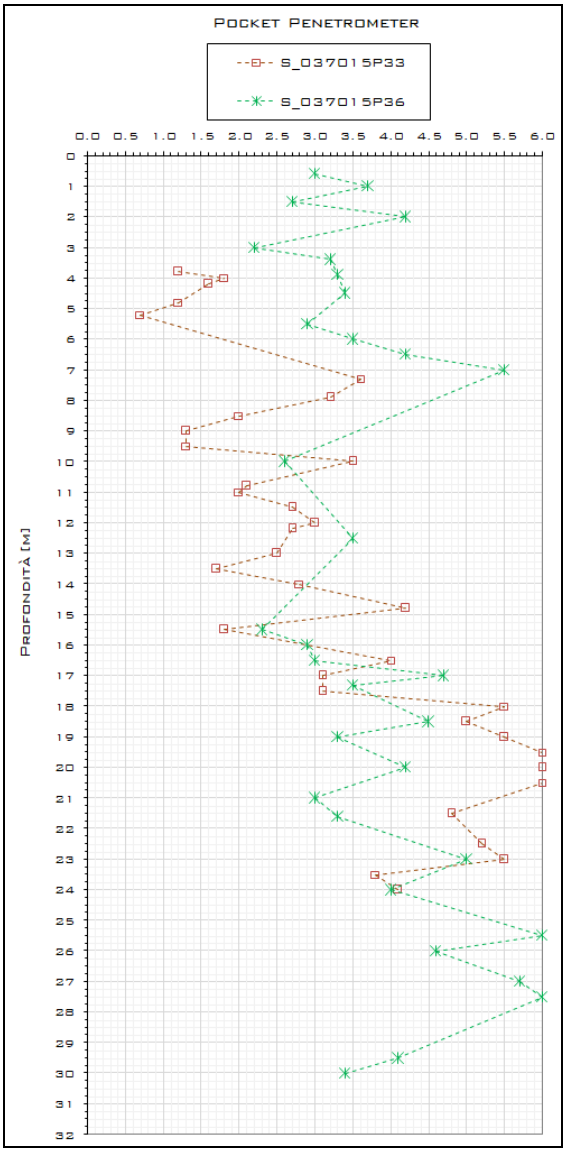
L'elaborazione della misura ha consentito di definire un valore del parametro Vs30= 288 m/sec corrispondente ad un tipo di suolo ascrivibile alla categoria **C** definita, nella Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo delle NTC18, come: *"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s"*.

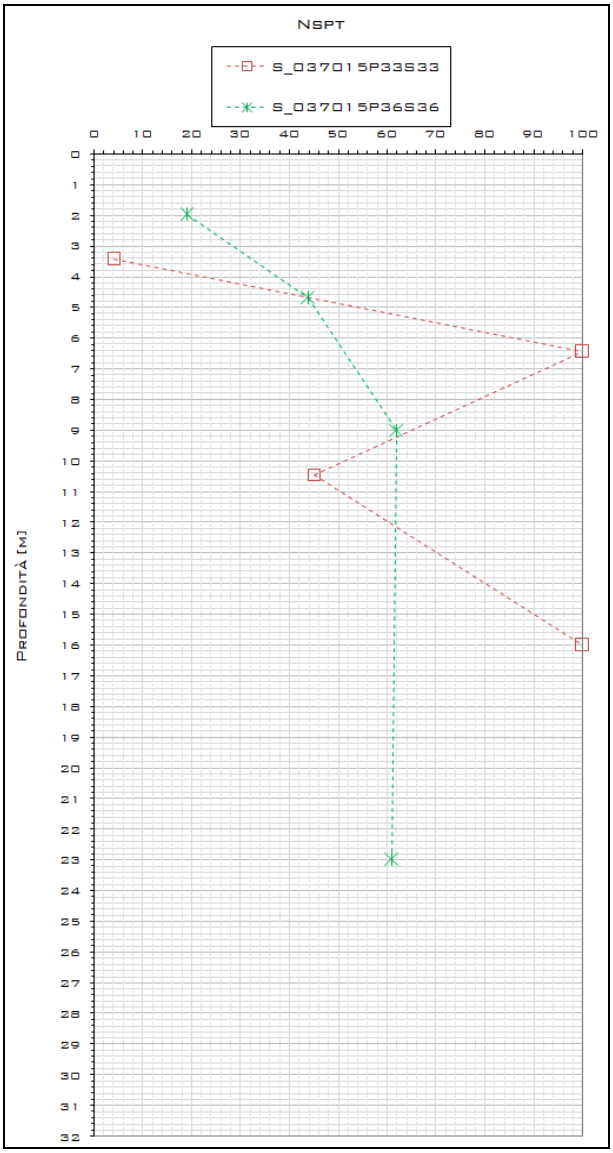
6. LITOSTRATIGRAFIA E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA

Vista la tipologia di intervento in progetto e il contesto di inserimento, per la caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica dei terreni si è fatto riferimento ai numerosi dati a disposizione dello scrivente riguardanti l'area in esame, ed in particolare alle indagini geognostiche allegate allo studio di microzonazione sismica del comune di Castel di Casio, redatto dallo scrivente, che nello specifico riguardano due sondaggi a carotaggio continuo ubicati nella precedente Figura 5. Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state eseguite prove S.P.T. (Standard Penetration Test) di caratterizzazione geotecnica in foro, che consistono nel far cadere un maglio di 63,5 kg, da un'altezza di 76 cm, su di una testa di battuta fissata alla sommità di una batteria di aste. Il numero di colpi necessario per un avanzamento di 30 cm (N2 + N3), è assunto come indice della resistenza alla penetrazione ed utilizzato per le valutazioni dei parametri geotecnici. Sulle carote estratte, ove possibile, è stata effettuata una valutazione della resistenza a compressione semplice mediante Pocket Penetrometer e Vane Test. Tutti i dati registrati nel corso delle perforazioni sono riportati nelle colonne stratigrafiche allegate a fine testo.

SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO				
Sondaggio	***Profondità [m]***	***S.P.T.***		
		S.P.T. *[n°]*	***Q.ta inizio prova*** *[m dal p.c.]*	***Nspt*** *[(N1) N2+N3]*
S_037015P33S33	40	1	3,0	(1) 4
		2	6,0	(5) 100
		3	10,0	(10) 45
		4	15,6	(8) 100
		5	23,0	(50) Rif. 11cm
		6	33,0	(35) 91
S_037015P36S36	50	1	2,0	(4) 19
		2	4,7	(18) 44
		3	9,0	(8) 62
		4	23,0	(19) 6\1

I valori di Pocket Penetrometer e Nspt sono rappresentati in forma grafica nei seguenti diagrammi.





Dall'analisi dei dati il modello geotecnico del sottosuolo, vista anche la tipologia delle opere in progetto, può essere rappresentato con un'unica unità litotecnica interferente con le strutture. Nella seguente tabella, attenendosi alle indicazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018, si riportano i parametri geotecnici caratteristici di tale unità.

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI				
Unità litostratigraficà	γ_k *[t/m³]*	φ'_k *[°]*	c'_k *[KPa]*	Cu_k *[KPa]*
Unità A (interferente con le fondazioni)	1,9	24÷26	6÷8	80÷100

Tabella 1: Parametri geotecnici caratteristici. γ_k= peso di volume; φ'_k= angolo d'attrito interno, c'_k= coesione efficacie, cu_k= coesione.

Tali valori rappresentano una stima ragionata e cautelativa delle proprietà geotecniche dei terreni interferenti con le fondazioni.

7. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

Da quanto esposto nei paragrafi precedenti, le verifiche condotte e le analisi effettuate, hanno permesso di definire le principali caratteristiche geotecniche e sismiche del sito oggetto di studio. Le opere in progetto risultano da un punto di vista geologico e morfologico pienamente fattibile. Per il dimensionamento delle strutture in progetto, e la verifica di quelle esistenti, occorrerà riferirsi a quanto contenuto nella presente relazione e di seguito sinteticamente riassunto:

a) Caratterizzazione sismica:

- Comune di Castel di Casio: **Zona 3**;
- Coordinate geografiche ED50 (Lat,Lng): **44.163801,11.037898**;
- Categoria del suolo di fondazione: **C**;
- Categoria topografica **T1**;

b) Caratterizzazione geotecnica:

- I parametri geotecnici sono riportati nella Tabella 1.

Dott. Luca Monti
GEOLOGO

Bologna, gennaio 2023.

ALLEGATO A

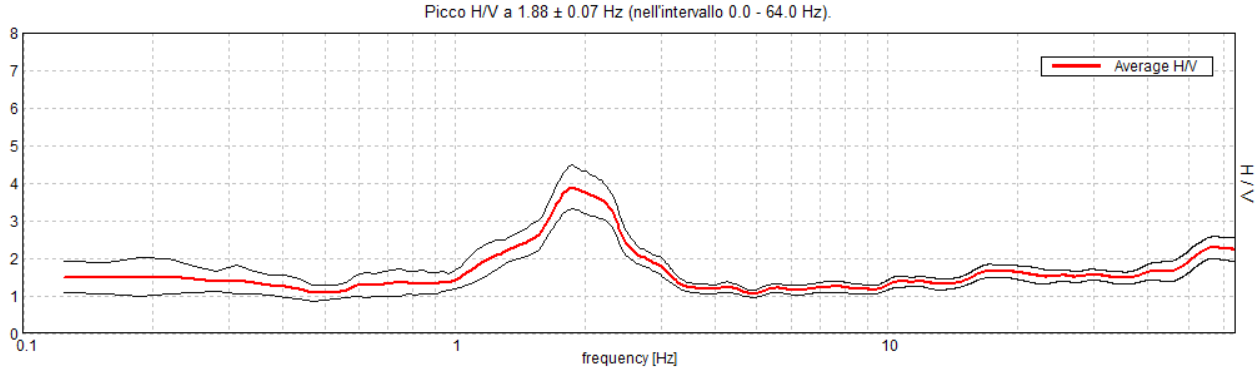
INDAGINE SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA

MS Castel di Casio MS2 TR14/3B

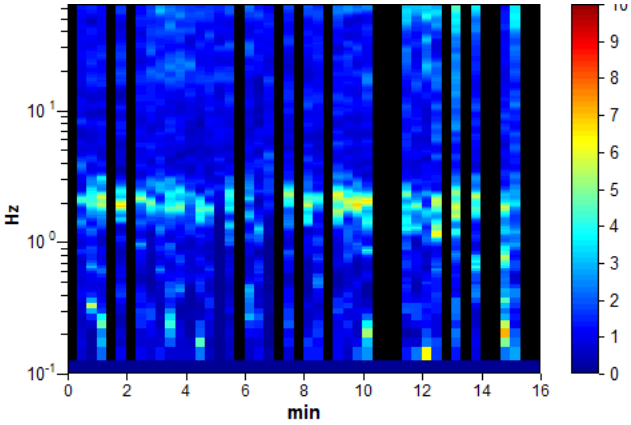
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 30/04/19 15:43:07 Fine registrazione: 30/04/19 15:59:08
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00". Analizzato 67% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

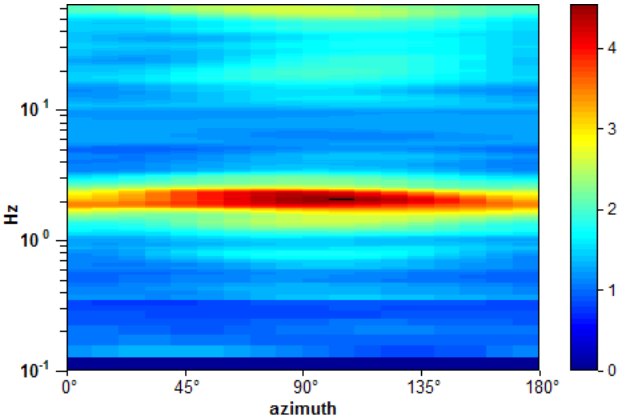
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



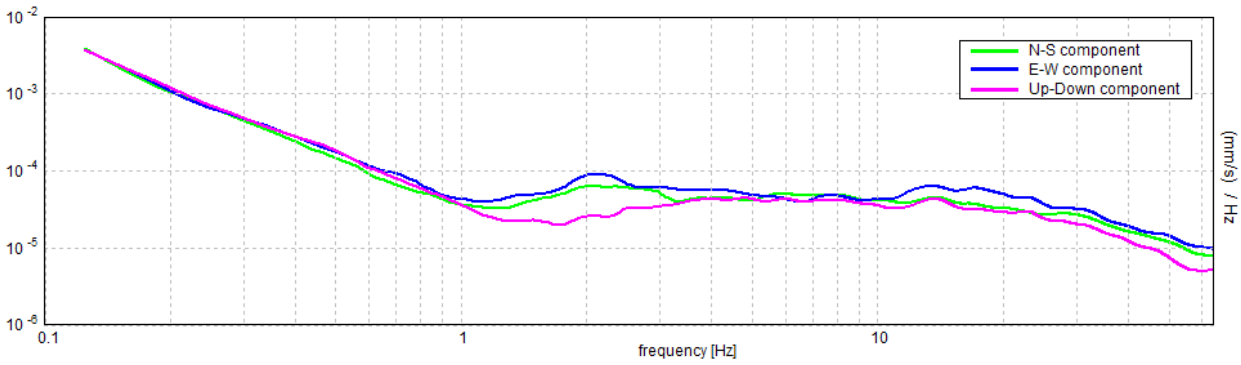
SERIE TEMPORALE H/V



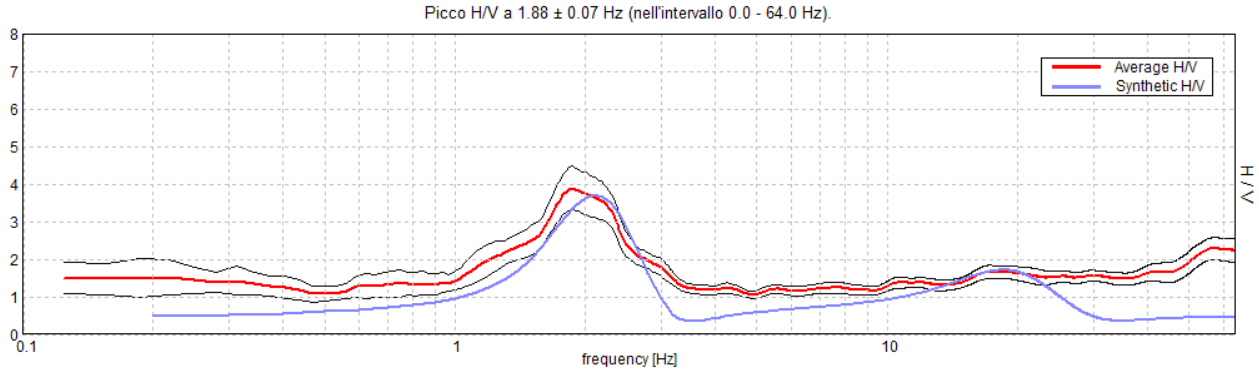
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

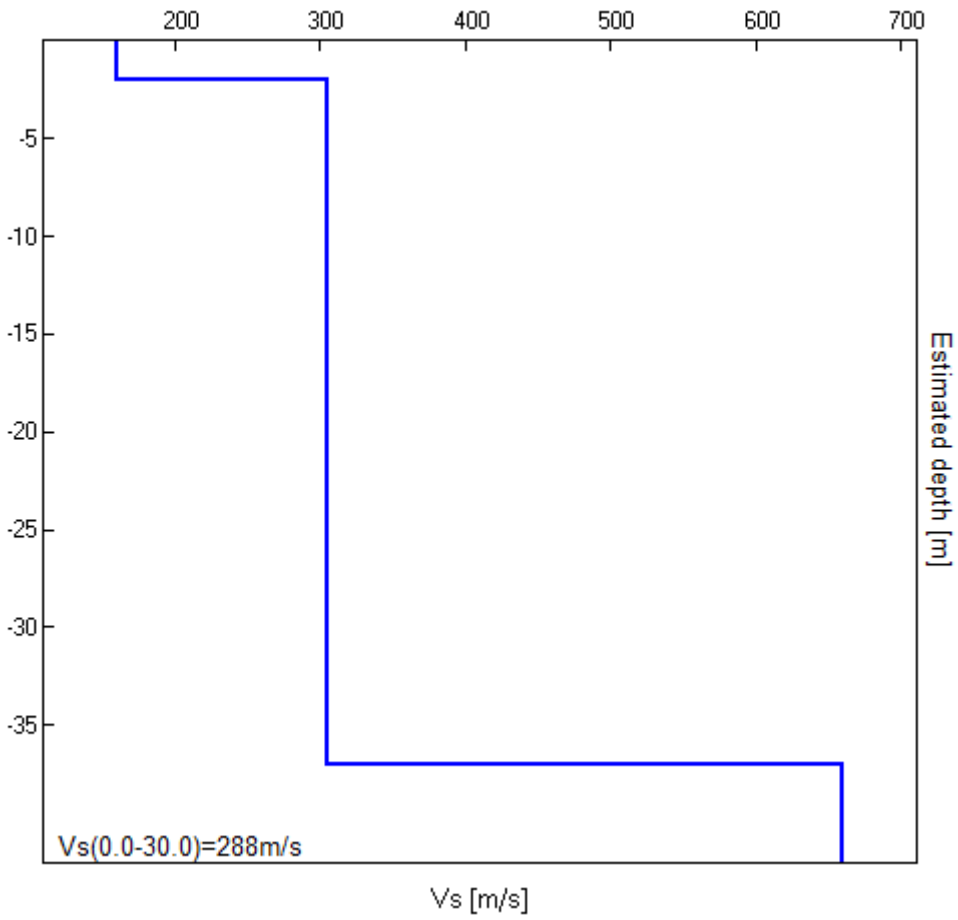


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
2.00	2.00	160	0.40
37.00	35.00	305	0.40
inf.	inf.	660	0.40

Vs(0.0-30.0)=288m/s



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di** Grilla **prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 1.88 ± 0.07 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	1.88 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	1200.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz **$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz**	Superato 0 volte su 91	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.156 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.813 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.89 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.03953| < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.07412 < 0.1875	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.5804 < 1.78	OK	

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

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 $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

ALLEGATO B

SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

Identificativo sondaggio: 037015P33

SOGEO	COMMITTENTE: Comune di Castel di Casio		SOND.N. S 500
	CANTIERE: Castel di Casio		PROF. (m): 40.00
	PERFORATRICE: ELLETTARI EK200/STR		QUOTA (m): p.d.c.
	METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo	METODO DI PROVA:	COORDINATE U.T.M:
RIVESTIMENTO: Ø 127 mm	ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere Ø 101 mm		DATA INIZ-FINE: 14/05/2007 - 15/05/2007
PIEZOMETRO:			SCALA: 1:100

N.COMMESSA: 190-1-06	N.PROGRESSIVO:	DATA DI EMISSIONE: 21/05/2007	PAGINA N°: 1 di 2	EMENDAMENTO/AGGIUNTA A:

Scala 1:100	P.P. (kg/cmq)	Vane Test (Kg/cmq)	Profondita' [m]	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	Campioni Rim.	S.P.T. (n.colpi)	Falda	Pz.Norton	Inclinometro
			0.40		Pavimentazione piazza						
1					Sabbia limosa di colore marrone, con frammenti lapidei e con radici						
2			1.70		Limo sabbioso di colore nocciola con venature ocra o nerastre, con piccoli inclusi lapidei e con frammenti di laterizi da -2.7 a -3.0 m						
3			2.90		Sabbia fine di colore giallo - ocra, con inclusi lapidei			3.00 1/2/2 3.45			
4	1.2 1.8 1.6		3.70		Limo argilloso con livelli debolmente sabbiosi, di colore grigio - nocciola con venature ocra e con inclusi lapidei						
5	1.2										
6	0.7		5.40		Frammenti arenacei in matrice sabbiosa di colore nocciola - ocra			6.00 5/12/88 (*) 6.40			
7			6.40 7.00		Arenaria di colore grigio, fratturata, con superfici ossidate						
8	3.6 3.2				Argilla limosa di colore grigio e grigio - verdastro con venature nocciola, con livelli limo - sabbiosi, plastica. Presenti piccoli inclusi lapidei						
9	2.0 1.3										
10	1.3 3.5							10.00 10/21/24 10.45			
11	2.1 2.0										
12	2.7 3.0										
13	2.7 2.5										
14	1.7 2.8		13.80								
15	4.2				Alternanza da millimetrica a centimetrica di argilla debolmente limosa di colore grigio - verdastro e sabbia medio - fine di colore grigio. Consistenza disomogenea. A -14.5 m livello (S = 10 cm) di arenaria di colore grigio						
16	1.8							15.60 8/14/05 (*) 16.00			
			16.00 16.50		Arenaria di colore grigio						
17	4.0 3.1				Argilla limosa di colore grigio - verdastro con venature brune, con abbondanti inclusi arenacei e livelli centimetrici sabbiosi, plastica						
18	3.1 5.5										
19	5.0 5.5		18.80		Argilla di colore grigio, debolmente plastica, con frequenti livelli centimetrici sabbiosi e con piccoli inclusi arenacei; consistente. Presenti trovanti (Lmax = 20 cm). Presenti piccole zone di colore marrone chiaro. Da -27.0 a -27.5 m arenaria di colore grigio, molto fratturata. Da -35.0 m circa colore grigio scuro e grigio - marrone						
20	>6.0 >6.0										
21	>6.0										
22	4.8										
23	5.2 5.5							23.00 50 (*) 23.11			
24	3.8 4.1										
25	4.0 5.1										
26	5.0 3.2										
27	5.5 3.3										
28	5.0 3.2										
29											
30	2.8										

SOGEO	COMMITTENTE: Comune di Castel di Casio		SOND.N. S 500
	CANTIERE: Castel di Casio		PROF. (m): 40.00
	PERFORATRICE: ELLETTARI EK200/STR		QUOTA (m): p.d.c.
	METODO PERFORAZ.: Carotaggio continuo	METODO DI PROVA:	COORDINATE U.T.M:
RIVESTIMENTO: Ø 127 mm	ATTREZZO PERFORAZ.: Carotiere Ø 101 mm		DATA INIZ-FINE: 14/05/2007 - 15/05/2007
PIEZOMETRO:			SCALA: 1:100

N.COMMESSA: 190-1-06	N.PROGRESSIVO:	DATA DI EMISSIONE: 21/05/2007	PAGINA N°: 1 di 2	EMENDAMENTO/AGGIUNTA A:

Scala 1:100	P.P. I (kg/cmq)	Vane Test (Kg/cmq)	Profondita' (m)	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	Campioni Rim.	S.P.T. (n.colpi)	Falda	Pz.Norton	Inclinometro
31	4.2				Argilla di colore grigio, debolmente plastica, con frequenti livelli centimetrici sabbiosi e con piccoli inclusi arenacei; consistente. Presenti brovanti (Lmax = 20 cm). Presenti piccole zone di colore marrone chiaro. Da -27.0 a -27.5 m arenaria di colore grigio, molto fratturata. Da -35.0 m circa colore grigio scuro e grigio - marrone			33.00 35/42/49 33.45			
	>6.0										
32	4.1										
	3.5										
33	4.5										
	4.1										
34	5.5										
	3.7										
35	>6.0										
	5.5										
36	5.8										
	5.2										
37	3.0										
38	5.5										
39											
40	4.1										
	>6.0		40.00								
41											
42											
43											
44											
45											
46											
47											
48											
49											
50											

Note:
(*) Prova S.P.T. da -6.00 a -6.40 m: rifiuto = 10 cm.
(*) Prova S.P.T. da -15.60 a -16.00 m: rifiuto = 10 cm.
(*) Prova S.P.T. da -23.00 a -23.11 m: rifiuto = 11 cm.

Livello falda non rilevabile il 15/05/07, ore 8 con fondo foro a -39.0 m: rivestimento pieno.

Identificativo sondaggio: 037015P36

SOGEO s.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE - FONDAZIONI SPECIALI
Lugo (Ra) - Corso Matteotti, 2/2 - Tel. (0545) 22042

COMMITTENTE:	COMUNITA' MONTANA ALTA E MEDIA VALLE DEL RENO (zona 10)
CANTIERE:	Castel di Casio - capoluogo
ATTREZZATURA:	Perforatrice cingolata CMV MK900 D1
METODO DI PERFORAZ.:	Carotag. continua da 0 a 30 m Distruzione da 30 a 50 m
ATTREZ. DI PERFORAZ.:	C. semplice da 0-11,5 e 13-30 C. doppio da 11,50-13,00 (ø 101
RIVESTIMENTO:	ø 127 mm
PIEZOMETRO:	
NOTE:	Installato inclinometro fino a -50,00 m dal p.c. (*) livello rilevato con fondo foro a -10,00 m e rivestimento a -10,00 m dal p.c.

SONDAGGIO N° 3
PROFONDITA': 50,00 m
QUOTA:
DATA INIZIO: 27/08/96
DATA FINE:
SCALA: 1:100

Profondita' lettura (m)	Pocket Penetrometer (kg/cmq)	Vane Test (kg/cmq)	Profondita' (m)	Colonna stratigrafica	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	RECUPERO % / R.Q.D. % (0 50 100)	CAMPIONI: Indisturbati	Semidisturbati	Profondita' (m)	Profondita' H_2O / Data di lettura	S.P.T.: Numero	Profondita' (m)	N° colpi
0,60	3,0	1,50	0,40		Manto stradale asfaltato e sottofondo stradale (ghiaia e sabbia)								
1,00	3,7	1,80	0,50		Sabbia limosa con piccoli frammenti di macerie								
1,50	2,7	1,30											
2,00	4,2	-			Argilla debolmente limosa, a tratti sabbiosa, di colore grigio-marrone con striature ocra, con sostanza organica diffusa (frammenti millimetrici). Da -1,60 m compaiono livelli sabbiosi centimetrici rossastri e giallastri, che diventano predominanti da -1,80 a -2,60 m circa. Da -3,40 a -3,50 m presenti frammenti arenacei in matrice sabbiosa					dal p.c. -2,40 m 28/08/96 ore 8,30 (*)	1	2,00	4 8 11
3,00	2,2	1,10										2,45	
3,40	3,2	1,20											
3,90	3,3	1,50	4,00										
4,50	3,4	-			Sabbia debolmente limosa di colore grigio-marrone, talora giallastro, con livelli centimetrici argillosi. Presenti frustoli organici Da -5,70 a -5,90 m trovante arenaceo molto alterato						2	4,70	18 21 23
5,50	2,9	1,30										5,15	
6,00	3,5	-											
6,50	4,2	-	6,30		Argilla debolmente marnosa di colore grigio-nerastro con inclusi arenacei (l < l. <10 cm) molto alterati, con vaste zone ossidate. Tessitura caotica								
7,00	5,5	-											
			7,50		Trovante arenaceo di colore grigio, molto fratturato ed alterato								
			8,40										
			8,90		Sabbia fine di colore grigio-verdastro, con piccoli inclusi arenacei								
10,00	> 6		10,20		Argilla debolmente marnosa di colore grigio-nerastro, con inclusi arenacei						3	9,00	8 21 25
			11,00		Arenaria di colore grigio, fratturata, con zone di ossidazione							9,45	
			12,00		Sabbia medio-fine di colore grigio, a tratti debolmente cementata. Da -12,00 a -12,50 m trovanti marnosi grigio-nerastri ed arenacei grigi (l > 10 cm)								
12,00	3,5	1,80	13,70		Argilla debolmente marnosa di colore grigio scuro con inclusi arenacei e zone alterate. Tessitura caotica								
			15,10		Sabbia fine e media di colore grigio con zone ossidate, a tratti debolmente cementata, con livelli centimetrici di argilla di colore grigio e grigio-nerastro. Tessitura caotica								
15,50	2,3	1,40											
16,00	2,9	1,30											
16,50	3,0	1,00											
17,00	4,7												
17,30	3,5	-											
18,50	4,5	-											
19,00	3,3				Argilla sabbiosa di colore grigio-verdastro, con zone di colore grigio-marrone, con piccoli frustoli carboniosi ed inclusi arenacei molto alterati, con piccole lenti sabbiose. Da -17,50 a -18,10 m presenti abbondanti inclusi. Da -19,10 a -19,50 m intervallo di argilla debolmente marnosa con inclusi e da -21,00 a -21,20 m arenaria di colore grigio, grossolana ed alterata								
20,00	4,2	-											
21,00	3,0	1,70											
21,60	3,3	0,80											
23,00	5,0	-									4	21,00	19 29 32
24,00	4,0	-										21,45	
25,50	> 6	-											
26,00	4,6	-											
27,00	5,7	-											
27,50	> 6	-	27,50		Sabbia fine e media di colore grigio, debolmente limosa, con livelletti argillosi. Da -27,90 a -28,2 m trovante arenaceo								
			28,50		Argilla debolmente marnosa di colore grigio scuro, con livelletti nerastri, con piccoli inclusi arenacei alterati. Tessitura caotica								
29,50	4,1	2,10											

SOGEO s.r.l.
INDAGINI GEOGNOSTICHE - FONDAZIONI SPECIALI
Lugo (Ra) - Corso Matteotti, 2/2 - Tel. (0545) 22042

COMMITTENTE: COMUNITA' MONTANA ALTA E MEDIA VALLE DEL SENIO (zona 10)		SONDAGGIO N° 3
CANTIERE: Castel di Casio - capoluogo		PROFONDITA: 50,00 m
ATTREZZATURA: Perforatrice cingolata CMV MK900 DI		QUOTA:
METODO DI PERFORAZ.: C. continuo da 0-30 m; Distruzione da 30 a 50 m	ATTREZ. DI PERFORAZ.: C. semplice da 0-11,5 e 13-30 m; C.doppio da 11,5-13 m (Ø 101 mm)	DATA INIZIO: 27/09/96
RIVESTIMENTO: Ø 127 mm	PIEZOMETRO:	DATA FINE:
NOTE: Installato inclinometro fino a -50,00 m		SCALA: 1:100

Profondita' lettura (m)	Pocket Penetrometer (kg/cmq)	Vane Test (kg/cmq)	Profondita' (m)	Colonna stratigrafica	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	RECUPERO % / R.Q.D. % (0 50 100)	CAMPIONI: Indisturbati	CAMPIONI: Semidisturbati	CAMPIONI: Profondita' (m)	Profondita' H_2O / Data di lettura	S.P.T: Numero	S.P.T: Profondita' (m)	S.P.T: N° colpi
30,00	3,4	1,90	30,00		Perforazione a distruzione di nucleo Continua lo stesso materiale, con presenza di inclusi arenacei - (max 80-100 cm)								
			50,00										