



Comune di San Benedetto del Tronto
P R O V I N C I A D I A S C O L I P I C E N O

**PROGETTO CASA COMUNALE
PIANO DI RECUPERO
DI INIZIATIVA PUBBLICA
ZONA SPECIALE n. 20
Via del Cacciatore
VARIANTE**

PA20

PROGETTAZIONE

SETTORE GESTIONE DEL TERRITORIO ED ATTIVITA' PRODUTTIVE

DIRIGENTE DEL SETTORE

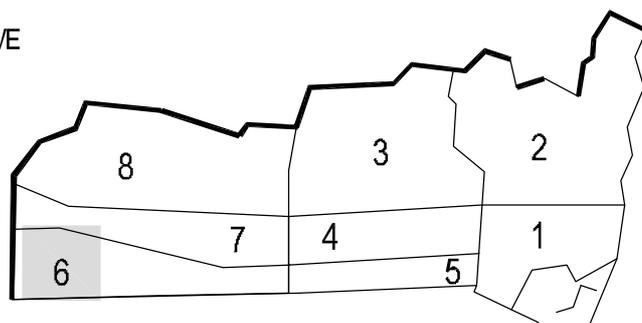
ing. G. Polidori

Servizio Pianificazione Urbanistica

Direttore dott. G. Tiburtini

geom. M. Forlini

geom. A. Capannelli



SINDACO

Pasqualino Piunti

ASSESSORE

Pasqualino Piunti

SEGRETARIO GENERALE

Dott.ssa Maria Grazia Scarpone

Relazione geologica

STATO MODIFICATO

ELAB. 17

Dicembre 2019

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA

DR. STEFANO TAFFONI

COMUNE DI SAN BENEDETTO DEL TRONTO

COMMITTENTE : SAXA srl

VARIANTE AL PIANO CASA
Delibera n. 56 del 18-07-2012 piano n. 20

**RELAZIONE GEOLOGICA GEOMORFOLOGICA IDROGEOLOGICA CON INDICAZIONI
GEOTECNICHE E PARAMETRIZZAZIONE SISMICA
(NTC 17/01/2018)**

GROTTAMMARE 18-09-2019

IL GEOLOGO

DR. STEFANO TAFFONI



STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA DR. STEFANO TAFFONI
63013 Grottammare (AP) - Via Ponza 91
339-5975101 taffonistefano@gmail.com

1. PREMESSA

Il sottoscritto Dr. Geologo Stefano Taffoni è stato incaricato dall' Arch. Fabio Scarpantoni per conto della ditta SAXA srl di effettuare una indagine geologica geomorfologica idrogeologica con indicazioni geotecniche e parametrizzazione sismica, ai sensi delle NTC 17-01-2018, relativa alla richiesta di Variante al Piano Casa che consiste nella demolizione di un ampio capannone dismesso e ricostruzione di tre palazzine di civile abitazione in Via del Cacciatore a Porto D' Ascoli.

Per il corretto svolgimento dell'incarico ricevuto, il sottoscritto ha fatto realizzare dalla ditta Geogrill snc le seguenti indagini geognostiche e sismiche necessarie alla acquisizione della successione stratigrafica, dei parametri geotecnici e della velocità delle onde sismiche di taglio (V_s eq) dei terreni presenti nel sottosuolo dell'area in oggetto :

- 1) N. 2 Prove penetrometriche dinamiche pesanti DPSH fino alla profondità di 11 e 12 metri
- 2) Indagine sismica HVSR mediante tromografo digitale (tromino)

Sono stati inoltre analizzati e comparati numerosi dati stratigrafici e geotecnici acquisiti dal sottoscritto nel corso degli anni in aree molto vicine a quella in oggetto.

Sono state anche analizzate e comparate alcune indagini sismiche HVSR realizzate nel medesimo ambiente di spiaggia attuale nel territorio comunale di San Benedetto del Tronto.

E' stato inoltre esaminato lo studio di Microzonazione Sismica di primo livello realizzato su tutto il territorio comunale di San Benedetto del Tronto.

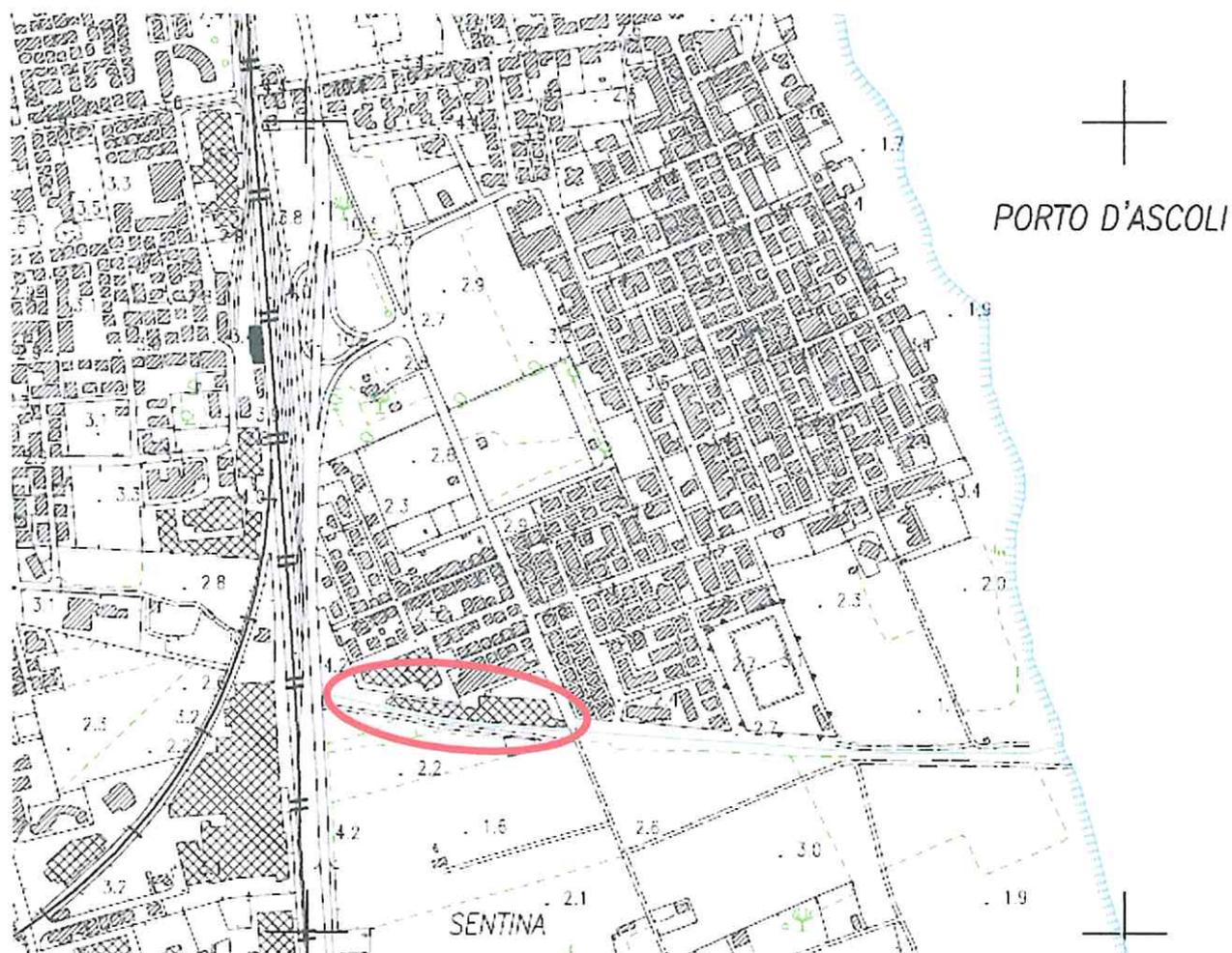
Per le caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche del sito è stato effettuato un accurato rilevamento in un intorno arealmente significativo.

Si allegano alla presente:

- 1- CARTA TECNICA REGIONALE – REGIONE MARCHE – (scala 1: 10.000)
- 2- CARTA GEOLOGICA – CARG – REGIONE MARCHE –
- 3- CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA
- 4- PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINI
- 5- CERTIFICATI DELLA PROVA PENETROMETRICA DPSH n.1
- 6- CERTIFICATI DELLA PROVA PENETROMETRICA DPSH n.2
- 7- CERTIFICATI DELLA INDAGINE SISMICA HVSR

2. UBICAZIONE

L' area in oggetto risulta ubicata in Comune di S. Benedetto del Tronto, frazione Porto D'Ascoli, in Via del Cacciatore, l'area è delimitata a sud dal fosso Collettore.



Stralcio della Carta Tecnica Regionale scala 1: 10.000 – REGIONE MARCHE-

Comune di San Benedetto del Tronto
 Pervenuto Ufficio Protocollo
 18 OTT. 2019
 L'addetto:

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA DR. STEFANO TAFFONI
 63013 Grottammare (AP) – Via Ponza 91
 339-5975101 taffonistefano@gmail.com

P. IVA - 00504404444
 C.F. - TFF SFN 56M19 H769E

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

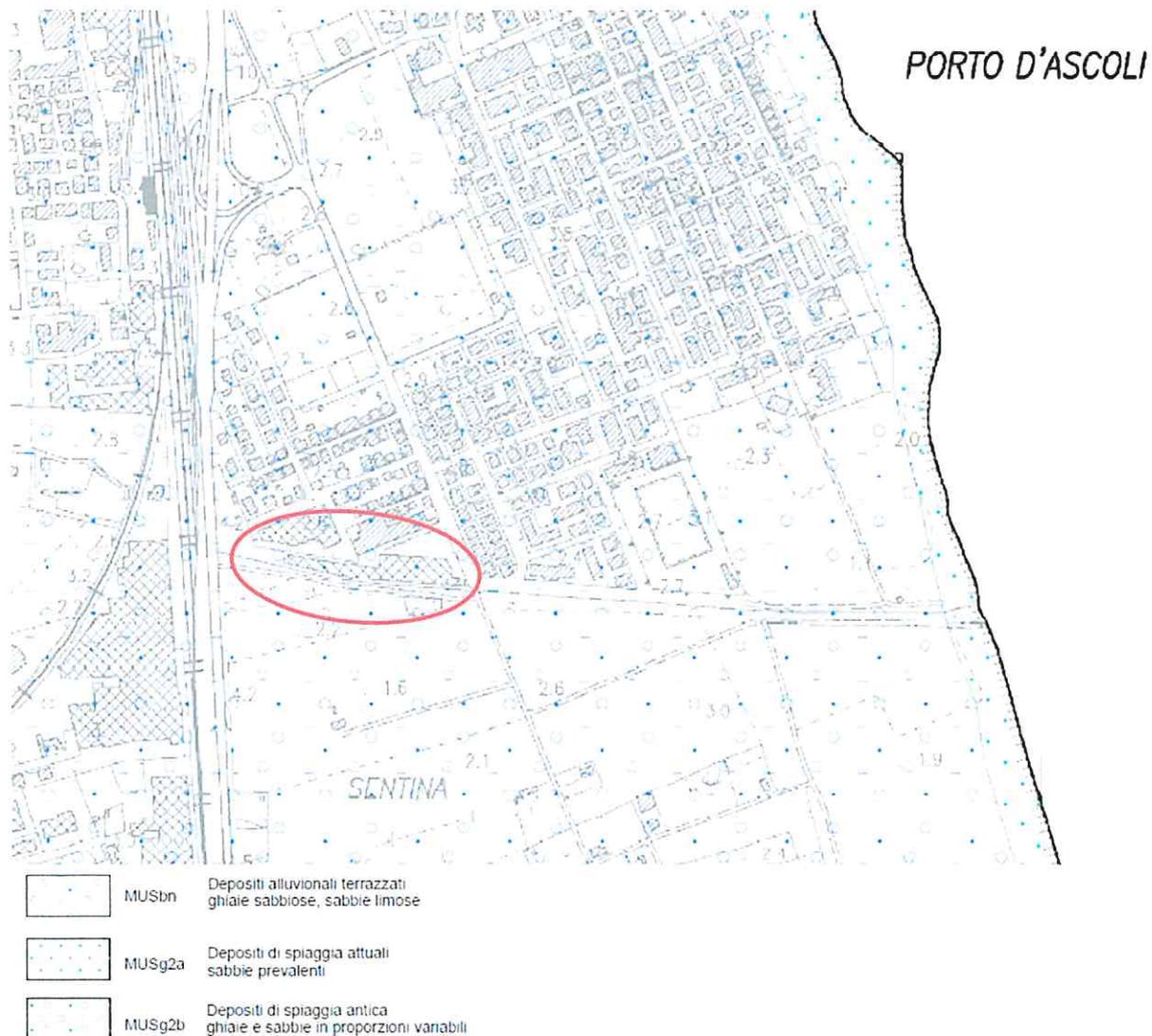
La formazione di base (sub-strato geologico), su cui si imposta tutta la zona costiera, è quella delle Argille Grigie Pleistoceniche Sovraconsolidate, costituite da fitte alternanze di livelli argillosi compatti e di veli di sabbia finissima.

La coltre di copertura del sub – strato è rappresentata da uno spessore di circa 25 m di materiale clastico misto di tipo argilloso – limoso - sabbioso, di origine alluvionale e redistribuzione marina, appartenente alla spiaggia attuale (Olocene).

I terreni alluvionali depositisi in discordanza angolare sopra il sub strato argilloso Pleistocenico sono di natura prevalentemente argillosa nei primi metri di profondità, sabbiosa limoso argillosa a profondità intermedie e prevalentemente ghiaioso sabbioso limosa a profondità elevate in prossimità del sub strato geologico.

La giacitura del sub-strato è di tipo appenninico, con lieve pendenza degli strati verso nord - est.

La giacitura dei sedimenti alluvionali – marini argilloso sabbiosi della spiaggia attuale è sub orizzontale.



Stralcio Carta Geologica CARG scala 1: 10.000 - REGIONE MARCHE -

4. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

L' area in oggetto è situata ad una quota di 2.5 m circa sul livello del mare, sulla pianura della spiaggia attuale .

La pendenza media dell'area di sedime del capannone esistente è bassa (1°- 2° verso sud - Est).

Le condizioni generali di equilibrio di tutta l'area appartenente alla spiaggia attuale sono buone a causa della bassa pendenza d' insieme e delle discrete caratteristiche geotecniche dei terreni alluvionali – marini di tipo misto argilloso limoso sabbioso .

Non sono visibili all'interno dell'area in oggetto e negli immediati dintorni fenomeni di instabilità in atto o latenti.

I terreni di spiaggia attuale si presentano con un grado di addensamento discreto che va ad aumentare con la profondità. Il substrato argilloso è costituito da argille sovraconsolidate .

5. IDROGEOLOGIA

La circolazione idrica superficiale è indirizzata genericamente verso sud - est in direzione del fosso Collettore dalla naturale pendenza del lotto ma a causa della bassa pendenza e dalla scarsa ricettività del sistema fognario (che spesso risulta intasato per la scarsa manutenzione) in occasione di forti precipitazioni meteoriche le acque di scorrimento superficiale si riversano direttamente nel fosso Collettore o ristagnano nelle zone depresse presenti nei dintorni.

Nel sottosuolo dell'area è presente, nel sedimento alluvionale – marino di tipo misto argilloso limoso sabbioso, una vasta ed importante falda freatica.

La falda è alimentata sia dal sub alveo del fosso Collettore e del Fiume Tronto che dalle precipitazioni meteoriche. La falda freatica non è continua nel sottosuolo poiché si incontra solamente nei terreni maggiormente porosi e permeabili di tipo sabbioso, pertanto quando si intercettano nel sottosuolo le sabbie pulite subito si incontra anche la falda freatica altrimenti se nel sottosuolo sono presenti terreni prevalentemente argillosi o limoso argillosi la falda freatica a causa della bassa permeabilità si evidenzia molto lentamente .

Per conoscere esattamente la profondità della falda e quindi progettare le opere di drenaggio necessarie per realizzare lo scavo del piano interrato, si consiglia di verificare la natura dei terreni e la profondità della falda freatica mediante dei saggi con escavatore meccanico da realizzarsi prima degli interventi di sbancamento per l'imposta del piano interrato.

Dalle prove penetrometriche dinamiche effettuate si è evidenziata la falda freatica in modo chiaro alla profondità di -1,8 m nella prova n. 1 dove sono stati incontrati i terreni sabbiosi.

Nella prova n. 2 non è stato possibile individuare con certezza la profondità della falda a causa della presenza fino dai primi metri di terreni prevalentemente argillosi con bassissima permeabilità, dalla analisi accurata della umidità rilevabile sulle aste utilizzate per la prova penetrometrica, si presume che la falda possa incontrarsi alla profondità di circa 2,5 metri.

6. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per la conoscenza della successione dei terreni nel sottosuolo del sito in oggetto e per la loro caratterizzazione geotecnica sono state realizzate dalla ditta Geodrill sas di Fabriano, due prove penetrometriche dinamiche pesanti spinte fino alla profondità di 11 e 12 metri per verificare sia la successione dei terreni che le loro caratteristiche geotecniche.

Sono stati anche analizzati numerosi dati di letteratura relativi a terreni identici per età e ambiente di sedimentazione ed è stata consultata la bibliografia geologica (Studi Camerti, Carta Geologica D'Italia Foglio 133 – 134 e Carta Geologica Regione Marche CARG scala 1 : 10.000) relativa al territorio comunale di San Benedetto del Tronto.

7. CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE

Dai risultati delle due prove si evidenzia una diversa successione dei terreni tra la zona est (prova penetrometrica n. 1) e quella ad ovest (prova penetrometrica n. 2) distanti oltre 50 metri.

Nella zona est, in corrispondenza del sito in cui verrà realizzata la prima palazzina, si incontrano terreni limoso – sabbiosi in superficie e sabbioso - limosi compatti con livelli ghiaioso - sabbiosi molto compatti fino alla profondità di 11 metri.

Tali terreni, porosi e permeabili, sono dotati di buoni parametri geotecnici.

Nella zona ovest invece la successione stratigrafica è completamente diversa, si incontrano fin dai primi metri terreni plastici coesivi normalconsolidati di tipo limoso - argilloso debolmente sabbiosi.

Tali terreni per loro natura sono dotati di parametri geotecnici sufficienti. (per i dati geotecnici dettagliati vedi i certificati delle prove penetrometriche allegati)

Il sub - strato geologico delle Argille Grigie Pleistoceniche Sovraconsolidate. Si incontra presumibilmente intorno alla profondità di 25 metri .

8. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

I terreni incontrati nelle prove penetrometriche possono essere schematizzati in tre diverse tipologie nella prova n. 1 ed una sola tipologia nella prova n. 2.

I parametri geotecnici attribuibili sono stati ricavati dai colpi/piede evidenziati nelle prove penetrometriche confrontati con dati di letteratura geotecnica. Nel caso della prova penetrometrica dinamica n. 2, che ha incontrato terreni prevalentemente argillosi, i parametri attribuiti sono molto prudenziali. Non è stato possibile realizzare una prova penetrometrica statica per la natura del terreno di riporto superficiale che impediva l'ancoraggio del penetrometro. Si consiglia, prima di realizzare le due palazzine previste nella zona ovest del lotto, di realizzare una o due prove penetrometriche statiche per ottenere parametri geotecnici più attendibili.

Le tre principali tipologie di terreni incontrate nella prova n. 1 sono :

Terreno limoso sabbioso

Da -0.8 m a -2,0 m	
Nspt equivalenti	= 3 colpi piede
Peso di volume	$\gamma = 1,9 \text{ t/m}^3$
Peso di volume immerso in falda	$\gamma' = 0,9 \text{ t/m}^3$
Angolo di attrito interno	$\phi = 28^\circ$
Modulo elastico	$E_d = 15 \text{ Kg/cm}^2$
Coefficiente di sottofondo (Winkler)	$K = 2.0 \text{ kg/cm}^3$

Sabbie ben addensate e compatte di spiaggia attuale

Da -2,0 m a - 3,60 m	
Nspt	= 12 colpi piede
Peso di volume	$\gamma = 1.9 \text{ t/m}^3$
Peso di volume immerso	$\gamma' = 0.9 \text{ t/m}^3$
Angolo di attrito interno	$\phi = 30^\circ$
Modulo elastico	$E_d = 72 \text{ Kg/cm}^2$
Coefficiente di sottofondo (Winkler)	$K = 2.5 \text{ kg/cm}^3$

Sabbie limose con ghiaie sparse

Da - 3,6 m a - 6,80 m	
Nspt	= 5 ÷ 11 colpi piede
Peso di volume	$\gamma = 1.9 \text{ t/m}^3$
Peso di volume immerso	$\gamma' = 0.9 \text{ t/m}^3$
Angolo di attrito interno	$\phi = 28^\circ \div 30^\circ$
Modulo elastico	$E_d = 30 \div 70 \text{ Kg/cm}^2$
Coefficiente di sottofondo (Winkler)	$K = 1,0 \div 2.5 \text{ kg/cm}^3$

La principale tipologia di terreno incontrato nella prova n. 2 è :

Terreno limoso argilloso debolmente sabbioso

Da - 1,0 m a - 10,8 m	
Nspt equivalenti	= 1.5 ÷ 5 colpi piede
Peso di volume	$\gamma = 1,9 \text{ t/m}^3$
Peso di volume immerso in falda	$\gamma = 0,9 \text{ t/m}^3$
Coesione non drenata	$C_u = 0,15 \div 0,5 \text{ Kg/cm}^2$
Modulo edometrico	$E_d = 17 \div 50 \text{ Kg/cm}^2$

Tutti i parametri geotecnici elencati sono stati presi a favore della sicurezza.

9. PARAMETRI SISMICI

A seguito delle disposizioni delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) entrate in vigore il 17-01-2018, poiché le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni sono chiaramente riconducibili alle categorie definite nella tabella allegata alle NTC del 2018, il sottoscritto adotta un approccio semplificato per la definizione della categoria di sottosuolo.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Dalla analisi dei risultati delle prove penetrometriche DPSH realizzate in situ e dalle correlazioni con sondaggi e prove penetrometriche realizzati nelle sabbie di spiaggia attuale nel territorio comunale di San Benedetto del Tronto, si evidenzia nei primi 30 metri di profondità, la presenza di terreni a grana fina mediamente consistenti (sabbie, sabbie limose, argille limoso sabbiose) con un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità.

La velocità equivalente $V_s eq$ misurata con la prova HVSR realizzata in situ è di:

$$\underline{V_s eq = 317 \text{ m/s}}$$

Dalla correlazioni effettuate con altre prove HVSR realizzate nel territorio comunale di San Benedetto del Tronto nel sedimento di spiaggia attuale si evidenzia che la velocità misurata è sempre compresa tra un minimo di 220 m/s ed un massimo di 330 m/s.

Il substrato (nelle NTC del 17-01-2018 per substrato si intende un terreno avente una velocità delle V_s superiore a 800 m/s) si trova sempre ad una profondità superiore a 30 metri .

Dalla tabella 3.2.II sopra allegata quindi si può attribuire ai terreni presenti nel sottosuolo dell'area di studio una categoria di sottosuolo : **categoria C** e per la bassa pendenza dell'area una : **categoria topografica T1**.

I parametri sismici ricavati dal sito del Ministero dei Lavori Pubblici sono i seguenti :

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii - fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 42,909782

longitudine: 13,901662
 Classe: 2
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 23871	Lat: 42,9343	Lon: 13,8998	Distanza: 2727,159
Sito 2	ID: 23872	Lat: 42,9340	Lon: 13,9681	Distanza: 6044,206
Sito 3	ID: 24094	Lat: 42,8840	Lon: 13,9677	Distanza: 6096,017
Sito 4	ID: 24093	Lat: 42,8843	Lon: 13,8995	Distanza: 2842,216

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
 Tr: 30 [anni]
 ag: 0,048 g
 Fo: 2,447
 Tc*: 0,276 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
 Tr: 50 [anni]
 ag: 0,061 g
 Fo: 2,466
 Tc*: 0,293 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 475 [anni]
 ag: 0,176 g
 Fo: 2,473
 Tc*: 0,323 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
 Tr: 975 [anni]
 ag: 0,234 g
 Fo: 2,495
 Tc*: 0,328 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,500
 Cc: 1,610
 St: 1,000
 Kh: 0,015

Kv: 0,007
 Amax: 0,713
 Beta: 0,200
 SLD:
 Ss: 1,500
 Cc: 1,570
 St: 1,000
 Kh: 0,018
 Kv: 0,009
 Amax: 0,902
 Beta: 0,200
 SLV:
 Ss: 1,440
 Cc: 1,520
 St: 1,000
 Kh: 0,061
 Kv: 0,030
 Amax: 2,488
 Beta: 0,240
 SLC:
 Ss: 1,350
 Cc: 1,520
 St: 1,000
 Kh: 0,088
 Kv: 0,044
 Amax: 3,095
 Beta: 0,280

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Geostru

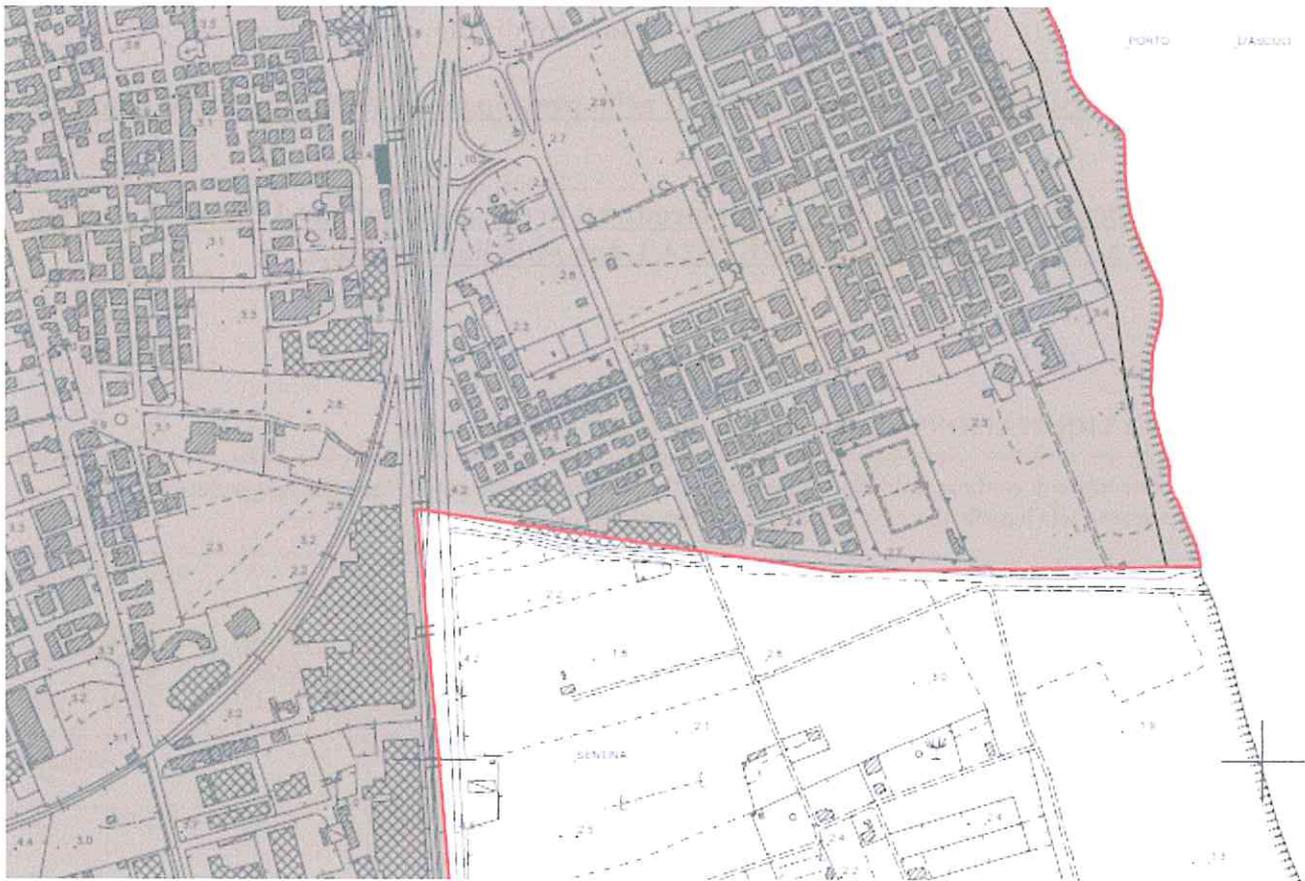
Coordinate WGS84
 latitudine: 42.908826
 longitudine: 13.900753

MICROZONAZIONE SISMICA

Dalla analisi dello studio di Microzonazione Sismica del territorio comunale di San Benedetto del Tronto risulta che tutta la pianura di spiaggia attuale (e quindi anche la zona in esame) ricade in una zona a possibile rischio di Liquefazione delle Sabbie.

Tale rischio è dovuto alla presenza di sabbie di recente sedimentazione immerse in falda.

Sotto l'azione sismica tali sabbie possono essere mobilitate perdendo quindi la naturale aderenza tra i granuli e comportandosi come un terreno fluido.



Zone suscettibili di instabilità

	0011 - Instabilità di versante Attiva (crolli o ribaltamenti)
	0012 - Instabilità di versante Attiva (scorrimento)
	0022 - Instabilità di versante (quiescente (scorrimento))
	0024 - Instabilità di versante (quiescente (complessa))
	0042 - Instabilità di versante Non definite (scorrimento)
	0044 - Instabilità di versante Non definite (complessa)
	0050 - Liquefazioni
	0000 - Crollo di cavità
	0070 - Sovrapposizione di zone suscettibili di instabilità differenti

Sono state effettuate due verifiche del rischio di liquefazione delle sabbie con i metodi di :

- 1) Metodo CNR da Seed e Idriss , basato sul numero di colpi piede delle prove SPT
- 2) Seed e Idriss (1982) basato sul numero di colpi piede delle prove SPT

In entrambi i casi gli strati sabbiosi incontrati nella prova penetrometrica n. 1 risultano non liquefacibili.

Nella prova penetrometrica n. 2 sono stati incontrati livelli argilloso limosi che a causa della loro struttura interna (GRANULOMETRIA) non sono liquefacibili.

VERIFICA A LIQUEFAZIONE - Metodo del C.N.R. - GNDT Da Seed e Idriss

Svo: Pressione totale di confinamento; S'vo: Pressione efficace di confinamento; T: Tensione tangenziale ciclica; R: Resistenza terreno alla liquefazione; Fs: Coefficiente di sicurezza

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt	Nspt'	Svo (Kg/cm ²)	S'vo (Kg/cm ²)	T	R	Fs	Condizione :
0	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	
0	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	
3	3,50	12,00	17,362	0,645	0,475	0,061	0,433	7,09	Livello non liquefacibile
4	8,50	15,00	15,455	1,620	0,950	0,071	0,181	2,57	Livello non liquefacibile
5	11,50	25,00	21,964	2,205	1,235	0,070	0,403	5,75	Livello non liquefacibile

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE						
(da prove dinamiche SPT)						
Metodo semplificato						
Metodo di Seed e Idris (1982)						
PARAMETRI:						
γ	=	1,91	g/cm ³			
σ_{vo}	=	0,02	kg/cm ²			
σ_{vo}'	=	0,02	kg/cm ²			
profondità della prova	=	11	cm			
N_{SPT}	=	10				
profondità falda	=	180	cm			
γ_{H_2O}	=	1	g/cm ³			
Pressione neutra	=	0,000	kg/cm ²			
z	=	0,11	m			
				R=	Resistenza al taglio mobilizzata	
				T=	Sforzo di taglio indotto dal sisma	
				d_{50} =	Diametro della curva granulometrica corrispondente al passante al 50%	
FORMULE:			RISULTATI:			
Na	=	$(N_{SPT} * (1,7 / (\sigma_{vo}' + 0,7))) + N_f$	=	27,57803637	Na	
N_f	=	4				
R	=	Na/90	=	0,306422626	R	
T	=	$0,65 * ((a_{max}/g) * (\sigma_{vo}/\sigma_{vo}')) * r_d$	=	0,097339125	T	
a_{max}/g	=	0,15				
r_d	=	0,99835				
1,3	≤	Fs=R/T	Sabbie sature	=	3,147990351	Verificato Fs

10. FONDAZIONE

Le palazzine da realizzare prevedono la presenza di un piano interrato da destinarsi a box auto a tale scopo e' previsto uno scavo della profondità di circa 3.0 metri.

Sulla base della tipologia degli edifici da realizzare che prevedono un ampio piano interrato da destinare a box auto, vista la successione dei terreni presenti nel sottosuolo, per la palazzina ad est viste le buone caratteristiche geotecniche dei terreni sabbiosi di spiaggia attuale, vista la presenza della falda freatica alla profondità di 1,8 m dal piano campagna, si consiglia la realizzazione di una platea ad una profondità stimata di -3,0 circa dal piano campagna attuale.

Per le due palazzine previste ad ovest si consiglia di verificare attentamente la portanza delle platee con i parametri indicati nella presente relazione. In caso di dubbi sulle capacità portanti il sottoscritto rimane a disposizione per effettuare indagini geotecniche più dettagliate finalizzate ad ottenere ulteriori parametri geotecnici.

Prima delle operazioni di sbancamento sarà bene verificare la profondità della falda freatica e realizzare delle opere di sostegno degli sbancamenti, del tipo "palificate " o "palancole infisse ", necessarie per proteggere i fronti di scavo dato che i terreni si presentano sciolti e a seguito dello sbancamento possono perdere il loro grado di addensamento.

11. CONCLUSIONI

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 17-01-2018 " Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" e costituisce la relazione geologica specialistica del progetto strutturale. In corso d'opera si dovrà controllare la rispondenza tra il modello geologico di riferimento assunto in progetto e la situazione effettiva.

Il sottoscritto rimane a disposizione, nel caso che la situazione riscontrata durante le fase esecutiva dovesse presentare delle differenze sostanziali rispetto a quanto specificato nella presente relazione, per integrare il modello geologico.

Si consiglia vivamente di progettare adeguate opere di sostegno delle pareti di scavo prima dell'inizio lavori.

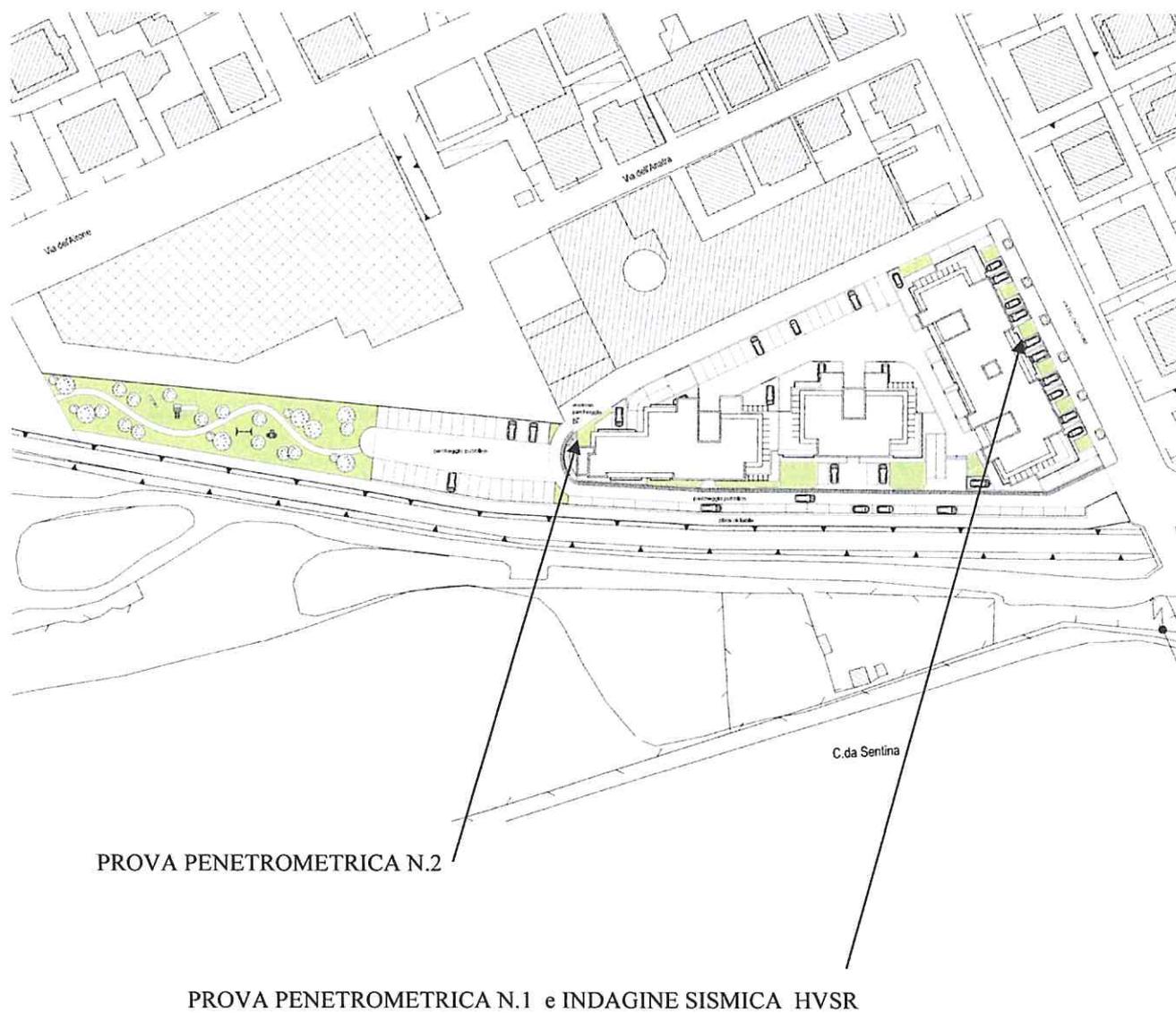
GROTTAMMARE 18-09-2019

IL GEOLOGO
DR. STEFANO TAFFONI



Stefano Taffoni

Planimetria con ubicazione delle indagini





Cerreto d'Esis, 16 Settembre 2019

COMMITTENTE: S.A.X.A. srl

CANTIERE: Via del Cacciatore - San Benedetto del T.

PROVA DPSH: SCHEDA TECNICA E LEGENDA

caratteristiche tecniche del penetrometro

Tipo di attrezzatura: DPSH penetrometro dinamico super pesante

Peso del maglio: 63,5 Kg

Altezza di caduta: 75 cm

Penetrazione standard: 20 cm

Dimensioni punta: area = 20 cm² angolo = 90°

Dimensioni aste: diametro = 32 mm lunghezza = 1,00 m

Peso aste: 6,15 Kg Peso massa passiva: 4,2 Kg

legenda per la rappresentazione grafica

H = profondità

NC = numero di colpi

Q_d = resistenza alla penetrazione dinamica

legenda per la caratterizzazione geomeccanica

NC_m = numero di colpi medio per quel determinato strato

C = coefficiente di correlazione fra il numero di colpi dello SPT e quelli del DPSH

N_{spt equiv} = numero di colpi dello SPT equivalenti ricavati per correlazione

Dr = densità relativa (Skempton, 1986)

φ = angolo di attrito interno (De Mello - Japanese National Railway)

E = modulo di elasticità (Schmertmann, Shultze-Menzenbach)

Ed = modulo edometrico (Stroud e Butler 1975, Mitchell e Gerdner)

γ = peso unità di volume

V_s = velocità delle onde di taglio (Iyisan, 1996)

K₀ = modulo di reazione (Navfac)

ν = modulo di Poisson

C_u = coesione non drenata (Benassi - Vannelli - 1983, Schmertmann - 1975)



Cerreto d'Esi, 16 Settembre 2019

COMMITTENTE: S.A.X.A. srl

CANTIERE: Via del Cacciatore - San Benedetto del T.

PROVA N.1 del 13/09/19

PROF.: 11,00 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH: PROPOSTA DI ELABORAZ. STRATIGRAFICA E CARATTERIZZ. GEOMECCANICA

profondità (m)	litologia	NC _m (t)	C (t)	N _{est. equiv.} (t)	Dr (%)	φ (°)	E (Kg/cm ²)	E _d (Kg/cm ²)	V _s (m/s)	γ (g/cm ³)	K _o (Kg/cm ²)	C _u (Kg/cm ²)	v
0,5	terreno vegetale												
0,8	limo sabbioso	2,01	1,5	3,01	15	27,9	20		91	1,90	0,52		0,35
1,5													
1,8													
2,0													
2,5	sabbia	8,02	1,5	12,03	37	30,6	72		186	1,93	2,53		0,33
3,0													
3,5													
3,6													
4,0		3,13	1,5	4,69	20	28,4	30		114	1,88	0,91		0,34
4,5													
5,0	sabbia limosa con ghiaia sparsa												
5,2													
5,5		7,77	1,5	11,66	36	30,5	70		183	1,93	2,45		0,33
6,0													
6,5		5,51	1,5	8,27	29	29,4	50		153	1,91	1,73		0,34
6,8													
7,0	sabbia	10,28	1,5	15,42	43	31,6	92		211	1,95	3,21		0,32
7,5													
7,6													
8,0	sabbia lim con ghiaia sparsa	7,35	1,5	11,02	35	30,3	66		178	1,92	2,32		0,33
8,2													
8,5		15,04	1,5	22,56	54	33,7	266		257	2,04	4,48		0,31
9,0													
9,4	ghiaia e sabbia												
10,0													
10,5		20,17	1,5	30,26	63	36,0	357		299	2,14	5,65		0,29
11,0													
11,5													
12,0													
12,5													
13,0													
13,5													
14,0													



Geodrill s.a.s.
Dr. Geol. Valeriano Bassani & C.
SERVIZI GEOLOGICI
Via Dante 9/D - Tel 0732/677340
60043 Cerreto d'Esi(AN)
P. IVA 02334920424
E-Mail: a_geodrill@libero.it

Cerreto d'Esi, 16 Settembre 2019

COMMITTENTE: S.A.X.A. srl

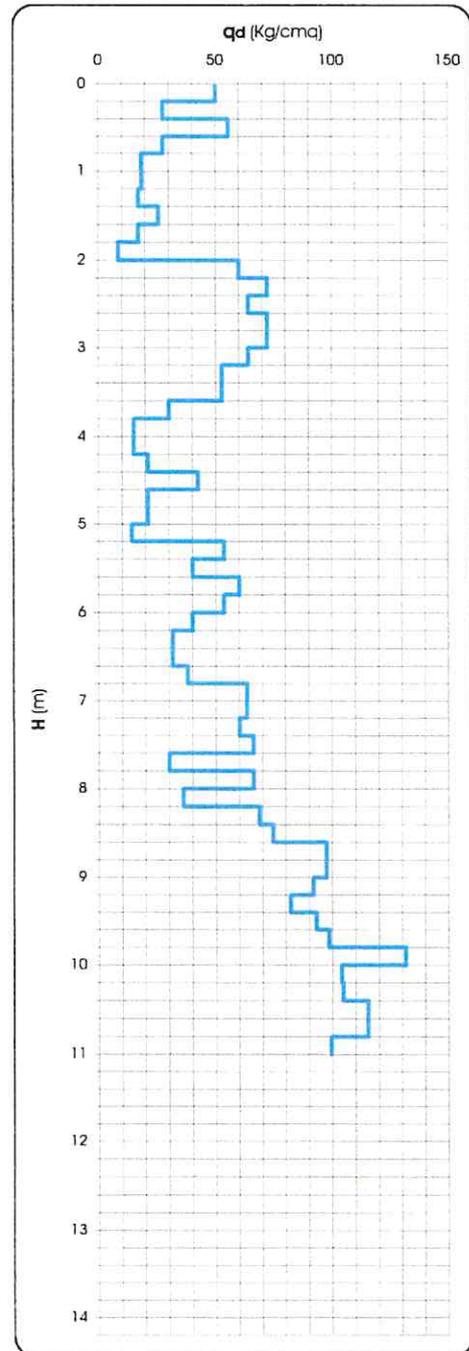
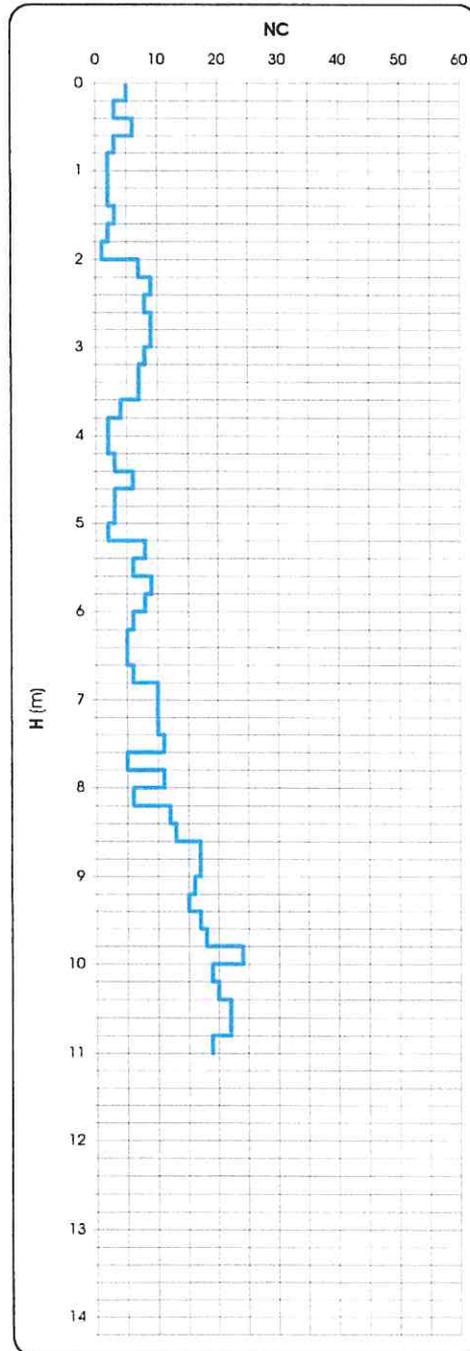
CANTIERE: Via del Cacciatore - San Benedetto del T.

PROVA N.1 del 13/09/19

PROF.: 11,00 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH: RAPPRESENTAZIONE GRAFICA

H (m)	NC	q _d (Kg/cm ²)
0,2	5	50,17
0,4	3	27,79
0,6	6	55,58
0,8	3	27,79
1,0	2	18,53
1,2	2	18,53
1,4	2	17,20
1,6	3	25,80
1,8	2	17,20
2,0	1	8,60
2,2	7	60,21
2,4	9	72,25
2,6	8	64,23
2,8	9	72,25
3,0	9	72,25
3,2	8	64,23
3,4	7	52,69
3,6	7	52,69
3,8	4	30,11
4,0	2	15,05
4,2	2	15,05
4,4	3	21,25
4,6	6	42,50
4,8	3	21,25
5,0	3	21,25
5,2	2	14,17
5,4	8	53,53
5,6	6	40,14
5,8	9	60,22
6,0	8	53,53
6,2	6	40,14
6,4	5	31,69
6,6	5	31,69
6,8	6	38,03
7,0	10	63,39
7,2	10	63,39
7,4	10	60,22
7,6	11	66,24
7,8	5	30,11
8,0	11	66,24
8,2	6	36,13
8,4	12	68,82
8,6	13	74,56
8,8	17	97,50
9,0	17	97,50
9,2	16	91,76
9,4	15	82,12
9,6	17	93,07
9,8	16	98,54
10,0	24	131,39
10,2	19	104,02
10,4	20	104,73
10,6	22	115,21
10,8	22	115,21
11,0	19	99,50
11,2		
11,4		
11,6		
11,8		
12,0		
12,2		
12,4		
12,6		
12,8		
13,0		
13,2		
13,4		
13,6		
13,8		
14,0		
14,2		





Geodrill s.a.s.
 Dr. Geol. Valeriano Bassani & C.
SERVIZI GEOLOGICI
 Via Dante 9/D - Tel. 0732/677340
 60043 Cerreto d'Esi(AN)
 P. IVA: 02334920424
 E-Mail: a_geodrill@tiberio.it

Cerreto d'Esi, 16 Settembre 2019

COMMITTENTE: S.A.X.A. srl
 CANTIERE: Via del Cacciatore - San Benedetto del T.
 PROVA N.1 del 13/09/19

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





Geodril s.a.s.
 Dr. Geol. Valeriano Bassani S.C.
SERVIZI GEOLOGICI
 Via Dante 9/D - Tel. 0732/677340
 60043 Cerreto d'Esis(AN)
 P. IVA: 02934920424
 E-Mail: a_geodril@libero.it

Cerreto d'Esis, 16 Settembre 2019

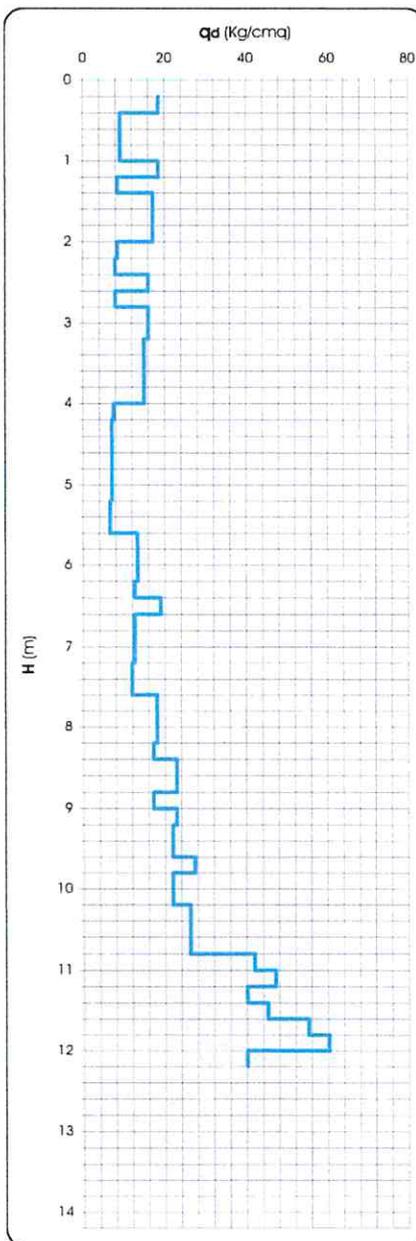
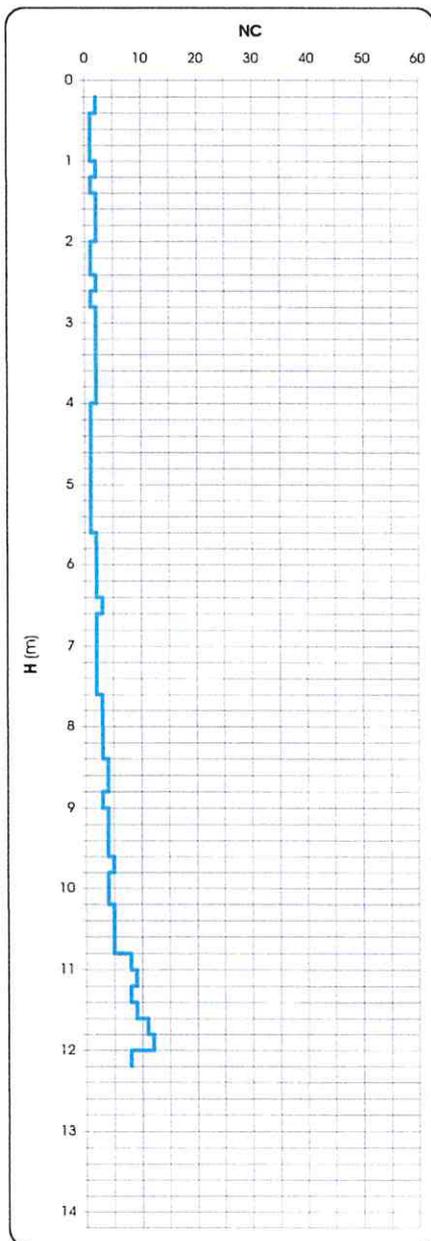
COMMITTENTE: S.A.X.A. srl
 CANTIERE: Via del Cacciatore - San Benedetto del T.

PROVA N.2 del 13/09/19

PROF.: 12,20 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH: RAPPRESENTAZIONE GRAFICA

H (m)	NC	q _d (Kg/cm ²)
0.2		
0.4	2	18.53
0.6	1	9.26
0.8	1	9.26
1.0	1	9.26
1.2	2	18.53
1.4	1	8.60
1.6	2	17.20
1.8	2	17.20
2.0	2	17.20
2.2	1	8.60
2.4	1	8.03
2.6	2	16.06
2.8	1	8.03
3.0	2	16.06
3.2	2	16.06
3.4	2	15.05
3.6	2	15.05
3.8	2	15.05
4.0	2	15.05
4.2	1	7.53
4.4	1	7.08
4.6	1	7.08
4.8	1	7.08
5.0	1	7.08
5.2	1	7.08
5.4	1	6.69
5.6	1	6.69
5.8	2	13.38
6.0	2	13.38
6.2	2	13.38
6.4	2	12.68
6.6	3	19.02
6.8	2	12.68
7.0	2	12.68
7.2	2	12.68
7.4	2	12.04
7.6	2	12.04
7.8	3	18.07
8.0	3	18.07
8.2	3	18.07
8.4	3	17.21
8.6	4	22.94
8.8	4	22.94
9.0	3	17.21
9.2	4	22.94
9.4	4	21.90
9.6	4	21.90
9.8	5	27.37
10.0	4	21.90
10.2	4	21.90
10.4	5	26.18
10.6	5	26.18
10.8	5	26.18
11.0	8	41.89
11.2	9	47.13
11.4	8	40.15
11.6	9	45.17
11.8	11	65.20
12.0	12	60.22
12.2	8	40.15
12.4		
12.6		
12.8		
13.0		
13.2		
13.4		
13.6		
13.8		
14.0		
14.2		





Cerreto d'Esi, 16 Settembre 2019

COMMITTENTE: S.A.X.A. srl

CANTIERE: Via del Cacciatore - San Benedetto del T.

PROVA N.2 del 13/09/19

PROF.: 12,20 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH: PROPOSTA DI ELABORAZ. STRATIGRAFICA E CARATTERIZZ. GEOMECCANICA

profondità (m)	litologia	NC _m (t)	C (t)	N _{est. eqv.} (t)	Dr (%)	φ (°)	E (Kg/cm ²)	E _d (Kg/cm ²)	V _s (m/s)	γ (g/cm ³)	K _o (Kg/cm ²)	C _u (Kg/cm ²)	V
0,2	preforo												
0,5	terreno vegetale												
1,0													
1,5													
2,0													
2,5	liv. H ₂ O	1,73	1,5	2,60				28	84	1,93		0,26	
3,0													
3,5													
4,0													
4,5		1,00	1,5	1,50				17	63	1,93		0,15	
5,0	limo argilloso deb. sabbioso												
5,5													
5,6													
6,0													
6,5		2,11	1,5	3,16				34	93	1,93		0,32	
7,0													
7,5													
7,6													
8,0													
8,5		3,30	1,5	4,95				52	118	1,93		0,50	
9,0													
9,5													
10,0		4,45	1,5	6,68				69	137	1,98		0,67	
10,5													
10,8													
11,0	sabbia e ghiaia	9,25	1,5	13,87	41	31,1	76		200	1,94	2,92		0,33
11,5													
12,0													
12,2													
12,5													
13,0													
13,5													
14,0													



Cerreto d'Esis, 16 Settembre 2019

COMMITENTE: S.A.X.A. srl
 CANTIERE: Via del Cacciatore - San Benedetto del T.
 PROVA N.2 del 13/09/19

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





Cerreto d'Esse il 16 settembre 2019
 Comm.: SAXA s.r.l.
 Cant.: Via del Cacciatore – San Benedetto del Tronto
 Indagine HVSR - N°:1 del: 13/09/2019

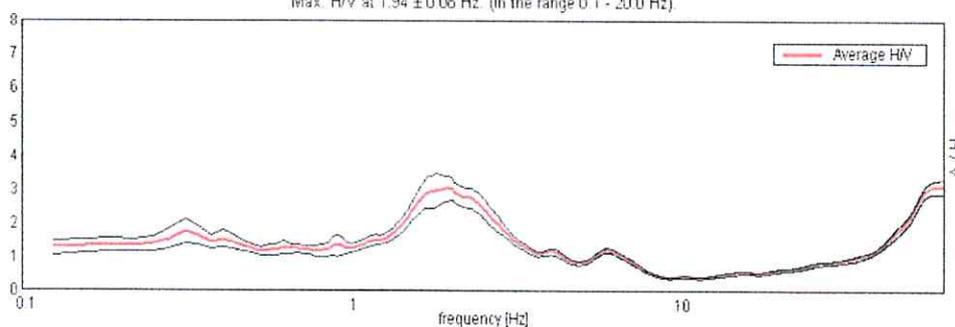
Comm:SAXA s.r.l. - Cant.:Via del Cacciatore – San Benedetto del Tronto (AP)

Cielo	Sereno	Vento	Assente	Precipitazioni	Assenti	Orientamento	0°N
-------	--------	-------	---------	----------------	---------	--------------	-----

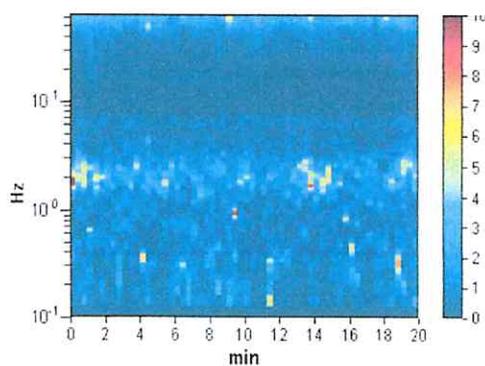
Strumento: TEP-0040/01-09
 Inizio registrazione: 13/09/19 11:40:08 Fine registrazione: 13/09/19 12:00:08
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
 Dato GPS non disponibile
 Durata registrazione: 0h20'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
 Freq. campionamento: 128 Hz
 Lunghezza finestre: 20 s
 Tipo di lisciamento: Triangular window
 Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

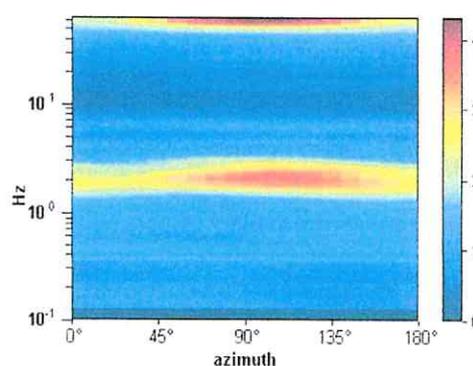
Max. H/V at 1.94 ± 0.08 Hz. (in the range 0.1 - 20.0 Hz)



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

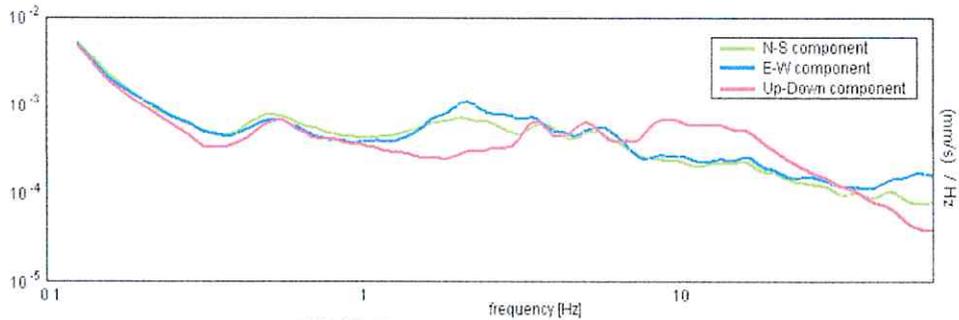


* documento soggetto a diritti di autore (art.2575 e seg. C.C.). Vietata la riproduzione senza il preventivo consenso



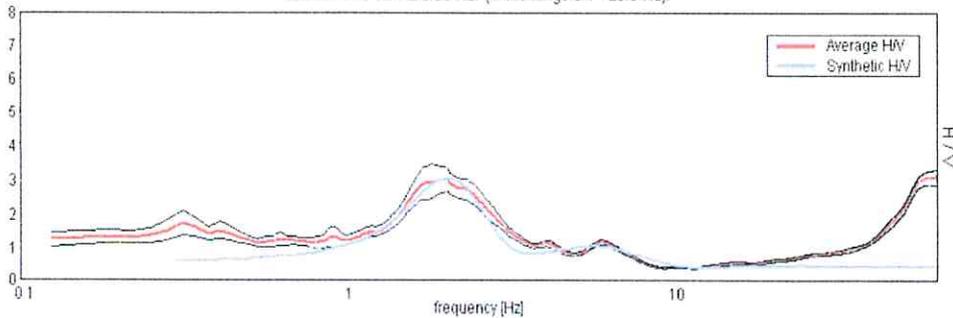
Cerreto d'Esse il 16 settembre 2019
Comm.: SAXA s.r.l.
Cant.: Via del Cacciatore - San Benedetto del Tronto
Indagine HVSR - N°:1 del: 13/09/2019

SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at 1.94 ± 0.08 Hz. (In the range 0.1 - 20.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
9.00	9.00	240	0.49
22.00	13.00	350	0.47
52.00	30.00	400	0.37
inf.	inf.	680	0.35

Per la definizione dell'azione sismica di progetto ai sensi del nuovo D.M.17 gennaio 2018 integrato, la velocità di propagazione delle onde di taglio V_s , è calcolata con la seguente espressione.

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con

h_i spessore dell' i -esimo strato;

$V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;

N numero di strati;

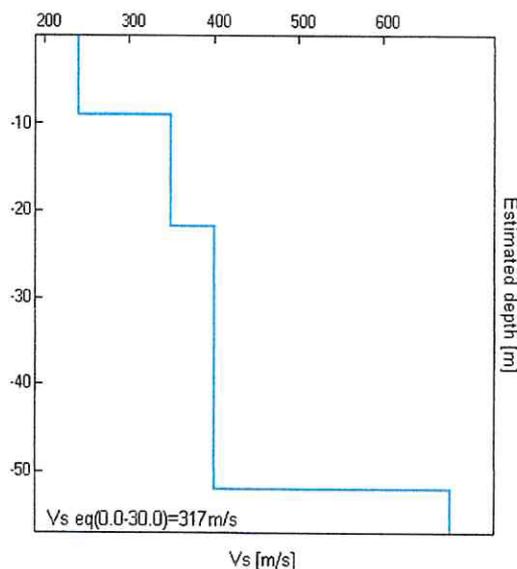
H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

$$V_{s,eq} (0.0-30.0) = 317 \text{ m/s}$$

* documento soggetto a diritti di autore (art.2575 e seg. C.C.). Vietata la riproduzione senza il preventivo consenso



Cerreto d'Esi il 16 settembre 2019
 Comm.: SAXA s.r.l.
 Cant.: Via del Cacciatore – San Benedetto del Tronto
 Indagine HVSR - N°:1 del: 13/09/2019



Categoria	Descrizione
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

NOTA: la categoria di sottosuolo viene stabilita in funzione del valore di V_{eq} calcolato a partire dalla quota del Piano Campagna

Commento sul profilo delle velocità.

L'analisi del profilo delle velocità mostra una successione di terreni caratterizzati da:

sismostrato 1: ha uno spessore complessivo di m.22,00 correlabile ai terreni di copertura.

sismostrato 2: da m. 22,00 caratterizzato da velocità delle onde progressivamente crescenti con la profondità fino ad un valore stimato di Vs pari a m/s 680, valore quest'ultimo, ascrivibile alla formazione in posto.

Frequenza fondamentale di sito e frequenza di risonanza ai fini progettuali

Ogni sito è caratterizzato da una propria frequenza di risonanza fondamentale che può andare da millesimi di Hz a decine di Hz, in particolare in questo caso si è misurata una frequenza massima di picco pari a Hz $1,94 \pm 0,08$.

L'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico standard è invece 0,5 - 10 Hz (corrispondenti alle frequenze principali di strutture approssimativamente da 30 a 1 piano). Essendo dunque l'intervallo di frequenze del sottosuolo più esteso di quello possibile per le strutture, alcune frequenze del sottosuolo possono essere trascurate ai fini della progettazione in zona sismica in quanto non comportano aggravii particolari per le strutture standard. In quest'ottica ad esempio non verranno segnalate le frequenze superiori a 20 Hz. **Nel caso in esame si evidenzia che l'area, sollecitata da input sismico, amplifica le onde di superficie con un fattore ≥ 2 nei range $1,46 \text{ Hz} \leq f \leq 2,78 \text{ Hz}$, con picco a 1,94 Hz.** Poiché la coincidenza di risonanze tra suolo e struttura comporta un aggravio nell'ampiezza dell'input sismico, la condizione ideale è che la frequenza della struttura sia inferiore rispetto a quella del sottosuolo, tuttavia quando questa condizione non può essere rispettata, è raccomandabile che la struttura venga progettata con frequenze proprie principali maggiori almeno il 40% dei valori segnalati per il sottosuolo. Qualora almeno una delle condizioni sopra indicate non possa essere rispettata la categoria di sottosuolo dovrà essere declassata alla categoria E.

* documento soggetto a diritti di autore (artt.2575 e seg. C.C.). Vietata la riproduzione senza il preventivo consenso



Cerreto d'Esse il 16 settembre 2019
 Comm.: SAXA s.r.l.
 Cant.: Via del Cacciatore - San Benedetto del Tronto
 Indagine HVSR - N°:1 del: 13/09/2019

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

Picco H/V a 1.94 ± 0.08 Hz (nell'intervallo 0.1 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	1.94 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	2325.0 > 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 $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 94	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.219 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.125 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.02 > 2	OK	
$f_{\text{picco}} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04128 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.07998 < 0.19375	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3794 < 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
$\sigma_{\log H/V}(f)$	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 $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

* documento soggetto a diritti di autore (art.2575 e seg. C.C.). Vietata la riproduzione senza il preventivo consenso



Cerreto d'Esi il 16 settembre 2019
 Comm.: SAXA s.r.l.
 Cant.: Via del Cacciatore - San Benedetto del Tronto
 Indagine HVSR - N°:1 del: 13/09/2019

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA E UBICAZIONE



* documento soggetto a diritti di autore (artt.2575 e seg. C.C.). Vietata la riproduzione senza il preventivo consenso

