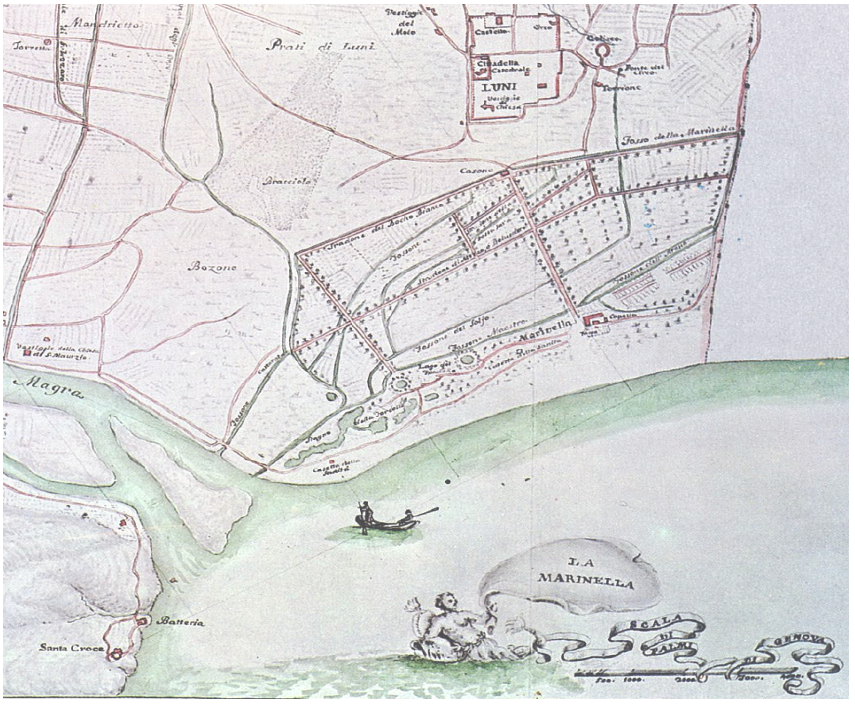
COMUNE DI AMEGLIA
provincia della spezia

PIANO DEGLI ARENILI E DELLA FASCIA COSTIERA

STRUMENTO URBANISTICO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PUBBLICA L.R. 24/87
zone PRG - "D4" e "D5", costa di Fiumaretta e Bocca di Magra



COMUNE DI AMEGLIA
Andrea DE RANIERI
Sindaco
Nicoletta GIANGARE'
Architetto - RESPONSABILE DELL'AREA URBANISTICA

REDAZIONE DEL PIANO
Antonio CHIRICO
prof. Ingegnere
Via P. Toselli 11/11 - 16142 GENOVA
tel. 010 354877 Email: chiriant@unige.it

Doriano LUCCHESINI
Architetto
Via C. Arzelà, 7 -19037 S. STEFANO MAGRA
tel. 0187 630041 Email: apua@studioapua.com

GEOLOGIA
Giovanni RATTI
Doriano CAPUTO
Geologo
Via Ratti, 6A 19030 AMEGLIA
tel. 348.9226718 Email: dorianocaputo@libero.it

aspetti ambientali ed agronomici
Gabriella COZZANI
Dott. Agronomo
Via della Stazione 9bis - VEZZANO LIGURE (SP)
tel. 3337804876 Email: gaya76@virgilio.it

COLLABORAZIONI
Arch. Elisabetta BECAGLI, Michele CONTI, Arch Francesco CONTI, Elisa LOMBARDI, Ing. Elisa TORTI, Ing. Lucia PICASSO

TITOLO ELAB.	**MICROZONAZIONE SISMICA DI 2 LIVELLO**

DATA ELAB.		*REVISIONE* C	*SCALA*

REV.	*DESCRIZIONE*	*DATA*
A		
B		
C	ottemperanza VAS	DIC 17
D		

ELABORATO Nr.

q)01a

STUDIO GEOLOGIA TECNICA
dott. geol. Gabriele PALUMMO

Via Piave, 42 – 19124 La Spezia
Tel/Fax: +39/0187/504444 – Gsm: +39/347/2764138
C.F.: PLMGRL61L16E463P - P.IVA n.: 01008830117
Web: www.geologiatecnica.eu - E-mail: geopal@virgilio.it

Geologia Applicata – Idrogeologia - Geofisica

RELAZIONE SISMICA
(Microzonazione Sismica di 2° livello)

relativa al progetto di:

Piano degli Arenili e della Fascia Costiera

Strumento Urbanistico Attuativo di iniziativa pubblica (L.R. 24/87)
Costa di Fiumaretta

Comune di Ameglia

Provincia della Spezia

Regione Liguria

Committente: Comune di Ameglia (SP)

La Spezia, Dicembre 2017

Il Tecnico:
Dott. geol. Gabriele PALUMMO
Firma: .....

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. GABRIELE PALUMMO
A.P. n. 344
data iscr. 19-09-96

Rif.n. 333/17

INDICE

1.0 – PREMESSA…….. p. 3

2.0 – ASPETTI GEOMORFOLOGICI, IDROGEOLOGICI E GEOLOGICI (sintesi)…….. p. 3

3.0 – ASPETTI SISMICI (sintesi)…….. p. 4

4.0 – LA MICROZONAZIONE SISMICA DI 2°LIVELLO…… …… p. 5

4.1 – Zone stabili suscettibili di amplificazione……..... p. 5

4.2 – Zone suscettibili di instabilità per fenomeni di liquefazione……..... p. 5

4.3 – Carta delle Indagini……..... p. 6

4.4 – Carta di Microzonazione Sismica……..... p. 6

4.5 – Amplificazione litostratigrafica……..... p. 6

4.6 – Amplificazione topografica…..……..... p. 7

4.7 – Riscchio liquefazione……..... p. 7

5.0 – DATI DI INGRESSO……..…… p. 8

5.1 – Indagini HVSR……..... p. 9

6.0 – LA CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA DI 2°LIVE LLO…….…… p. 12

7.0 – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE……...……..…… p. 13

ALLEGATI

Prove penetrometriche pregresse……...……..…… p. 15

Prove HVSR……...……..…… p. ---

Carta delle Indagini (scala 1:2.000)……..……...……..…… p. ---

Carta di Microzonazione sismica 2°livello (scala 1 :2.000)…….……..…… p. ---

Sezioni stratigrafiche interpretative rappresentative……..……..…… p. ---

1.0 – PREMESSA

In seguito ad incarico del Comune di Ameglia (SP), è stata redatta una Relazione Sismica sullo studio di Microzonazione Sismica di 2° livello effettuato sui terreni compresi nella costa di Fiumaretta interessati dal Piano degli Arenili e della Fascia Costiera – Strumento Urbanistico Attuativo di iniziativa pubblica ai sensi della L.R. 24/87 zone PRG "D4" e "D5" costa di Fiumaretta e Bocca di Magra, come richiesto dal parere della Regione Liguria (D.G.R. n. 930 del 07.10.2016) riguardante gli aspetti sismici ad integrazione della documentazione prodotta nell'ambito degli elaborati S.U.A.

Infatti, per quanto attiene agli aspetti connessi con la sismicità dell'area si richiama l'obbligo, ai sensi di quanto disposto dalla D.G.R. 471/2010 e come meglio specificato nella successiva D.G.R. 714/2011, che lo S.U.A. sia dotato di studio di Microzonazione Sismica di 2° livello, in quanto riguardante un'est ensione territoriale superiore a 5 ha e ricadente in un Comune a classificazione sismica 3 (D.G.R. 1362/2010).

A questo proposito è stato effettuato il presente studio di Microzonazione Sismica di 2° livello, in cui vengono forniti in prima appr ossimazione elementi di tipo quantitativo all'analisi dell'amplificazione sismica locale, fermo restando l'obbligo di esclusivo riferimento ai criteri di calcolo definiti dalle Norme Tecniche vigenti ai fini della successiva progettazione strutturale delle opere.

2.0 – ASPETTI GEOMORFOLOGICI, IDROGEOLOGICI E GEOLOGICI (sintesi)

Dal punto di vista geomorfologico e litologico, l'area oggetto di studio si può suddividere in due zone distinte:

La spiaggia attuale (depositi di spiaggia attuali), stretta fascia sabbiosa che si estende dalla foce del fiume Magra verso Fiumaretta e la foce del torrente Parmignola e la piana alluvionale (depositi alluvionali recenti), con aree depresse, che estende alle spalle delle strutture balneari.

La falda si riscontra a profondità variabili tra 0.5 e 2.5 m circa.

Il litorale, dalla foce del Fiume Magra sino al confine di Marinella, si caratterizza per una struttura deposizionale costituita prevalentemente da un'alternanza irregolare di materiale incoerente piuttosto fine, quali sabbie e limi con intercalati corpi ghiaiosi fini e livelli argillosi.

Infatti, sono presenti sabbie da medie a fini a tratti limose, talora localmente anche debolmente ghiaiose, da sciolte a poco addensate in superficie che divengono mediamente addensate in profondità.

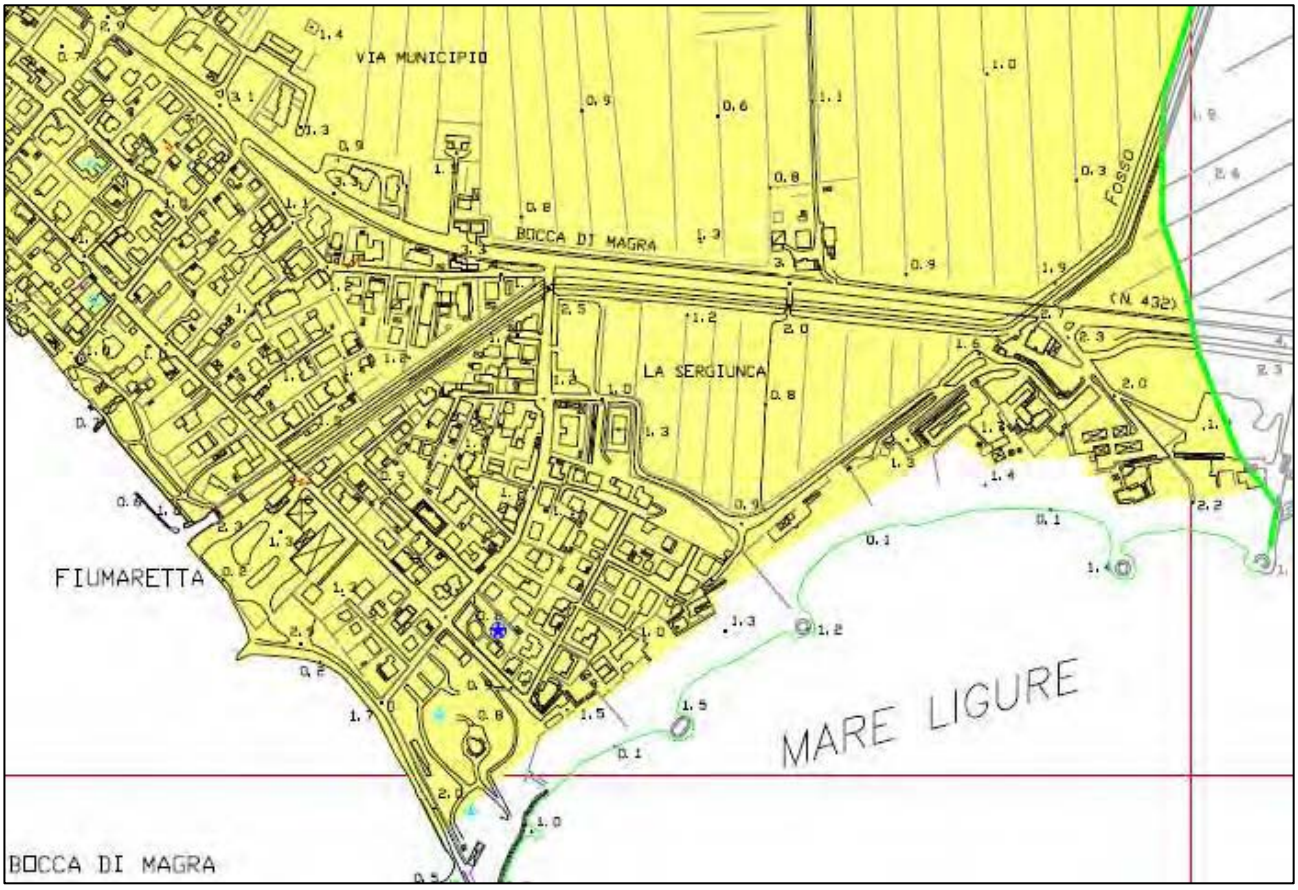
In prossimità del corso del torrente Parmignola si incontrano più frequentemente livelli e lenti ghiaiose intercalate a varie quote entro le sabbie.

3.0 – ASPETTI SISMICI (sintesi)

Nella "*Zonazione sismogenetica ZS9*" l'area in esame ricade nella zona 916 caratterizzata da una medio bassa sismicità (M=6.14).

Il Comune di Ameglia, ai sensi della D.G.R. n. 216/2017 è classificato in zona 3, contraddistinta da un valore di a_g=0.15g.

Nello studio di Microzonazione Sismica di 1° livello, redatto dal sottoscritto per il Comune di Ameglia nel 2014 al fine di adeguare dal punto di vista sismico il P.U.C. non ancora adottato, l'area è stata collocata nella Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica in Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali – Zona 4 (rappresentata dai depositi della pianura alluvionale, depositi ghiaiosi, sabbiosi e limosi soggetti ad evoluzione dai processi fluviali di spessore >10 metri poggianti su di un substrato lapideo con velocità media di propagazione delle onde S>800 m/s).



Stralcio Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (da G.Palummo, 2014)

4.0 - MICROZONAZIONE SISMICA DI 2° LIVELLO

Il livello 2 introduce l'elemento quantitativo associato alle zone omogenee, utilizzando allo scopo ulteriori e mirate indagini ove necessario, e definisce la Carta di Microzonazione Sismica.

Nella pianificazione territoriale gli studi di MS vengono condotti su quelle aree per le quali le condizioni normative consentono o prevedono l'uso a scopo edificatorio o per infrastrutture, o la loro potenziale trasformazione a tali fini, o prevedono l'uso ai fini di protezione civile.

Il livello 2 si pone due obiettivi da raggiungere:

- compensare alcune incertezze del livello 1 con approfondimenti conoscitivi;
- fornire quantificazioni numeriche, con metodi semplificati (abachi e leggi empiriche), della modificazione locale del moto sismico in superficie (zone stabili suscettibili di amplificazioni locali) e dei fenomeni di deformazione permanente (zone suscettibili di instabilità).

Il risultato di questo livello è la Carta di Microzonazione Sismica ottenuta associando una quantificazione numerica degli effetti, con metodi semplificati, alle zone o a parti di esse, della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica del livello 1.

4.1 - Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

Le amplificazioni sono quantificate per mezzo di abachi che definiscono i fattori di amplificazione degli spettri elastici in superficie, associati alle singole situazioni litostratigrafiche.

L'impiego degli abachi semplificati deve essere preso in considerazione dopo un'attenta valutazione della congruità del modello semplificato adottato per l'uso degli abachi con l'effettivo assetto geologico, geotecnico e geofisico del sito (in generale sottosuolo assimilabile ad una successione di strati approssimativamente piano paralleli con modeste irregolarità morfologiche).

4.2 - Zone suscettibili di instabilità per fenomeni di liquefazione

La liquefazione è un fenomeno che interessa i depositi sabbiosi saturi per effetto di un rapido e significativo aumento della pressione interstiziale.

In tali condizioni i terreni sabbiosi non cementati attingono valori nulli o estremamente modesti della resistenza al taglio trasformandosi di fatto in un liquido pesante.

Per condurre a liquefazione un terreno suscettibile alla liquefazione è necessaria l'occorrenza di un forte sisma; in termini di accelerazione di picco su roccia (a_g) i fenomeni di liquefazione completa si hanno solitamente per terremoti con a_g>0.15.

Nel caso di terreno pianeggiante gli effetti in superficie sono trascurabili se lo spessore dello strato più superficiale non liquefacibile è maggiore dello spessore dello strato sottostante liquefacibile.

Anche per il fenomeno della liquefazione a seguito di evento sismico vengono utilizzati metodi semplificati (comunque le condizioni di sicurezza devono essere verificate a seguito di indagini puntuali effettuate con approfondimento di livello 3).

4.3 - Carta delle Indagini

Nella carta vengono rappresentate, oltre alle indagini preesistenti, anche le prove realizzate ex novo (vedi allegata Carta delle Indagini).

4.4 - Carta di Microzonazione Sismica

La carta riporta i risultati delle analisi per la quantificazione numerica degli effetti di amplificazione o di instabilità nelle zone la cui geometria è stata riportata nella Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica del livello 1 (in base alle analisi effettuate sarà possibile che la geometria delle suddette zone possa essere modificata).

La Carta è costruita sulla base dei valori numerici di amplificazione ottenuti per ciascuna zona attraverso l'uso degli abachi (FA e FV) ed eventualmente sulla base dei valori numerici attribuiti con le metodologie semplificate per le zone suscettibili di instabilità per fenomeni di liquefazione.

Nel campo carta e nella relativa legenda esplicativa sono rappresentate:
- Zone stabili suscettibili di amplificazione, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto della situazione litostratigrafica e morfologica locale; le zone di questa categoria sono caratterizzate numericamente dai valori di FA e FV, dedotti dagli abachi (colore dal giallo al rosso corrispondente a valori di FA sempre più elevati).

- Zone suscettibili di instabilità, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio.

- Effetti deformativi per liquefazione, in queste zone di colore verde sono contraddistinte dalla sigla LI_n con n parametro quantitativo della zona risultato delle analisi semplificate.

4.5 - Amplificazioni litostratigrafiche

La procedura con l'utilizzo degli abachi fornisce una stima della risposta sismica locale in termini di fattori di amplificazione.

L'utilizzo degli abachi è raccomandato per un assetto geologico e geotecnico assimilabile a un modello fisico monodimensionale, cioè a strati piani, orizzontali, paralleli, continui, di estensione infinita, omogenei a comportamento viscoelastico.

Ogni strato è caratterizzato da uno spessore h, dalla densità ρ, dal modulo di taglio iniziale G_0 e da curve di decadimento del rapporto di smorzamento D. Questi strati giacciono sul basamento sismico (bedrock).

I risultati degli abachi sono costituiti da 2 fattori di amplificazione:

- FA a basso periodo (determinato intorno al periodo proprio per il quale si ha il massimo della risposta in accelerazione);
- FV a periodo proprio (per il quale si ha la massima risposta in pseudovelocità).

4.6 – Amplificazione topografica

Gli effetti topografici possono essere trascurati per pendii con inclinazione media inferiore a 15°, devono essere calcolati solo nel caso di configurazioni geometriche bidimensionali e tridimensionali (cocuzzolo, cresta, dorsale allungata) di altezza (H) superiore a 30 m.

4.7 - Rischio di liquefazione

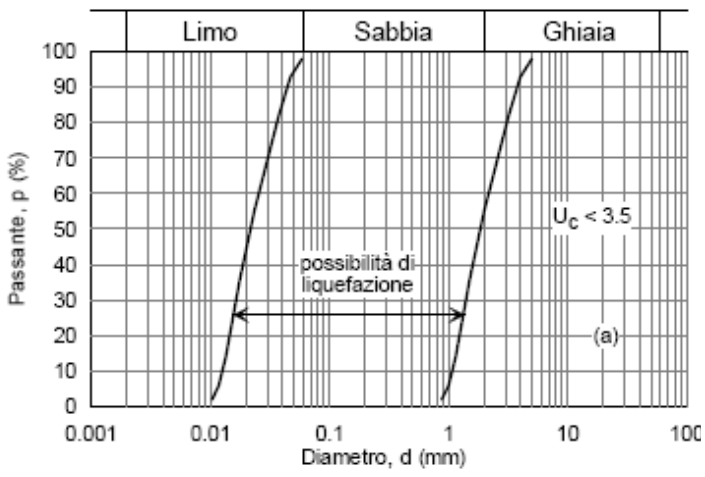
La liquefazione, secondo la definizione riportata nell'Eurocodice EU8 e nelle NTC 2008, è la riduzione di resistenza al taglio e/o di rigidezza causata durante il moto sismico dall'aumento delle pressioni interstiziali in terreni saturi non coesivi, tale da provocare deformazioni permanenti significative o persino da indurre nel terreno una condizione di sforzi efficaci quasi nulla.

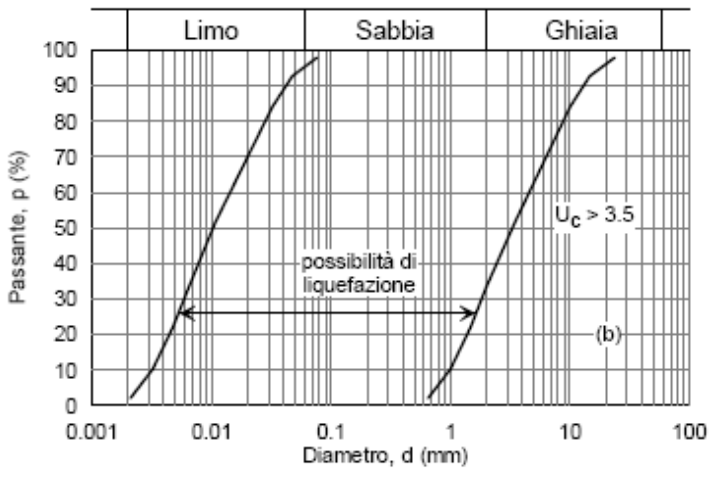
Il rischio insito a eventuali processi di liquefazione è legato a eventi sismici di magnitudo superiore a M>5 e ad accelerazioni massime attese al piano campagna, in assenza di manufatti (condizioni di campo libero), superiori di ag>0.1*g*.

La liquefazione, nei casi documentati in letteratura, si è verificata solo in sabbie relativamente sciolte, caratterizzate da valori della densità relativa Dr<75%.

Il fenomeno non appare probabile in terreni con valori superiori della densità relativa, e soprattutto quando le sabbie includono ghiaie o ciottoli; in quest'ultimo caso solo se il deposito ghiaioso è compreso tra terreni poco permeabili, indipendentemente dalla sua capacità drenante, può essere soggetto al fenomeno della liquefazione.

Nei terreni a grana fine (limi ed argilla), sebbene caratterizzati da bassi valori della permeabilità, la possibilità che si possa verificare il fenomeno è molto ridotta o addirittura nulla, grazie all'influenza determinante dei legami interparticellari, ovvero della coesione.





La composizione granulometrica dei terreni all'interno dei quali è possibile il fenomeno della liquefazione è riportato in Figura (Distribuzione granulometrica critica di terreni soggetti a liquefazione sia nel caso di terreni con coefficiente di uniformità UC<3.5 sia nel caso di terreni con coefficiente di uniformità UC>3.5)

Secondo l'Eurocodice 8 la liquefazione può verificarsi in terreni di fondazione composti da estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limoso-argillosa e falda al piano campagna; inoltre la norma, in presenza di un contenuto di ghiaia, non esclude il verificarsi del fenomeno; da osservazioni in sito si è anche visto che la resistenza alla liquefazione aumenta con la profondità.

In particolare, la liquefazione si è verificata in depositi sabbiosi saturi fino ad una profondità di circa 15-20 m per pressioni litostatiche inferiori a 200 kPa.

Nella zona oggetto di indagine, sulla base dei dati disponibili, il rischio alla liquefazione risulta basso, anche per la mancanza di registrazioni in continuo della falda idrica che attestino le reali fluttuazioni del livello piezometrico e, quindi, la reale pericolosità del fenomeno della liquefazione.

E' comunque insito che, per nuovi interventi edilizi ed infrastrutturali, la relazione geologica e sismica contenga la verifica del rischio al fenomeno della liquefazione e in caso del risconto di un rischio non trascurabile, siano previste tutte le opere fondazionali e ogni intervento di miglioramento dei terreni necessari per la mitigazione del problema.

5.0 - DATI DI INGRESSO

I dati di ingresso per l'utilizzo degli abachi di riferimento per gli effetti litostratigrafici comprendono:
- la macrozona di pericolosità sismica alla quale il sito appartiene;
- la litologia prevalente nei terreni copertura;
- la profondità del basamento sismico, ovvero la profondità dove si raggiungono velocità delle onde S superiori a 800 m/s (in pratica lo spessore dei terreni di copertura H);
- l'andamento della velocità delle onde di taglio con la profondità e la velocità media V_{sH} delle onde S nei terreni di copertura fino al basamento sismico (cioè la V_{sH} media dei terreni di copertura).

A tale scopo sono stati utilizzati alcuni dati pregressi di natura geologica, geotecnica e geofisica disponibili (comprendenti prove penetrometriche dinamiche DPSH e DPM) ed una serie di nuove indagini sismiche (microtremori HVSR – vedi Allegati) che hanno permesso l'utilizzo degli abachi; l'ubicazione di tutte le indagini considerate (nuove e pregresse) è riportata nella Carta delle Indagini (vedi allegati).

5.1 – Indagine HVSR

La tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) consiste nel misurare direttamente, sfruttando il rumore di fondo ambientale (microtremori), le frequenze di risonanza dei terreni costituenti il sottosuolo, allo scopo di stimare gli effetti di sito e la vulnerabilità sismica dell'opera.

Per rumore ambientale di fondo s'intende l'insieme delle vibrazioni che si propagano nel terreno dovute sia a fenomeni naturali, moto ondoso, perturbazioni atmosferiche, ecc., sia all'azione antropica, traffico veicolare, macchinari, ecc..

Si è riconosciuto che i microtremori tendono a eccitare le frequenze naturali di oscillazione dei terreni, permettendone l'individuazione.

In pratica ciò che viene misurato sono, in certo intervallo di frequenze, solitamente 0.1-100 Hz, le velocità dei microtremori lungo il piano orizzontale e verticale (H e V) e il rapporto fra le due componenti (H/V).

I valori di massimo locale (picchi positivi) di H/V ai quali corrispondono minimi locali di V individuano le frequenze di risonanza degli strati di terreno lungo la verticale di misura.

Più elevato è il valore del rapporto H/V maggiore è il contrasto di impedenza sismica e quindi la variazione di velocità delle onde S fra livelli stratigrafici contigui.

La tecnica HVSR richiede l'utilizzo di un velocimetro triassiale, cioè di un sismometro a stazione singola in grado di registrare i microtremori lungo le due direzioni orizzontali (X, Y) e lungo quella verticale (Z), in un ampio intervallo di frequenze (0.1-100 Hz) e per una durata sufficientemente lunga (mediamente 10-20 minuti).

Il moto indotto nel terreno viene misurato in termini di velocità attraverso tre velocimetri, uno per ogni direzione di misura (X, Y e Z), secondo il passo di campionamento impostato dall'operatore.

Le misure registrate vengono poi elaborate e restituite graficamente in forma di spettri H/V (rapporto H/V in funzione della frequenza, dove H è la media delle misure lungo X e Y) e spettri V (componente verticale del moto in funzione della frequenza).

Attraverso la tecnica HVSR è possibile:

- valutare in maniera quantitativa gli effetti di sito (risposta sismica locale e suscettibilità alla liquefazione del terreno);
- ricavare il profilo delle velocità delle onde S con la profondità e calcolare il parametro V_{s30};
- analizzare la vulnerabilità sismica degli edifici, esistenti o in progetto.

Tabella di riferimento delle velocità di propagazione delle onde sismiche nei terreni utilizzata

Litologia	V_p (m/s)	V_s (m/s)
Argille sature	1500	100-250
Sabbie fini e medie	300-500	120-200
Sabbie dense	400-600	200-400
Ghiaie	500-750	300-600

Risultati delle indagini HVSR

HVSR_1	Strato	Spessore (m)	Profondità (m)	V_s (m/s)	Litologia
	1	0.4	0.4	60	Argille sature
	2	60.0	60.4	150	Sabbie fini e medie
	3	-	>60.4	450	Ghiaie

HVSR_1	V_{s30} (m/s)	Categoria	Frequenza (f_0)	Spessore copertura (H) (m)	V_{sH} (m/s)
	147	D	0.82	135	235

Strato	Litologia prevalente	Spessore (m)	FA	FV
3	Ghiaie e argille	74.6	1.25/1.56=1.40	2.14/2.16=2.15

HVSR_2	Strato	Spessore (m)	Profondità (m)	V_s (m/s)	Litologia
	1	0.4	0.4	70	Argille sature
	2	75.0	75.4	184	Sabbie fini e medie
	3	-	>75.4	520	Ghiaie

HVSR_2	V_{s30} (m/s)	Categoria	Frequenza (f_0)	Spessore copertura (H) (m)	V_{sH} (m/s)
	180.09	C	0.83	129	249

Strato	Litologia prevalente	Spessore (m)	FA	FV
2	Sabbie e ghiaie	75.0	1.10/1.25=1.17	2.05/2.14=2.09

HVSR_3	Strato	Spessore (m)	Profondità (m)	V_s (m/s)	Litologia
	1	0.5	0.5	65	Argille sature
	2	55.0	55.5	155	Sabbie fini e medie
	3	-	>55.5	429	Ghiaie

HVSR_3	V_{s30} (m/s)	Categoria	Frequenza (f_0)	Spessore copertura (H) (m)	V_{sH} (m/s)
	151.5	D	0.91	120	233

Strato	Litologia prevalente	Spessore (m)	FA	FV
3	Ghiaie e argille	64.5	1.37/1.66=1.51	2.19/2.29=2.24

HVSR_4	Strato	Spessore (m)	Profondità (m)	V_s (m/s)	Litologia
	1	0.2	0.2	65	Argille sature
	2	59.0	59.2	160	Sabbie fini e medie
	3	-	>59.2	444	Ghiaie

HVSR_4	V_{s30} (m/s)	Categoria	Frequenza (f_0)	Spessore copertura (H) (m)	V_{sH} (m/s)
	158.46	D	0.93	112	228

Strato	Litologia prevalente	Spessore (m)	FA	FV
2	Sabbie e ghiaie	59.0	1.10/1.37=1.23	2.05/2.19=2.12

HVSR_5	Strato	Spessore (m)	Profondità (m)	V_s (m/s)	Litologia
	1	0.5	0.5	70	Argille sature
	2	4.0	4.5	178	Sabbie fini e medie
	3	108.0	112.5	335	Sabbie dense
	4	-	>112.5	1000	Substrato

HVSR_5	V_{s30} (m/s)	Categoria	Frequenza (f_0)	Spessore copertura (H) (m)	V_{sH} (m/s)
	283.73	C	0.93	112	315

Strato	Litologia prevalente	Spessore (m)	FA	FV
2	Sabbie e argille	108.0	1.04/1.42=1.23	1.82/1.89=1.85

HVSR_6	Strato	Spessore (m)	Profondità (m)	V_s (m/s)	Litologia
	1	0.5	0.5	67	Argille sature
	2	64.5	65.0	187	Sabbie fini e medie
	3	-	>65.0	540	Ghiaie

HVSR_6	V_{s30} (m/s)	Categoria	Frequenza (f_0)	Spessore copertura (H) (m)	V_{sH} (m/s)
	181.58	C	0.96	104	244

Strato	Litologia prevalente	Spessore (m)	FA	FV
2	Sabbie e ghiaie	65.0	1.10/1.37=1.23	2.05/2.19=2.12



Ubicazione prove HVSR

Per calcolare i Fattori di Amplificazione (FA) richiesti nell'analisi semplificata devono essere definiti (da indagini geotecniche e geofisiche pregresse o nuove) gli spessori dei depositi di copertura, la profondità del bedrock (H) e la velocità equivalente delle onde di taglio per lo spessore considerato (Vs_H e Vs_{30}) del deposito di copertura, secondo le formule di seguito riportate:

$$Vs_{MEDIA} = \frac{H}{\sum \frac{h_i}{Vs_i}}$$

dove
H = spessore totale (in metri) dei terreni di copertura o profondità del bedrock
h_i = spessore (in metri) dello strato i-esimo (fino al bedrock)
Vs_i = velocità (in m/s) dello strato i-esimo (fino al bedrock)

$$Vs_{30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{Vs_i}}$$

dove
h_i = spessore (in metri) dello strato i-esimo (fino alla profondità di 30 m)
Vs_i = velocità (in m/s) dello strato i-esimo (fino alla profondità di 30 m)

6.0 - CARTA DELLE MICROZONE SISMICHE (LIVELLO 2)

L'analisi incrociata delle amplificazioni con l'andamento della stratigrafia del sottosuolo e della velocità delle onde di taglio con la profondità ha permesso di definire la Carta delle Microzone Sismiche (vedi allegati) in cui sono state distinte tre zone:

- la porzione Nord-Ovest (La Sergiunca), in cui il bedrock sismico è situato presumibilmente a quote superiori a 112.0 m dal p.c., con FA=1.23 e FV=2.03 e V_{s30}=207.92 m/s (categoria sismica C) (rivestono un ruolo più marcato i riflettori sismici rappresentati dagli spessi strati di sabbie recenti che si trovano da oltre 0.5 m dal p. c. fino al substrato profondo; tali riflettori sismici sono i principali responsabili delle amplificazioni locali);

- il settore Nord-Est (Le Tamerici), in cui il bedrock sismico è situato presumibilmente a quote superiori a 132.0 m dal p.c., con FA=1.28 e FV=2.12 e V_{s30}=163.57 m/s (categoria sismica D) (rivestono un ruolo più marcato i riflettori sismici rappresentati dagli spessi strati di ghiaie antiche che si trovano da oltre 60.0 m dal p. c. fino al substrato profondo; tali riflettori sismici sono i principali responsabili delle amplificazioni locali);

- il settore Sud (La Spiaggia), in cui il bedrock sismico è situato presumibilmente a quote superiori a 120.0 m dal p.c., con FA=1.51 e FV=2.24 e V_{s30}=151.50 m/s (categoria sismica D) (rivestono un ruolo più marcato i riflettori sismici rappresentati dagli spessi strati

di ghiaie antiche che si trovano da oltre 55.0 m dal p. c. fino al substrato profondo; tali riflettori sismici sono i principali responsabili delle amplificazioni locali).

7.0 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La microzonazione sismica di 2° livello è stata fin alizzata a verificare le condizioni di amplificazione locale del rischio sismico del territorio compreso nel Piano degli Arenili e della Fascia Costiera – Strumento Urbanistico Attuativo di iniziativa pubblica (S.U.A.).

L'intero territorio del comune di Ameglia mostra una media sismicità caratterizzata da una magnitudo momento massima pari a M=6.14.

Nel territorio studiato, in relazione all'assetto altimetrico e alla morfologia pianeggiante, non sono presenti dissesti morfologici e non sono inoltre possibili fenomeni di amplificazione locale dovuti all'assetto topografico.

In relazione alla presenza di litologie fini prevalenti, non è invece possibile escludere sullo stesso territorio il rischio di amplificazione sismica al suolo.

Le indagini svolte sono state così orientate a determinare le caratteristiche geotecniche e sismiche dei terreni presenti sul territorio, con particolare attenzione alle aree che prevedono ampliamenti o nuove urbanizzazioni.

In particolare, per le varie zone stratigraficamente omogenee riscontrate sul territorio, sono stati determinati i fattori di amplificazione mediante la procedura semplificata utilizzando gli abachi (Gruppo di lavoro MS, 2008. Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica) per il tipo di terreno prevalente a maggiore spessore, il profilo di velocità lineare con pendenza intermedia e la $a_g(g) = 0.18g$.

I risultati dello studio hanno permesso di accertare che in tutta la zona le accelerazioni e le velocità impresse dal sisma di riferimento vengono amplificate verso la superficie per effetto della struttura stratigrafica del sottosuolo (occorre evidenziare che l'accelerazione sismica determina una riduzione della capacità portante delle fondazioni e il possibile verificarsi di cedimenti, anche differenziali).

Alla luce di tali considerazioni si ritiene opportuno prevedere specifici approfondimenti in fase di progettazione, come previsto dal D.M. 14/01/2008, mirati a definire puntualmente le caratteristiche geotecniche e sismiche del sottosuolo, il rischio di liquefazione e l'amplificazione al suolo attesa.

Tali studi permetteranno di determinare il comportamento in condizioni sismiche e post-sismiche del complesso fondazione-terreno, per un corretto dimensionamento delle stesse fondazioni e per conoscere le frequenze critiche locali al fine di orientare la progettazione strutturale.

Per quanto riguarda il potenziale di liquefazione, lo studio effettuato pur confermando la presenza di terreni caratterizzati da strati potenti di sabbie sotto falda (la saturazione è una condizione essenziale per il verificarsi dei fenomeni di liquefazione), a causa della ridotta serie di misure, non consente di accertare il verificarsi delle condizioni predisponenti il fenomeno della liquefazione, che dovrà essere oggetto di ulteriori indagini (occorre evidenziare che il presente studio è stato effettuato sui dati disponibili per il territorio in esame e con le procedure semplificate per i fattori di amplificazione).

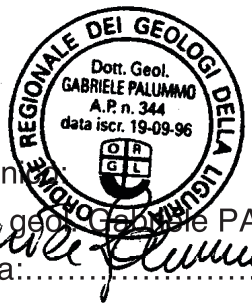
In particolare si fa presente che:

- i dati stratigrafici, utilizzati anche per la costruzione delle sezioni geologiche, derivano principalmente da prove penetrometriche, spinte a scarsa profondità (max 15 m dal p.c.) e da prove geofisiche di tipo indiretto;
- l'attribuzione dei parametri geofisici alle unità stratigrafiche del sottosuolo e la determinazione della profondità del bedrock sono state effettuate sulla base delle nuove indagini geofisiche di microtremore (metodo di Nakamura);

quindi, i risultati della modellazione effettuata, che sono evidentemente condizionati dalla qualità delle informazioni stratigrafiche e sulle caratteristiche geotecniche e sismiche, non devono essere considerati come valori assoluti ma solo come indicatori della possibilità che si manifestino fenomeni di amplificazione sismica.

Occorre quindi che per ogni singolo intervento edilizio previsto dallo S.U.A. siano effettuate indagini geognostiche e sismiche per specifiche valutazioni del rischio di amplificazione sismica.

La Spezia, Dicembre 2017



Il tecnico:
Dott. geol. Gabriele PALUMMO
Firma:.....

ALLEGATI - Prove pregresse

Prova DPSH n. 1 (coordinate WGS84 Lat:44.052067 Long:9.9901825)

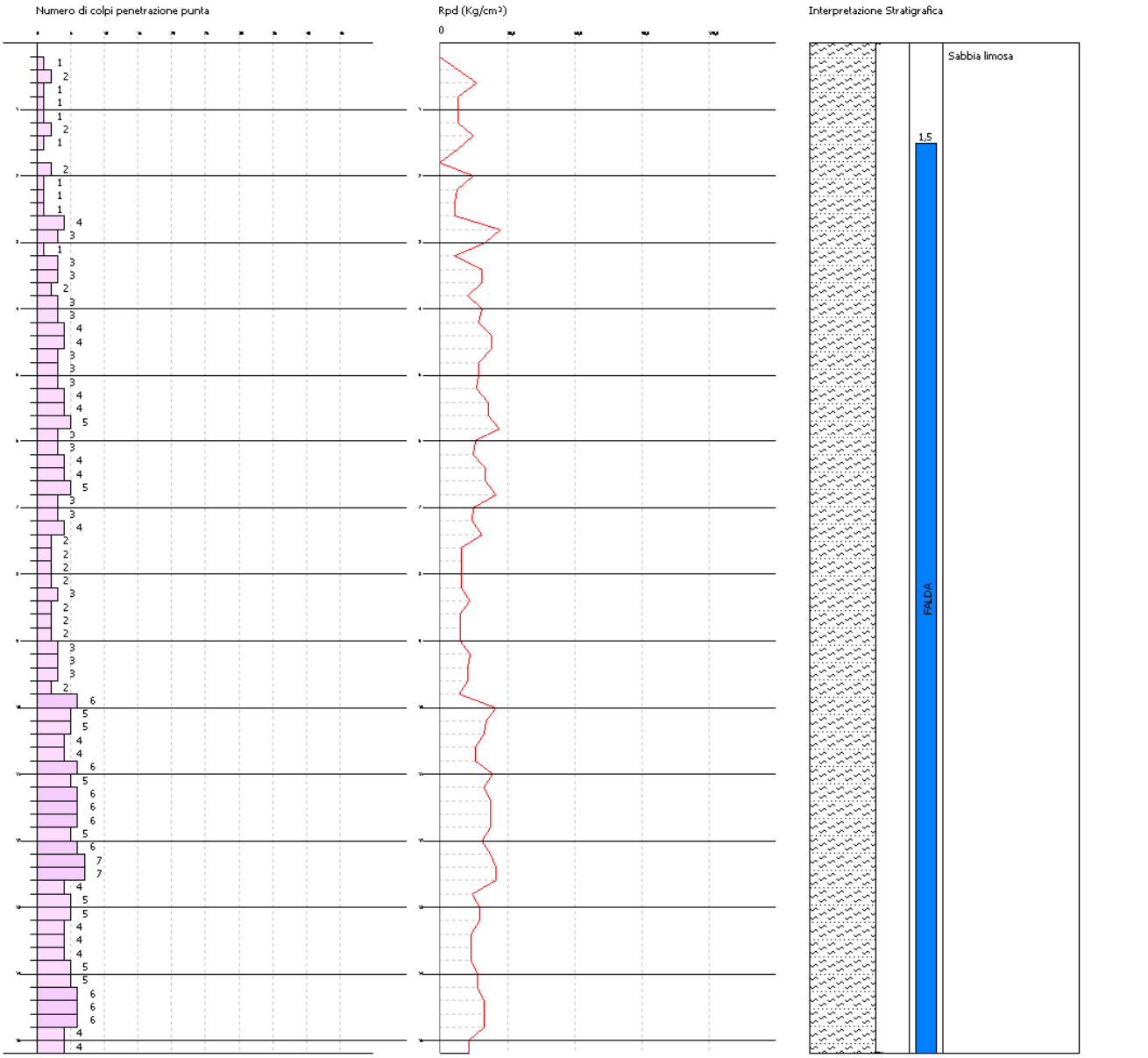
GEO DA.TI. IMPRESA SRL
Via XXV Aprile 16 - Ameglia (SP)
www.geodati.eu - info@geodati.eu

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Dido - Nespolo
Cantiere: Via Baban - Fiumaretta
Località: Ameglia

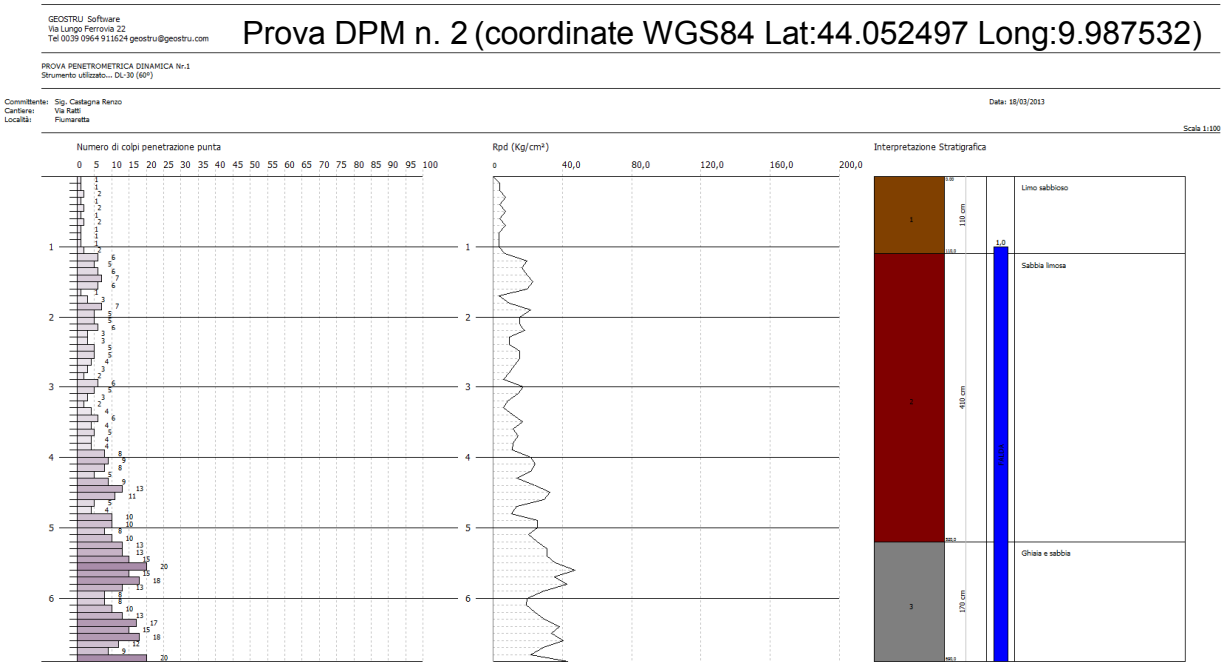
Data: 29/07/2010

Scala 1:100



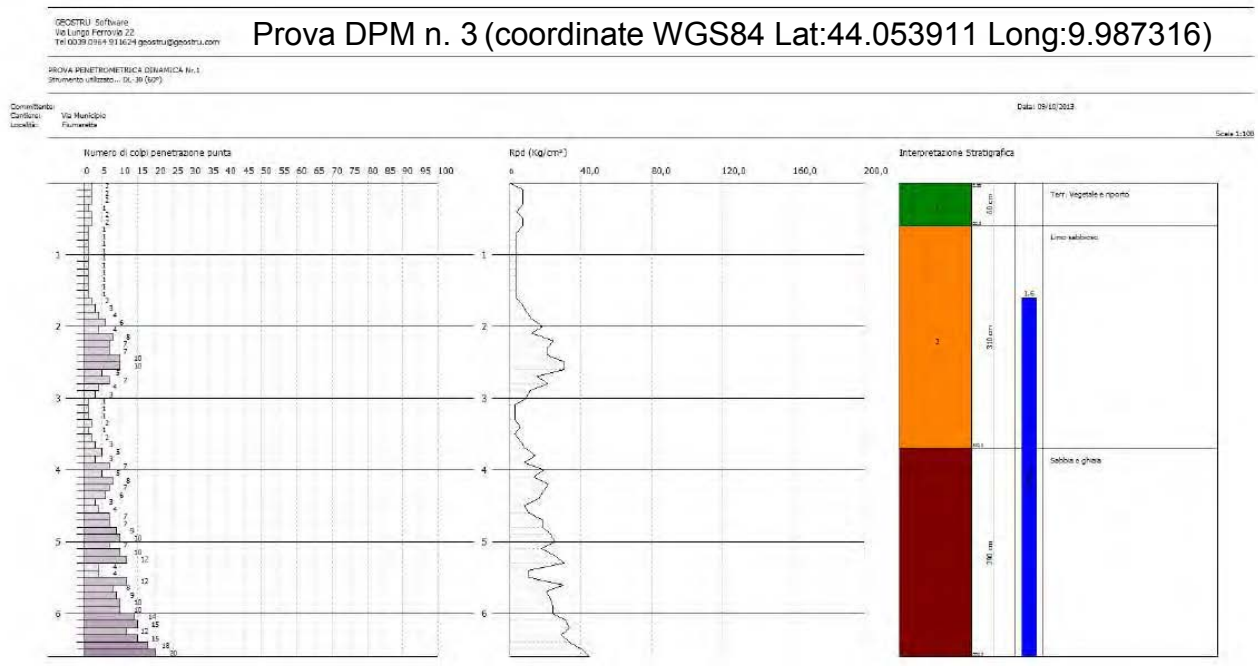
U.L.T	Descrizione	Tipo	γ_d (t/m^3)	γ_{sat} (t/m^3)	φ (°)	Stato di consistenza
1	Sabbia limosa	Incoerente	1,55	1,89	24	POCO ADDENSATO

Prova DPM n. 2 (coordinate WGS84 Lat:44.052497 Long:9.987532)



U.L.T	N_{SPT}	Tipo	γ_d (t/m^3)	γ_{sat} (t/m^3)	φ (°)	Dr	Stato di consistenza
1	1	Incoerente	1,35	1,86	24	0.54	POCO ADDENSATO
2	4	Incoerente	1,52	1,88	26	18.84	POCO ADDENSATO
3	11	Incoerente	1,76	1,92	34	31.59	MEDIAMENTE ADDENSATO

Prova DPM n. 3 (coordinate WGS84 Lat:44.053911 Long:9.987316)



U.L.T	N_{SPT}	Tipo	γ_d (t/m^3)	γ_{sat} (t/m^3)	φ (°)	Dr	Stato di consistenza
1e2	3	Incoerente	1,37	1,86	25	5.24	POCO ADDENSATO
3	7	Incoerente	1,62	1,90	33	23.93	MEDIAMENTE ADDENSATO

STATION INFORMATION

Station code: 01

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS20PACK (integrated 2.0 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: Ameglia_1

Address: - Fiumaretta

Latitude: - 44.052156

Longitude: - 9.997188

Coordinate system: - WGS84

Elevation: 0 m s.l.m.

Weather: - brezza leggera

Notes: - asse Y verso N

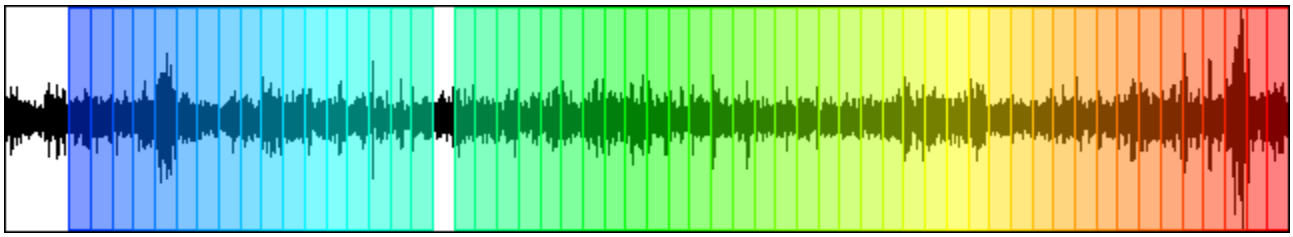


ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. GABRIELE PALUMMO
A.P. n. 344
data iscr. 19-09-96

SIGNAL AND WINDOWING

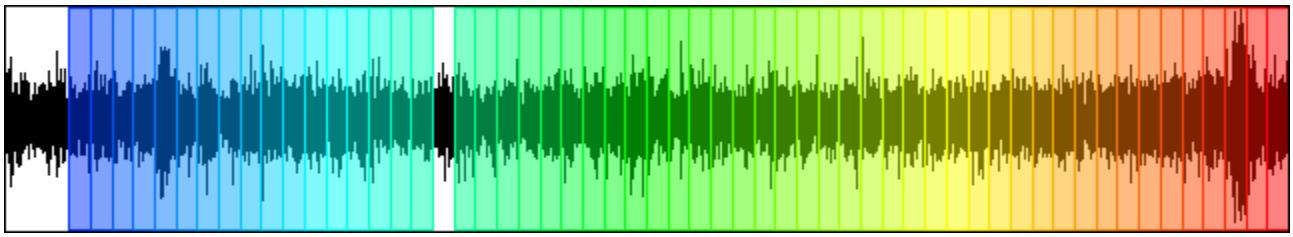
Sampling frequency:	200 Hz
Recording start time:	2017/12/13 14:17:07
Recording length:	20 min
Windows count:	56
Average windows length:	20
Signal coverage:	93.33%

125733 Counts **CHANNEL #1 [V]**



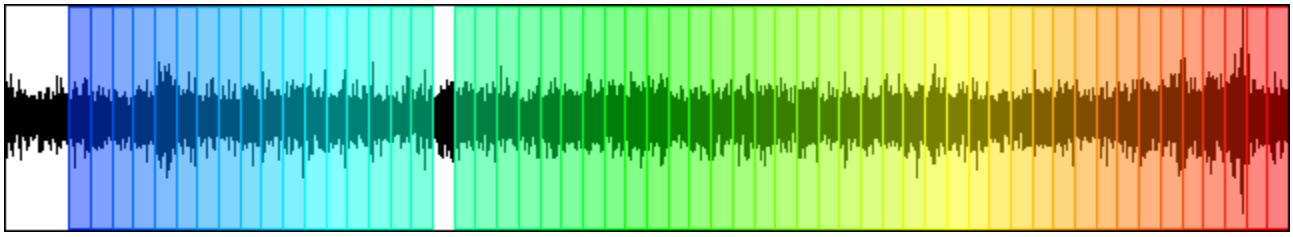
-123373 Counts

57875 Counts **CHANNEL #2 [N]**



-53743 Counts

68796 Counts **CHANNEL #3 [E]**



-58636 Counts

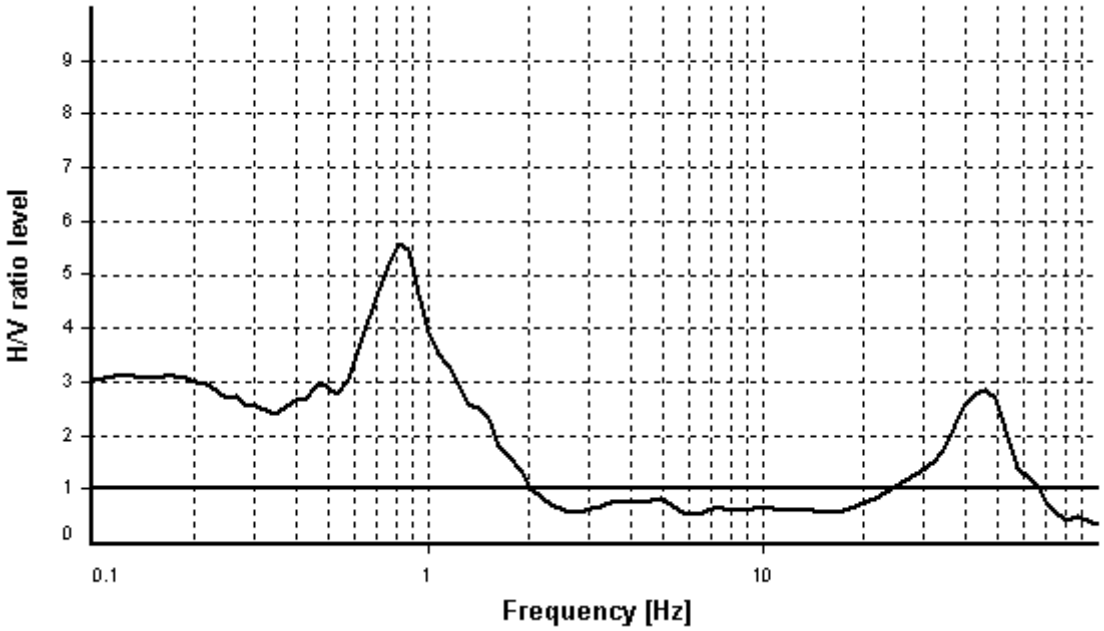
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

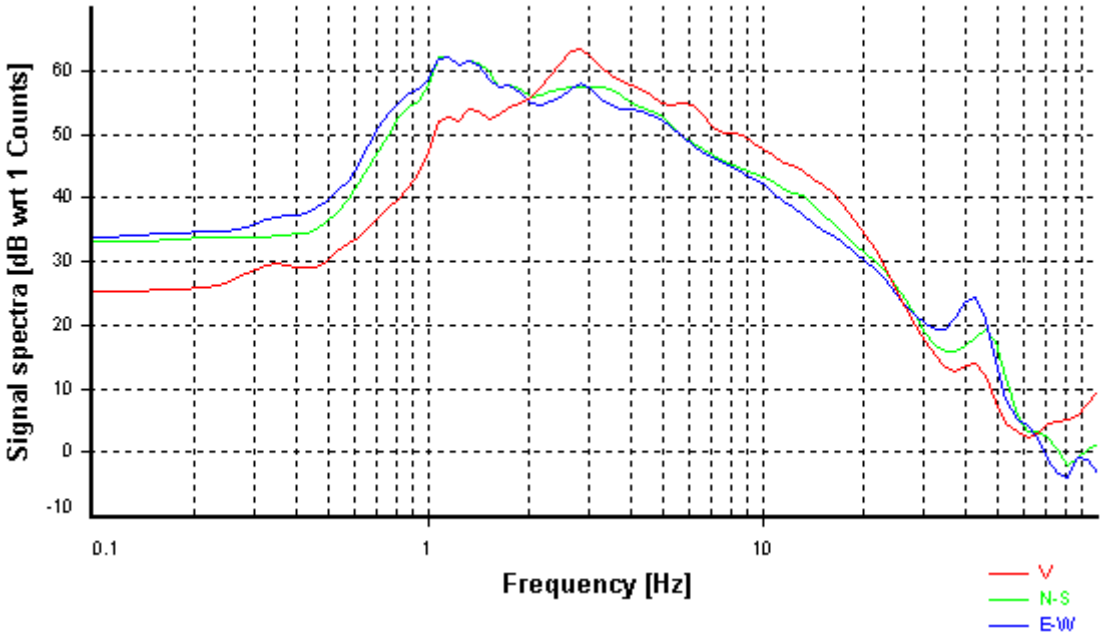
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

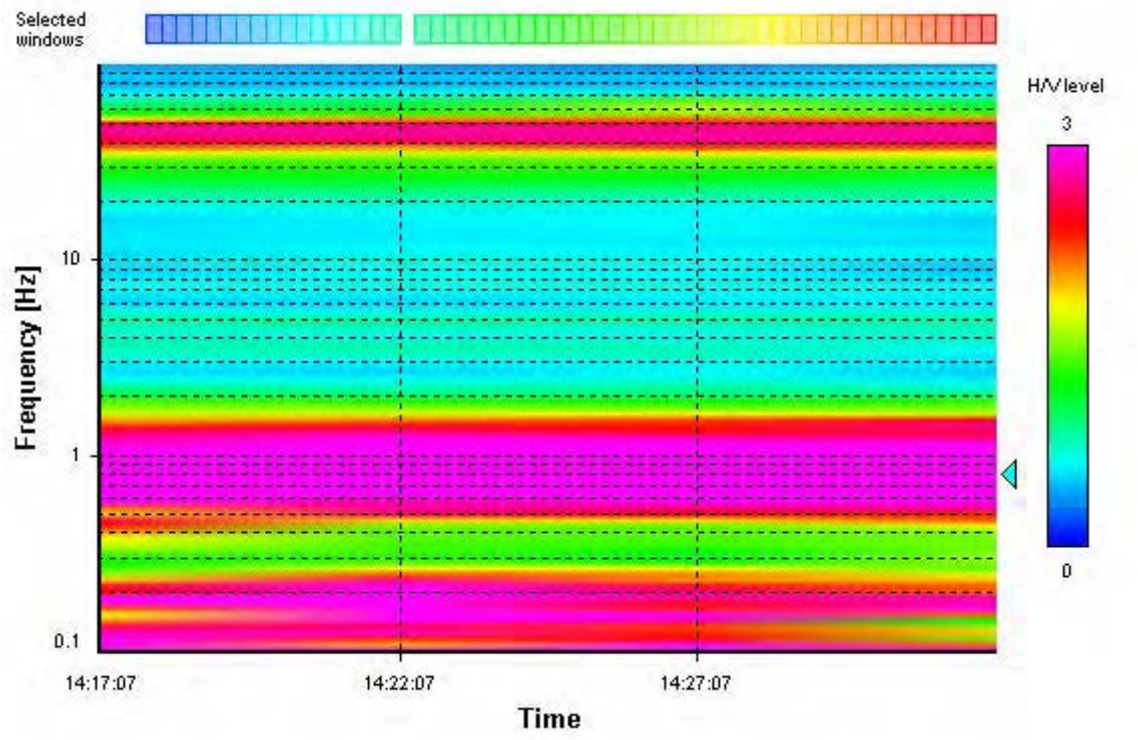
HVSR average



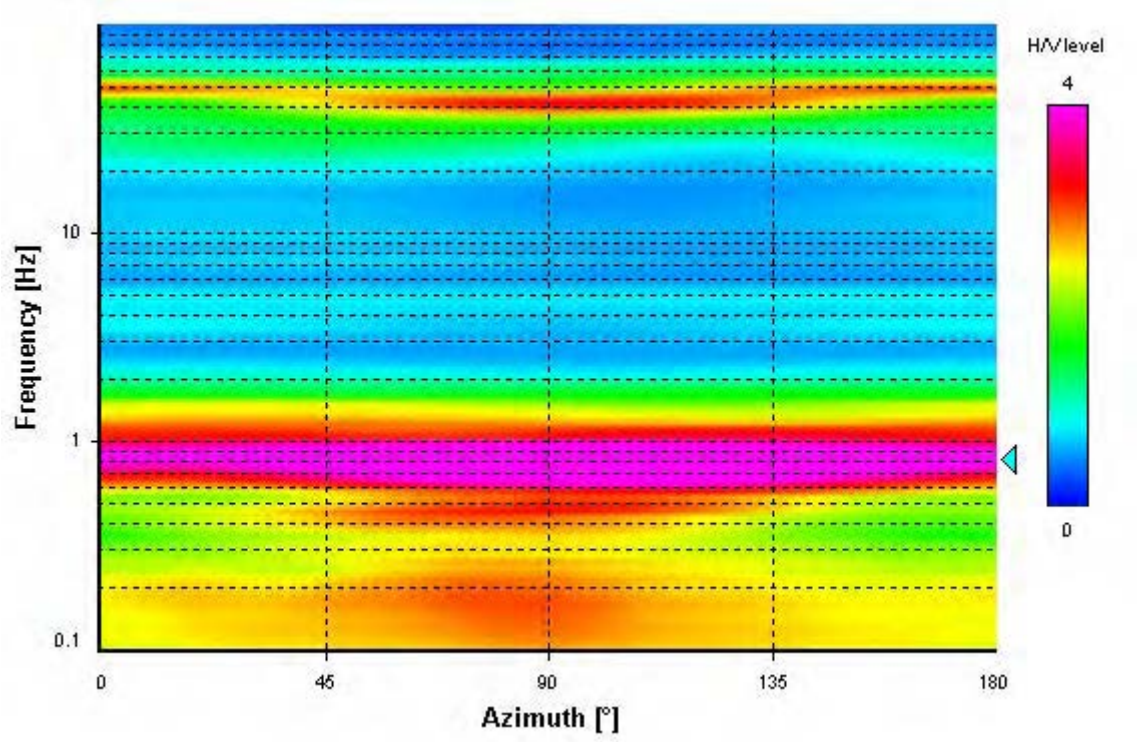
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (300 seconds windows)



HVSR directional analysis



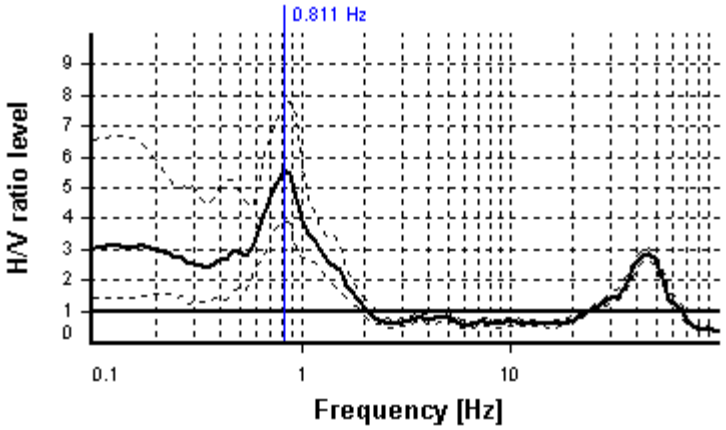
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

0.811 Hz

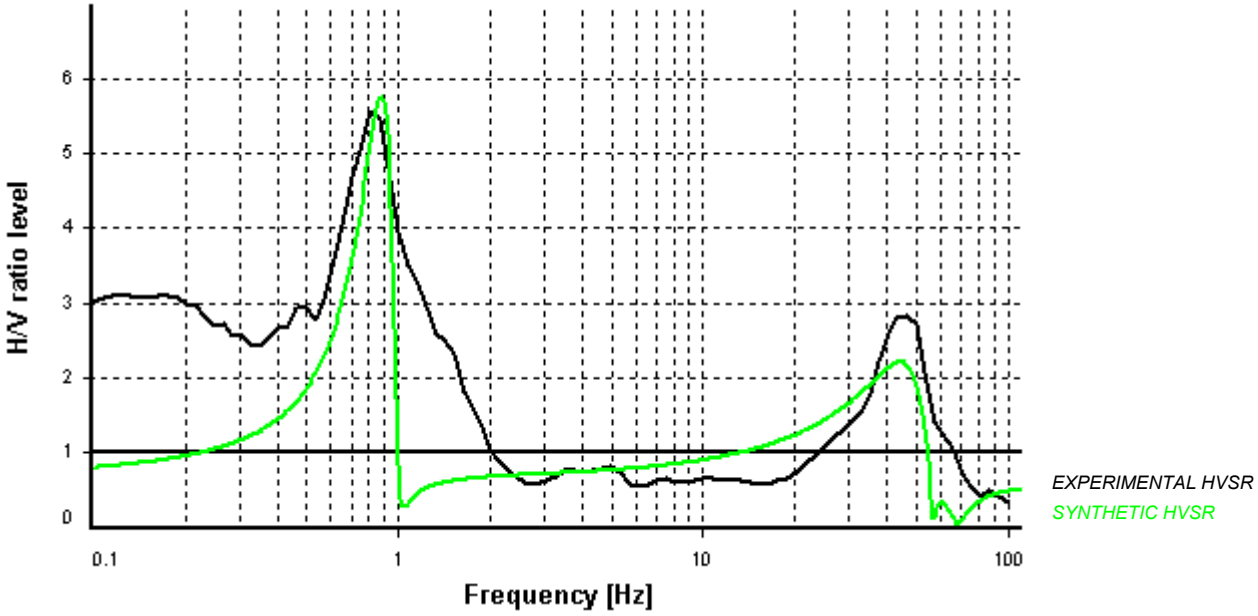
A_0 amplitude = *5.577*

Average f_0 = *0.820 ± 0.127*

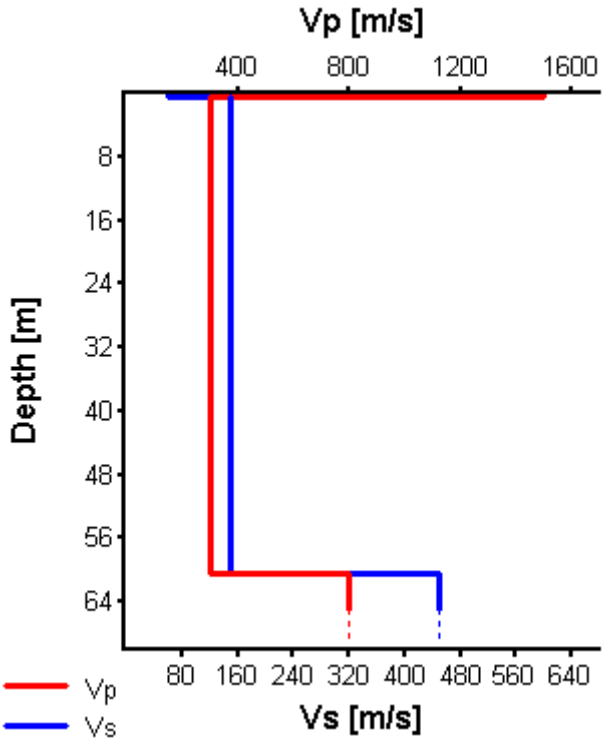


HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	56 valid windows (length > 12.33 s) out of 56	OK
$n_c(f_0) > 200$	908.47 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 19	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f^-$ in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	0.53367 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.32194 Hz	OK
$A_0 > 2$	5.58 > 2	OK
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.12742 >= 0.12167	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.41117 < 2	OK
Overall criteria fulfillment		OK

Synthetic HVSR modelling



H [m]	D [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	ρ [kg/m³]
0.4	0.4	1500	60	1635
60	60.4	300	150	1729
-	> 60.4	800	450	2050



Vs 30 = 147 m/s (Offset = 0 m)

STATION INFORMATION

Station code: 01

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS20PACK (integrated 2.0 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: Ameglia_2

Address: Fiumaretta

Latitude: - 44.051606

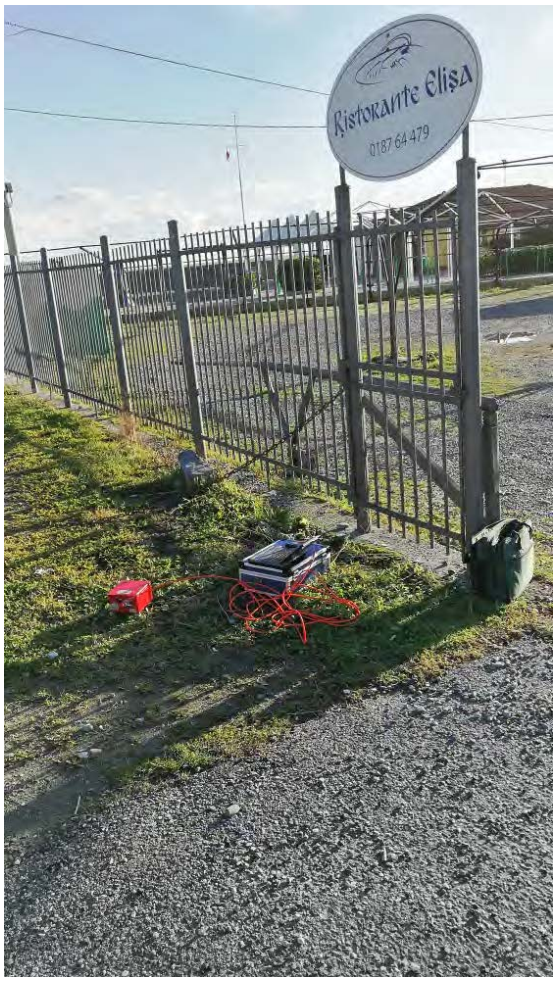
Longitude: - 9.997166

Coordinate system: - WGS84

Elevation: 0 m s.l.m.

Weather: - brezza leggera

Notes: - asse Y verso N

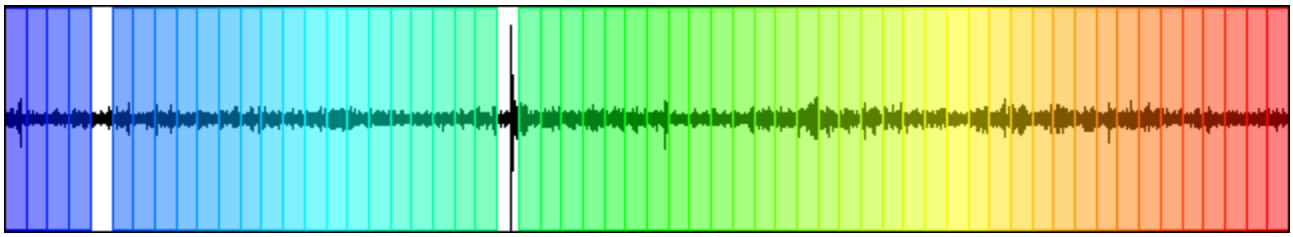


ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. GABRIELE PALUMMO
A.P. n. 344
data iscr. 19-09-96
O R G L

SIGNAL AND WINDOWING

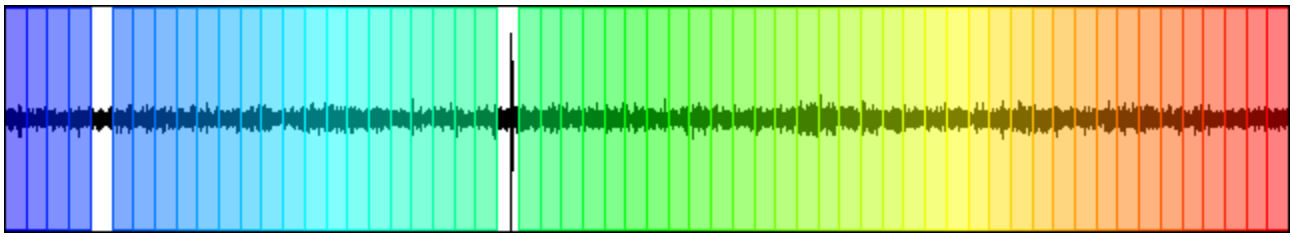
Sampling frequency:	200 Hz
Recording start time:	2017/12/13 14:45:45
Recording length:	20 min
Windows count:	58
Average windows length:	20
Signal coverage:	96.67%

333885 Counts **CHANNEL #1 [V]**



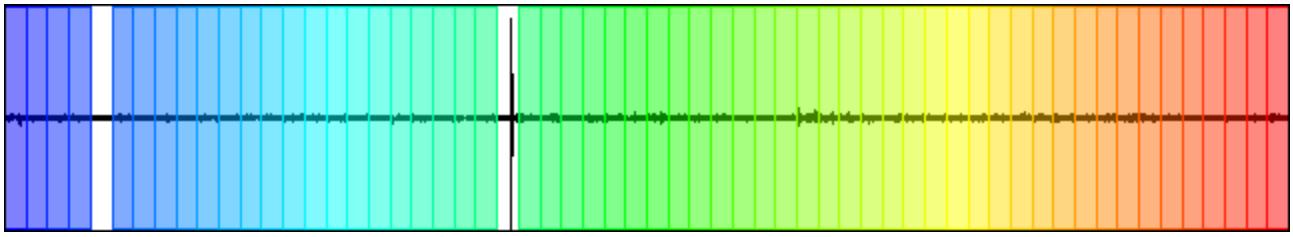
-396820 Counts

192504 Counts **CHANNEL #2 [N]**



-249951 Counts

796926 Counts **CHANNEL #3 [E]**



-895874 Counts

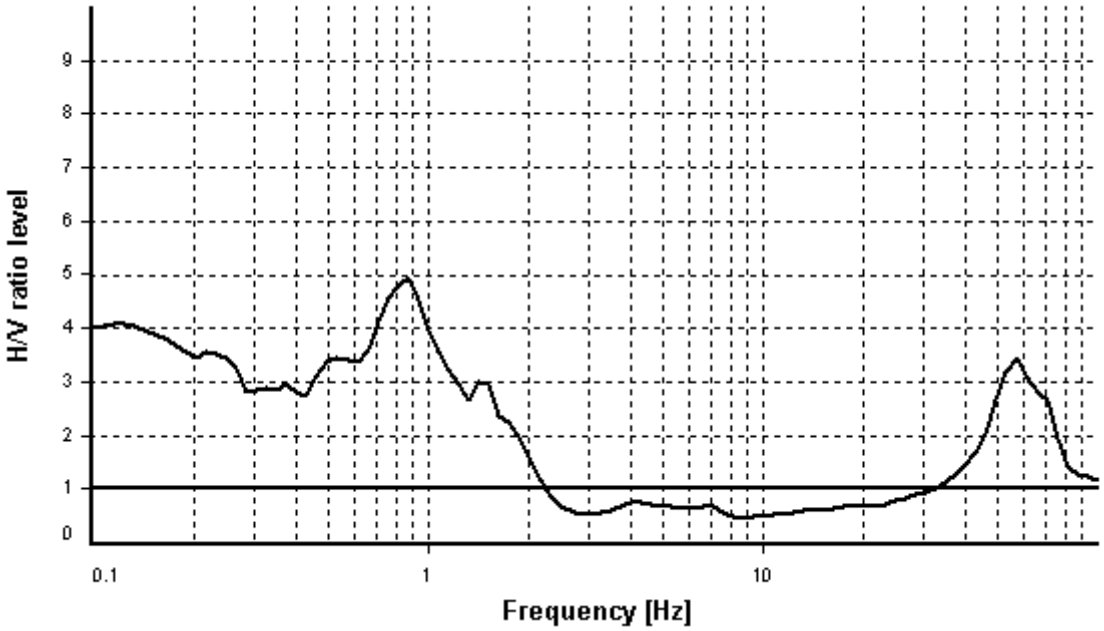
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

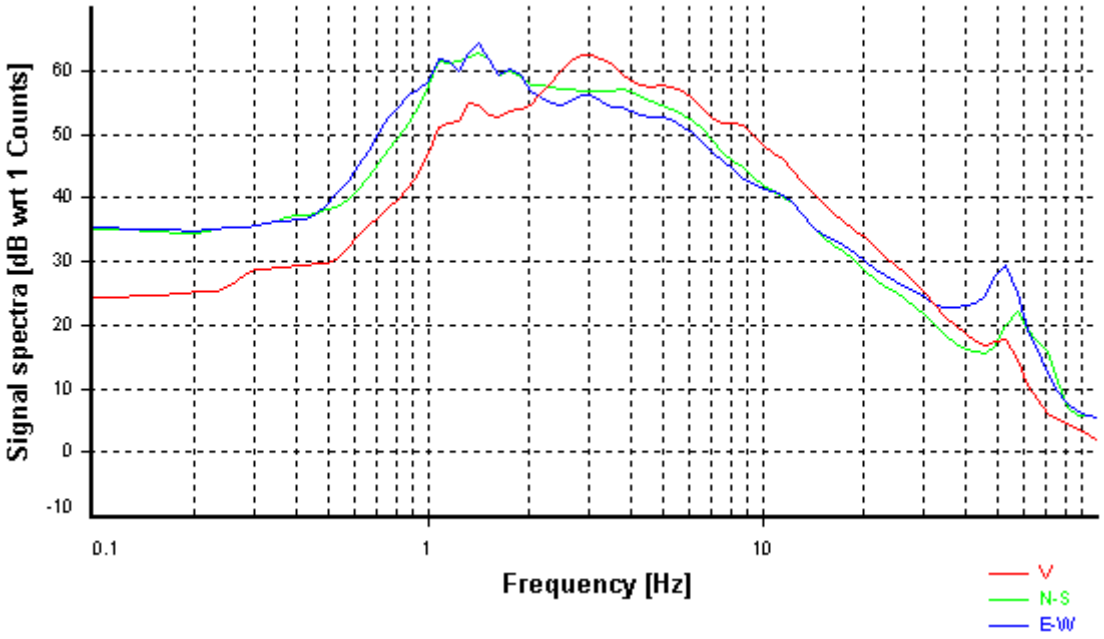
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

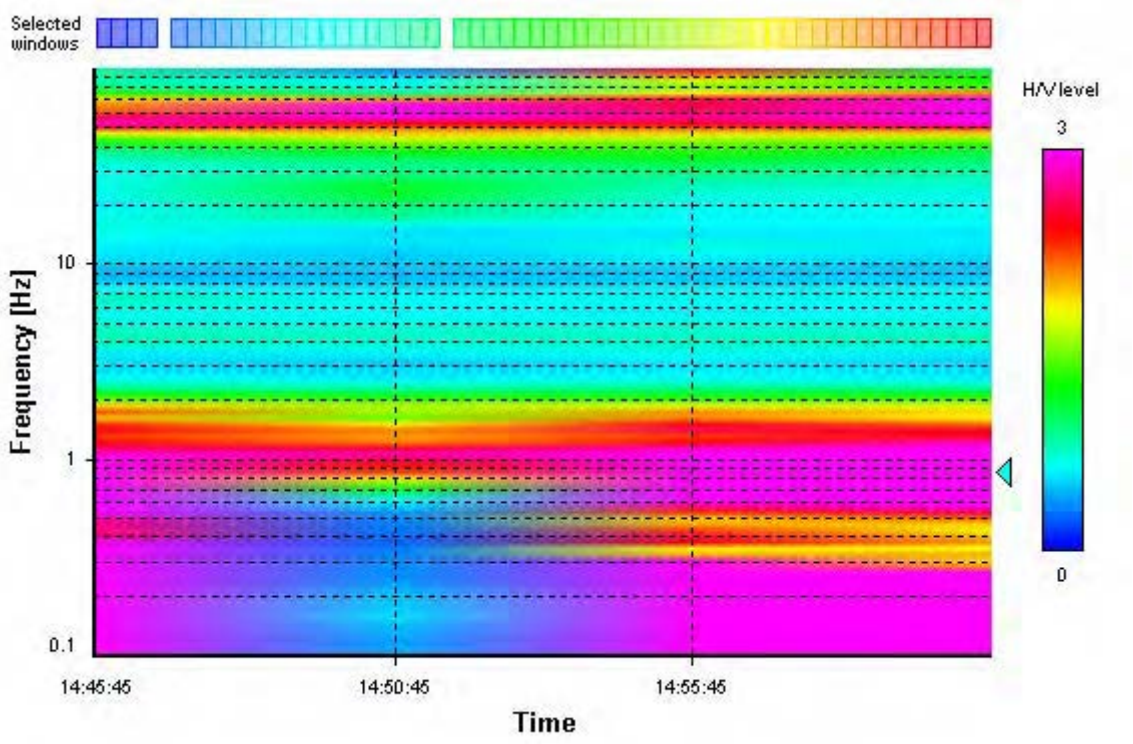
HVSR average



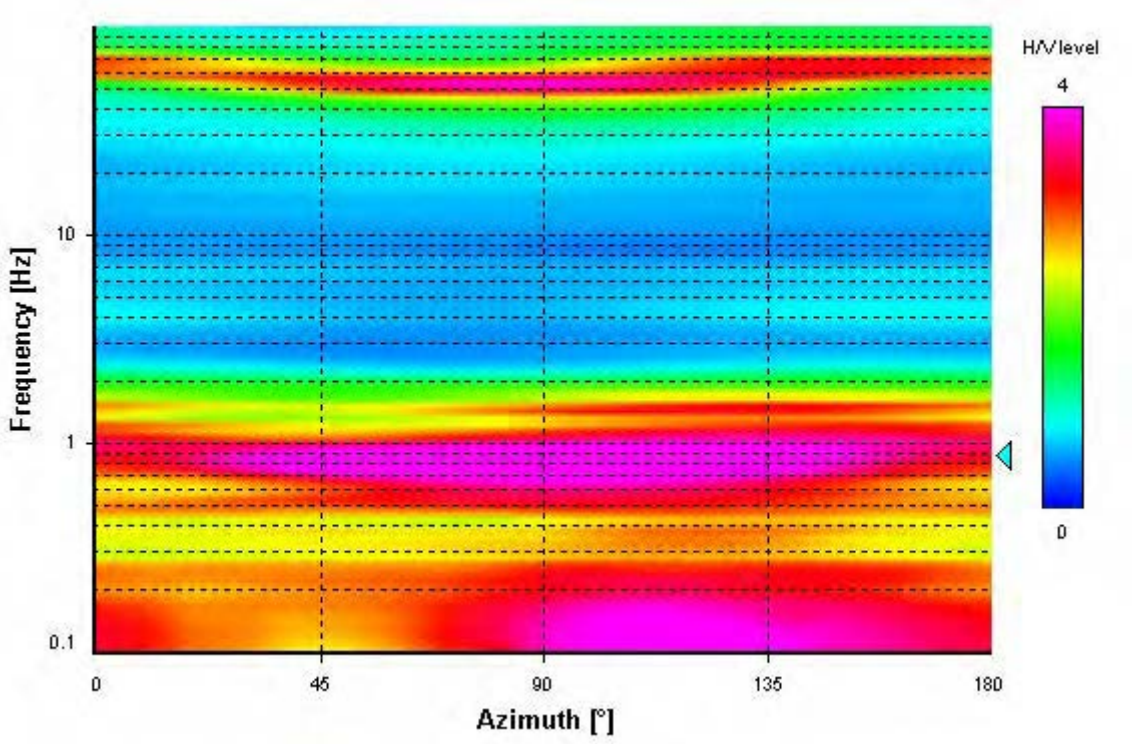
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (300 seconds windows)



HVSR directional analysis



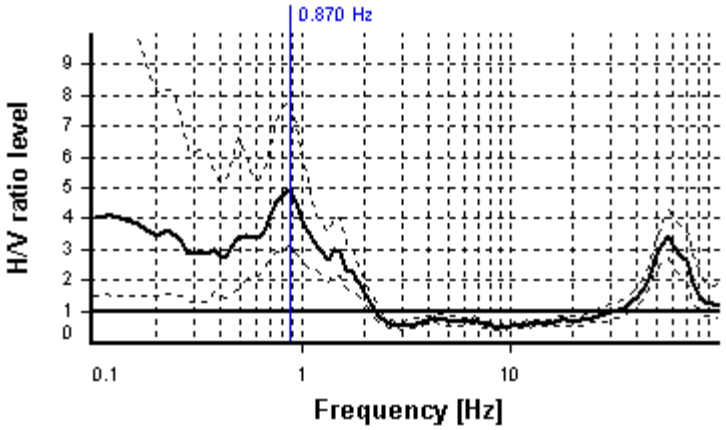
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

0.870 Hz

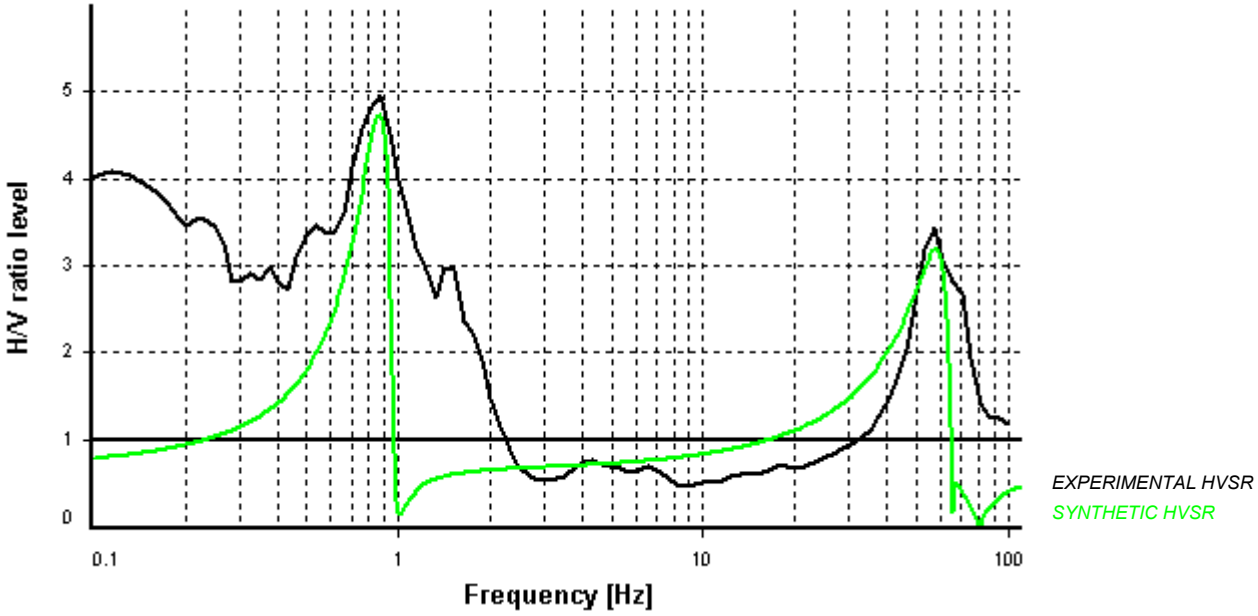
A_0 amplitude = *4.958*

Average f_0 = *0.832 ± 0.140*

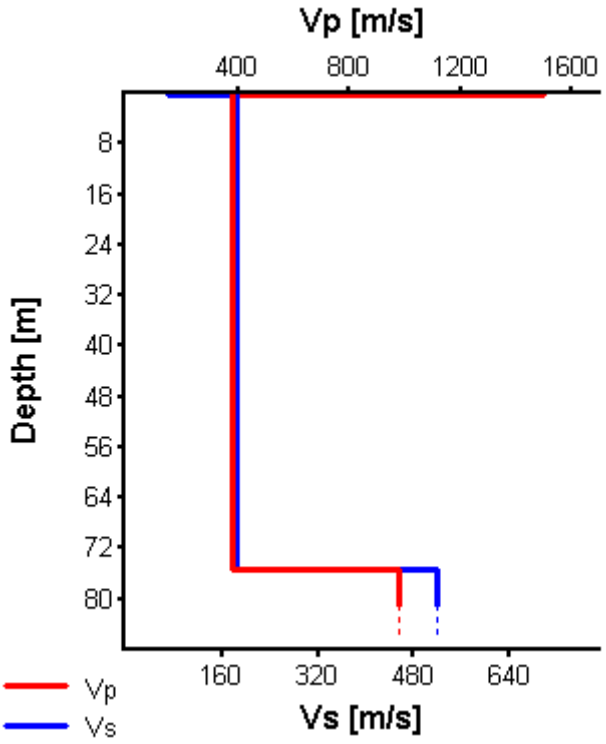


HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	58 valid windows (length > 11.5 s) out of 58	OK
$n_c(f_0) > 200$	1008.91 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 19	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f^-$ in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	0 Hz	NO
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.62975 Hz	OK
$A_0 > 2$	4.96 > 2	OK
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.14007 >= 0.13046	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.57065 < 2	OK
Overall criteria fulfillment		NO

Synthetic HVSR modelling



H [m]	D [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	ρ [kg/m³]
0.4	0.4	1500	70	1750
75	75.4	385	184	1700
-	> 75.4	980	520	2100



Vs 30 = 180 m/s (Offset = 0 m)

STATION INFORMATION

Station code: 01

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS20PACK (integrated 2.0 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: Ameglia_3

Address: Fiumaretta

Latitude: - 44.051478

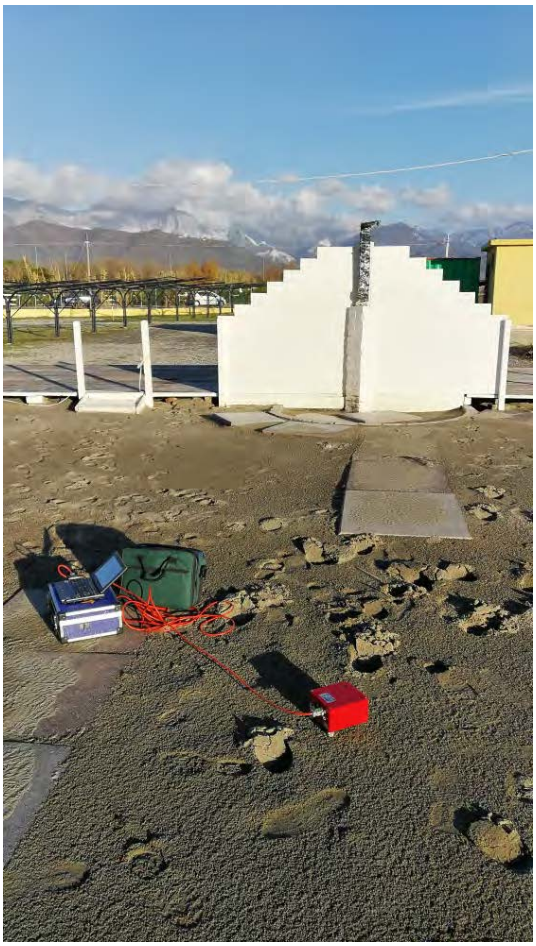
Longitude: - 9.996330

Coordinate system: - WGS84

Elevation: 0 m s.l.m.

Weather: - brezza leggera, mare mosso

Notes: - asse Y verso N

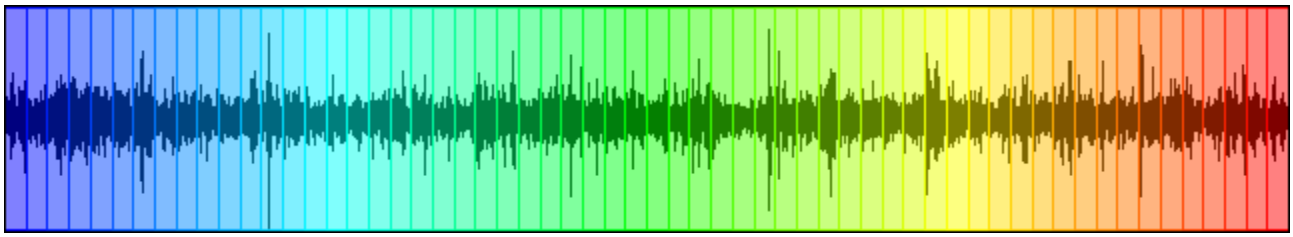


ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. GABRIELE PALUMMO
A.P. n. 344
data iscr. 19-09-96

SIGNAL AND WINDOWING

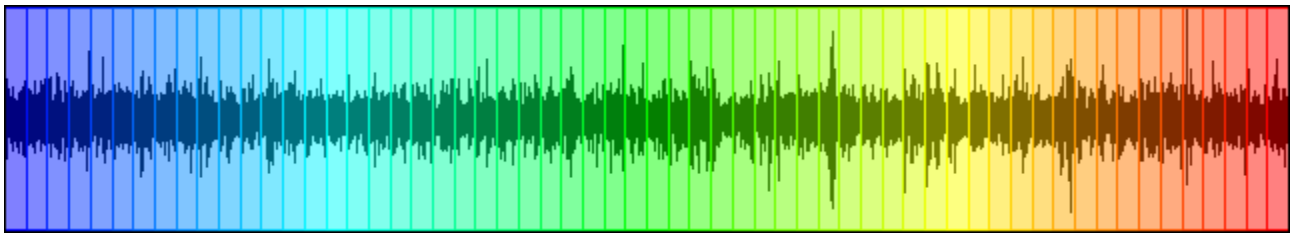
Sampling frequency:	200 Hz
Recording start time:	2017/12/13 15:14:44
Recording length:	20 min
Windows count:	60
Average windows length:	20
Signal coverage:	100%

101737 Counts **CHANNEL #1 [V]**



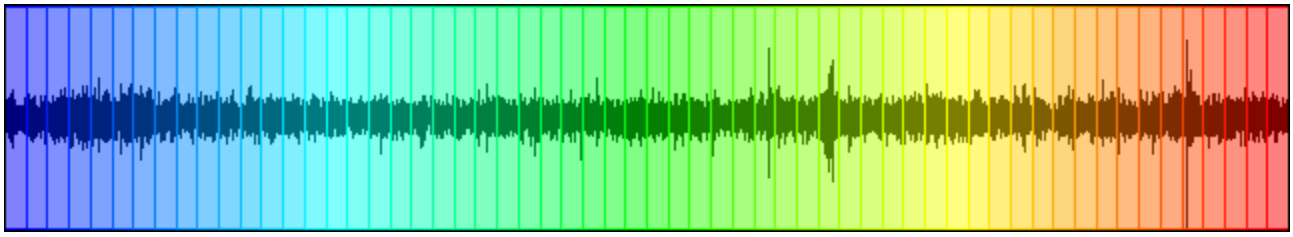
-126593 Counts

86743 Counts **CHANNEL #2 [N]**



-72794 Counts

76064 Counts **CHANNEL #3 [E]**



-108732 Counts

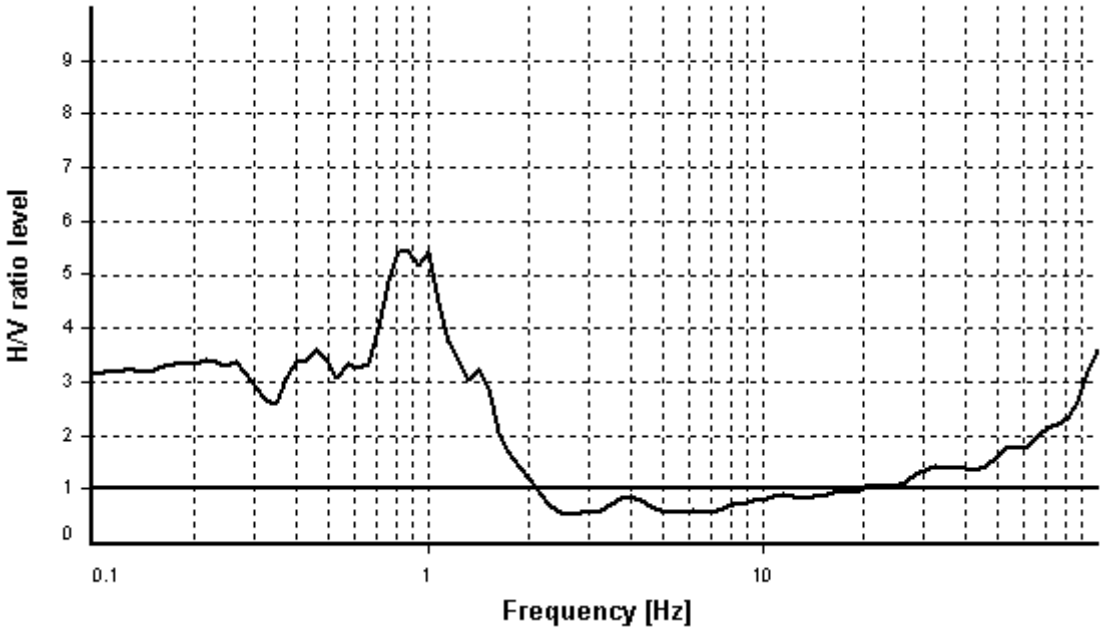
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

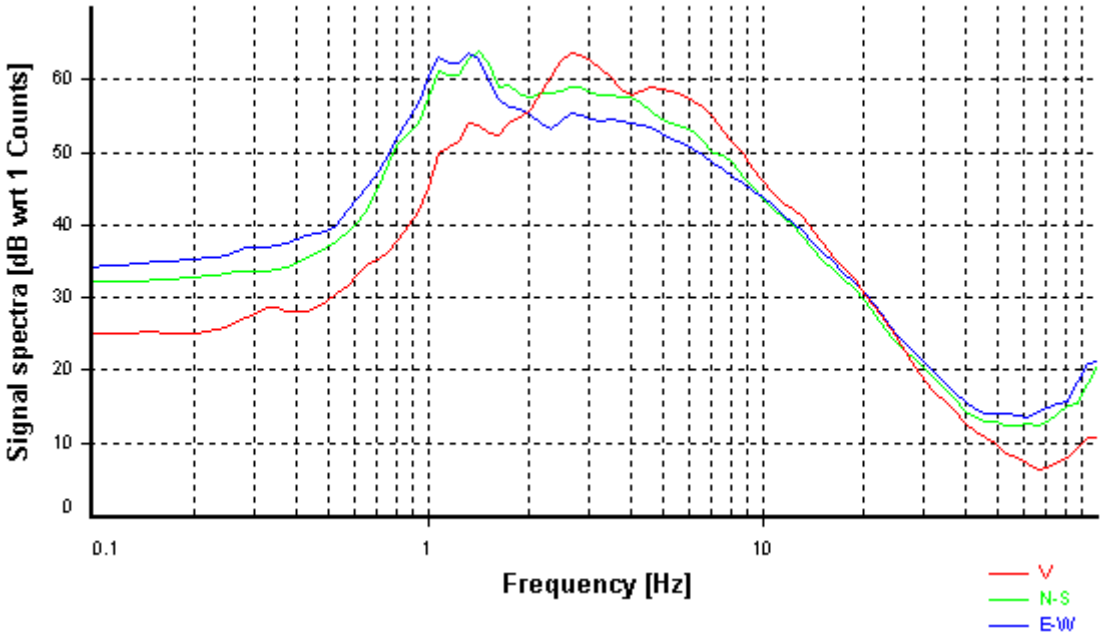
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

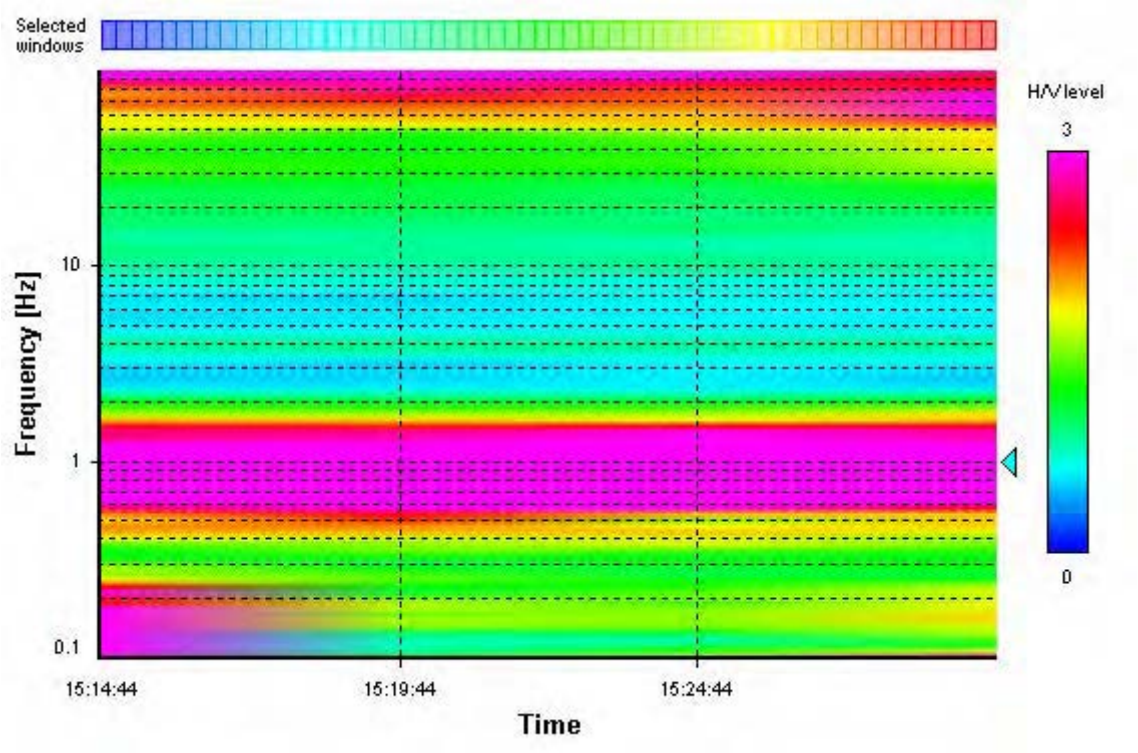
HVSR average



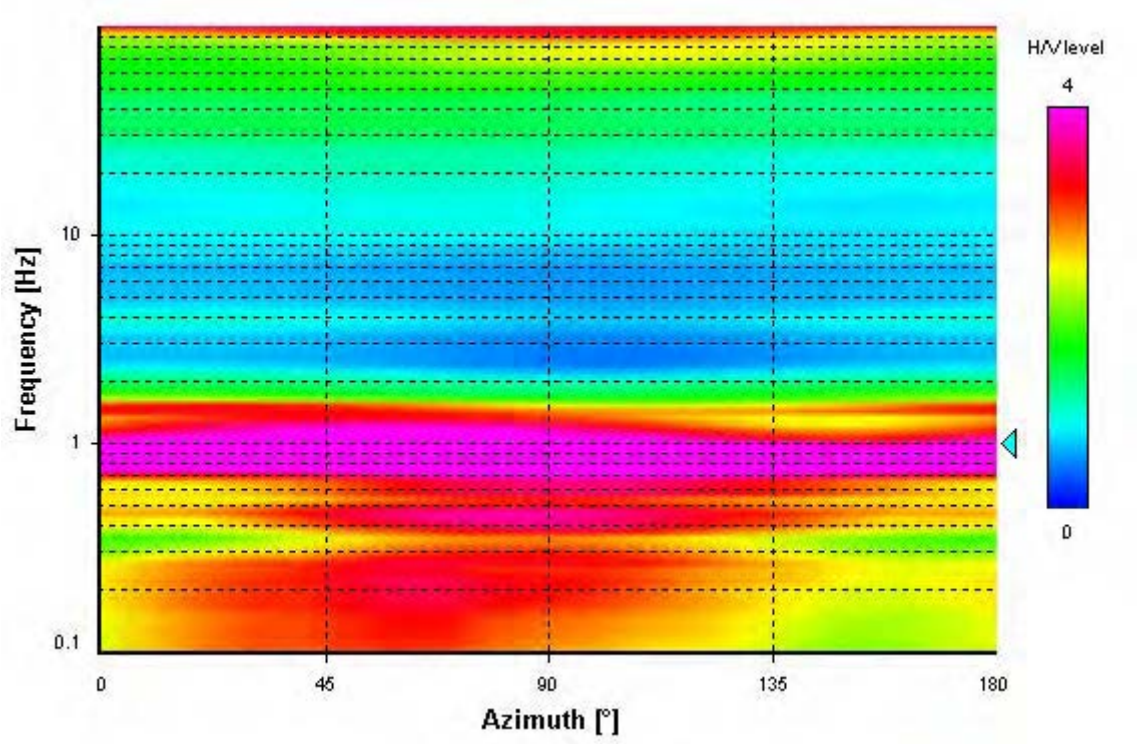
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (300 seconds windows)



HVSR directional analysis



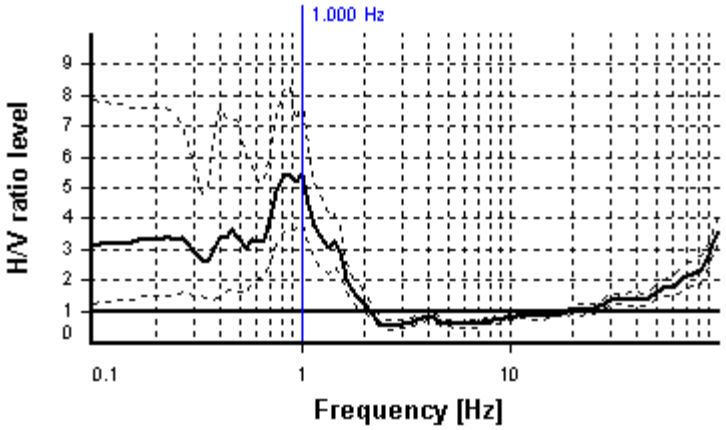
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

1.000 Hz

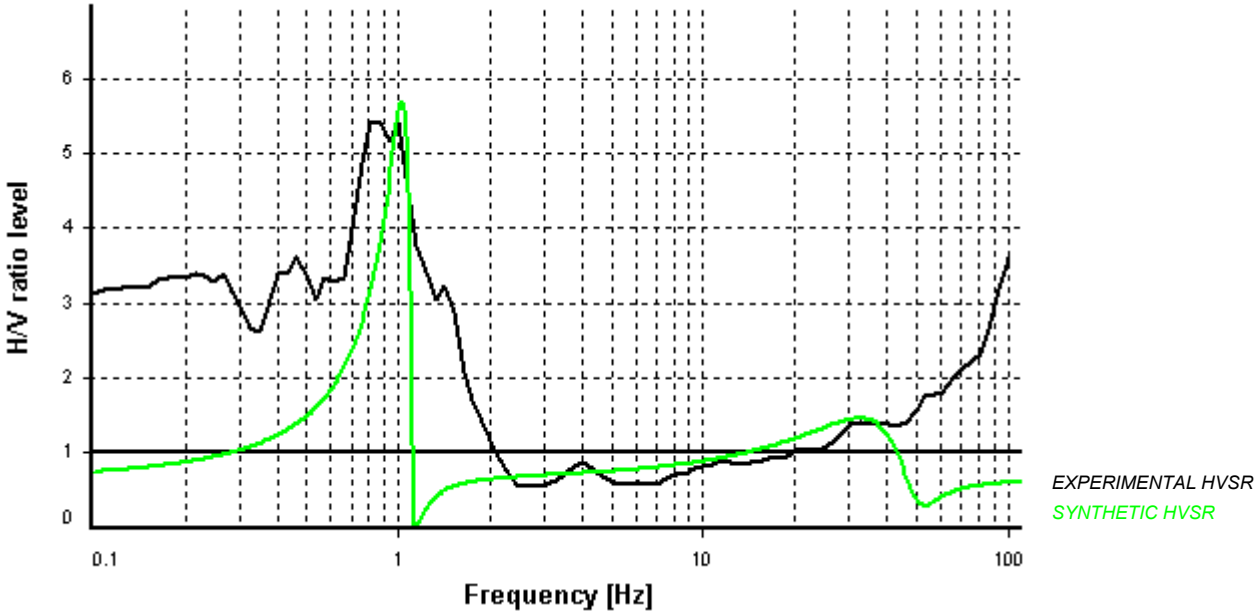
A_0 amplitude = *5.444*

Average f_0 = *0.912 ± 0.142*

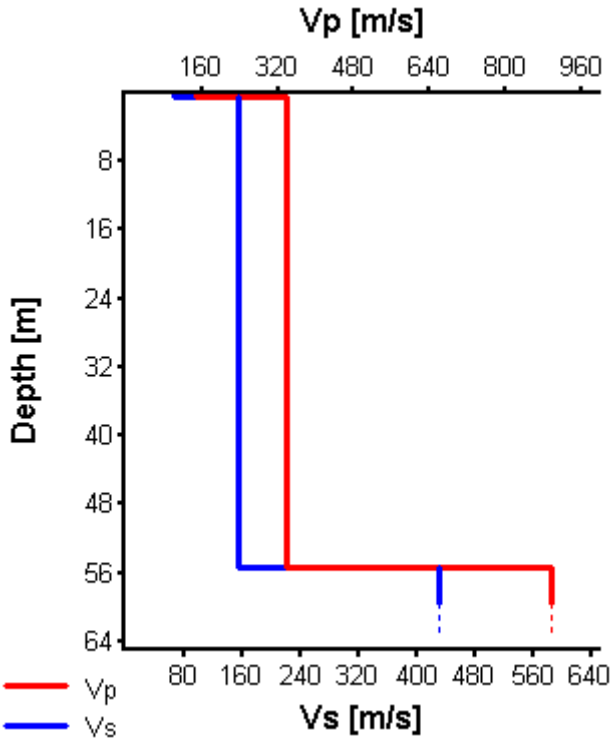


HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	60 valid windows (length > 10 s) out of 60	OK
$n_c(f_0) > 200$	1200 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 19	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	0.35112 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.62975 Hz	OK
$A_0 > 2$	5.44 > 2	OK
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	13.03% > 5%	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.14151 >= 0.1	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.42601 < 1.78	OK
Overall criteria fulfillment		NO

Synthetic HVSR modelling



H [m]	D [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	ρ [kg/m³]
0.5	0.5	150	65	1650
55	55.5	340	155	1700
-	> 55.5	900	429	2050



Vs 30 = 152 m/s (Offset = 0 m)

STATION INFORMATION

Station code: 01

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS20PACK (integrated 2.0 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: Ameglia_4

Address: Fiumaretta

Latitude: - 44.052027

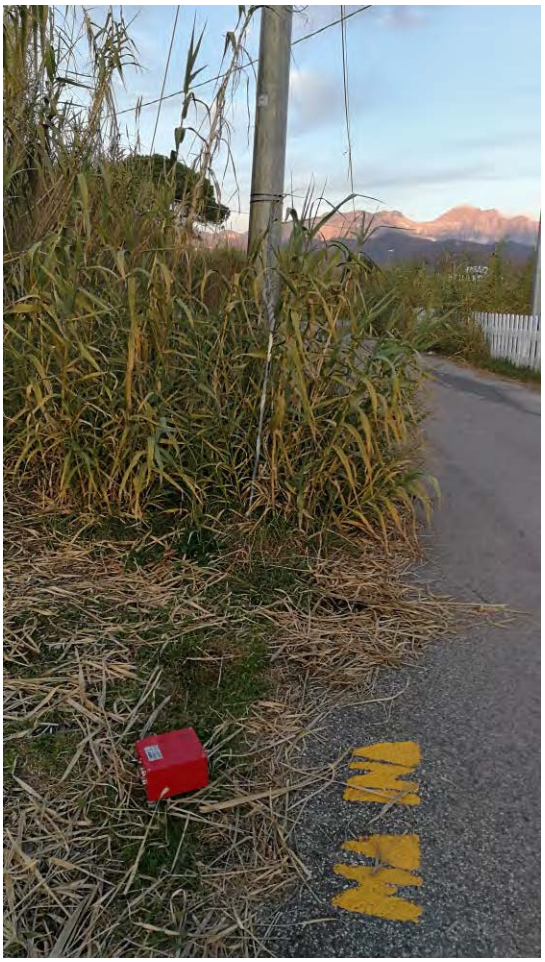
Longitude: - 9.994999

Coordinate system: - WGS84

Elevation: 0 m s.l.m.

Weather: -

Notes: - asse Y verso N

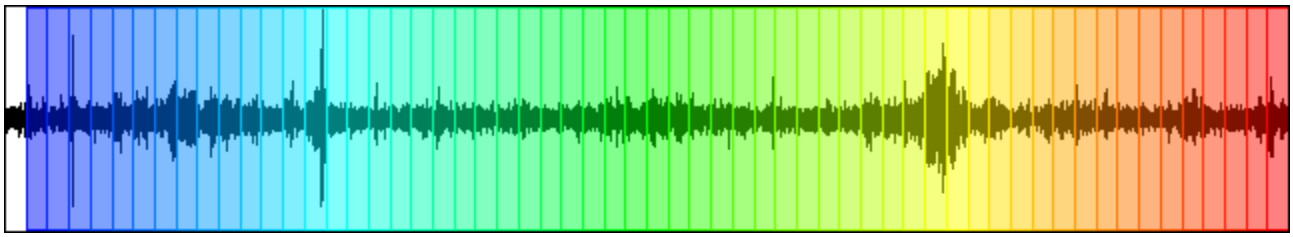


ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. GABRIELE PALUMMO
A.P. n. 344
data iscr. 19-09-96

SIGNAL AND WINDOWING

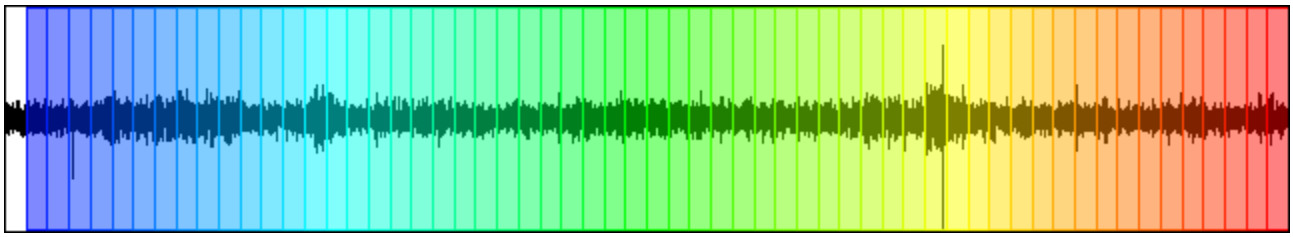
Sampling frequency:	200 Hz
Recording start time:	2017/12/13 16:03:43
Recording length:	20 min
Windows count:	59
Average windows length:	20
Signal coverage:	98.33%

178158 Counts **CHANNEL #1 [V]**



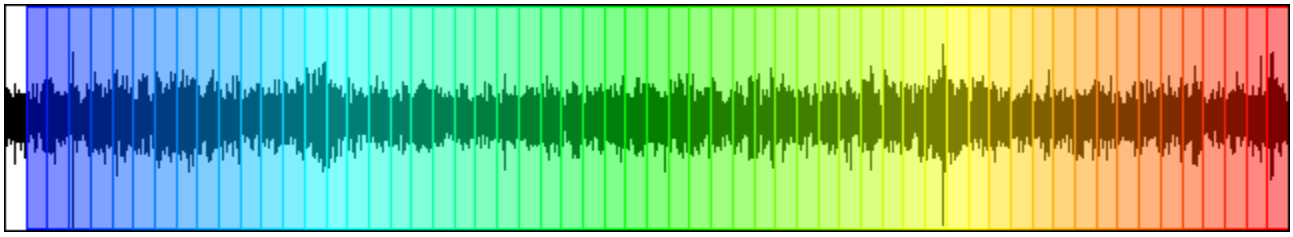
-141442 Counts

83592 Counts **CHANNEL #2 [N]**



-125728 Counts

45361 Counts **CHANNEL #3 [E]**



-69132 Counts

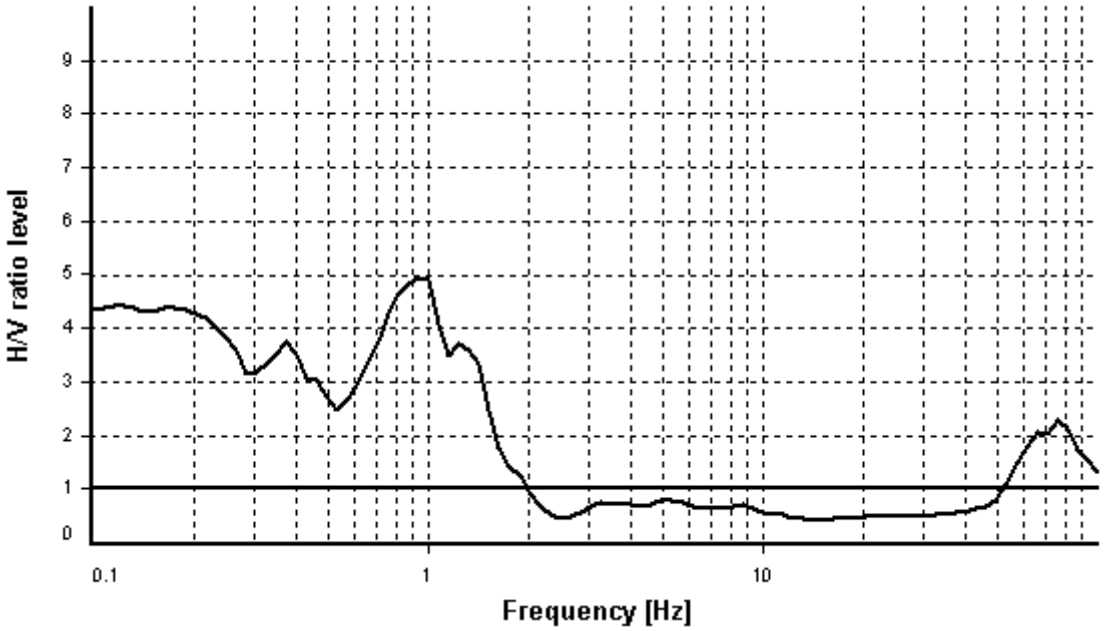
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

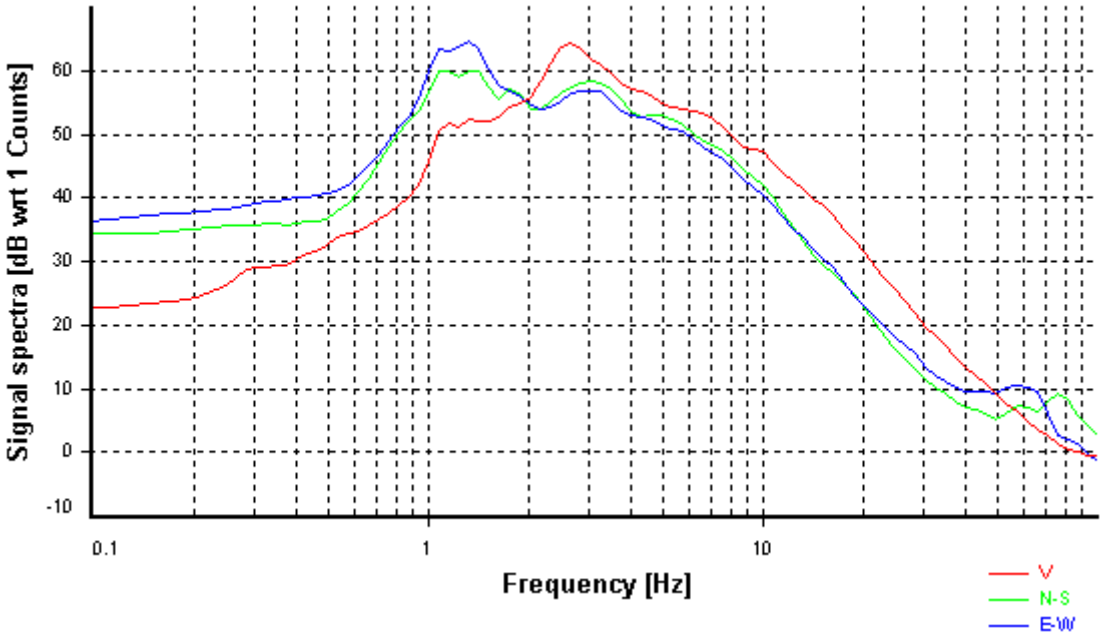
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

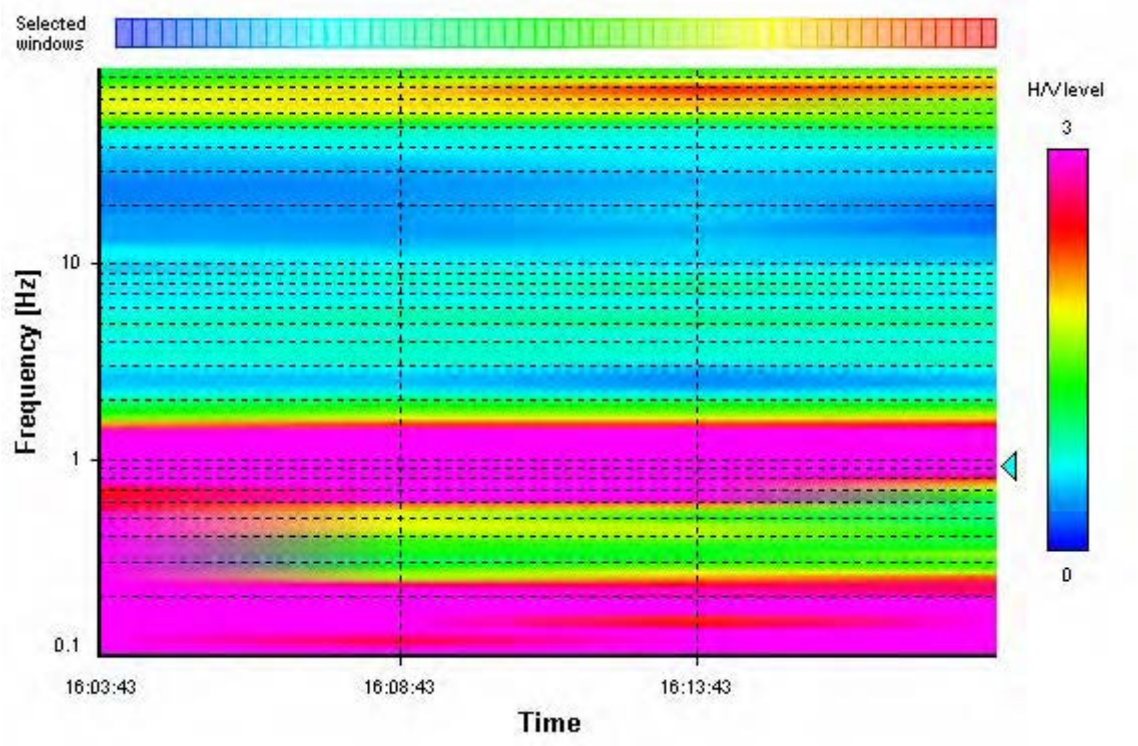
HVSR average



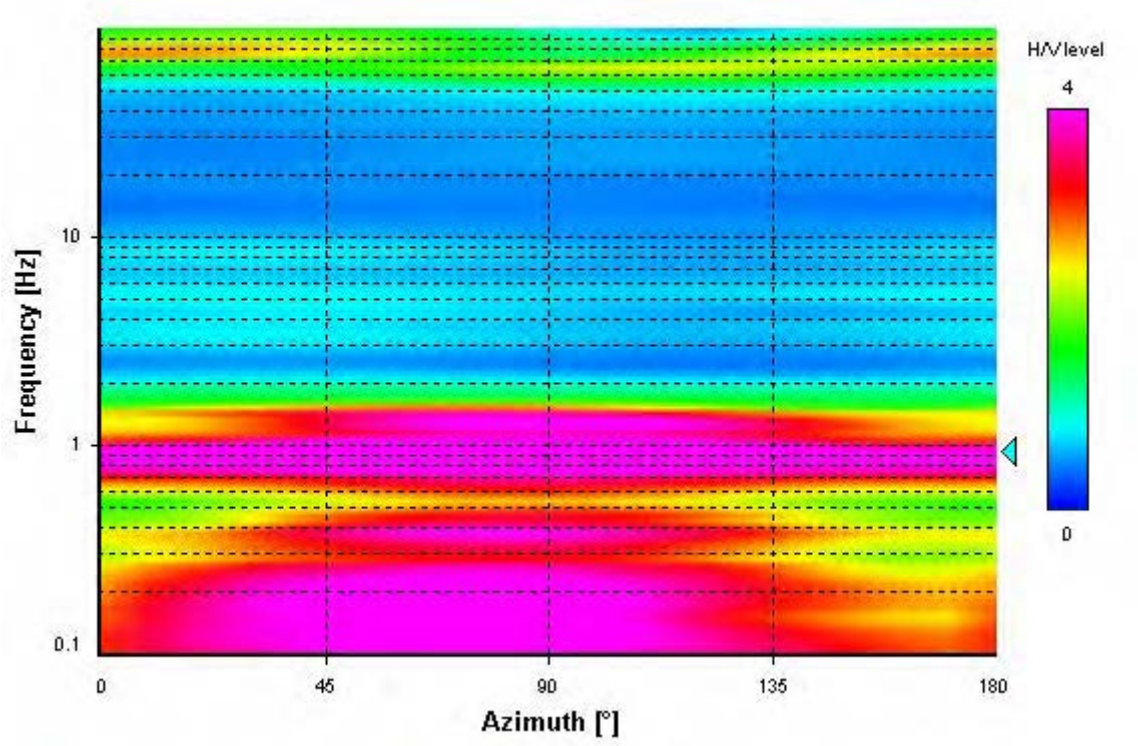
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (300 seconds windows)



HVSR directional analysis



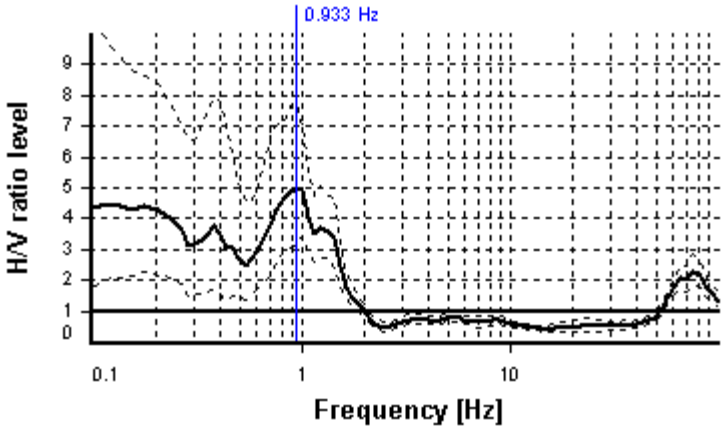
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

0.933 Hz

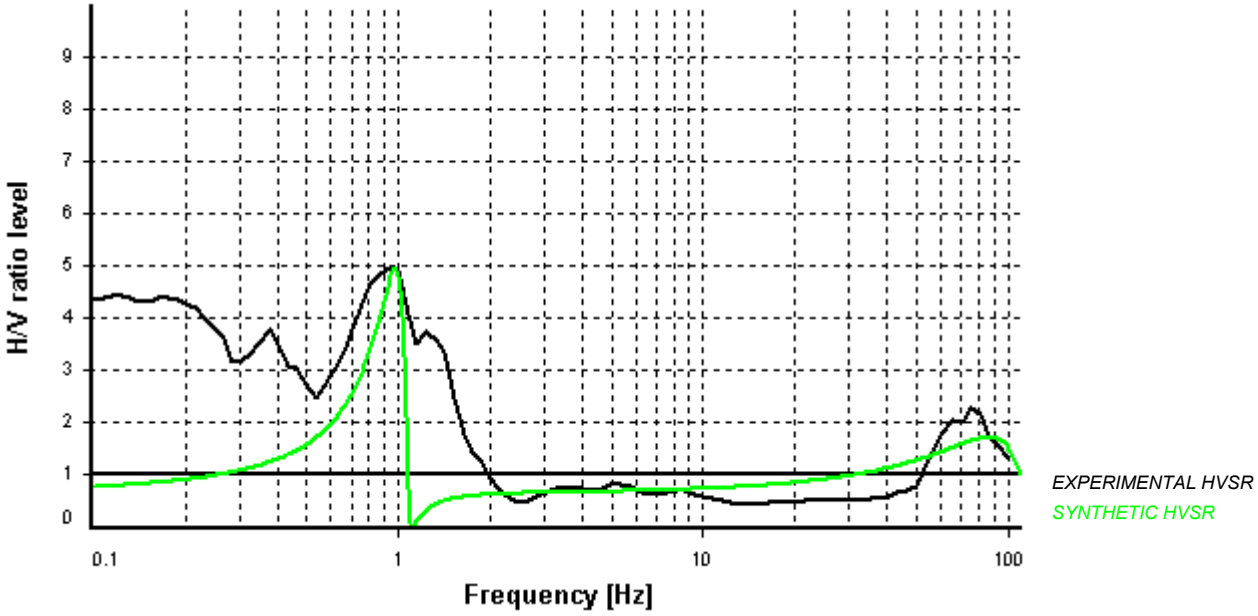
A_0 amplitude = *4.949*

Average f_0 = *0.936 ± 0.174*

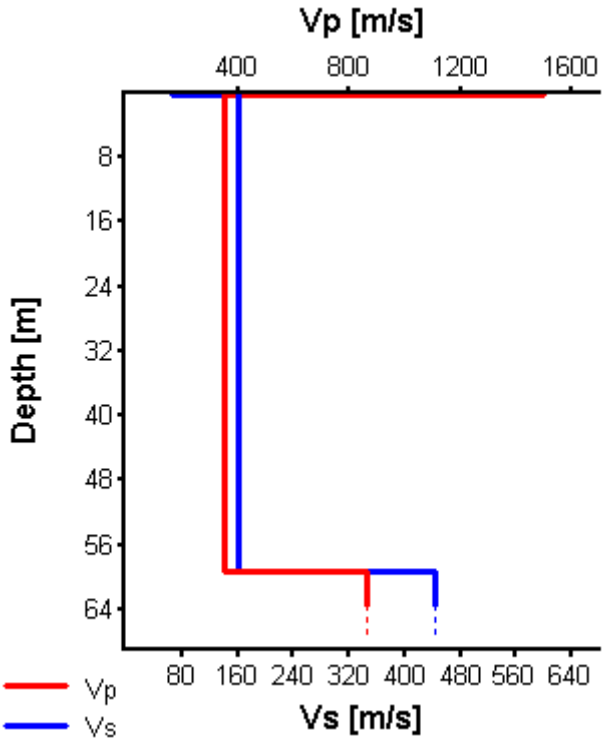


HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	59 valid windows (length > 10.72 s) out of 59	OK
$n_c(f_0) > 200$	1100.47 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 19	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f^-$ in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	0.53367 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.51991 Hz	OK
$A_0 > 2$	4.95 > 2	OK
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	7.23% > 5%	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.17395 >= 0.13989	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.55777 < 2	OK
Overall criteria fulfillment		NO

Synthetic HVSR modelling



H [m]	D [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	ρ [kg/m³]
0.2	0.2	1500	65	1720
59	59.2	350	160	1670
-	> 59.2	865	444	2040



Vs 30 = 158 m/s (Offset = 0 m)

STATION INFORMATION

Station code: 01

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS20PACK (integrated 2.0 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: Ameglia_5

Address: Fiumaretta

Latitude: - 44.051216

Longitude: - 9.993215

Coordinate system: - WGS84

Elevation: 0 m s.l.m.

Weather: -

Notes: - asse Y verso N

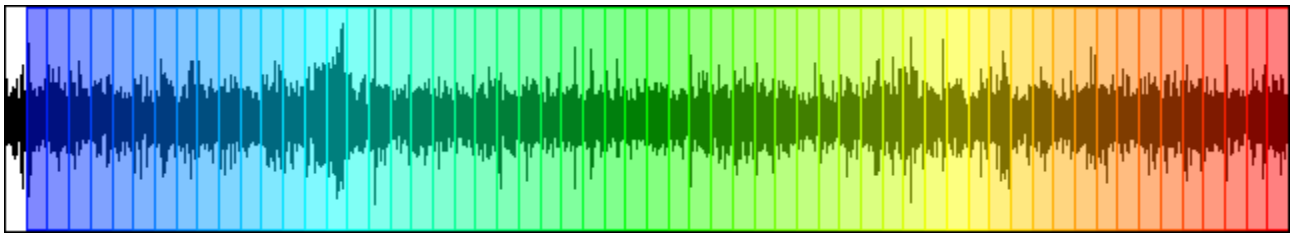


ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. GABRIELE PALUMMO
A.P. n. 344
data iscr. 19-09-96

SIGNAL AND WINDOWING

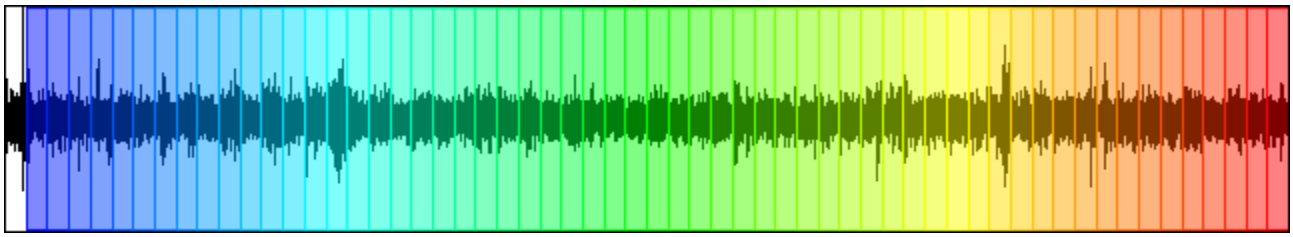
Sampling frequency:	200 Hz
Recording start time:	2017/12/13 16:40:34
Recording length:	20 min
Windows count:	59
Average windows length:	20
Signal coverage:	98.33%

65918 Counts **CHANNEL #1 [V]**



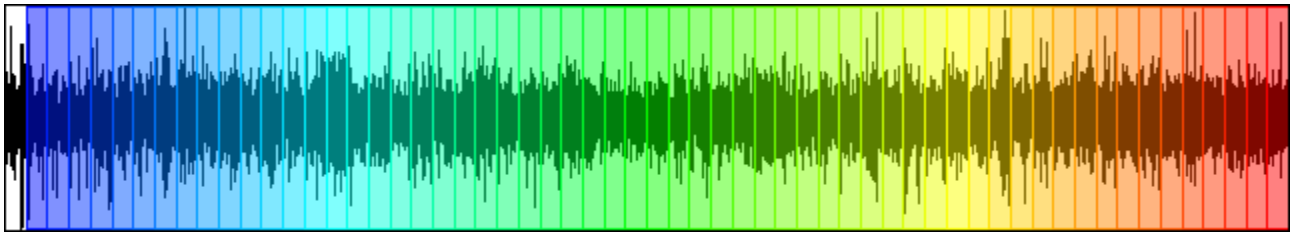
-51124 Counts

100099 Counts **CHANNEL #2 [N]**



-64085 Counts

59012 Counts **CHANNEL #3 [E]**



-58907 Counts

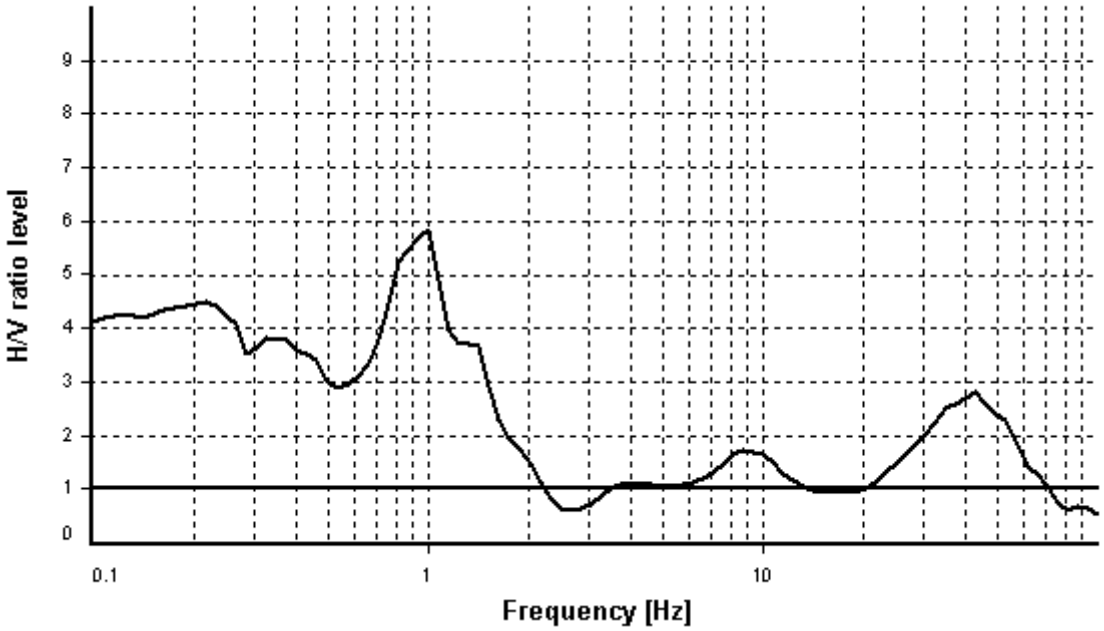
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

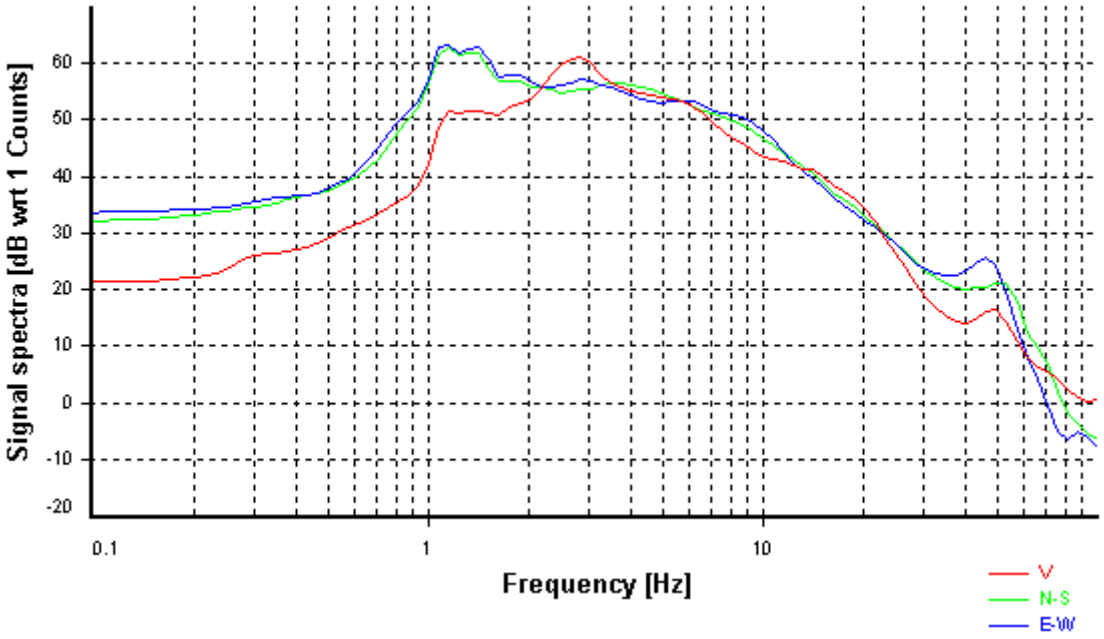
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

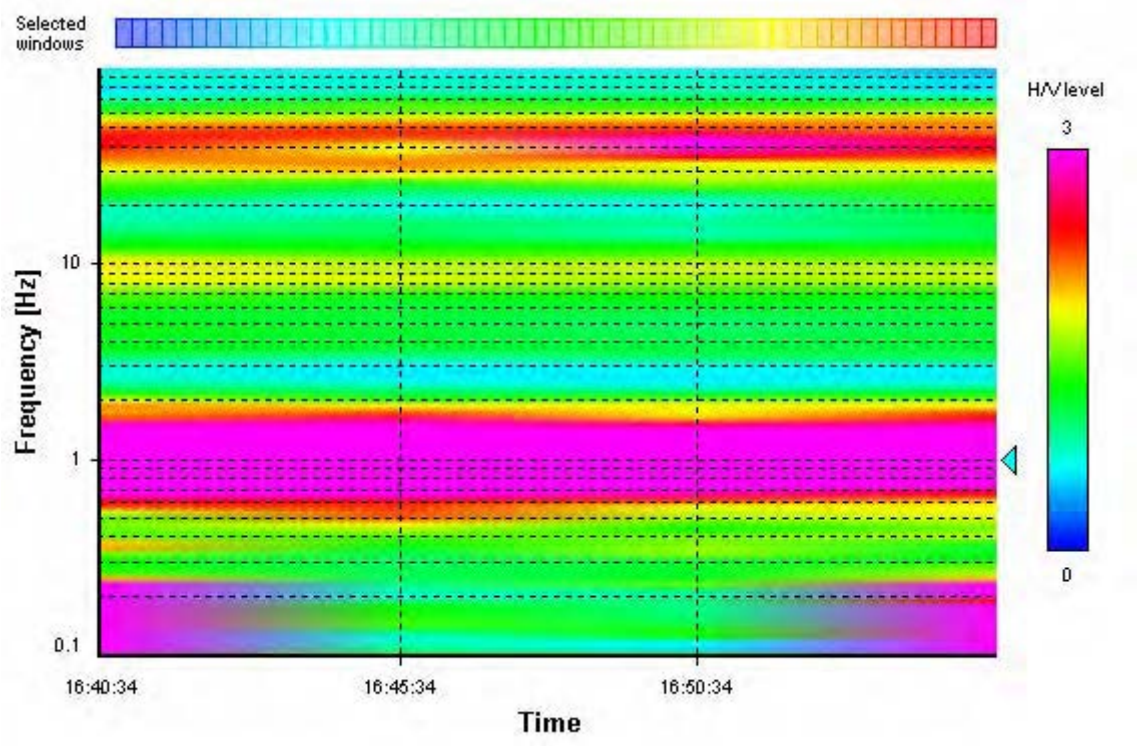
HVSR average



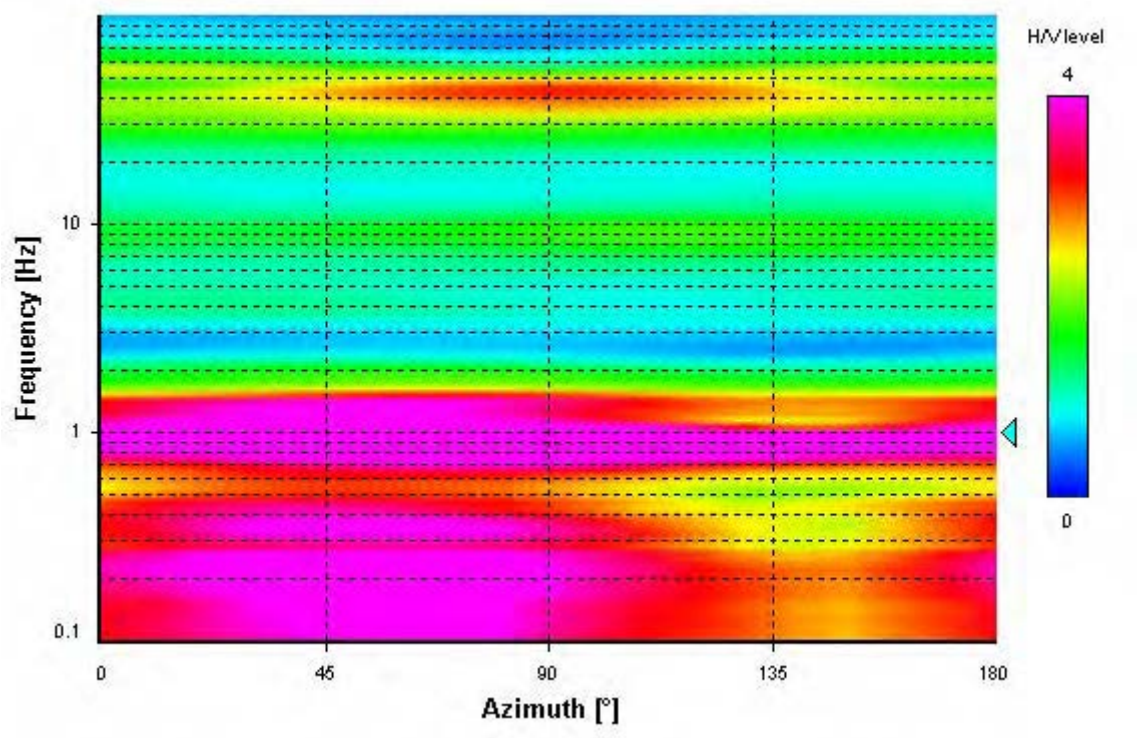
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (300 seconds windows)



HVSR directional analysis



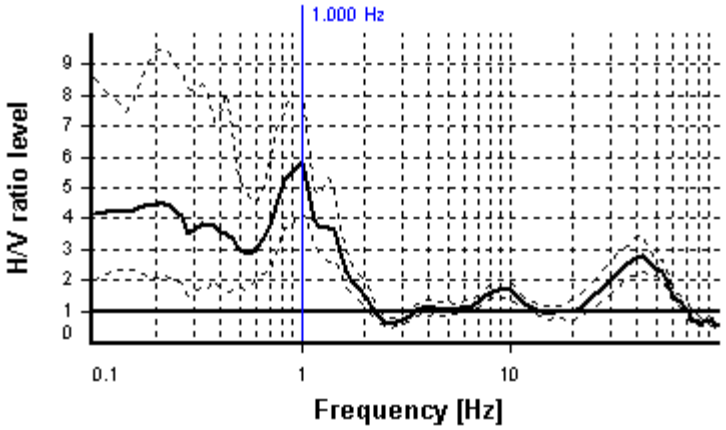
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

1.000 Hz

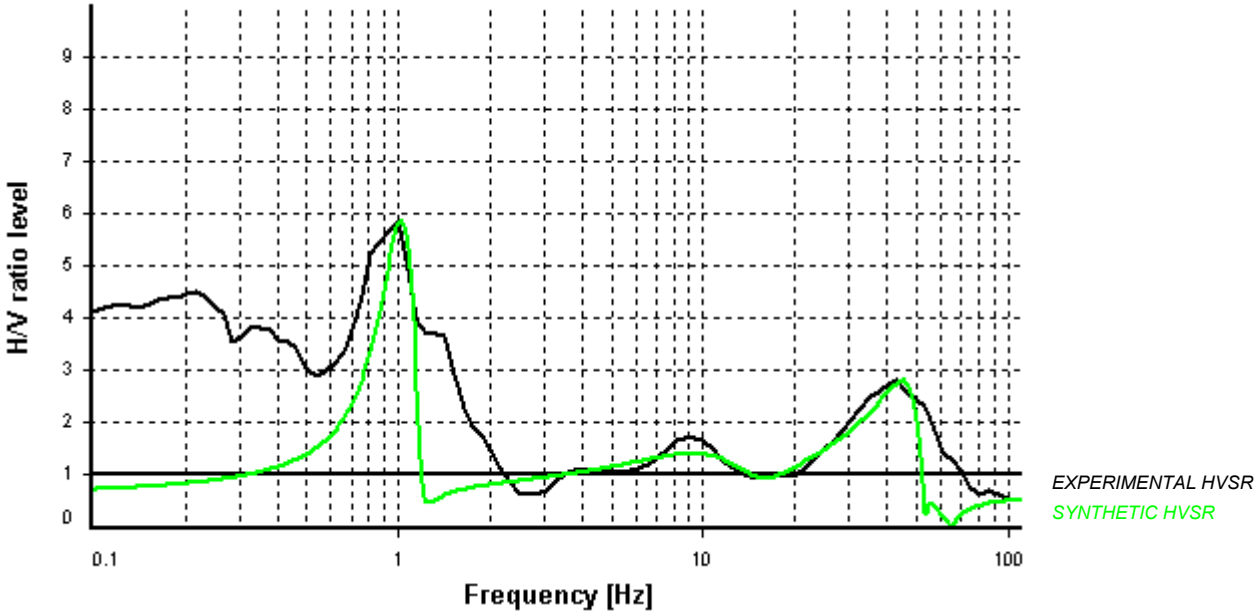
A_0 amplitude = *5.859*

Average f_0 = *0.931 ± 0.166*

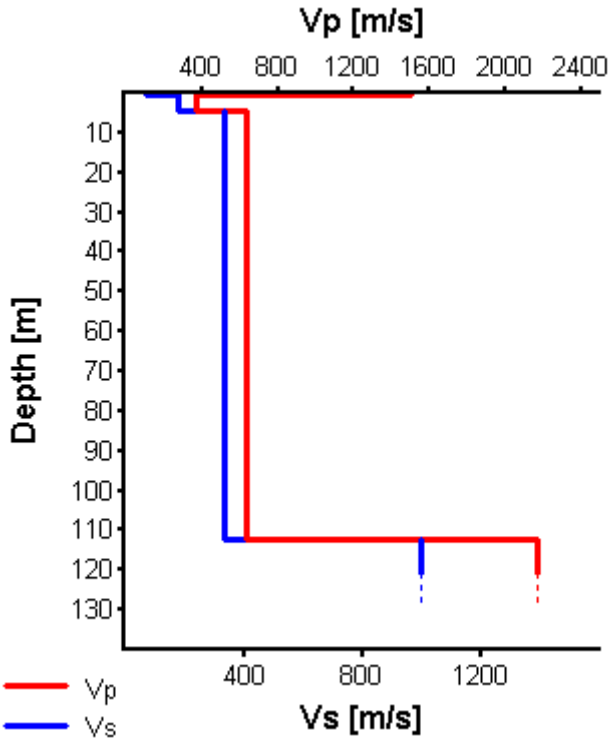


HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	59 valid windows (length > 10 s) out of 59	OK
$n_c(f_0) > 200$	1180 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 19	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f^-$ in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	0.53367 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.62975 Hz	OK
$A_0 > 2$	5.86 > 2	OK
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.16587 >= 0.1	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.39405 < 1.78	OK
Overall criteria fulfillment		OK

Synthetic HVSR modelling



H [m]	D [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	ρ [kg/m³]
0.5	0.5	1500	70	1680
4.0	4.5	370	178	1850
108	112.5	640	335	1930
-	> 112.5	2175	1000	2320



Vs 30 = 284 m/s (Offset = 0 m)

STATION INFORMATION

Station code: 01

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS20PACK (integrated 2.0 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: Ameglia_6

Address: Fiumaretta

Latitude: - 44.052767

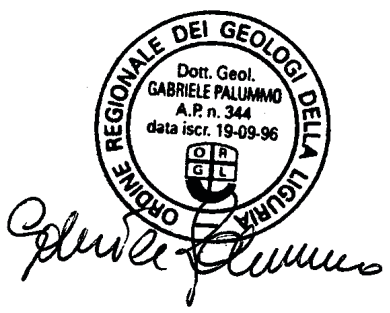
Longitude: - 9.993321

Coordinate system: - WGS84

Elevation: 0 m s.l.m.

Weather: - traffico veicolare

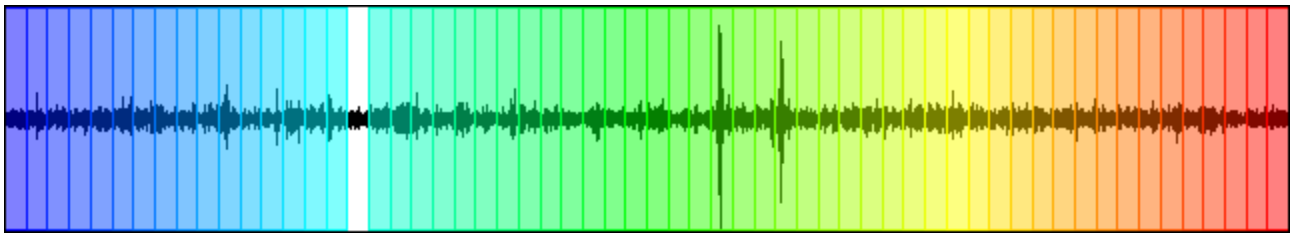
Notes: - asse Y verso N



SIGNAL AND WINDOWING

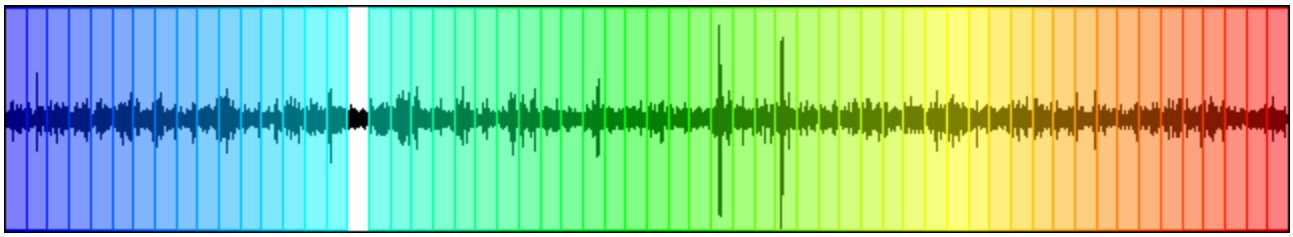
Sampling frequency:	200 Hz
Recording start time:	2017/12/13 17:39:38
Recording length:	20 min
Windows count:	59
Average windows length:	20
Signal coverage:	98.33%

162113 Counts **CHANNEL #1 [V]**



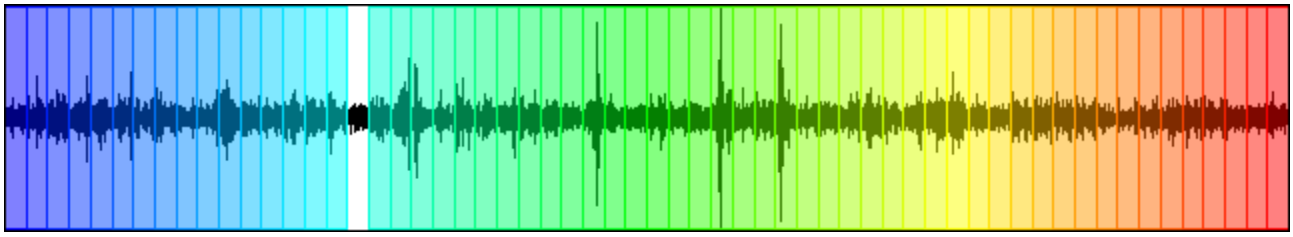
-193124 Counts

123129 Counts **CHANNEL #2 [N]**



-145830 Counts

109779 Counts **CHANNEL #3 [E]**



-107275 Counts

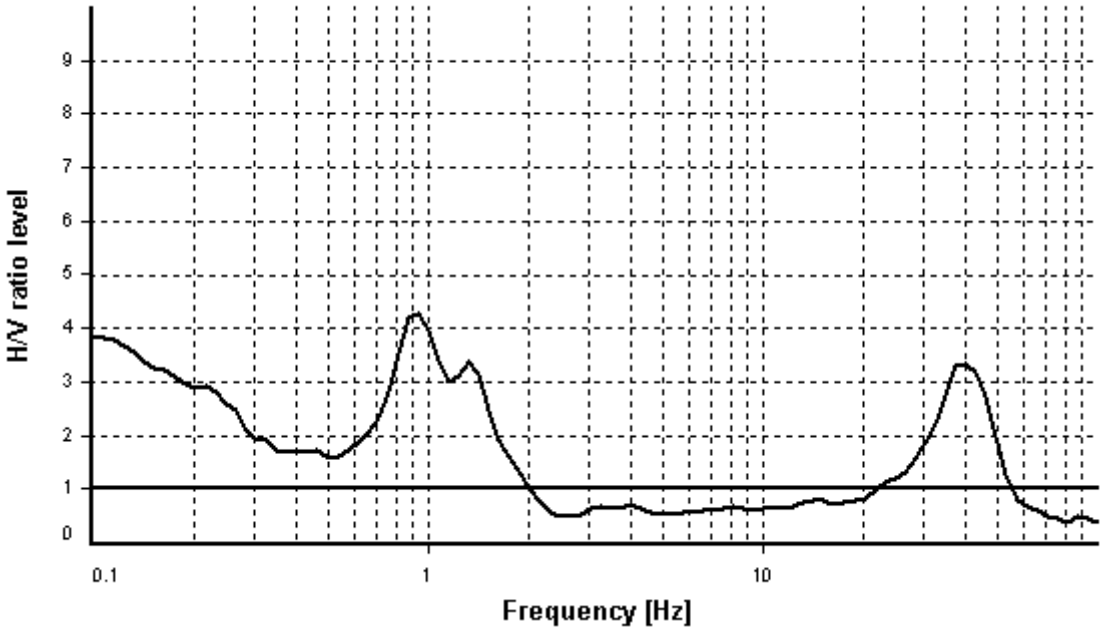
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

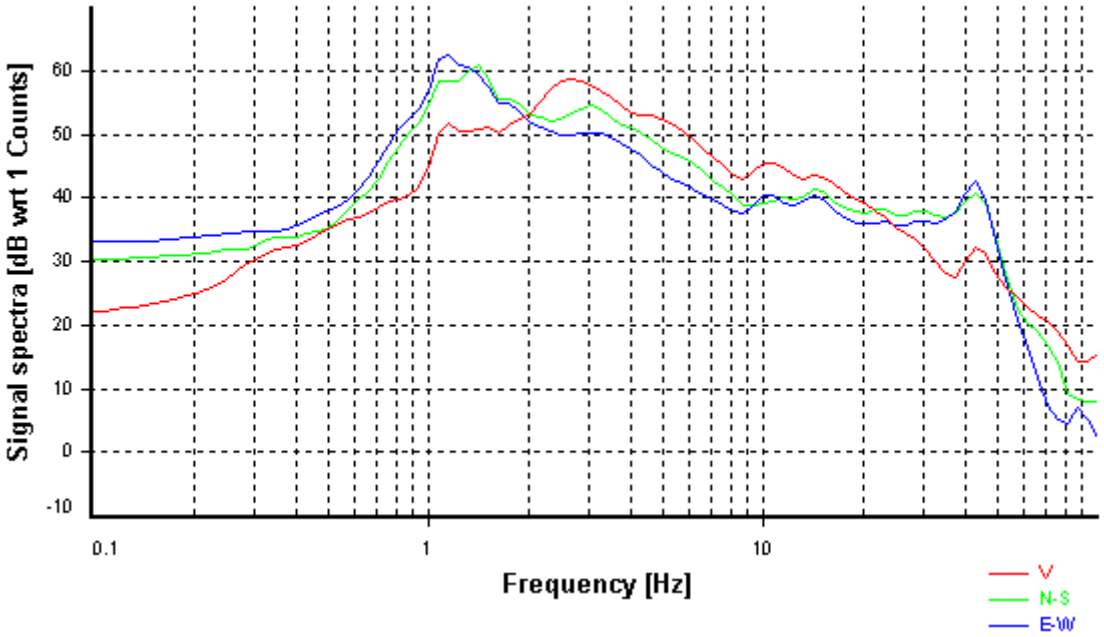
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

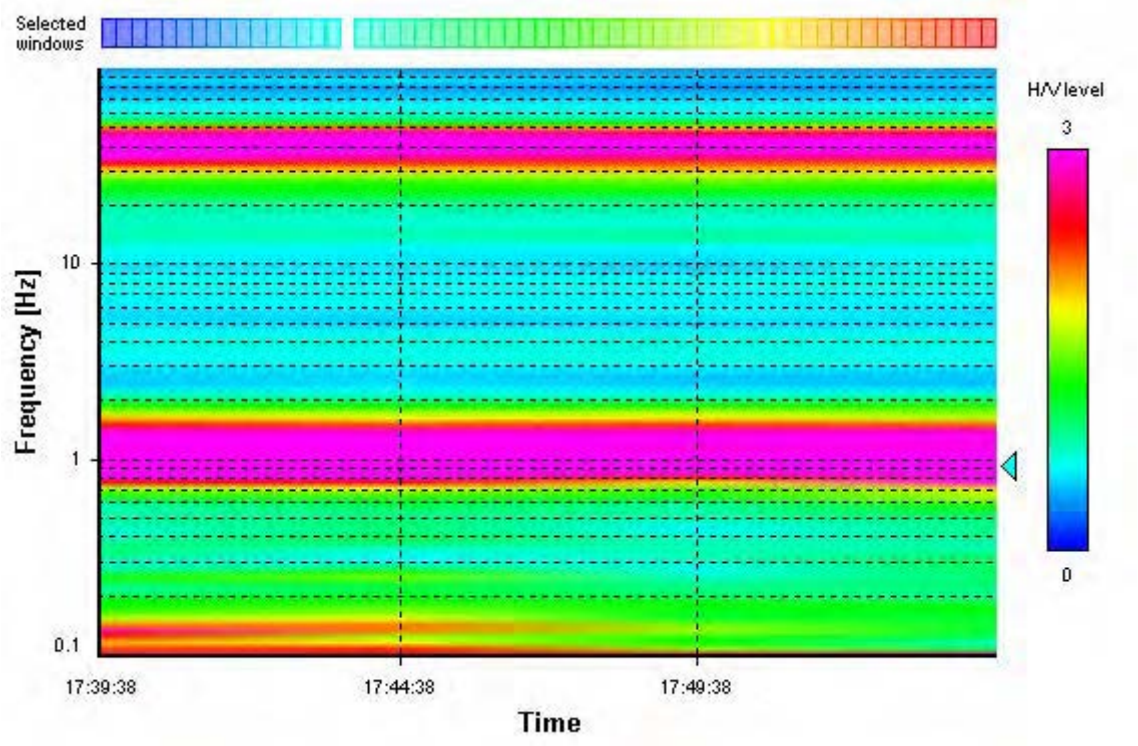
HVSR average



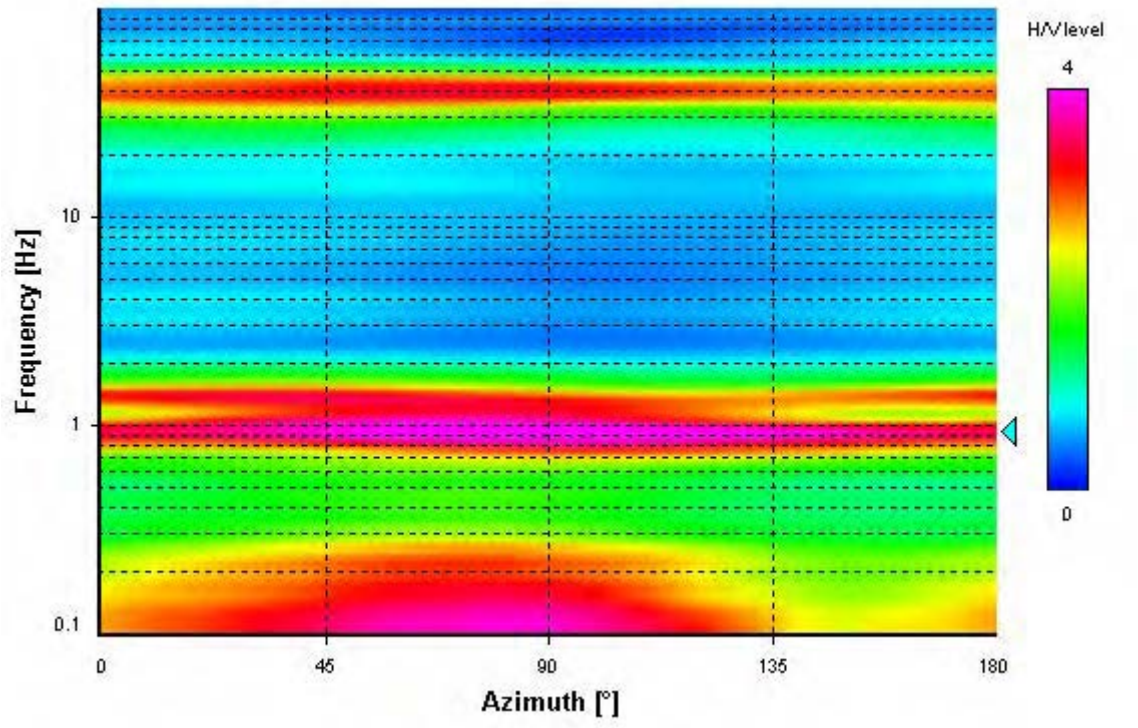
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (300 seconds windows)



HVSR directional analysis



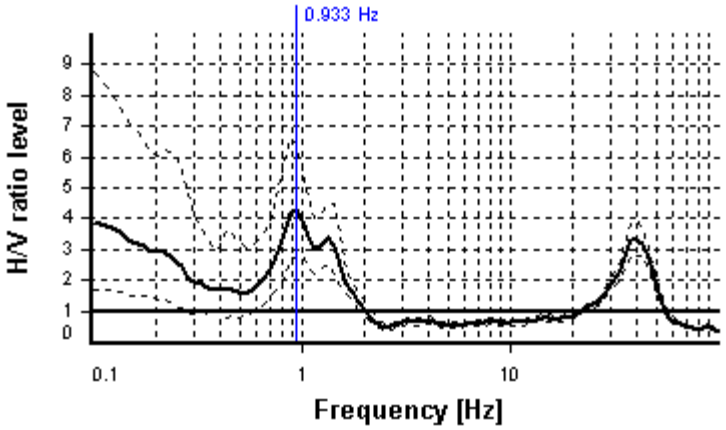
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

0.933 Hz

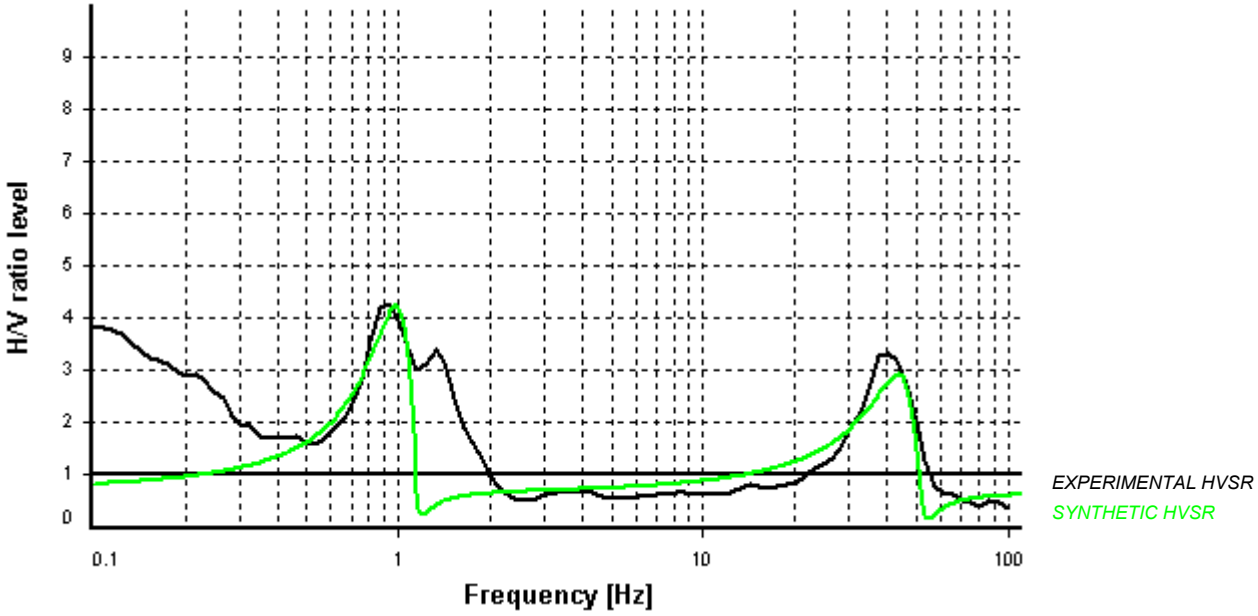
A_0 amplitude = *4.255*

Average f_0 = *0.969 ± 0.171*

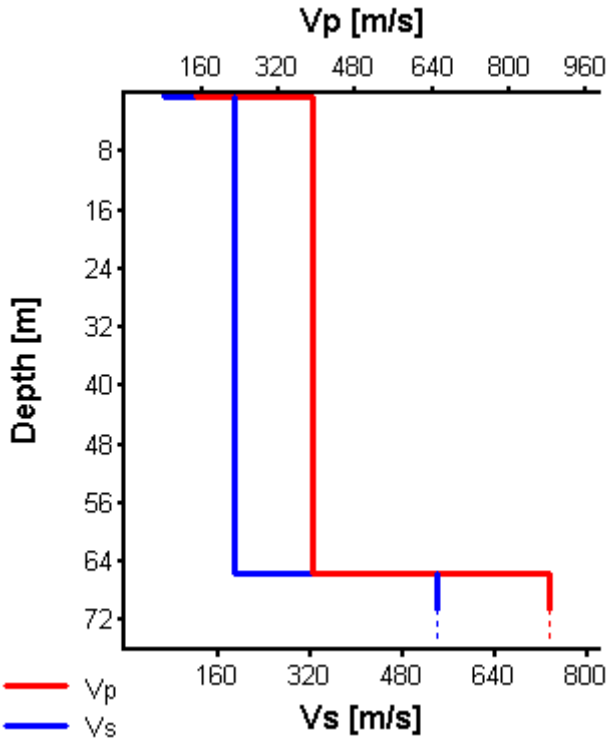


HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	59 valid windows (length > 10.72 s) out of 59	OK
$n_c(f_0) > 200$	1100.47 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 19	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f^-$ in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	0.65793 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.62975 Hz	OK
$A_0 > 2$	4.25 > 2	OK
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	6.74% > 5%	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.17117 >= 0.13989	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.51116 < 2	OK
Overall criteria fulfillment		NO

Synthetic HVSR modelling



H [m]	D [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]	ρ [kg/m³]
0.5	0.5	146	67	1670
65	65.5	389	187	1700
-	> 65.5	887	540	2050



Vs 30 = 182 m/s (Offset = 0 m)

STUDIO GEOLOGIA TECNICA
dott. geol. Gabriele PALUMMO
Via Piave, 42 - 19124 La Spezia
Tel/Fax 0187504444 - Cell 3472764138

MICROZONAZIONE SISMICA

Carta delle Microzone Sismiche 2°livello

Scala 1 : 2.000

COMUNE DI AMEGLIA (SP)

Piano degli Arenili e della Fascia Costiera
Strumento Urbanistico Attuativo
di iniziativa pubblica (L.L. 24/87)

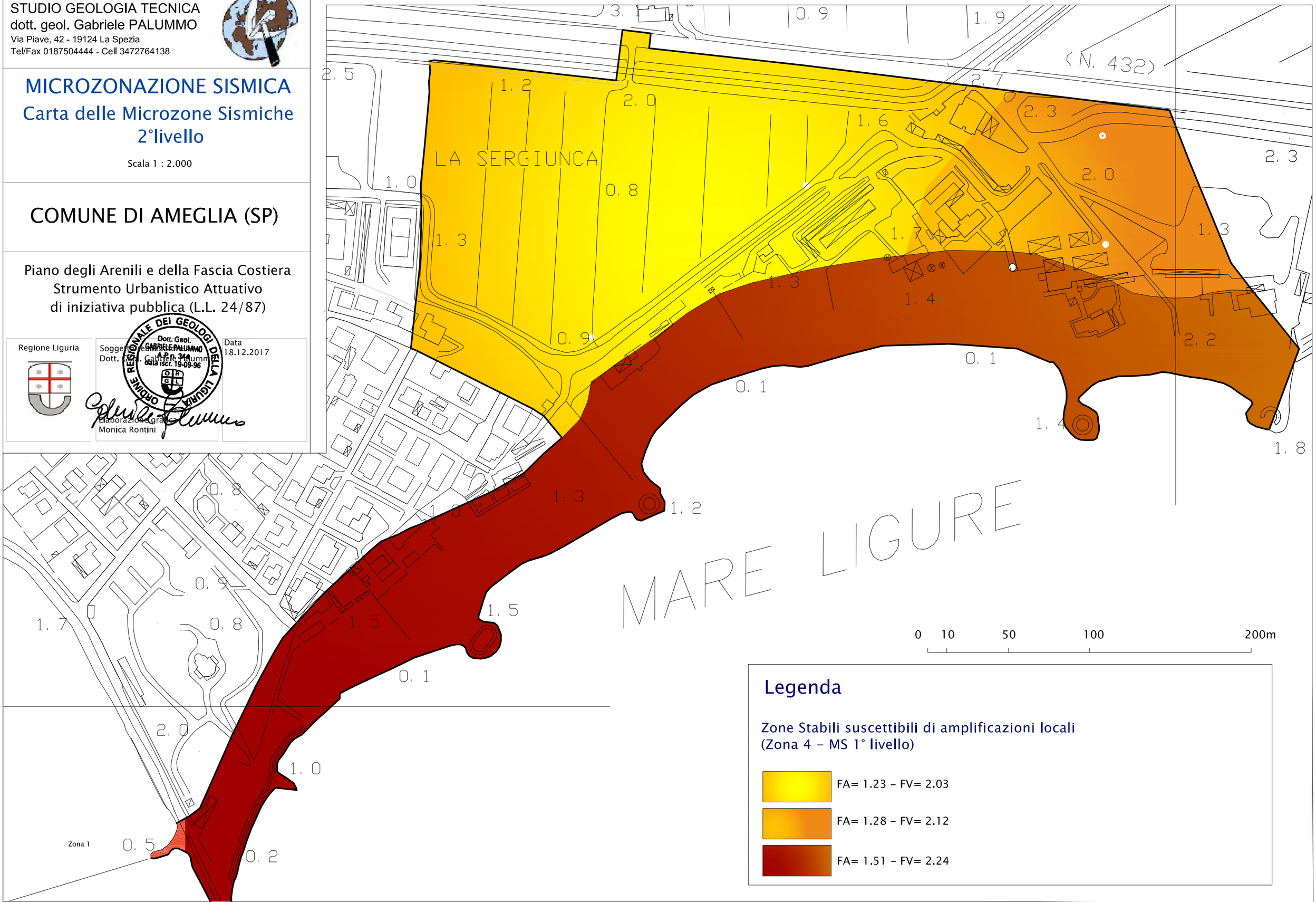
Regione Liguria

Soggetto realizzatore
Dott. Geol. Gabriele Palummo

Data
18.12.2017

Elaborazione grafica
Monica Rontini

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. GABRIELE PALUMMO
A.P. 344
data iscr. 19-09-96



Legenda

Zone Stabili suscettibili di amplificazioni locali
(Zona 4 – MS 1° livello)

- FA= 1.23 – FV= 2.03
- FA= 1.28 – FV= 2.12
- FA= 1.51 – FV= 2.24

STUDIO GEOLOGIA TECNICA
dott. geol. Gabriele PALUMMO
Via Piave, 42 - 19124 La Spezia
Tel/Fax 0187504444 - Cell 3472764138

MICROZONAZIONE SISMICA

Carta delle Indagini
Microzonazione Sismica 2° livello

Scala 1 : 2.000

COMUNE DI AMEGLIA

Regione Liguria

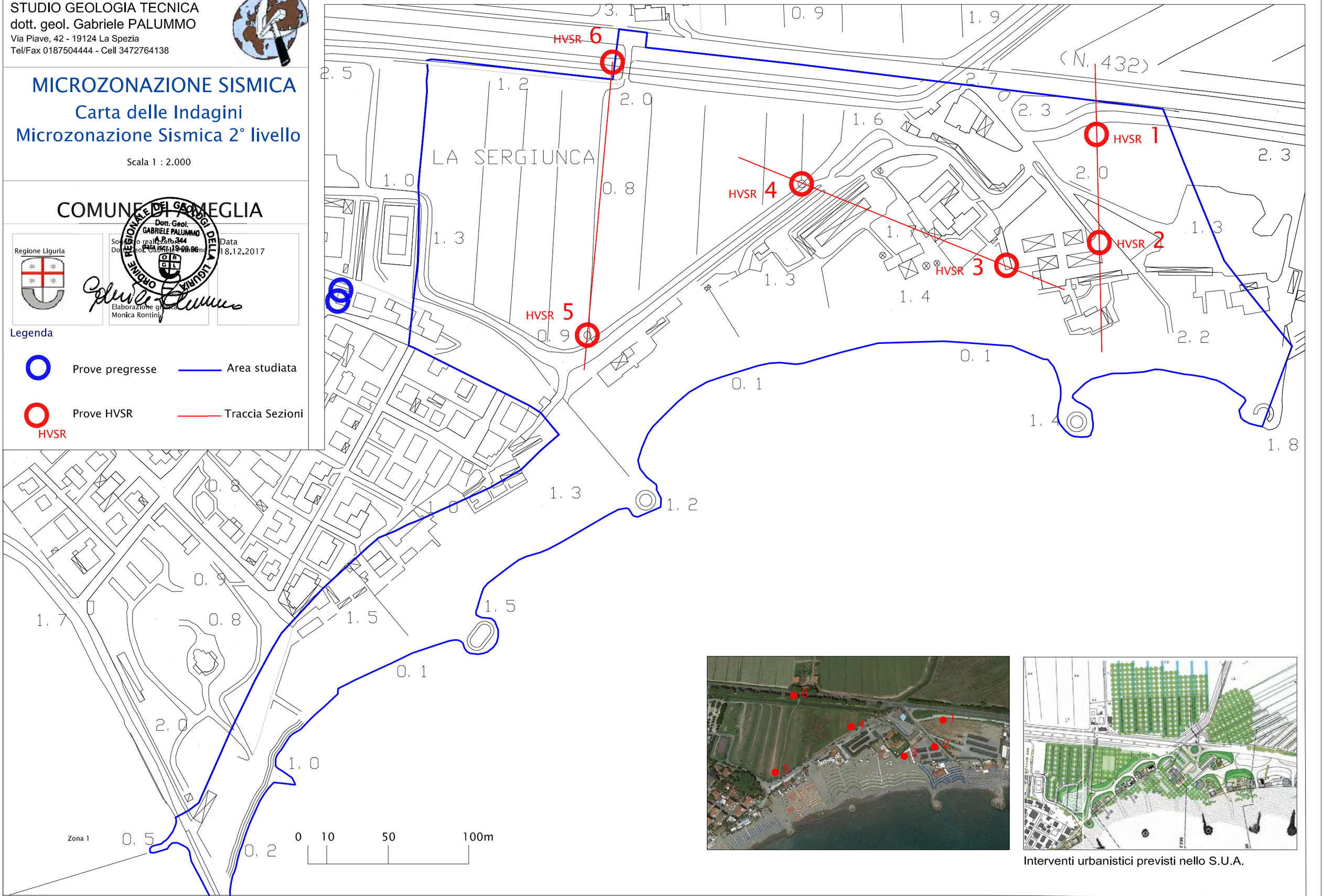
Dott. Geol. GABRIELE PALUMMO n. 244 data iscr. 19.09.96 — ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA

Data 18.12.2017

Elaborazione grafica
Monica Rontini

Legenda

- Prove pregresse
- Area studiata
- Prove HVSR (HVSR)
- Traccia Sezioni



Interventi urbanistici previsti nello S.U.A.

STUDIO GEOLOGIA TECNICA
dott. geol. Gabriele PALUMMO
Via Piave, 42 - 19124 La Spezia
Tel/Fax 0187504444 - Cell 3472764138

MICROZONAZIONE SISMICA

Sezioni stratigrafiche rappresentative
Microzonazione sismica 2° livello

Scala 1 : 2.000

COMUNE DI AMEGLIA

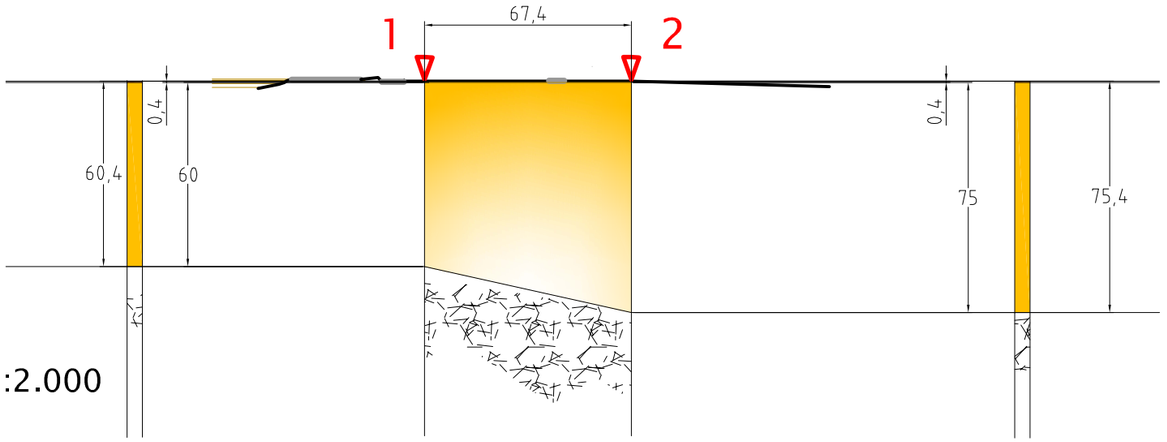
Regione Liguria

Soggetto realizzatore
Dott. Geol. Gabriele Palummo

Data
13.12.2017

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. GABRIELE PALUMMO
A.R.e. 344
data iscr. 19.09.96

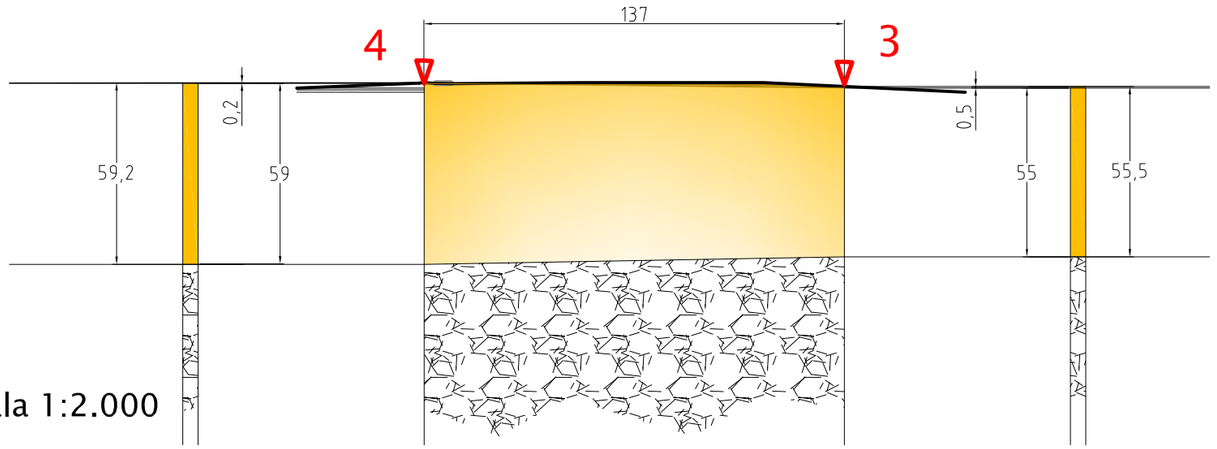
Elaborazione grafica
Monica Rontini



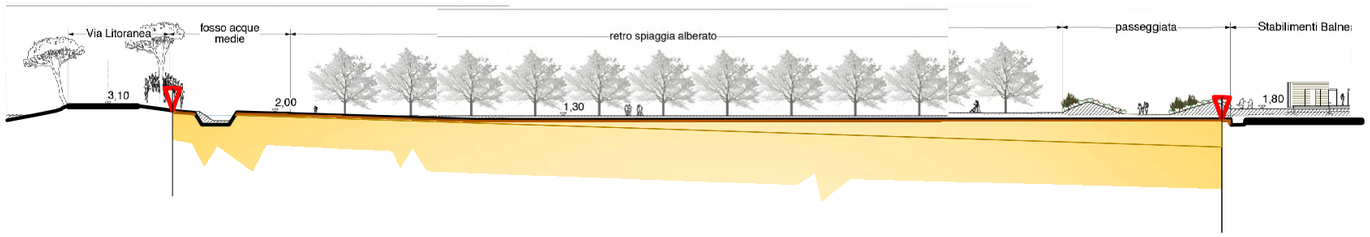
Sezione 1-2 - Scala 1:2.000

LEGENDA

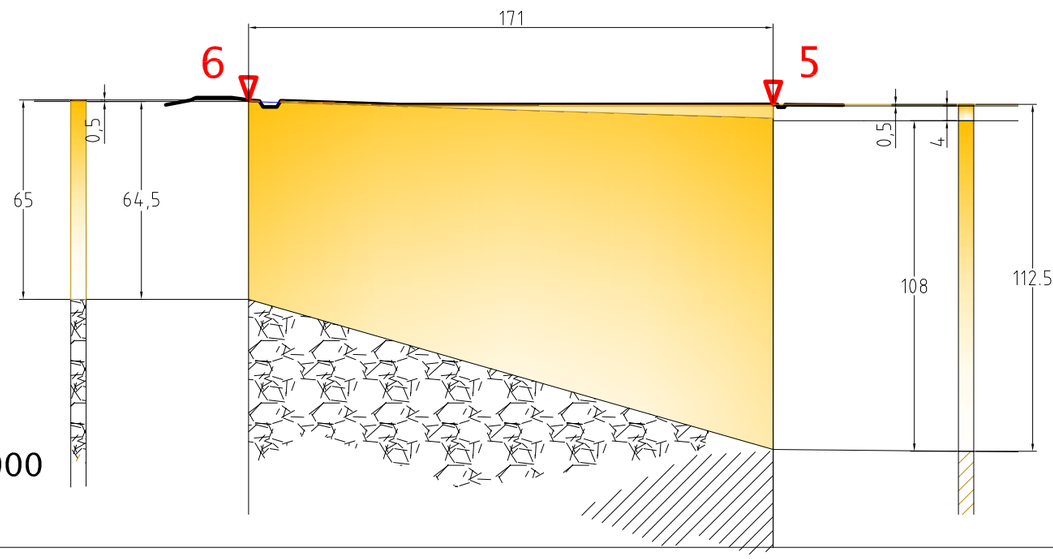
- Argilla satura
- Sabbia fine e media
  Sabbia densa
- Ghiaia
- Bedrock sismico



Sezione 4-3 - Scala 1:2.000



Sezione 6-5 con interventi urbanistici previsti - Scala 1:1.000



Sezione 6-5 - Scala 1:2.000