

Dott. Raffaele SASSONE

Via dei Mori, 22
70023 Gioia del Colle BA
Tel: **3204890266** E-mail: r.sassone@yahoo.it
P.IVA: 06504280725
C.F. : SSS RFL 76T17 A662I

iscritto presso l'**Albo Professionale** dell'**Ordine Regionale dei Geologi della Puglia sezione A** con numero di iscrizione **664** in data
03/10/2006

COMUNE DI RUTIGLIANO

PROVINCIA DI BARI

REGIONE PUGLIA

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTO

Progetto in variante parziale al piano di Lottizzazione B2 – 18 (già B2 – 34 da P.d.F.)

Committente: sig.ra Didonna Margherita

Gioia del Colle, agosto 2014

il Geologo
Dott. Raffaele SASSONE



INDICE

RELAZIONE GEOLOGICA

1. Premessa	pag. 1
2. Unità geologiche, litologiche e strutturali	pag. 1
3. Storia geologica del territorio	pag. 1
4. Forme del terreno e processi geomorfici	pag. 3
5. Rischio geologico	pag. 4
6. Idrogeologia	pag. 4
7. Campagna geognostica	pag. 4
8. Indagine geofisica mediante tecnica dei rapporti spettrali o HVSR	pag. 5
9. Rilevamento geologico-tecnico	pag. 9
10. Definizione delle unità litotecniche	pag. 10
11. Vincoli	pag. 10
12. Categoria topografica	pag. 13
13. Categorie di sottosuolo	pag. 13
14. Aspetti geodinamici e sismicità	pag. 13
15. Prescrizioni	pag. 15

Allegati: Relazioni indagini sismiche tipo HVSR

1. Premessa

Questa relazione geologica integra la documentazione prodotta per la richiesta di variante parziale al Piano di Lottizzazione B2–18 (già B2–34 da P.d.F.) fatta dalla sig.ra Didonna Margherita. Il sito è ubicato in via del Pero nel comune di Rutigliano (BA) (Fig. 1, Fig. 2 e Tab. 1).

Tabella 1 - Ubicazione dell'opera

Riferimento IGM	Quota	UTM WGS 84 GEOGRAFICHE
Foglio 178 - Tav. III SO "Rutigliano"	125 m s.l.m.	41° 00' 52" N; 17° 00' 48" E (da Greenwich)

I dati esposti in questo elaborato sono stati riscontrati direttamente sul cantiere e nelle aree circostanti. Le conoscenze acquisite sono state integrate con quanto già noto sul territorio di Rutigliano (D.M. del 11/3/88).

Inoltre, secondo la normativa in vigore (DM 14/1/2008), il territorio di Rutigliano rientra nella zona identificata come sismica (Zona 3 ai sensi dell'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003).

2. Unità geologiche, litologiche e strutturali

L'area in studio ricade nel Foglio 178 "Mola di Bari", scala 1:100000 (Fig. 3) della Carta Geologica d'Italia. La successione stratigrafica, riferita alle formazioni affioranti nell'area in studio, è la seguente:

depositi argillosi (Argille di Rutigliano; Quaternario);

depositi calcarenitici (Depositi Marini Terrazzati; Quaternario);

Calcarea di Bari (Cretaceo).

3. Storia geologica del territorio

Le caratteristiche geologiche, strutturali e idrogeologiche del territorio di Rutigliano e delle aree immediatamente limitrofe rispecchiano il contesto stratigrafico e strutturale del settore adriatico dell'area murgiana.

3.1 Caratteristiche geologiche generali

Le Murge costituiscono la parte centrale della potente successione carbonatica mesozoica della Piattaforma Apula. Il substrato geologico murgiano è costituito da depositi carbonatici del Cretaceo caratterizzati da una marcata uniformità litologica. Nel sottosuolo e in affioramento, le successioni sono di norma ben stratificate formate da un'alternanza irregolare di calcari micritici, calcilutiti, calcareniti, dolomie e calcari dolomitici, variamente interessati da fratturazione e carsismo. La serie calcarea mesozoica è nota in letteratura come Gruppo dei Calcari delle Murge. Al di sopra delle rocce calcareo-dolomitiche affiorano lembi di calcareniti giallastre fossilifere di età infrapleistocenica e

riferibili alla formazione nota in letteratura con il nome di Calcareniti di Gravina. Questi depositi, localmente chiamati "tufi", costituiscono una copertura di una certa continuità e spesso alcuni metri. Le calcareniti si presentano come rocce a tessitura omogenea, di colore bianco-giallastro, a grana variabile da fine a grossolana, piuttosto porose, variamente cementate. Stratigraficamente al di sopra delle calcareniti pleistoceniche affiorano depositi sabbiosi, siltoso-argillosi, calcarenitici e calcilutitici di età mediopleistocenica, riferibili a eventi sedimentari di breve durata. Queste rocce, note in letteratura con il nome di Depositi Marini Terrazzati, costituiscono una coltre spesso alcuni metri. La successione stratigrafica è chiusa da sedimenti continentali olocenici. Questi, di esiguo spessore, sono essenzialmente depositi terrosi residuali (terre rosse) e ciottolosi, derivano dal disfacimento dei calcari e delle calcareniti e si trovano soprattutto nelle depressioni, quali la parte bassa dei solchi erosivi (lame) e nelle doline.

3.2 Caratteristiche tettoniche e morfologiche generali

Dal punto di vista della tettonica, le rocce mesozoiche murgiane formano un'estesa monoclinale con immersione degli strati a S-SW. Le principali strutture disgiuntive sono rappresentate da due sistemi di faglie principali, orientati l'uno lungo la direttrice appenninica e l'altro in direzione antiappenninica. Queste scompongono il substrato carbonatico in più blocchi, determinando un esteso horst asimmetrico, con alcuni stretti graben, quali quello delle Murge Alte (che si estende da Canosa a Fasano), e quello delle Murge Basse, (grosso modo lungo la direttrice Andria - Adelfia). Le strutture minori sono rappresentate da pieghe blande e da faglie di con minimo rigetto. Le faglie non sono interessate da movimenti tettonici di sorta. Infatti, le Murge costituiscono parte dell'avampaese apulo, ritenuto tettonicamente stabile. Tuttavia, l'area murgiana può essere interessata di riflesso da sismi con epicentri in Appennino, nell'area garganica e balcanica. Tali sismi possono provocare danni, anche considerevoli, alle infrastrutture. Non a caso buona parte delle Murge è ritenuta a potenziale rischio sismico (Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003).

Gli aspetti morfologici delle Murge del sud-est sono in stretta relazione con la composizione litologica e l'assetto strutturale dei terreni affioranti. I principali lineamenti morfologici sono rappresentati da ampi ripiani di abrasione marina che digradano verso mare mediante una serie di gradini riferiti ad antiche linee di costa. Durante il Quaternario su questi ripiani si è impostato un fitto reticolo idrografico che a luoghi presenta un'evidente organizzazione gerarchica. Questo è costituito da brevi corsi d'acqua (lame), effimeri e a regime torrentizio.

L'altro elemento caratterizzante la morfologia delle Murge sud-orientali è il carsismo che qui si manifesta soprattutto con doline ed inghiottitoi che favoriscono una rapida infiltrazione delle acque di

pioggia. La variabilità delle manifestazioni carsiche, epigee ed ipogee, dipende anche dalla natura e dal grado di fratturazione delle rocce calcaree.

3.3 Caratteristiche idrogeologiche generali

In tutto il settore sud-orientale murgiano le rocce calcareo-dolomitiche di età cretacea, permeabili per fessurazione e carsismo, costituiscono un acquifero di notevole potenzialità e spessore. Le modalità di esistenza e di circolazione di questa falda, essendo legate essenzialmente allo stato di fratturazione e carsificazione delle rocce, possono variare notevolmente anche in breve spazio, di modo che talvolta l'acquifero si rinviene in pressione parecchi metri al di sotto del livello del mare (come di frequente accade nelle aree interne), mentre altre volte si rinviene a pelo libero, soprattutto nella fascia costiera. Un'altra caratteristica è costituita dall'esistenza di più livelli acquiferi sovrapposti, a causa della frequente presenza di interstrati calcarei poco fratturati e impermeabili.

La base dell'acquifero è indefinita in quanto rappresentata da livelli delle stesse rocce calcareo-dolomitiche che con la profondità presentano un grado di fratturazione, porosità d'insieme e permeabilità via via decrescente. Al di sotto dello strato di acqua dolce, si rinviene l'acqua marina di intrusione continentale; lo spessore del corpo di acqua dolce aumenta procedendo dalla costa verso l'interno. Corpi acquiferi superficiali (a pochi metri dal piano campagna) si rinvencono là dove le rocce del substrato calcareo cretaceo sono sepolte da una coltre sufficientemente spessa di depositi più recenti (zone di Rutigliano, Acquaviva delle Fonti, Gioia del Colle ecc.). Questi acquiferi sono in genere poco produttivi ed oggi poco sfruttati dalla popolazione.

4. Forme del terreno e processi geomorfologici

Il fabbricato da ristrutturare è situato a nord ovest dell'abitato di Rutigliano, ad una quota di 125 m sul livello del mare a una distanza dalla costa di circa 8 Km.

La morfologia dell'area in studio risulta estremamente modificata dall'antropizzazione e non sono riconoscibili le originarie forme del paesaggio (fig. 4). Tuttavia è possibile osservare una leggera pendenza in direzione NO.

Inoltre non sono riconoscibili manifestazioni del carsismo superficiale o profondo, ed è stato possibile accertare che, nell'area del cantiere, sono assenti forme carsiche che potrebbero interagire con l'opera che si intende costruire.

5. Rischio geologico

A parte la sottile copertura di terreno vegetale, nell'area di intervento è stata riscontrata la presenza di depositi argillosi, leggermente sabbiosi di colore giallastro e grigio, per uno spessore compreso tra i 4,00 e 5,00 m e riferibili al Quaternario.

Le indagini geognostiche hanno individuato, al di sotto dei terreni argillosi, un banco calcarenitico, spesso oltre i 20 m, di colore bianco giallastro più o meno cementato. Le calcareniti sono riferibili anch'esse al Quaternario.

I depositi calcarenitici poggiano sui calcari murgiani cretacei riferibili al Calcere di Bari (fig. 3).

Nelle aree immediatamente limitrofe al sito non sono state osservate discontinuità riconducibili a fratture di notevole entità o faglie, anche se inattive.

6. Idrogeologia

In quest'area sono assenti forme perenni di scorrimento superficiale, soprattutto nelle immediate vicinanze del sito di intervento (Fig. 4). I corsi d'acqua a carattere stagionale e temporaneo più vicini al sito in studio distano, comunque, alcune centinaia di metri. Pertanto il fabbricato non è sottoposto a rischio idraulico.

Dal punto di vista idrogeologico la presenza di depositi quaternari caratterizzanti tutto il sottosuolo dell'abitato di Rutigliano determina la formazione di acquiferi superficiali a carattere stagionale che hanno come base gli stessi depositi quaternari con contenuto argilloso in percentuale maggiore. La stagionalità di queste falde, legata alle variazioni climatiche che avvengono nell'arco dell'anno, comporta una continua oscillazione della loro superficie piezometrica. Tali oscillazioni possono essere facilmente misurate utilizzando i pozzi presenti sia in paese che in periferia e diffusamente usati in passato sia per scopi irrigui che per scopi alimentari.

Da osservazioni effettuate è stato possibile supporre che in quest'area non è presente la falda superficiale succitata.

Infine, il tetto della falda carsica principale si trova a circa 30 metri sul livello del mare (Fig. 5: Tav. 6.2 "distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della Murgia e del Salento del P.T.A. "Piano di Tutela delle Acque, Del. G. Reg. n. 883/2007), cioè a circa 95 metri al di sotto del piano campagna.

7. Campagna geognostica

Nell'ambito dello studio geologico e geotecnico dell'area sita nel comune di Rutigliano (BA), è stata eseguita un'indagine geofisica al fine di determinare alcune proprietà fisiche del sottosuolo.

Nel sito indagato sono state eseguite due prove geofisiche mediante tecnica dei rapporti spettrali o HVSR (fig. 6).

8. Indagine geofisica mediante tecnica dei rapporti spettrali o HVSR

Lo scopo di questa indagine è la caratterizzazione sismica del sottosuolo e, in particolare, l'individuazione delle discontinuità sismiche nonché la profondità della formazione rocciosa compatta (bedrock geofisico). Con tale metodo viene stimata la velocità di propagazione delle onde di taglio (V_{s30}) come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14-01-2008.

L'indagine geofisica proposta si avvale metodologica basata sulla tecnica di Nakamura e sul rapporto spettrale H/V.

8.1 Cenni storici

La tecnica dei rapporti spettrali o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è totalmente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non necessita di nessun tipo di perforazione, né di stendimenti di cavi, né di energizzazione esterne diverse dal rumore ambientale che in natura esiste ovunque. I risultati che si possono ottenere da una registrazione di questo tipo sono:

la frequenza caratteristica di risonanza del sito che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale in quanto si dovranno adottare adeguate precauzioni nell'edificare edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di “doppia risonanza” estremamente pericolosa per la stabilità degli stessi;

la velocità media delle onde di taglio V_s calcolata tramite un apposito codice di calcolo.

la stratigrafia del sottosuolo con un range di indagini compreso tra 0,5 e 700 m di profondità anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 metri.

Il principio su cui si basa la presente tecnica, in termini di stratigrafia del sottosuolo, è rappresentato dalla definizione di strato inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

Le basi teoriche della tecnica HVSR si rifanno in parte alla sismica tradizionale e in parte alla teoria dei microtremiti. La forma di un'onda registrata in un sito x da uno strumento dipende:

dalla forma d'onda prodotta dalla sorgente s ;

dal percorso dell'onda dalla sorgente s al sito x (attenuazioni, riflessioni, rifrazioni, incanalamenti per guide d'onda);

dalla risposta dello strumento.

Possiamo scrivere questo come:

segnale registrato al sito x = sorgente x effetti di percorso x funzione trasferimento strumento

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato da fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Si chiama microtremore poiché riguarda oscillazioni molto piccole, molto più piccole di quelle indotte dai terremoti. I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva.

Nel tragitto dalla sorgente s al sito x le onde elastiche subiscono riflessioni, rifrazioni, intrappolamenti per fenomeni di guida d'onda, attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato. Questo significa che se da un lato l'informazione relativa alla sorgente viene persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica classica, è presente comunque una parte debolmente correlata nel segnale ed in particolare relative alla struttura locale vicino al sensore. Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartate dalla sismologia classica, contiene informazioni. Questa informazione è però “sepolta” all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune. Una di queste tecniche è la teoria dei rapporti spettrali o, semplicemente, HVRS che è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali dei sottosuoli; informazioni di notevole importanza nell'ingegneria sismica.

8.2 Strumenti e metodologia

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un tromometro digitale modello “Tromino” che rappresenta la nuova generazione di strumenti ultra-leggeri e ultra-compatti in alta risoluzione adatti a tale misurazioni. Lo strumento racchiude al suo interno tre velocimetri elettrodinamici ortogonali tra loro ad alta definizione con intervallo di frequenza compreso tra 0,1 e 512 Hz. I dati vengono memorizzati in una scheda di memoria interna da 512 Mb, evitando così la presenza di qualsiasi cavo che possa introdurre rumore meccanico ed elettronico.

I dati sono stati convertiti in file ASCII mediante il software “Grilla”, fornito a supporto dello strumento utilizzato, quindi elaborati per ottenere spettri di velocità in funzione della frequenza. Per evitare di introdurre basse frequenze spurie i dati sono stati corretti per offset e trend ma non filtrati così come raccomandato dalla norma DIN 4150-3.

in fase operativa si sono seguite le seguenti operazioni:

il rumore sismico è stato registrato nelle sue tre componenti per un intervallo di tempo dell'ordine delle decine di minuti (14 minuti);

la registrazione è stata suddivisa in intervalli della durata di qualche decina di secondi ciascuno;

per ogni segmento viene eseguita un'analisi spettrale del segmento nelle sue tre componenti;
per ciascun segmento si calcolano i rapporti spettrali fra le componenti del moto sui piani orizzontale e verticale;

vengono calcolati i rapporti spettrali medi su tutti i segmenti.

Per considerare la misura ottenuta come una stima dell'ellitticità delle onde Rayleigh è necessario che:

i rapporti H/V ottenuti sperimentalmente siano “stabili” ovvero frutto di un campionamento statico adeguato;

gli effetti di sorgente siano stati effettivamente mediati ovvero non ci siano state sorgenti “dominanti”;

la misura non contenga errori sistematici (per es. dovuti ad un cattivo accoppiamento dello strumento con il terreno).

Per la determinazione delle velocità delle onde di taglio si utilizza un codice di calcolo appositamente creato per interpretare i rapporti spettrali (H/VS) basati sulla simulazione del campo di onde di superficie (Rayleigh e Love) in sistemi multistrato a strati piani e paralleli secondo la teoria descritta in AKI (1964) e Ben-Menahem e Singh (1981). Il codice può elaborare modelli con qualsiasi numero di strati (limitati a 50 nella tabella d'input), in qualsiasi intervallo di frequenze e in un qualsiasi numero di modi. Operativamente si costruisce un modello teorico H/VS avente tante discontinuità sismiche quante sono le discontinuità evidenziate dalla registrazione eseguita. Successivamente, tramite uno specifico algoritmo, si cercherà di adattare la curva teorica a quella sperimentale; in questo modo si otterranno gli spessori dei sismostrati con la relativa velocità delle onde Vs.

Nel presente lavoro si sfrutterà la teoria di Nakamura che relaziona lo spettro di risposta del substrato roccioso (rapporto spettrale $H/V=1$) con quello effettivamente misurato in superficie. La rappresentazione di un moto sismico può essere espressa sia nel campo del tempo che delle frequenze. Per capire la procedura per il calcolo del moto sismico in superficie analizziamo un caso semplificato di un deposito di terreno omogeneo di spessore H, poggiate su di un basamento roccioso soggetto ad onde di taglio con direzione di propagazione verticale. Se le onde di taglio verticali incidenti sono sinusoidali di frequenza f, l'accelerazione sull'affioramento rigido è una sinusoidale di frequenza f e ampiezza a_{maxr} mentre la corrispondente accelerazione alla superficie del deposito, anch'essa sinusoidale di frequenza f, ha ampiezza paria a a_{maxs} . Il rapporto a_{maxr}/a_{maxs} prende il nome di fattore di amplificazione, A, e dipende dalla frequenza dell'eccitazione armonica, dal fattore di smorzamento del terreno e dal rapporto $I = (dbV_b)/(dsV_s)$ tra l'impedenza sismica della roccia di base dbV_b e quella del deposito dsV_s . La variazione del fattore di amplificazione con la frequenza definisce la funzione di amplificazione A(f) del deposito. Il moto

sismico è amplificato in corrispondenza di determinate frequenze, che corrispondono alle frequenze naturali f_n di vibrazione del deposito: $f_n = 1/T_n = (V_s \times (2n-1)) / (4 \times H)$ con $n = 1, 2, \dots$ (3.1)

mentre risulta ridotto di amplificazione alle frequenze elevate a causa dello smorzamento del terreno.

Di particolare importanza è la prima frequenza naturale di vibrazione del deposito f_1 , denominata frequenza fondamentale di risonanza: $f_1 = 1/T_1 = V_s / 4H$ (3.2)

E' quindi necessario porre estrema attenzione a fenomeni di "doppia risonanza", cioè la corrispondenza tra le frequenze fondamentali del segnale sismico così come trasmesso in superficie e quelle dei manufatti ivi edificati in quanto le azioni sismiche su di essi sarebbero gravose.

Negli ultimi anni un progetto europeo denominato SESAME (site effects assessment using ambient excitations) si è occupato di stabilire delle linee guida per la corretta esecuzione delle misure di microtremore ambientale in stazione singola e array. Esso ha anche fornito dei criteri per valutare la bontà delle curve HVSR e la significatività dei picchi H/V eventualmente trovati. In un'apposita tabella verranno evidenziati i risultati di detti criteri.

Per una corretta ricostruzione sismica del sottosuolo e una buona stima delle onde V_s è necessario adottare una modellazione numerica che può essere rappresentata dalla seguente equazione:

$$V_s = H / \sum h_i / v_i$$

V_s = valore di velocità delle onde di taglio (m/s)

H = profondità alla quale si desidera stimare V_s

h_i = spessore dello strato i -esimo.

In via puramente indicativa, al fine di correlare le velocità delle onde di taglio ad un tipo di suolo, si riportano una serie di esempi di classificazioni fatte sulla base di semplici misure H/V a stazione singola. In tutti i siti descritti, la stratigrafia è nota da sondaggi e prove penetrometriche e il profilo V_s è ricavato anche con metodi alternativi.

Tipo di suolo	V_s min (m/s)	V_s media (m/s)	V_s max (m/s)
Rocce molto dure (es. rocce metamorfiche molto-poco fratturate)	1400	1620	-
Rocce dure (es. graniti, rocce ignee, conglomerati, arenarie e argilliti, da mediamente a poco fratturate)	700	1050	1400
Suoli Ghiaiosi e rocce da tenere a dure (es. rocce sedimentarie ignee tenere, arenarie, argilliti, ghiaie e suoli con > 20% di ghiaia)	375	540	700
Argille compatte e suoli sabbiosi – ghiaiosi (es. ghiaie e suoli con <20% di ghiaia, sabbie da sciolte a molto compatte, limi e argille sabbiose, argille da medie a compatte e argille limose)	200	290	375
Terreni teneri (es. terreni di riempimento sotto falda, argille da tenere a molto tenere)	100	150	200

8.3 Interpretazione delle misure eseguite

L'interpretazione consente sia di correlare il valore di picco dello spettro di risposta HVSR con la profondità del substrato roccioso compatto (bedrock geofisico) e di individuare una corrispondenza tra i valori di frequenza relativi alle discontinuità sismiche e i cambi litologici presenti nell'immediato sottosuolo.

Interpretando i minimi della componente verticale come risonanza del modo fondamentale dell'onda di Rayleigh e i picchi delle componenti orizzontali come contributo delle onde SH, si può ricavare il valore di frequenza caratteristica del sito. Sapendo che ad ogni picco in frequenza corrisponde una profondità (m) dell'orizzonte che genera il contrasto d'impedenza si può estrapolare una stratigrafia geofisica del sottosuolo.

8.4 Acquisizione sismica HVSR 1

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
5.00	5.00	300
35.00	30.00	620
inf.	inf.	1570

$$Vs(0.0-30.0)= 526 \text{ m/s}$$

8.5 Acquisizione sismica HVSR 2

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
4.40	4.40	290
34.30	29.90	670
inf.	inf.	1760

$$Vs(0.0-30.0)= 562 \text{ m/s}$$

9. Rilevamento geologico - tecnico

Il rilevamento geologico, eseguito nell'area circostante al sito oggetto di intervento e il risultato dell'indagine geognostica hanno permesso di stabilire che nell'area affiorano argille sabbiose.

Le successioni descritte in figura 7 sono la ricostruzione della situazione dell'immediato sottosuolo in cui sono state effettuate le indagini. In linea di massima la successione può essere descritta come segue:

Acquisizione sismica HVSR n. 1

da 0,00 m a -0,20 m dal p.c.: terreno vegetale;

da -0,20 m a -5,00 m dal p.c.: argille sabbiose di colore giallastro e grigio;

da -5,00 m a -35,00 m dal p.c.: calcareniti e arenarie argillose bianchi e giallastri, più o meno cementati;.

da -35,00 m dal p.c. in poi: 'ammasso roccioso calcareo.

Acquisizione sismica HVSR n. 2

da 0,00 m a -0,20 m dal p.c.: terreno vegetale;

da -0,20 m a -4,40 m dal p.c.: argille sabbiose di colore giallastro e grigio;

da -4,40 m a -34,30 m dal p.c.: calcareniti e arenarie argillose bianchi e giallastri, più o meno cementati;

da -34,30 m dal p.c. in poi: 'ammasso roccioso calcareo.

10. Definizione delle unità litotecniche

Nella seguente paragrafo si farà riferimento alle caratteristiche geotecniche delle argille sabbiose - Tab. 10.1

I dati fanno riferimento sia alle conoscenze acquisite nell'area in progetto sia alle indagini effettuate e sia dai dati ricavati dalla letteratura esistente.

Tabella 10.1: Parametri geotecnici delle argille sabbiose

Parametri Geotecnici			
Parametri fisici			
γs	2,71 g/cm ³	26576 N/m ³	peso specifico
γn	1,89 g/cm ³	18534 N/m ³	peso di volume naturale (o peso unità di volume)
v	0,361		coefficiente di Poisson
Parametri meccanici			
c_u	0,12 Kg/cm ²	0,011 N/mm ²	coesione non drenata
φ	18°		angolo di attrito interno
Ed	87 Kg/cm ²	8,53 N/mm ²	modulo Edometrico
E	1740 Kg/cm ²	170 N/mm ²	modulo Elastico o di Young
Kw	1 - 2 Kg/cm ³	9,80 – 19,61 N/cm ³	Coefficiente di Winkler (o di sottofondo)

11. Vincoli

11.1 Vincoli "P.A.I." redatti dall'Autorità di Bacino della Puglia

L'osservazione della cartografia "P.A.I." redatta dall'Autorità di Bacino della Puglia mostra che:

Descrizione	Livello	Vincolo
Pericolosità Geomorfologica	media e moderata (PG1)	NO
	elevata (PG2)	NO
	elevata (PG3)	NO
Pericolosità Idraulica	bassa (BP)	NO
	media (MP)	NO
	alta (AP)	NO

11.2 Vincoli aree SIC, ZPS, Aree Protette, PRAE, Incendi 2000-2007 e Catasto Grotte della Regione Puglia

L'osservazione della cartografia redatta dall'Ufficio Parchi e Riserve Naturali della Regione Puglia mostra che:

Descrizione	Vincolo
ZPS	SI
SIC	SI
Riserve Naturali Orientate Regionali	NO
Riserve Naturali Statali	NO
Parchi Naturali Regionali	NO
Parchi Nazionali	NO

11.3 Vincoli del DGR del 04/08/09 del PTA “Piano di Tutela delle Acque”

Il Piano di Tutela delle Acque della regione Puglia mostra che:

Descrizione	Vincolo
Aree di Tutela Quantitativa	SI
Aree interessate da contaminazione salina	NO
Zone di protezione speciale idrogeologica “A”	NO
Zone di protezione speciale idrogeologica “B1”	NO
Zone di protezione speciale idrogeologica “B2”	NO
Zone di protezione speciale idrogeologica “C”	NO

Nello specifico la restrizione riguarda sia la realizzazione di nuovi pozzi per l'emungimento di acque sotterranee sia il rinnovo delle concessioni di pozzi esistenti. In rispetto a ciò l'area non è sottoposta a vincolo idrogeologico.

11.4 Vincoli imposti dal P.U.T.T. della Regione Puglia

Nel P.U.T.T./P. il territorio pugliese è suddiviso in aree, denominate Ambiti Territoriali Estesi, classificate in base al loro valore paesaggistico.

Oltre agli Ambiti Territoriali Estesi il P.U.T.T./P. sottopone a vincolo gli elementi strutturanti il territorio.

Questi si articolano in sottosistemi denominati Ambiti Territoriali Distinti.

Descrizione	Vincolo
Vincoli ex Legge 1497	NO
Decreti Galasso	NO
Vincoli Idrogeologici	NO
Boschi - Macchia - Biotopi - Parchi	NO
Catasto delle Grotte	NO
Vincoli e Segnalazioni Architetturati-Archeologici	NO
Idrologia Superficiale	NO

Usi Civici	NO
Strumentazione Urbanistica	NO
Vincoli Faunistici	NO
Geomorfologia	NO
Ambiti Territoriali Estesi	C

11.5 Vincoli imposti dal P.P.T.R. della Regione Puglia

Il Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR) è rivolto a tutti i soggetti, pubblici e privati, e, in particolare, agli enti competenti in materia di programmazione, pianificazione e gestione del territorio e del paesaggio.

Il PPTR persegue le finalità di tutela e valorizzazione, nonché di recupero e riqualificazione dei paesaggi di Puglia.

Il PPTR persegue, in particolare, la promozione e la realizzazione di uno sviluppo socioeconomico autosostenibile e durevole e di un uso consapevole del territorio regionale, anche attraverso la conservazione ed il recupero degli aspetti e dei caratteri peculiari dell'identità sociale, culturale e ambientale, la tutela della biodiversità, la realizzazione di nuovi valori paesaggistici integrati, coerenti e rispondenti a criteri di qualità e sostenibilità.

Componenti geomorfologiche	Vincolo
Versanti	NO
Lame e gravine	NO
Doline	NO
Grotte	NO
Geositi	NO
Inghiottitoi	NO
Cordoni dunari	NO

Componenti idrologiche	Vincolo
Territori costieri	NO
Territori contermini ai laghi	NO
Acque pubbliche	NO
Sorgenti	NO
Reticolo idrografico di connessione della R.E.R.	NO
vincolo idrogeologico	NO

Componenti botanico-vegetazionali	Vincolo
Boschi	NO
Zone umide Ramsar	NO
Aree umide	NO
Prati e pascoli naturali	NO
Formazioni arbustive in evoluzione nat	NO
Aree di rispetto dei boschi	NO

Componenti delle aree protette e dei siti naturalistici	Vincolo
Parchi e riserve	NO
Siti di rilevanza naturalistica	NO
Aree di rispetto dei parchi e ris. regionali	NO

Componenti culturali e insediative	Vincolo
Immobili e aree di notevole interesse pubblico	NO
Zone gravate da usi civici	NO
Zone di interesse archeologico	NO
Città Consolidata	SI
Testimonianze stratificazione insediativa (Siti storico-culturali)	NO
Testimonianze stratificazione insediativa (rete tratturi)	NO
Area di rispetto delle comp. cult. e insediative (siti storico-cult.)	NO
Area di rispetto delle comp. cult. e insediative (siti archeol.)	NO
Area di rispetto delle comp. cult. e insediative (rete tratturi)	NO
Paesaggi rurali	NO

Componenti dei valori percettivi	Vincolo
Strade a valenza paesaggistica	NO
Strade panoramiche	NO

12. Categoria topografica

L'area interessata può essere ritenuta stabile e geomorfologicamente idonea al progetto di costruzione, e vista la conformazione morfologica, praticamente sub orizzontale, come da paragrafo 7.11.3.3 del DM 14/1/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" (superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media uguale o inferiore a 15°), si attribuisce la Categoria Topografica T1.

13. Categorie di sottosuolo

Dai dati ottenuti dalle prove geosifiche risulta che i terreni investigati presentano una V_{s30} pari a 544 m/s, per cui possono essere inseriti in categoria B - rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

14. Aspetti geodinamici e sismicità - Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Fondazione

Sito in esame.

latitudine: 41,015624 [°]

longitudine: 17,014300 [°]

Classe d'uso: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Siti di riferimento				
	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	32132	41,030560	17,003440	1894,3
Sito 2	32133	41,028500	17,069620	4856,7
Sito 3	32355	40,978530	17,066860	6039,0
Sito 4	32354	40,980610	17,000710	4057,0

Le coordinate geografiche espresse sono in ED50

Parametri sismici	
Categoria sottosuolo	B
Categoria topografica	T1
Periodo di riferimento	50 anni
Coefficiente cu	1

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,024	2,384	0,217
Danno (SLD)	63	50	0,030	2,385	0,276
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,061	2,705	0,528
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,078	2,692	0,551

14.1 Coefficienti Sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s²]	Beta [-]
SLO	1,200	1,490	1,000	0,006	0,003	0,278	0,200

SLD	1,200	1,420	1,000	0,007	0,004	0,353	0,200
SLV	1,200	1,250	1,000	0,015	0,007	0,712	0,200
SLC	1,200	1,240	1,000	0,019	0,009	0,923	0,240

15. Prescrizioni

A parte la sottile copertura di terreno vegetale, nell'area di intervento è stata riscontrata la presenza di depositi argillosi, leggermente sabbiosi di colore giallastro e grigio, per uno spessore compreso tra i 4,00 e 5,00 m e riferibili al Quaternario.

Le indagini geognostiche hanno individuato, al di sotto dei terreni argillosi, un banco calcarenitico, spesso oltre i 20 m, di colore bianco giallastro più o meno cementato. Le calcareniti sono riferibili anch'esse al Quaternario.

I depositi calcarenitici poggiano sui calcari murgiani cretacei riferibili al Calcere di Bari.

Inoltre è consigliabile adottare un coefficiente di Winkler o costante di sottofondo (K_w) compreso tra: 1 e 2 Kg/cm³ per fondazioni posizionate sui depositi argillosi.

L'area interessata può essere ritenuta stabile e geomorfologicamente idonea al progetto di costruzione, e vista la conformazione morfologica, praticamente sub orizzontale, come da paragrafo 7.11.3.3 del DM 14/1/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni", si attribuisce la Categoria Topografica T1.

Dai dati ottenuti risulta che i terreni investigati presentano una V_{s30} pari a 544 m/s, per cui possono essere inseriti in categoria B

Inoltre, secondo la normativa in vigore (DM 14/1/2008), il territorio di Rutigliano rientra nella zona identificata come sismica (Zona 3 ai sensi dell'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003).

Il paragrafo 14 della relazione include lo studio sulle azioni sismiche previste nell'area in progetto secondo quanto indicato dalla normativa in vigore (DM 14/1/2008: "Nuove norme tecniche sulle costruzioni"). I parametri sismici dell'area sono indicati in tabella.

Parametri sismici	
latitudine	41,015624 [°]
longitudine	17,014300 [°]
Categoria sottosuolo	B
Categoria topografica	T1
Periodo di riferimento	50 anni
Coefficiente cu	1

Si deve tener presente, inoltre, che non dovrebbe esser presente una falda idrica superficiale che potrebbe causare dei cedimenti dovuti ad eventuali variazioni dei livelli della falda stessa.

Il livello piezometrico relativo alla falda carsica principale si trova a più di 25 metri sul livello del mare, cioè a circa 95 m al di sotto del piano campagna.

L'area in studio non è sottoposta a vincoli ambientali e paesaggistici.

Gioia del Colle, agosto 2014

il Geologo
Dott. Raffaele SASSONE



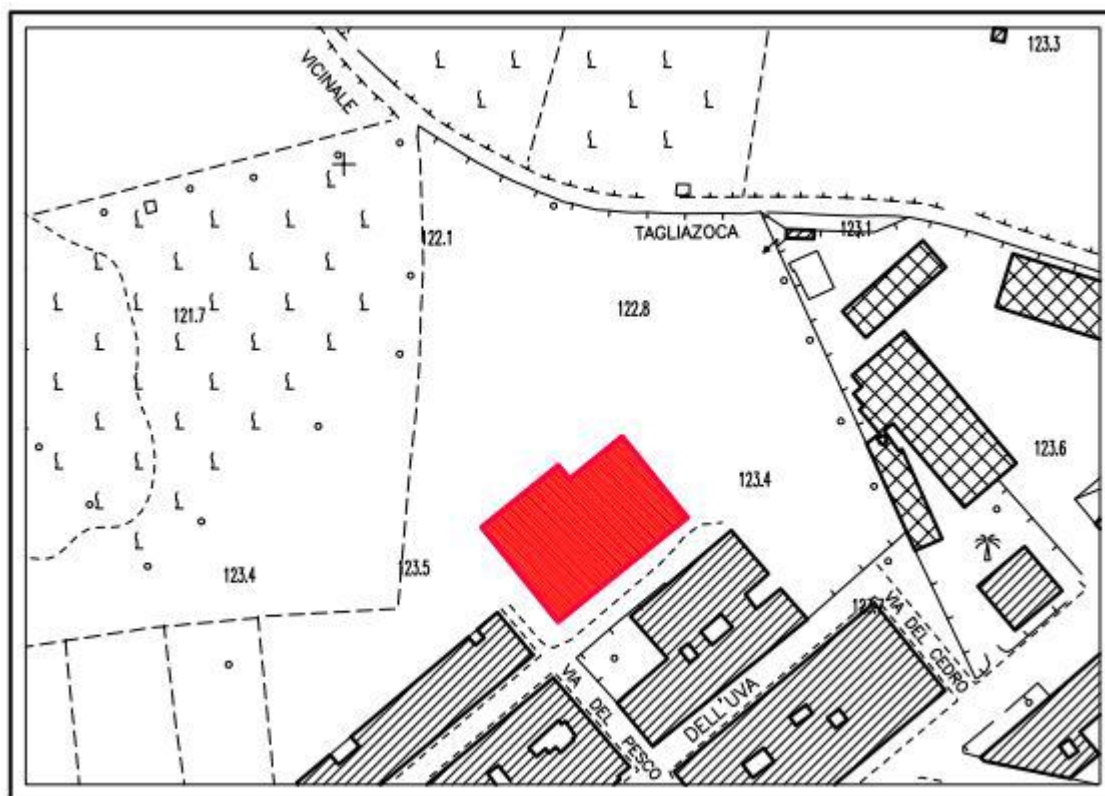


Figura 2: ubicazione su stralcio Carta tecnica Regionale

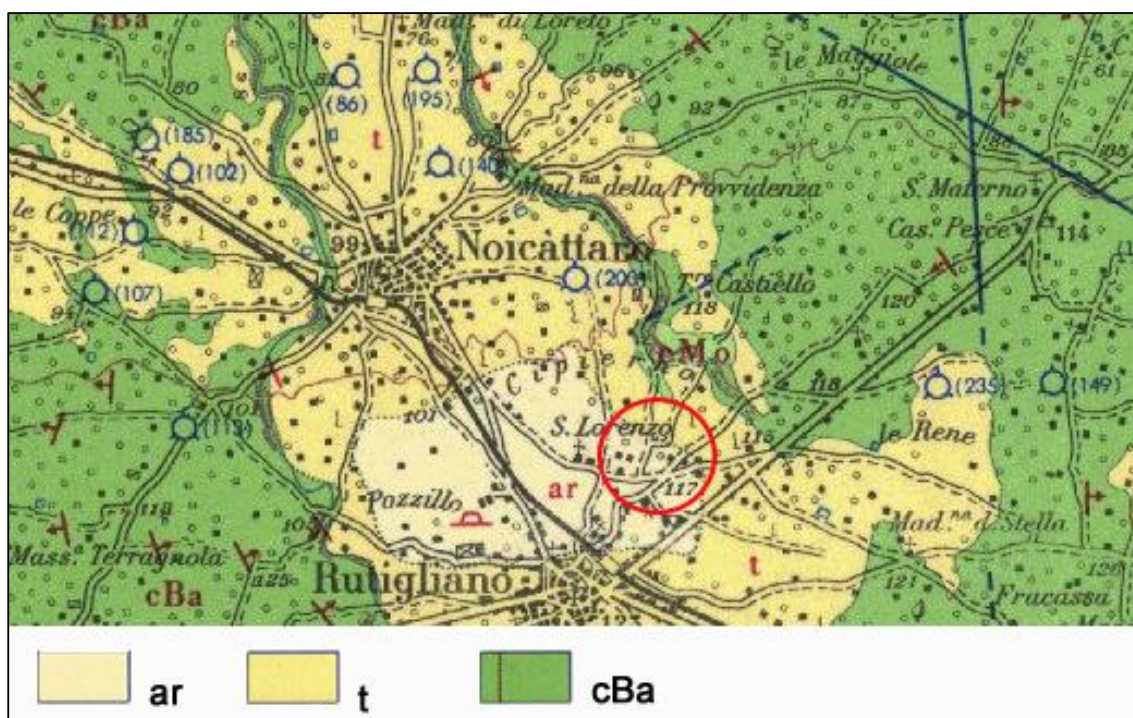


Figura 3: ubicazione su stralcio della Carta Geologica Italiana 178 "Mola di Bari"; cBa: Calcare di Bari (Cretaceo); cMo: Calcare di Mola (Cretaceo); t: tufo (Quaternario); ar: argille di Rutigliano (Quaternario).

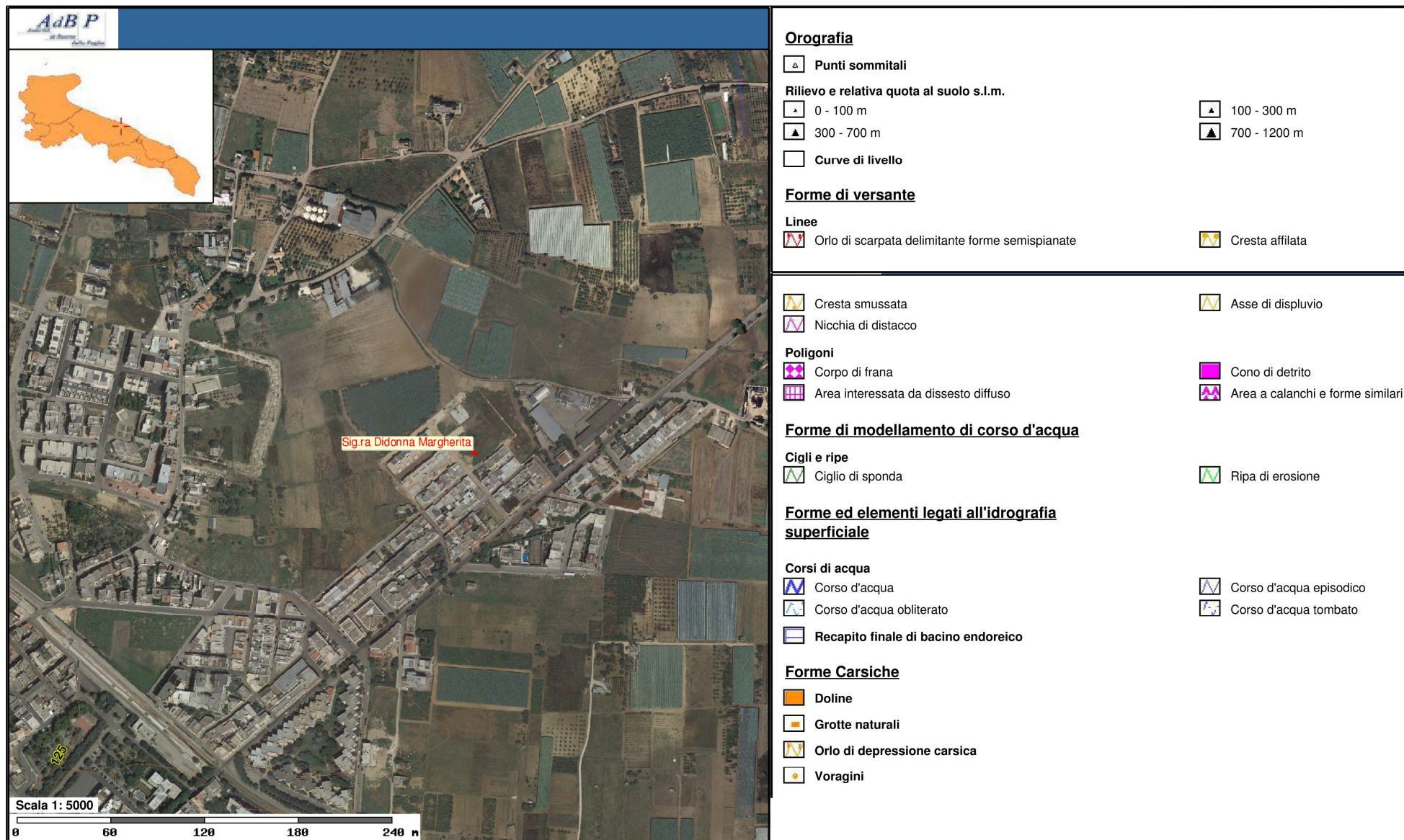


Figura 4: ubicazione su stralcio della carta idrogeomorfologica redatta dall'Autorità di Bacino della Puglia



Figura 5: Stralcio Tav. 6.2 “distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della Murgia e del Salento del P.T.A. “Piano di Tutela delle Acque

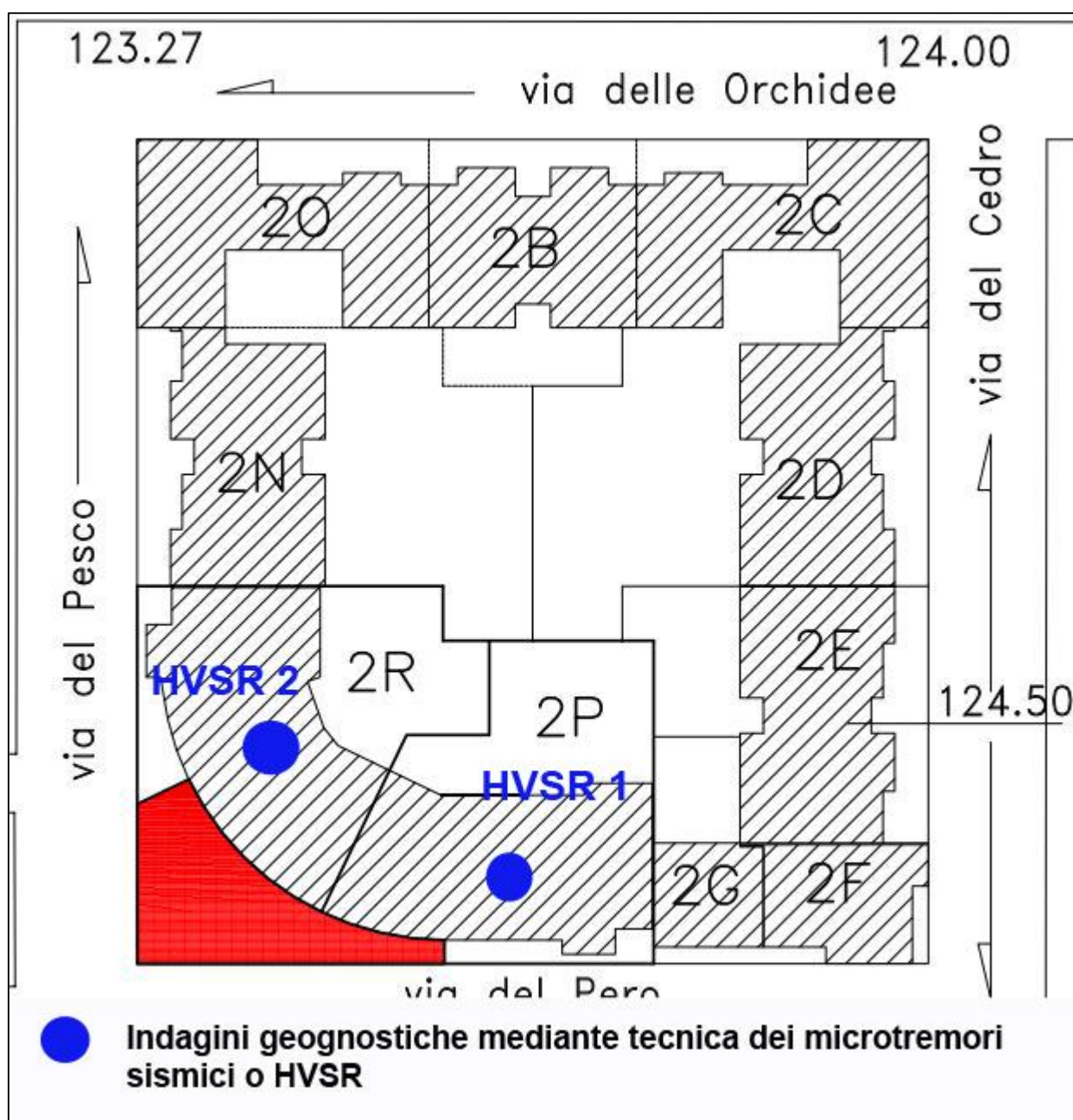


Figura 6: Ubicazione indagine geofisica mediante tecnica dei rapporti spettrali o HVSR

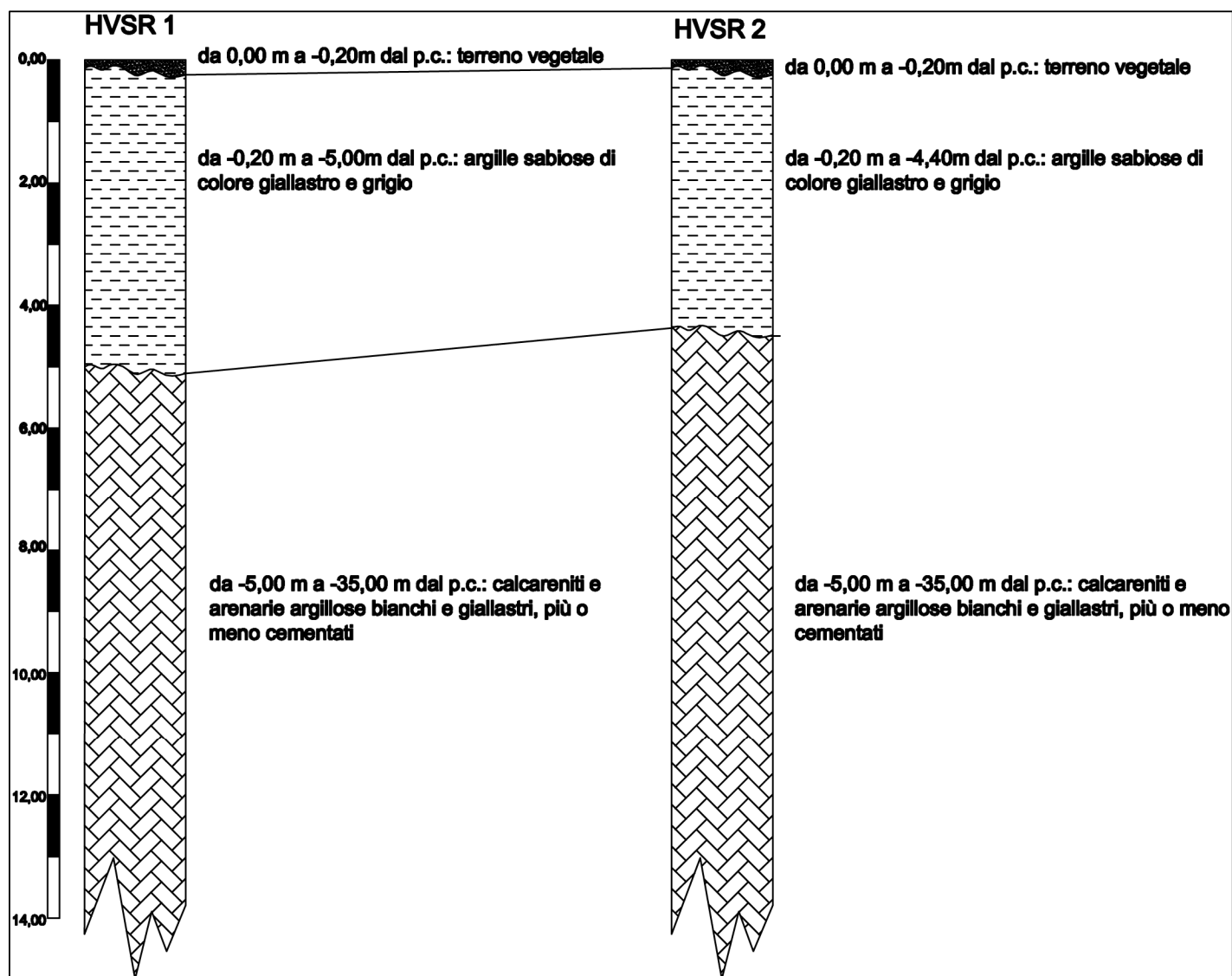


Figura 7: Colonne stratigrafiche di dettaglio

SIG_RA DIDONNA MARGHERITA, 1

Instrument: TRZ-0106/01-10

Start recording: 30/07/14 09:45:43 End recording: 30/07/14 09:59:44

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h14'00". Analyzed 81% trace (manual window selection)

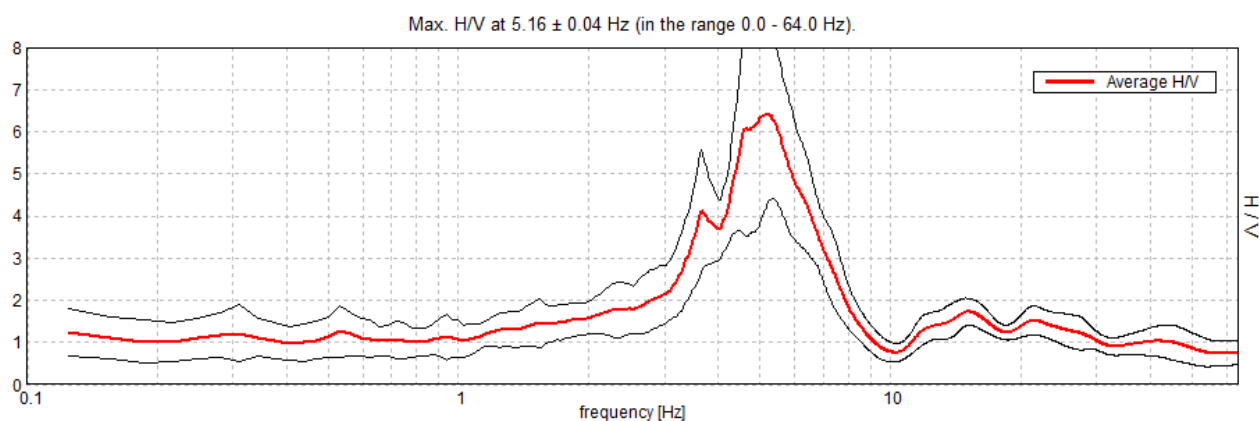
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

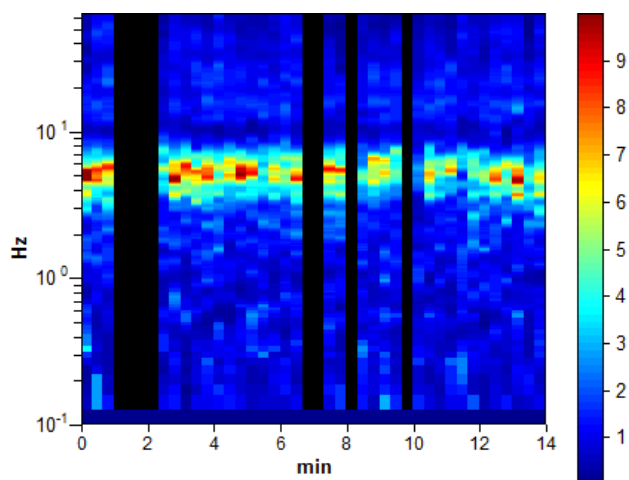
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

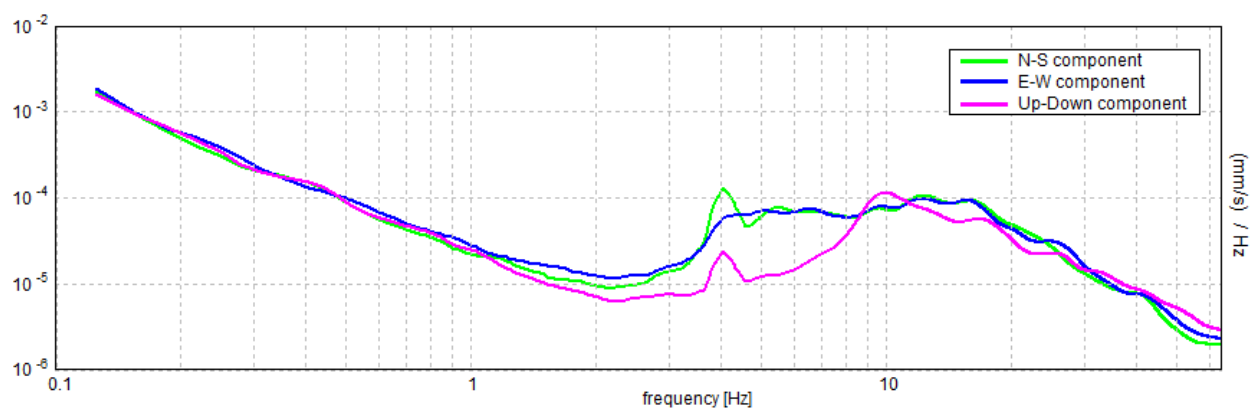
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



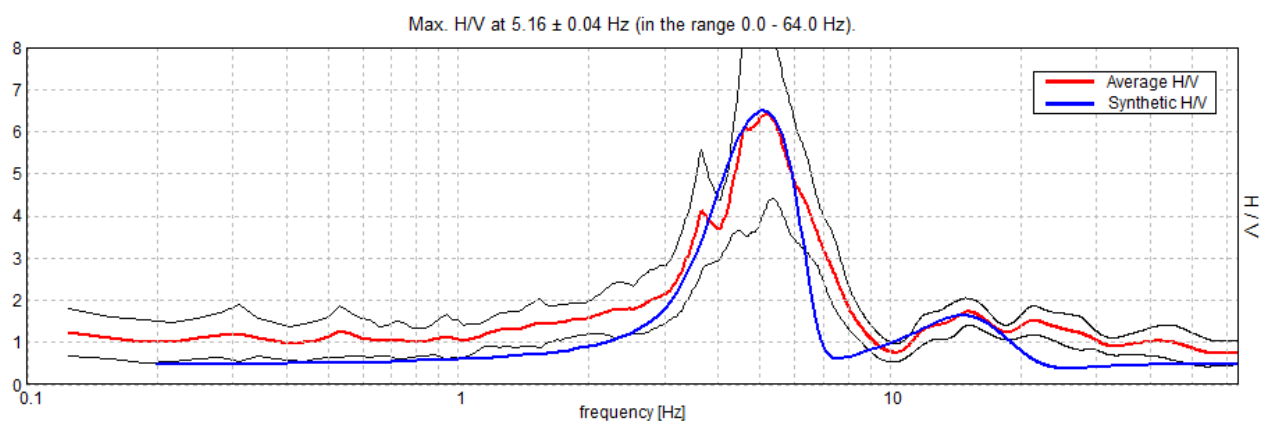
H/V TIME HISTORY



SINGLE COMPONENT SPECTRA

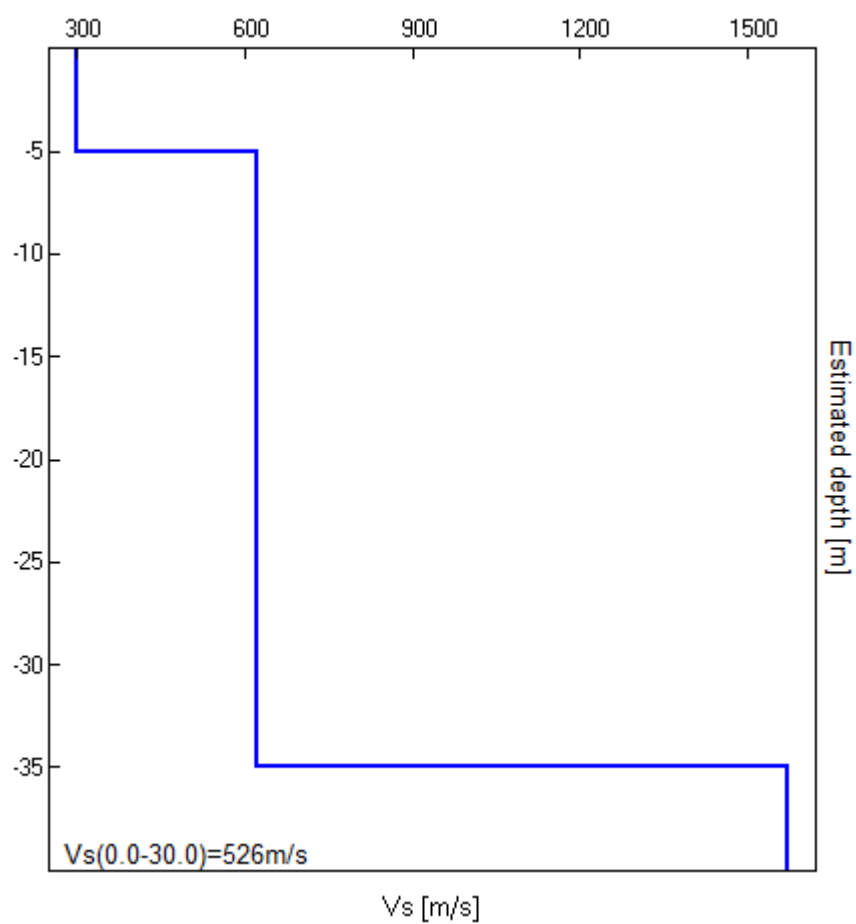


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
5.00	5.00	300	0.35
35.00	30.00	620	0.35
inf.	inf.	1570	0.35

$V_s(0.0-30.0)=526\text{m/s}$



[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

Max. H/V at 5.16 ± 0.04 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	5.16 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	3506.3 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 24 out of 248 times		NO

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.438 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	7.031 Hz	OK	
$A_0 > 2$	6.40 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00333 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.01717 < 0.25781$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.0675 < 1.58$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

SIG_RA DIDONNA MARGHERITA, 2

Instrument: TRZ-0106/01-10

Start recording: 30/07/14 10:01:54 End recording: 30/07/14 10:15:55

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h14'00". Analyzed 98% trace (manual window selection)

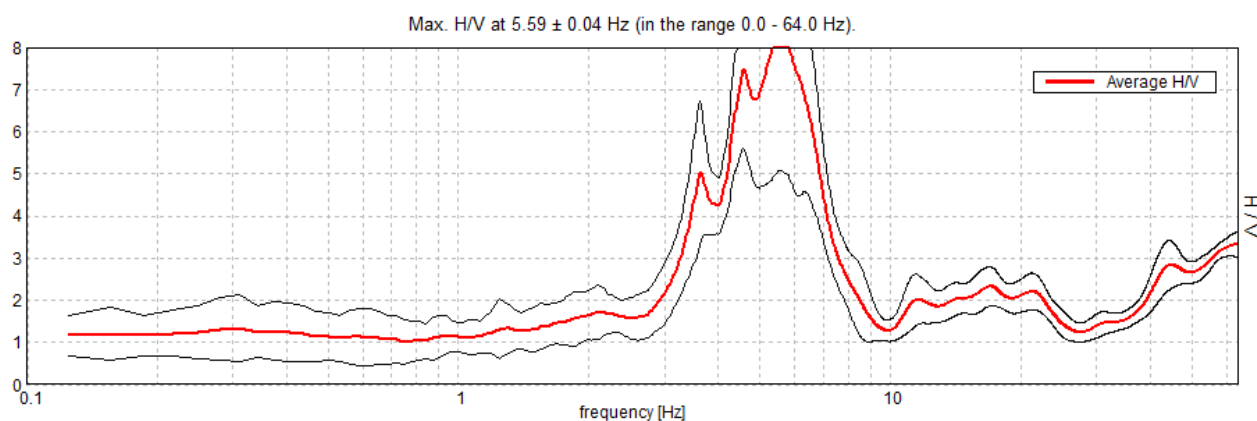
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

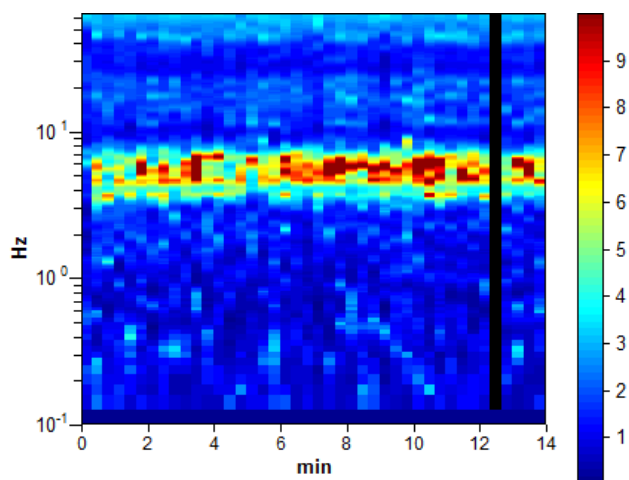
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

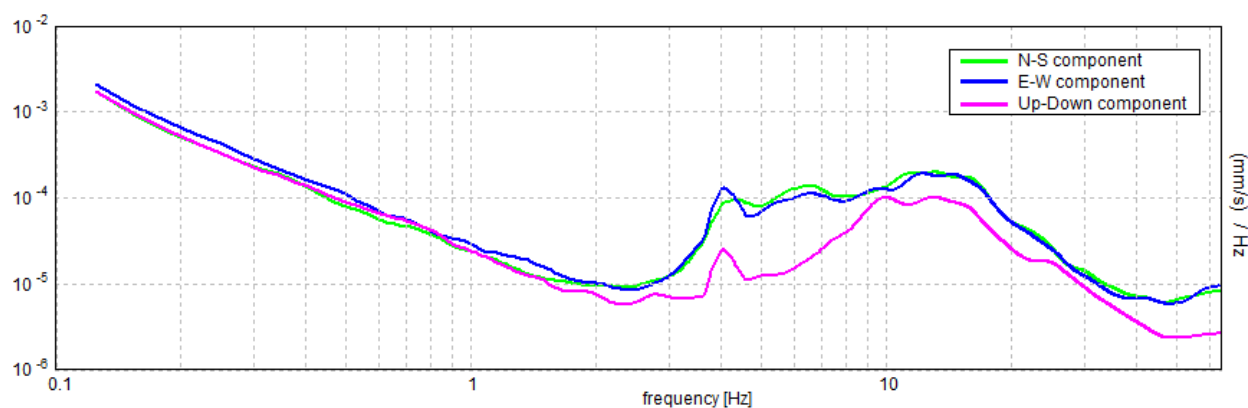
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



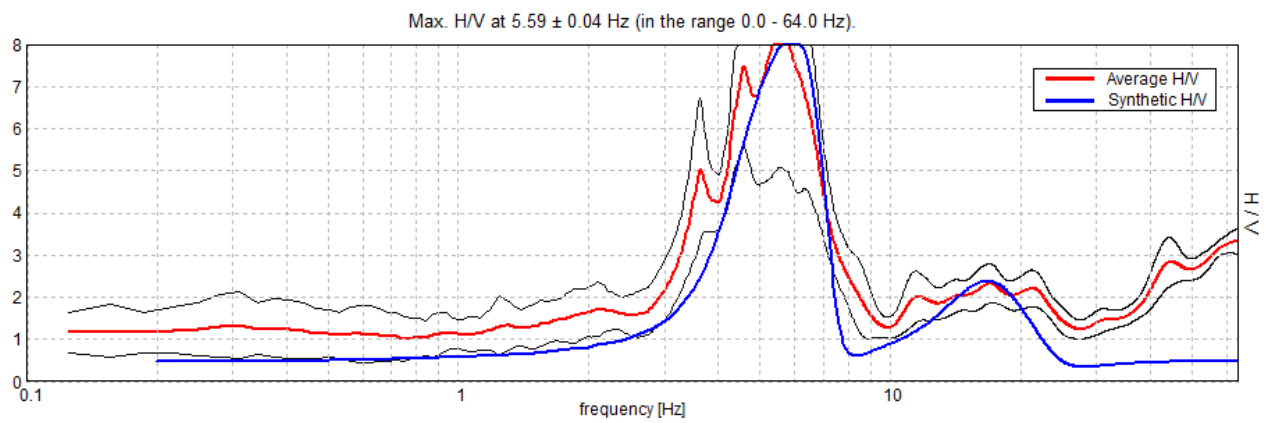
H/V TIME HISTORY



SINGLE COMPONENT SPECTRA

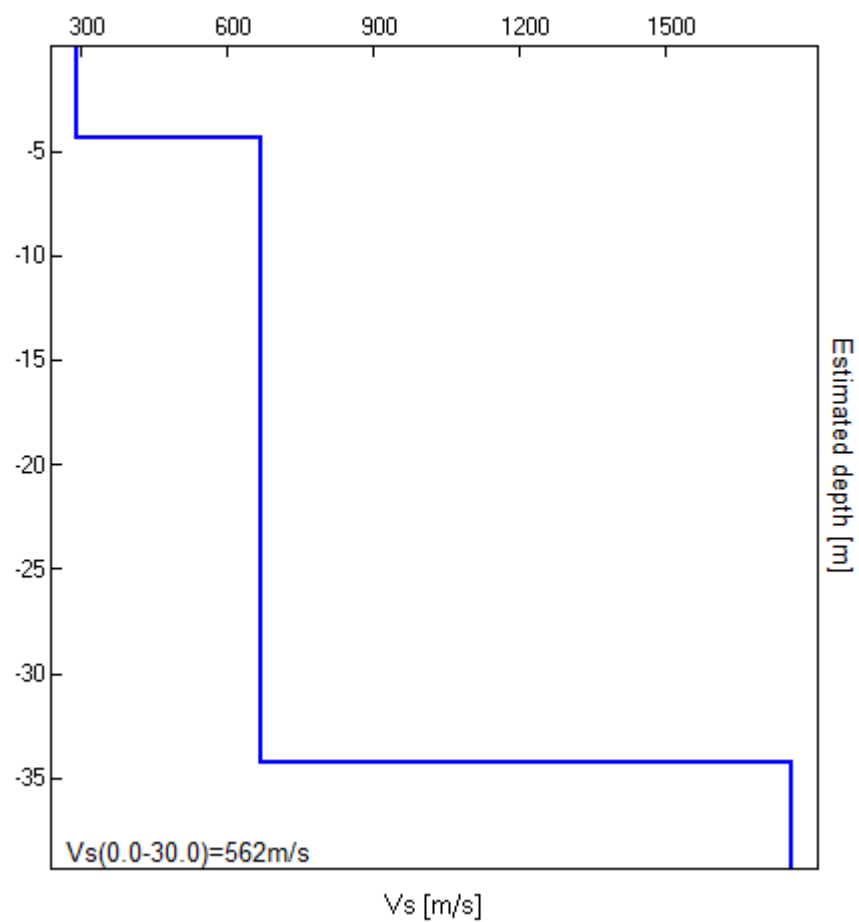


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
4.40	4.40	290	0.35
34.30	29.90	670	0.35
inf.	inf.	1760	0.35

$V_s(0.0-30.0)=562\text{m/s}$



[According to the SESAME, 2005 guidelines. **Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.**]

Max. H/V at 5.59 ± 0.04 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$5.59 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$4586.9 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 52 out of 270 times		NO

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.469 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	7.125 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$8.30 > 2$	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00369 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.02066 < 0.27969$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.5793 < 1.58$	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [Hz]	< 0.2	$0.2 - 0.5$	$0.5 - 1.0$	$1.0 - 2.0$	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20