



COMUNE DI SANTA FLAVIA

Città Metropilitana di Palermo

Progetto esecutivo

Riqualificazione urbana e rifunzionalizzazione ad uso pubblico delle aree di “Piano Stenditore”

Tav. 8.1 - Relazione geologica

Il Progettista:

Il Progettista
(Arch. Giuseppa Nasca)



Il Sindaco:




Il R.U.P.

Il RUP
(Geom. Maurizio Calderone)



16/11/2018 (rev. 1)

INDICE

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
3. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI	5
3.1 LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI GENERALI	
3.2 MORFOLOGICA DI DETTAGLIO	
4. CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE	7
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE	7
6. GEOLOGIA STRATIGRAFICA DEL TERRITORIO	9
7. INDAGINI GEOGNOSTICHE	11
7.1 STRATIGRAFIA DEI LUOGHI	11
7.2 INDAGINE SISMICA	13
7.3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	16
7.4 CONSIDERAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE	17
8. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	18

ALLEGATI

- Stralcio topografico in scala 1:25.000;
- Carta geologica ed idrogeologica, scala 1:10.000;
- Stralcio della carta di classificazione della pericolosità geomorfologica (PAI)
- Carta delle indagini, scala 1:2000;
- Profili dei sondaggi geognostici;
- Sezione geologica esplicativa, scala 1:500;
- Prove geotecniche di laboratorio;
- Tabulati e doc. fotografica dell'indagine geofisica.

COMUNE DI SANTA FLAVIA

RIQUALIFICAZIONE URBANA E RIFUNZIONALIZZAZIONE AD USO PUBBLICO DELLE AREE DI “PIANO STENDITORE”

1.0 – PREMESSA

La presente relazione espone i risultati di uno studio geologico – tecnico effettuato a supporto del progetto di riqualificazione urbana e rifunionalizzazione ad uso pubblico delle aree di “Piano Stenditore” sito nella frazione di Porticello del Comune di Santa Flavia.

Va detto che lo scrivente si è già occupato di quest’area in quanto compresa nello studio geologico per il “Piano Regolatore del Porto” redatto nel 2006 ed approvato dal Genio Civile di Palermo.

Si tratta di un’area quasi interamente pianeggiante il cui aspetto attuale ed in particolare la morfologia sono il risultato di interventi antropici che si sono succeduti dall’inizio del secolo scorso.

La configurazione morfologica attuale è stata creata principalmente da un muro di sbarramento parallelo alla linea di costa protetto in gran parte da una scogliera. In tal modo le varie colmate hanno permesso la creazione di questo piazzale con quote tra 3 e 4 metri rispetto al livello medio del mare.

La zona interessata dal Piano Stenditore si sviluppa su un’area parallela alla linea di costa che si estende da Porto storico di Porticello fino lo scalo di S. Nicolicchio, verso monte è delimitato dalla Via Roma sulla quale si affacciano gli edifici dell’abitato di Porticello (cfr. allegati).

La presente relazione riporta i dati relativi ad indagini geologiche, geomorfologiche e geognostiche, nonché considerazioni e prove di carattere geotecnico dei terreni presenti nell'area interessata dal progetto.

La stratigrafia dell'area interessata dal progetto è stata ricavata con la visione degli affioramenti presenti in corrispondenza della scogliera e nel dettaglio con l'acquisizione di due sondaggi geognostici a carotaggio continuo effettuati nel corso di studi geologici per altri lavori. In particolare un sondaggio è stato eseguito nell'ambito dello studio del "Piano Regolatore del Porto", l'altro da un vecchio progetto relativo alla stazione di sollevamento dell'impianto di smaltimento dei liquami (cfr. all.).

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti sono stati utilizzati i risultati di analisi e prove di laboratorio eseguite su campioni prelevati nelle vicinanze e nell'ambito del progetto del Piano Regolatore del Porto (cfr. allegati), tenendo conto, in funzione delle opere da realizzare, che la natura dei terreni presenti e le conoscenze della sua estensione areale sono risultati sufficienti e non meritevoli di ulteriori indagini,.

Per adeguare il presente studio alle norme impartite dal D.M. del 17/01/2018 (norme tecniche sulle costruzioni), ed in particolare per la caratterizzazione sismica del sottosuolo, è stata eseguita una indagine geofisica mediante la tecnica dei rapporti spettrali o HVSR utilizzando un tromometro digitale modello "Tromino" (vedi all.).

2.0 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in oggetto ricade nel margine inferiore della Tavoletta F°250, III, N.O. "FICARAZZI" della carta d'Italia edita dall'I.G.M. (ved. stralcio topografico in scala 1:25.000).

Con riferimento alla Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) a scala 1:10.000, utilizzata come base per le carte tematiche (carta geologica, PAI), risulta rappresentata nella sezione n°595110.

Il Piazzale di Piano Stenditore si sviluppa su un'area parallela alla linea di costa che si estende da Porto storico di Porticello fino lo scalo di S. Nicolicchio, verso monte è delimitato dalla Via Roma sulla quale si affacciano gli edifici dell'abitato di Porticello.



3.0 - LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI

3.1 - Lineamenti geomorfologici generali

L'area indagata è costituita da due settori interessati da una differente evoluzione geomorfologica:

- il gruppo montuoso di Monte La Città, costituito da un assetto geomorfologico alquanto articolato, con versanti generalmente uniformi e variamente inclinati, talvolta interrotti da “spianate” ubicate a diverse quote, scarpate, gradini, nicchie. Tali morfologie sono rispettivamente dovute a processi di erosione areale, alla dissoluzione carsica, alla tettonica, al moto ondoso e a fenomeni gravitativi;
- le aree costiere contrassegnate da una configurazione nel complesso pianeggiante, con superfici sub - orizzontali interrotte da gradini e scarpate, che costituiscono il risultato di processi costieri.

I processi morfogenetici responsabili dell'assetto attuale si sono verosimilmente innescati a partire dalla emersione delle aree studiate, che si è probabilmente verificata nel Pleistocene inferiore.

Ad ogni modo, lo sviluppo delle forme del rilievo appare chiaramente condizionato sia da fattori geologici, che da quelli climatici.

Nel particolare il Piano Stenditore è ubicato nella zona di transizione tra il versante orientale di “Monte La Città” ed il mare in un'area leggermente degradante verso il mare, oggi quasi interamente pianeggiante per processi antropici.

3.2 - Morfologia di dettaglio

La morfologia di questa zona di Porticello, era molto diversa da come si presenta allo stato attuale, in quanto l'attuale Piano Stenditore,

altro non era che una delle tante insenature naturali che punteggiano questo tratto di costa palermitana e che offrivano riparo alle imbarcazioni dei pescatori; Un'immagine di come poteva presentarsi in altri tempi Piano Stenditore, potrebbe essere data dal vicino scalo denominato di "San Nicolicchio".

In tempi recenti l'attuale Piano Stenditore, costituente appunto una insenatura naturale (come evincibile da foto risalenti all'inizio del secolo scorso), è stato soggetto a riempimento con materiali sfabbricidi provenienti dalla demolizione dei manufatti edilizi devastati dalla guerra; in tempi molto più vicini a noi, la configurazione morfologica dell'attuale piano è stata modificata radicalmente, rendendola come oggi la vediamo.

Nella fattispecie si è proceduto alla realizzazione di uno sbarramento con una scogliera e ad un successivo ricolmo dell'insenatura al fine di dare una nuova funzione ad una zona che aveva perso la sua vocazione e che poteva trovare una nuova utilità.

Considerando la scarsa acclività del pendio originario e l'assenza di un reticolo di drenaggio superficiale si può affermare che permangono condizioni di "buona" stabilità morfologica. Infatti non sono presenti agenti morfodinamici attivi che possano in qualche maniera modificare l'attuale habitus morfologico.

Va segnalato comunque che il Piano Stenditore è separato dal mare da una stretta fascia costiera dove è presente per ampi tratti una scogliera radente che la protegge dall'erosione costiera. A parere dello scrivente la scogliera dovrebbe essere "continua" per tutta la sua lunghezza.

Ad ogni modo la verifica nel PAI "Coste", ed in particolare nell'Unità Fisiografica n° 18 da Capo Mongerbino a Porto di Cefalù, ha

permesso di accertare che il sito costiero in questione non ricade in un tratto interessato da pericolosità e/o rischio.

Si precisa, inoltre, che la zona in questione non ricade in quelle interessate da dissesto idrogeologico di cui al Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI), giusto decreto presidenziale n. 531 del 20/09/2006 e aggiornato nel 2010 (*Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico (PAI) del bacino idrografico del Fiume Milicia e delle aree territoriali intermedie tra il bacino del Fiume Milicia ed i bacini dei fiumi S. Leonardo ed Eleuterio*).

4.0 - CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE

Dal punto di vista idrogeologico è da rilevare che i terreni dell'area indagata sono caratterizzati da buona permeabilità primaria per porosità e da alta permeabilità secondaria per fratturazione.

Questa caratteristica consente l'infiltrazione delle acque vadoze nel sottosuolo impedendo il loro ristagno o lo scorrimento in superficie, infatti l'idrografia superficiale risulta assente.

Nella zona è presente una falda acquifera ad una profondità di circa 3,5 – 4,0 metri dal piano di campagna.

5.0 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Il territorio in esame, dal punto di vista geologico, rappresenta un piccolo frammento della Catena siciliana costituita dall'impilamento di una successione di unità tettoniche messe in posto dopo il Miocene inferiore, derivanti dalla deformazione di originari domini paleogeografici, individuati durante le fasi di distensione mesozoiche. Le

caratteristiche geologiche, stratigrafiche e strutturali sono quelle presenti nell'estremo settore occidentale (Monti di Palermo).

I rilievi facenti capo a M.te Catalfano e M.te D'Aspra e Monte La Città sono il risultato della sovrapposizione tettonica di varie unità litostratigrafiche carbonatiche e silico-carbonatiche, derivanti dalla deformazione del Dominio Imerese.

Il rilevamento geologico, lo studio stratigrafico dei terreni affioranti e la redazione della carta geologica hanno permesso, di ricostruire l'evoluzione geologica e di riconoscere le unità litostratigrafiche che caratterizzano il territorio in studio.

Su queste unità, deformate, poggiano generalmente discordanti le successioni clastico-terrigeno-carbonatiche del ciclo Pliocene superiore - Quaternario.

La presenza di sistemi di faglie, lungo "l'edificio tettonico" di Monte Catalfano e Monte La Città, orientati prevalentemente lungo le direzioni NO-SE, testimonia la riattivazione degli originari contatti geometrici da parte della neotettonica.

Tale assetto geostrutturale, ben evidente lungo i rilievi carbonatici che circondano Bagheria e Santa Flavia, è invece mascherato ed obliterato da coperture quaternarie rappresentate dal complesso calcarenitico-sabbioso di età pleistocenica in corrispondenza della piana bagherese ed asprese.

Dal punto di vista strutturale, si possono identificare sul territorio studiato, com'è altresì evidente per tutta l'area dei Monti di Palermo, due principali eventi tettonici: fase tettonica compressiva – fase tettonica distensiva.

6.0 – GEOLOGIA STRATIGRAFICA DEL TERRITORIO

Dal punto di vista geologico-stratigrafico, le informazioni raccolte con il rilievo di superficie e dai dati bibliografici acquisiti, hanno consentito l'individuazione e la mappatura dei seguenti complessi geologici:

a) **COMPLESSO SILICO-CALCAREO-DOLOMITICO ;**

b) **COMPLESSO CALCARENITICO-SABBIOSO;**

a) Complesso silico-calcareo-dolomitico derivanti dalla deformazione del dominio imerese.

Le unità litostratigrafiche derivanti dalla deformazione del Dominio Imerese sono costituiti da depositi clastico-carbonatici, calcareo-dolomitici e calcareo silico marnosi indicativi nel loro insieme di un ambiente pelagico e di scarpata. L'età della messa in posto di queste unità è riferibile all'intervallo Trias superiore-Cretaceo inf.

In particolare nell'area in studio affiorano due Unità note nella letteratura geologica come Formazione Fanusi e Formazione Crisanti:

La fm. Fanusi è costituita da dolomie e brecce dolomitiche ed in particolare da doloareniti gradate e laminate in strati da decimetrici al metro e da dolomie calcaree a stratificazione indistinta. La Fm. Crisanti è costituita da un intervallo composto da una alternanza di radiolariti, argilliti silicee, marne, diaspri e brecce calcaree intercalate. I termini di questa formazione giacciono discordanti sulle dolomie e sulle brecce dolomitiche della Fm. Fanusi.

b) Complesso calcarenitico-sabbioso

Tale unità litologica, tipica della piana flavese, è costituita generalmente da clasti calcarei e resti di organismi marini cementati.

La genesi di questo litotipo è legata alla sedimentazione in un mare poco profondo degli apporti terrigeni provenienti dal disfacimento delle rocce calcareo dolomitiche mesozoiche. Fenomeni eustatici e/o sollevamenti tettonici hanno contribuito ad avere fasi di apporti differenziati; è facile infatti, riscontrare variazioni granulometriche non indifferenti sia in senso verticale che orizzontale.

Dove la sedimentazione dei granuli è avvenuta con regolarità, la calcarenite si è potuta formare con una certa omogeneità strutturale. Questa caratteristica è stata sfruttata, fino a pochi decenni fa, per l'estrazione di conci di tufo (pietra d'Aspra) utilizzati per usi edili.

La sua potenza, che in generale aumenta andando verso il mare, dipende altresì dalla quota del tetto della formazione di base, rappresentata nell'area di nostro interesse dai calcari dolomitici del Trias.

La copertura della formazione, in ambiente continentale, è quasi sempre costituita da terre rosse residuali e di alterazione per processi di ferrettizzazione con ciottoli prevalentemente di piccole dimensioni, in ambiente marino, da sedimenti sciolti continuamente rimaneggiati dal mare.

La successione stratigrafica è in genere, dall'alto in basso, così rappresentata:

- calcarenite organogena con alternanza di strati più o meno cementati, a luoghi con lenti o livelli limo - sabbiosi (spessore 15,0 - 40,0 metri);
- calcari dolomitici, mal stratificati a consistenza lapidea, spesso brecciati.

Si sottolinea che nell'area del Piano Stenditore il substrato calcarenitico è ricoperto da una spessa coltre terreni eterogenei di riporto costituiti da sfabbricidi, blocchi, clasti e ciottoli misti a sabbie grossolane.

7.0 – INDAGINI GEOGNOSTICHE

7.1 - Stratigrafia dei luoghi

Come già precedentemente detto, la successione stratigrafica di dettaglio, oltre che con gli elementi acquisiti con il rilievo geologico di superficie, è stata confermata nel dettaglio con l'acquisizione di due sondaggi geognostici a carotaggio continuo effettuati nel corso di studi geologici per altri lavori (Piano Regolatore del porto ed altri).

I risultati delle indagini hanno permesso di accertare, in corrispondenza dei sondaggi (cfr. allegati) la presenza di una copertura di spessore variabile da m 2,20 a m 3,30 di terreno eterogeneo di riporto (RP), poggianti sul sottostante complesso calcarenitico-sabbioso, costituito da un'alternanza di calcarenite organogena ben cementata (CL) e sabbie addensate (S) di colore giallastro (cfr. sondaggi geognostici e sezione geologica esplicativa).

Nel dettaglio la successione stratigrafica in corrispondenza dei sondaggi, è così articolata:

SONDAGGIO GEOGNOSTICO S1 (Piano Stenditore)		
Da m	a m	DESCRIZIONE LITOLOGICA
0,00	2,20	Terreno di riporto costituito da blocchi eterogenei frammisti a sabbie.
2,20	2,60	Calcarenite organogena a durezza variabile con inclusi ciottoli centimetrici.
2,60	4,00	Microconglomerato a durezza variabile.
4,00	15,00	Calcarenite organogena di colore giallastro, a grana media, con ciottoli di piccole dimensioni (centimetrici e millimetrici), a cementazione variabile da ben cementata a scarsamente cementata e/o sabbiosa. Si rinvencono inclusi clasti calcareo-dolomitici.



Sondaggio S1 – Piano Stenditore

SONDAGGIO GEOGNOSTICO – Piano Stenditore - (da studio per la stazione di sollevamento)		
Da m	a m	DESCRIZIONE LITOLOGICA
0,00	1,50	Terreno di riporto costituito da blocchi eterogenei frammisti a terre rosse.
1,50	3,30	Terreno di riporto costituito da blocchi lapidei anche di notevoli dimensioni in matrice sabbiosa.
3,30	12,20	Calcarenite organogena a grana media, di colore bianco-giallastro, con livelli a vario grado di cementazione.
12,20	14,50	Sabbione beige-rossastro con livelli tenaci.

I terreni di riporto si presentano sciolti, incoerenti ed eterogenei per granulometria ma ben addensati.

Il complesso calcarenitico-sabbioso del substrato si presenta alquanto eterogeneo per struttura, tessitura, grado di cementazione, pigmentazione e granulometria. Le variazioni strutturali e composizionali si manifestano con alternanze centimetriche e decimetriche, con superfici sub-parallele prevalentemente sub-orizzontali.

7.2 - Indagine sismica mediante tecnica HVSR

Per la definizione delle categorie di sottosuolo e dell'azione sismica di progetto, così come previsto al punto 3.2.2 del D.M. D.M. del 17/01/2018, è stata eseguita una indagine sismica mediante il metodo basato sulla tecnica dei microtremori di Nakamura e sul rapporto spettrale tra le componenti del moto orizzontale e le componenti del moto verticale (rapporti H/V) meglio conosciuto come HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio).

I risultati che si possono ottenere da tecniche di indagini di questo tipo sono:

- la frequenza caratteristica di risonanza del sito che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento di manufatti in termini di risposta sismica locale;
- la velocità media delle onde di taglio V_s calcolata tramite un apposito codice di calcolo. E' possibile inoltre calcolare la V_{s_eq} e la relativa categoria del suolo di fondazione come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 17/01/18;

- la stratigrafia del sottosuolo con un range di indagine compreso tra 0.5 e 500 m di profondità, anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 metri.

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un tromometro digitale modello "Tromino" prodotto dalla Micromed s.r.l.- Lo strumento racchiude al suo interno tre velocimetri elettrodinamici ad alta definizione con intervallo di frequenza compreso tra 0.1 e 256 Hz orientati N-S, E-W e verticalmente. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono acquisiti alla frequenza di campionamento di 512 Hz. I dati vengono memorizzati in una scheda di memoria interna da 512 Mb. La durata di acquisizione per ogni singola stazione è stata di 16 minuti.

Nella tabella seguente vengono riportati i risultati delle acquisizioni eseguite nelle stazioni di misura TR1 E TR2 elaborati mediante il programma di calcolo "Grilla".

Stazioni Tr 1 e Tr2	Posizione: Piano Stenditore – PORTICELLO	
H/V (max) at 57,19 – 61,03 Hz (range 0,0 – 64 Hz)		
Profondità (m)	Vs (m/s)	Terreno
0.40- 0.50	120	copertura
2,80-3,00	270 - 280	riporti
31,00 – 33,00	390	substrato calcarenitico
> 33,00	720	Terreni del substrato profondo
Vs_eq = 364 - 367 (m/s)		

(cfr. Allegato: tabulati di calcolo dei rilievi sismici con tecnica HVSR).

Categorie di sottosuolo ai sensi del D.M. 17/01/2018

Gli studi geologico-stratigrafici effettuati e le indagini eseguite hanno permesso una dettagliata ricostruzione stratigrafica dei terreni presenti nell'area di progetto.

Sulla base dei risultati delle indagini eseguite è stata possibile la caratterizzazione sismica del sottosuolo che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento, così come previsto dal D.M. 17 gennaio 2018) al punto 3.2.2.- Per la definizione dell'azione sismica di progetto si è fatto riferimento a tale classificazione, ed in particolare alla tab. 3.2.II che si riporta di seguito:

<i>Categorie di sottosuolo – D.M. 17/01/2018 (Tab. 3.2.II)</i>	
Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_s superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_s equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_s equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_s equivalente compresi tra 100 e 180 m/s
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C e D, con profondità del substrato non superiore a 30 m

Per quanto sopra e sulla base dei valori di **V_s equivalente = 364 - 367 m/s**, ricavati dalle indagini sismiche con metodo HVSR, si evince che i terreni di fondazione delle opere in progetto, ricadono nella

categoria B (Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_s equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s).

Per le condizioni topografiche si è adottata la classificazione di cui alla Tab. 3.2.III delle N.T.C. dalla quale risulta che il sito ricade nella categoria topografica T1 (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$).

7.3 – caratterizzazione geotecnica

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni che costituiscono il substrato dell'area interessata dal progetto sono stati utilizzati i risultati di analisi e prove di laboratorio eseguite su campioni prelevati nell'ambito dello studio del Piano Regolatore del Porto e per altri lavori (cfr. allegati),

Come si evince dagli elaborati relativi alle prove di laboratorio, i terreni campionati sui quali sono state effettuate le prove si riferiscono ai livelli sabbiosi o sabbio-limosi (terreni S), e ai livelli calcarenitici ben cementati (CL).

Nella tabella che segue viene riportato un intervallo di valori di tali prove, in termini di peso dell'unità di volume (γ), coesione (C'), angolo di attrito interno (ϕ') e per i livelli calcarenitici ben cementati i valori a rottura emersi da prove di compressione a dilatazione laterale libera (σ_r):

Tab. 1 – CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Terreno		γ (T/m ³)	C (T/m ²)	ϕ'	N _{spt}	σ_r (N/mm ²)
Terreni di riporto (RP)		1,75 -1,85	0,0	24°-28°	-	
Complesso Calcarenitico sabbioso	Livelli sabbiosi (S)	1,80 -2,20	0,10-0,50	34°-35°	25 – 35	
	Calcarenite (CL)	1,80 -2,20	-	-	> 50	6,0-24,5

Il dimensionamento e la verifica delle opere strutturali previste in progetto dovranno tenere conto della stratigrafia riscontrata, utilizzando i parametri geotecnici più scadenti di cui alla tab.1 e considerando i terreni di fondazione come ricadenti nella **categoria B** di cui al D.M. del 17/01/2018.

7.4 – considerazioni geologico-tecniche

I rilievi eseguiti, supportati dai risultati delle indagini acquisite ed eseguite, hanno permesso di approfondire gli aspetti di carattere geologico-tecnico per ciò che concerne la realizzazione delle opere strutturali previste in progetto.

Come già ampiamente detto nei paragrafi precedenti, la stratigrafia in corrispondenza del Piano Stenditore è costituita da una copertura di terreno di riporto eterogeneo, ben costipato, che ricopre sottostante substrato calcarenitico-sabbioso in posto (cfr. all.). Gli spessori di tale coltre di terreno di riporto risultano variabili in funzione della quota di terreno dell'attuale pianoro e della morfologia dell'originario piano di campagna. Generalmente aumentano spostandosi verso mare dove raggiungono uno spessore di circa 4,00

metri in corrispondenza del muro di sbarramento sul mare.

Chiaramente nella fase di realizzazione dei singoli corpi strutturali previsti in progetto occorrerà accertarsi che le opere fondali si attestino interamente nel substrato calcarenitico – sabbioso in posto.

Si dovrà, comunque, usare cautela nell'esecuzione degli scavi perché il terreno di copertura (riporti) tendono facilmente a disporsi secondo il proprio angolo di attrito interno, riversandosi a fondo scavo al procedere dei lavori; si dovranno prevedere, quindi, opere a sostegno delle pareti dello scavo fino al completamento delle opere in sottosuolo. Va segnalata inoltre la presenza di una condotta fognaria in sottosuolo che da monte attraversa il Piano Stenditore e sfocia in mare.

8.0 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le indagini eseguite all'interno dell'area interessata dal Piano Stenditore hanno permesso di accertare la successione litostratigrafica dei terreni presenti, la morfologia dell'ambiente circostante in rapporto alla stabilità del sito, nonché di ricavare i parametri geotecnici dei terreni di fondazione e di caratterizzarli secondo le norme impartite dal D.M. del 17/01/2018 (norme tecniche sulle costruzioni).

La morfologia quasi tabulare del sito e le buone caratteristiche dei terreni del substrato portano ad affermare che permangono condizioni di “buona” stabilità geomorfologica. Infatti non sono presenti agenti morfodinamici attivi che possano in qualche maniera modificare l'attuale habitus morfologico del sito.

Va segnalato comunque che il Piano Stenditore è separato dal mare da una stretta fascia costiera dove è presente per ampi tratti una

scogliera radente che la protegge dall'erosione costiera. A parere dello scrivente la scogliera dovrebbe essere "continua" per tutta la sua lunghezza.

Ad ogni modo la verifica nel PAI "Coste", ed in particolare nell'Unità Fisiografica n° 18 da Capo Mongerbino a Porto di Cefalù, ha permesso di accertare che il sito costiero in questione non ricade in un tratto interessato da pericolosità e/o rischio.

Si precisa, infine, che la zona in questione non ricade in quelle interessate da dissesto idrogeologico di cui al Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI), giusto decreto presidenziale n. 531 del 20/09/2006 e aggiornato nel 2010 (*Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico (PAI) del bacino idrografico del Fiume Milicia e delle aree territoriali intermedie tra il bacino del Fiume Milicia ed i bacini dei fiumi S. Leonardo ed Eleuterio*).

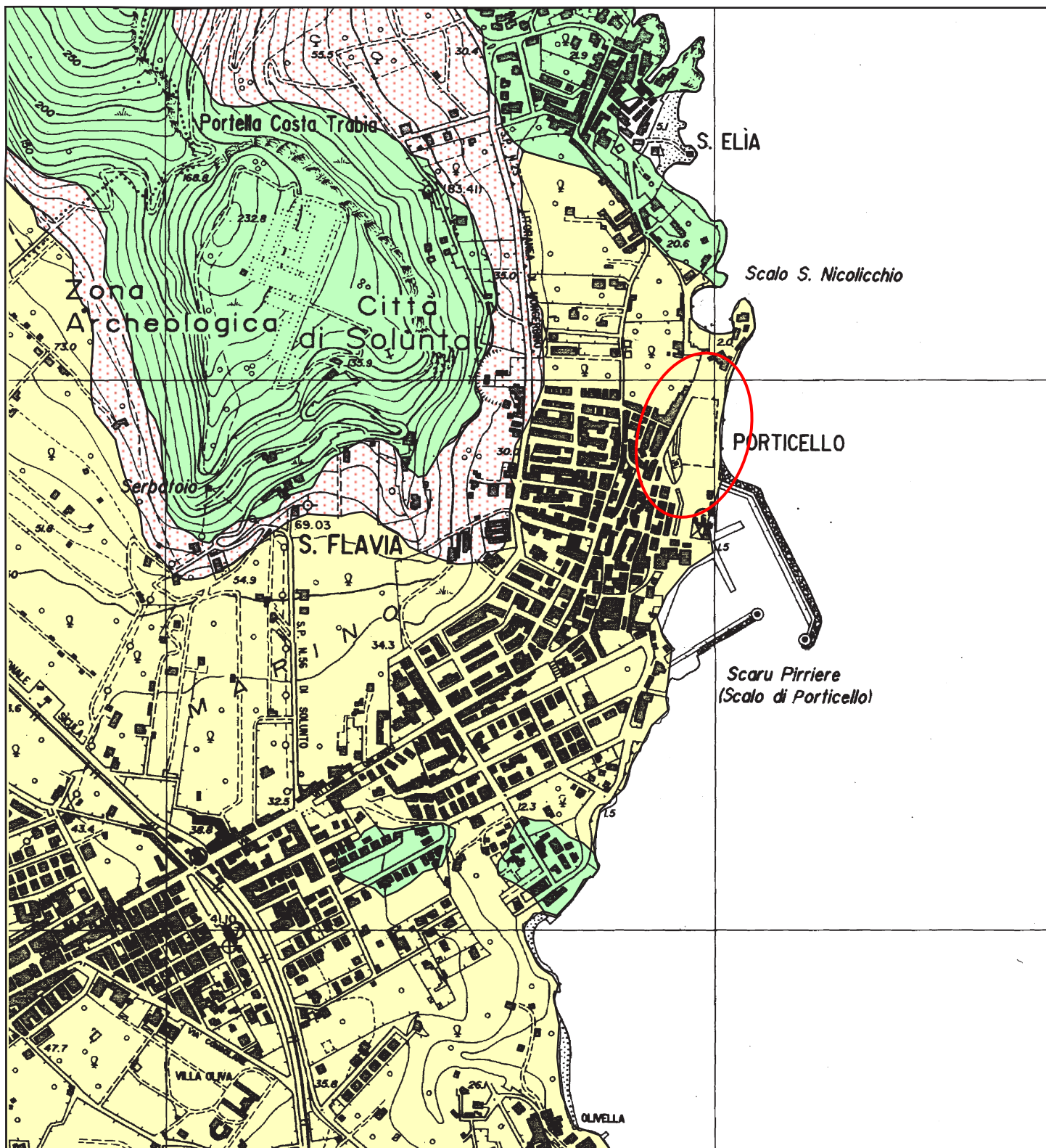
Bagheria,

IL GEOLOGO
(Dott. Giuseppe Greco)
O.R.G. 849

The image shows a handwritten signature in blue ink to the left of a circular official stamp. The stamp is also in blue ink and contains the text: "ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DI SICILIA" around the perimeter, and "Dott. Giuseppe GRECO n. 849" in the center.

ALLEGATI

(alla relazione geologica)

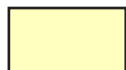


CARTA GEOLOGICA - scala 1:10.000

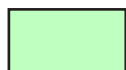
LEGENDA



Detrito di falda costituito da clasti e blocchi calcarei in matrice a granulometria sabbiosa (Età: Olocene). **Alta permeabilità per porosità.**



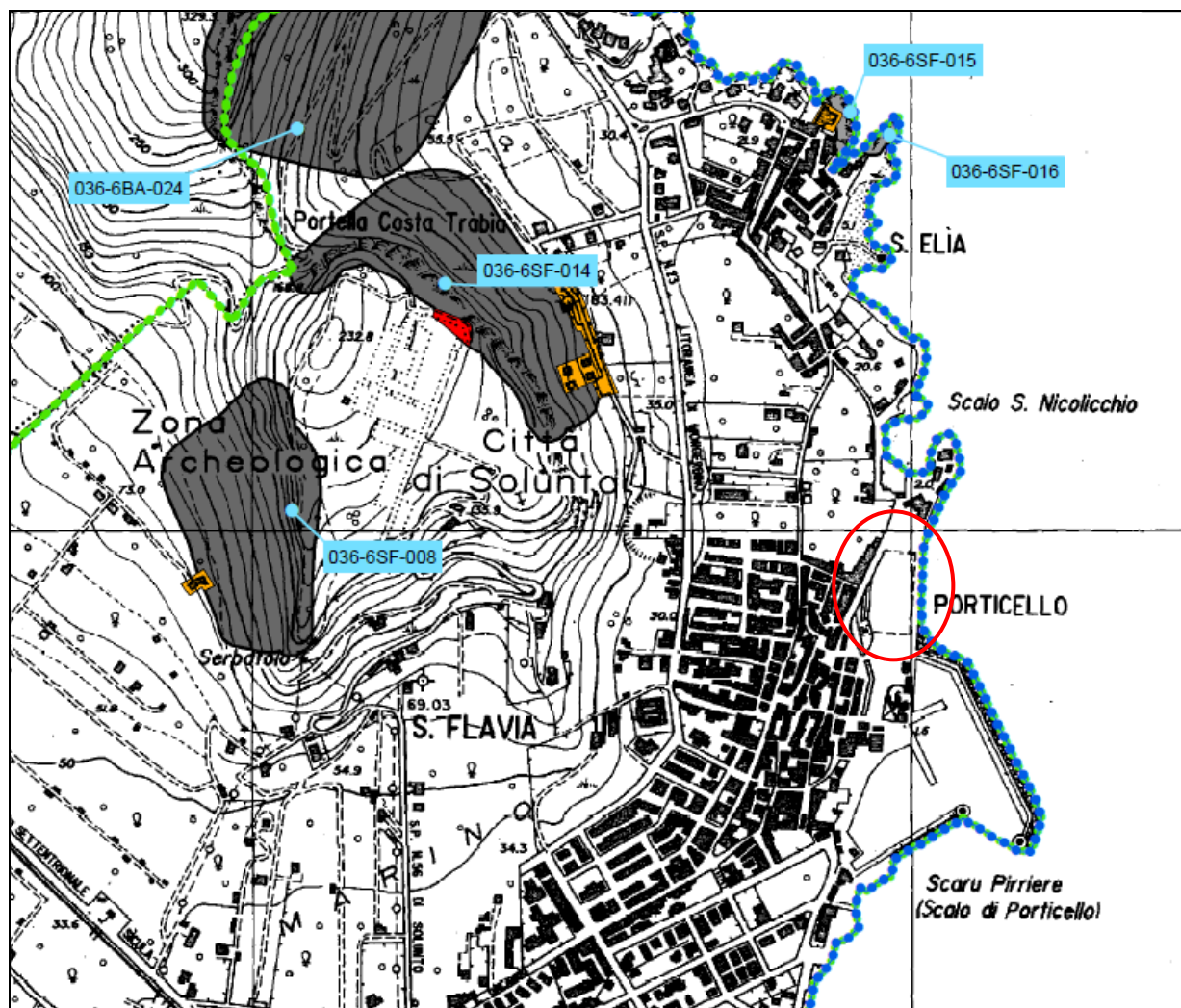
Calcarenite in strati o banchi a diverso grado di cementazione con livelli sabbiosi e sabbio-limosi. (Età: Pleistocene inf.). **Alta permeabilità per porosità e fratturazione.**



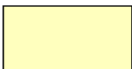



Calcarei, calcari dolomitici massivi, di colore grigiastro, fratturati e brecciati (Età: Lias sup.-Cretaceo inf.). **Alta permeabilità per fessurazione e carsismo.**



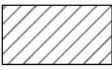




Area interessata dal Progetto.



LIVELLI DI RISCHIO

	R1 moderato
	R2 medio
	R3 elevato
	R4 molto elevato

LIVELLI DI PERICOLOSITA'

	P0 basso
	P1 moderato
	P2 medio
	P3 elevato
	P4 molto elevato

Stralcio della carta di classificazione della pericolosità e del rischio geomorfologico (PAI - Bacino F. Milicia e aree intermedie)
Scala 1:10.000



Zona Interessata dal progetto.

PROFILI STRATIGRAFICI DEI SONDAGGI

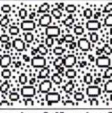

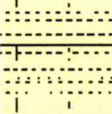
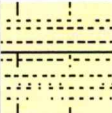
Ditta: Ricerche idrologiche di A. Balistreri per Dott. Greco G.

Committente Comune di Santa Flavia	Cantiere Piano Stenditore	Quota Ass. P.C. 4,10m	Coordinate X Y	Sondaggio S 1
Operatore	Indagine Piano regolatore del porto	Inizio Esecuzione 18/05/2006	Termine Esecuz. 18/05/2006	Tipo Carotaggio Continuo

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	Carotaggio %	S.P.T. (n° Colpi)	Campioni	Falda	R.Q.D. %	Piezom.
				0 20 40 60 80 100					
1		Terreno di riporto costituito da blocchi eterogenei frammistti a sabbie.							
2		Calcarene organogene a durezza variabile con inclusi ciottoli centimetrici	2.20 2.60						
3		Microconglomerato a durezza variabile	4.00						
4		Calcarene organogene di colore giallastro, a grana media, con ciottoli di piccole dimensioni (cm - mm), a cementazione variabile da livelli ben cementati a livelli scarsamente cementati e/o sabbiosi. Si rinvencono inclusi clasti calcareo-dolomitici.					4.33		
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15			15.00						
16									
17									
18									
19									
20									

Ditta: SICILSONDE (Sondaggio acquisito da lavori precedenti)

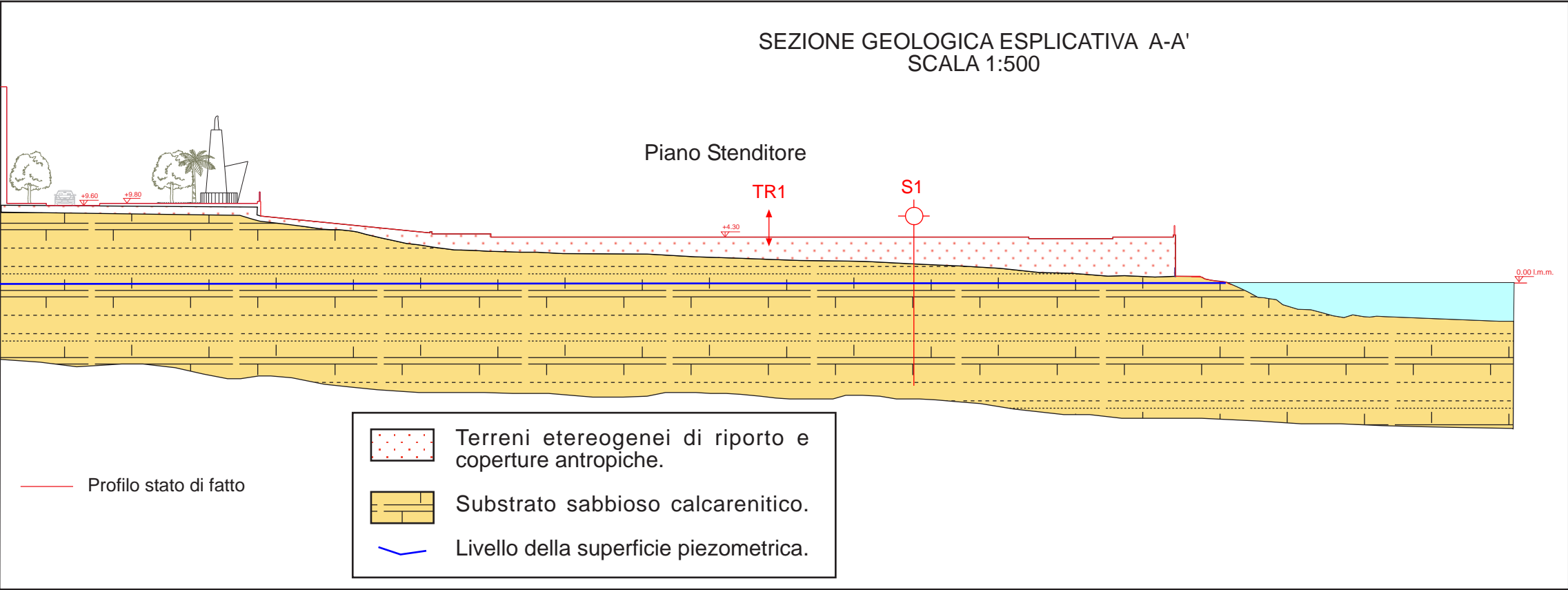
Committente Comune di Santa Flavia	Cantiere Piano Stenditore (Porticello)	Quota Ass. P.C. 3,25m	Coordinate X Y	Sondaggio S n 1
Operatore	Indagine Stazione di Sollevamento Acque Reflue		Termine Esecuz. 06/09/1989	Tipo Carotaggio Continuo

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	Carotaggio %	S.P.T. (n° Colpi)	Campioni	Falda	R.Q.D. %	Piezom.
				0 20 40 60 80 100					
1		Terreno di riporto costituito da blocchi eterogenei frammisti a terre rosse.	1.50						
2		Terreno di riporto costituito da blocchi lapidei anche di notevoli dimensioni in matrice sabbiosa.	3.30						
3							3.80		
4		Calcarenite organogena a grana media, di colore bianco-giallastro con livelli a vario grado di cementazione.							
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12			12.20						
13		Sabbione beige-rossastro con livelli tenaci.							
14			14.50						
15									
16									
17									
18									
19									
20									

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
Carotaggio: Continuo

Responsabile
Sonda: Carotaggio: Continuo

SEZIONE GEOLOGICA ESPLICATIVA A-A'
SCALA 1:500



PROVE DI LABORATORIO
(da precedenti lavori)

Dr. Geol. Francesco Zacco

LABORATORIO GEOTECNICO

Committente: Dr. Geol. Giuseppe Greco per il Comune di S. Flavia (PA)

Lavoro: Studio geologico a supporto del Piano Regolatore del Porto – S.Flavia (Porticello).

Sondaggio: S 1

Campione: C 1

Prof.: 8.50 – 8.80 m

Contenitore campione: Fustella metallica

Dimensioni: diam. mm 84 – L= cm 30

DESCRIZIONE:

Sabbia di colore giallastro a grana media, addensata, con ghiaietto calcarenitico.

Note:

PROPRIETA' INDICI

Peso dell'unità di volume [γ (T/m³)] _____ 1.855

Umidità naturale [W_n] _____

Peso specifico dei grani [G_s (T/m³)] _____

Indice dei vuoti [e] _____

Porosità [n] _____

Grado di saturazione [S_r] _____

Peso secco dell'unità di volume [γ_s (T/m³)] _____

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di plasticità: _____

Limite di liquidità: _____

Indice di plasticità: _____

Indice di consistenza: _____

Committente: Dr. Geol. Giuseppe Greco per il Comune di S.Flavia

Sondaggio: S1

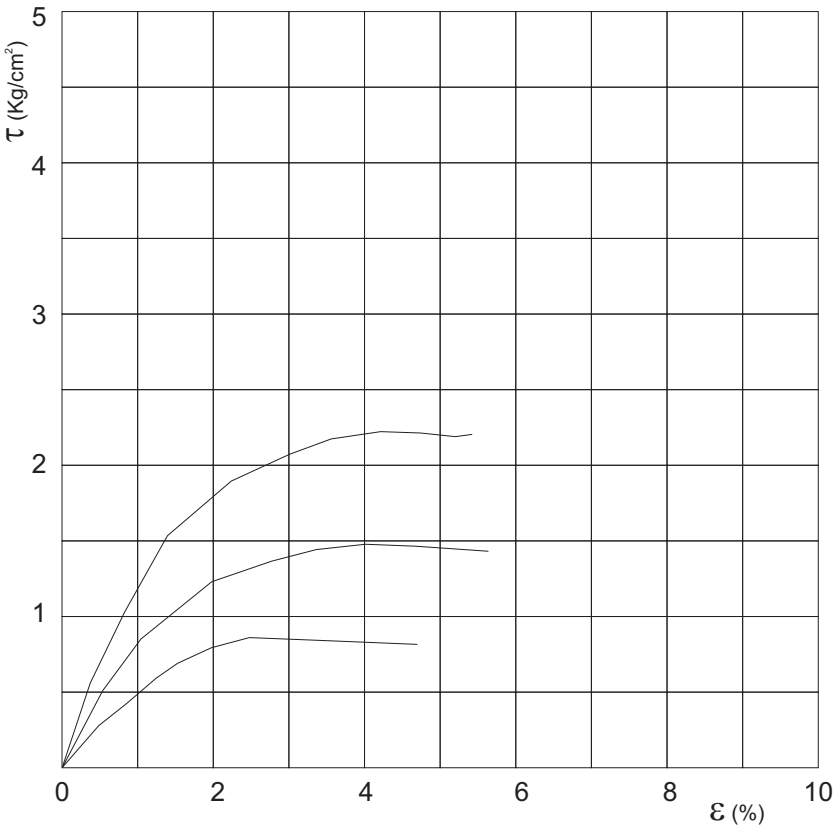
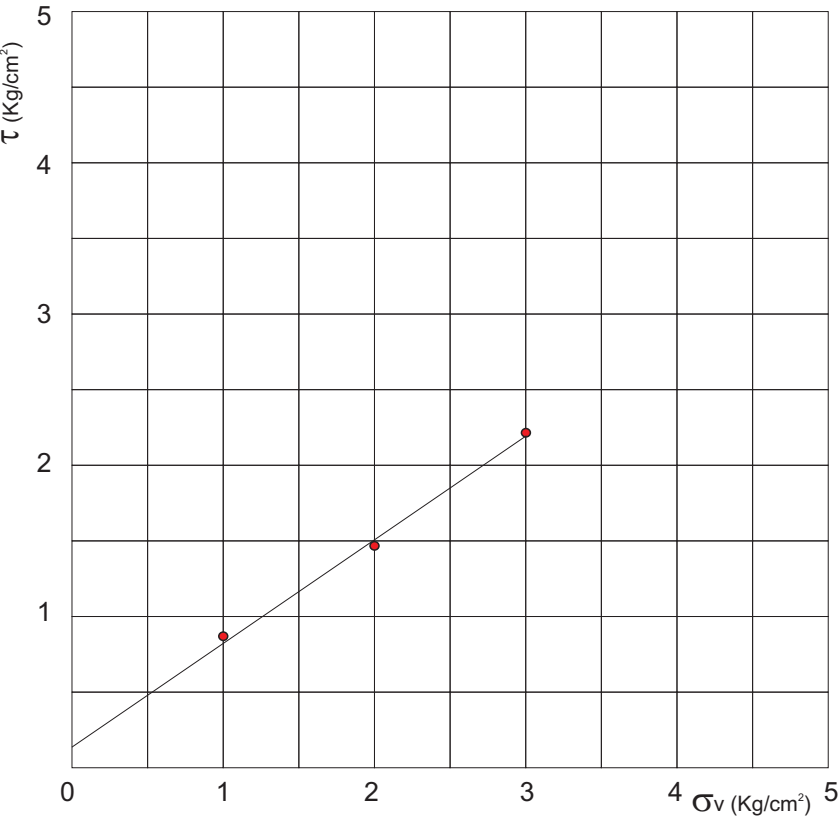
Cantiere: Piano Regolatore del Porto - S.Flavia (Porticello)

Campione: C1

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

Profondita': da m 8.50 a m 8.80

Provino		Dimensioni iniziali		Fase di consolidamento		Fase di rottura			Parametri di resistenza	
N°		ϕ (mm)	h (mm)	Δh (mm)	σ_v (Kg/cm ²)	V_{def} (mm/min)	σ_v (Kg/cm ²)	τ (Kg/cm ²)		
1		60	30	0.09	1.0	0.09	1.0	0.855	ϕ'	c' (Kg/cm ²)
2		60	30	0.20	2.0	0.09	2.0	1.466		
3		60	30	0.61	3.0	0.09	3.0	2.211		
									34°	0.13



Dr. Geol. Francesco Zacco

LABORATORIO GEOTECNICO

Committente: Dr. Geol. Giuseppe Greco per il Comune di S. Flavia (PA)

Lavoro: Studio geologico a supporto del Piano Regolatore del Porto – S.Flavia (Porticello).

Sondaggio: S 2

Campione: C 1

Prof.: 5.00 – 5.40 m

Contenitore campione: Fustella metallica

Dimensioni: diam. mm 84 – L= cm 40

DESCRIZIONE:

Sabbia di colore giallastro a grana media, mediamente addensata, con ghiaietto e noduli calcarenitici.

Note:

PROPRIETA' INDICI

Peso dell'unità di volume [γ (T/m³)] _____ 1.813

Umidità naturale [W_n] _____

Peso specifico dei grani [G_s (T/m³)] _____

Indice dei vuoti [e] _____

Porosità [n] _____

Grado di saturazione [S_r] _____

Peso secco dell'unità di volume [γ_s (T/m³)] _____

LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di plasticità: _____

Limite di liquidità: _____

Indice di plasticità: _____

Indice di consistenza: _____

Committente: Dr. Geol. Giuseppe Greco per il Comune di S.Flavia

Sondaggio: S2

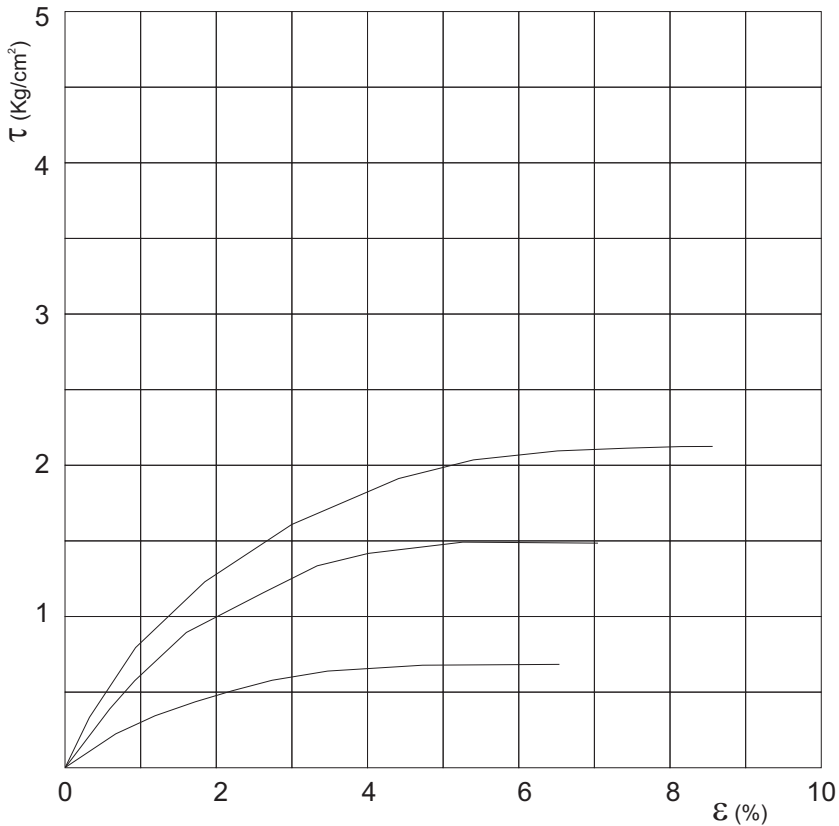
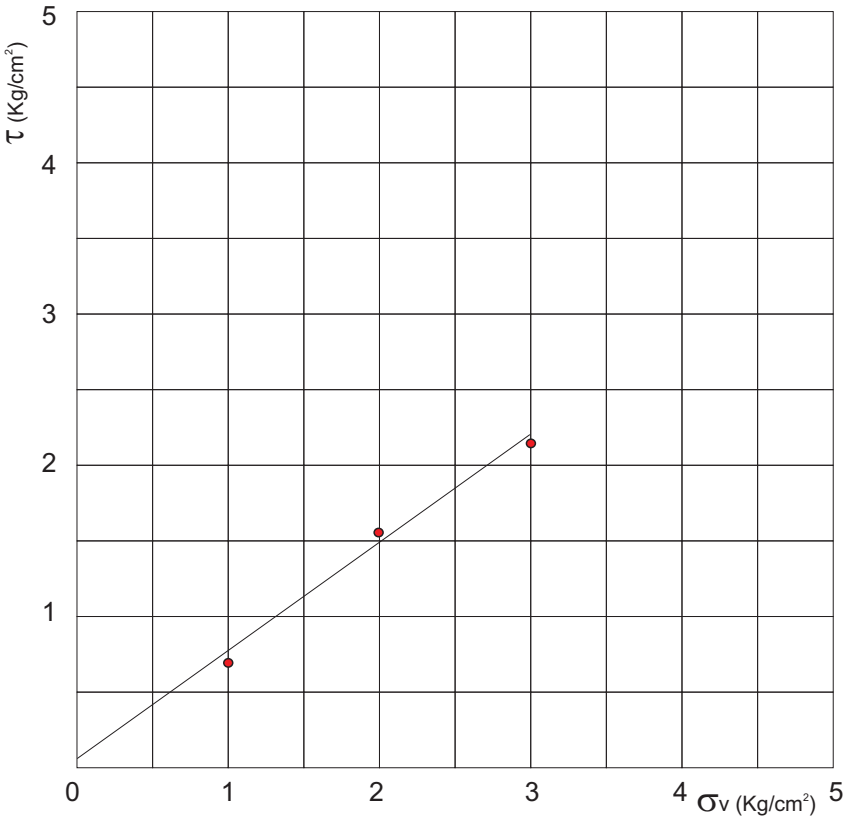
Cantiere: Piano Regolatore del Porto - S.Flavia (Porticello)

Campione: C1

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

Profondita': da m 5.00 a m 5.40

Provino		Dimensioni iniziali		Fase di consolidamento		Fase di rottura		Parametri di resistenza	
N°		ϕ (mm)	h (mm)	Δh (mm)	σ_v (Kg/cm ²)	V_{def} (mm/min)	σ_v (Kg/cm ²)		
1		60	30	0.12	1.0	0.08	1.0	ϕ'	c' (Kg/cm ²)
2		60	30	0.33	2.0	0.08	2.0	35°	0.05
3		60	30	0.71	3.0	0.08	3.0		



RAPPORTO DI PROVA N. 52039 del 28/01/2003**PROVA DI COMPRESSIONE
SU CAROTE DI MATERIALI LAPIDEI
NORMA UNI 9724 - Parte 3^a**

Numero di protocollo: 34522 del 7/01/2003

Data della prova

22 gennaio 2003

Richiesta di prova

sottoscritta da:

Dott. Geol. Greco Giuseppe
via Roccaforte, 153 H
Bagheria

Provenienza:

Costruzione stadio comunale di Santa Flavia (PA)

EnteAppaltante: Comune di Santa Flavia

Direttore dei lavori: Greco Dr Giuseppe

Impresa: Balistreri

Le carote sono state consegnate alla Geolab dal dott. Greco Giuseppe

Prova eseguita su provini allo stato asciutto

Denominazione carota	Ø [cm]	h [cm]	h/Ø	peso [g]	peso di volume [kg/mc]	Resistenza carota [N/mm ²]
SM2-CAMP 1	8.20	16.2	2.0	1 386	1 620	7.3
SM4-CAMP 2	8.20	12.6	1.5	1 309	1 967	13.5
SM5-CAMP 2	8.10	14.2	1.8	1 267	1 732	8.4
SM6-CAMP 1	8.10	16.2	2.0	1 790	2 144	24.5
SM7-CAMP 2	8.20	14.0	1.7	1 196	1 618	6.0

Lo Sperimentatore
Dott. Alberto GenioIl Direttore del Laboratorio Geotecnico
Dott. Angelo Millone

INDAGINE GEOFISICA MEDIANTE TECNICA DEI RAPPORTI
SPETTRALI O HVSR – D.M. 17.01.2018

RIQUALIFICAZIONE URBANA E RIFUNZIONALIZZAZIONE AD USO
PUBBLICO DELLE AREE DI “PIANO STENDITORE”

TABULATI E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DELL’INDAGINE GEOFISICA

PORTICELLO, PIANO STENDITORE TR1

RIQUALIFICAZIONE URBANA E RIFUNZIONALIZZAZIONE AD USO PUBBLICO DELLE AREE DI "PIANO STENDITORE"

Instrument: TRZ-0051/01-09

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 09:54:13 End recording: 10:10:13

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

GPS: 38° 05' 25.40" N 13° 32' 23.97" E

Trace length: 0h16'00". Analyzed 85% trace (manual window selection)

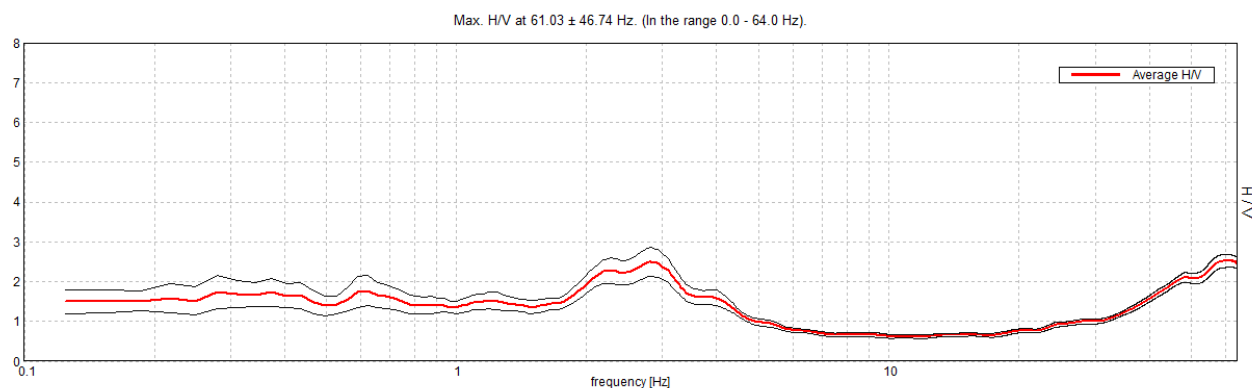
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

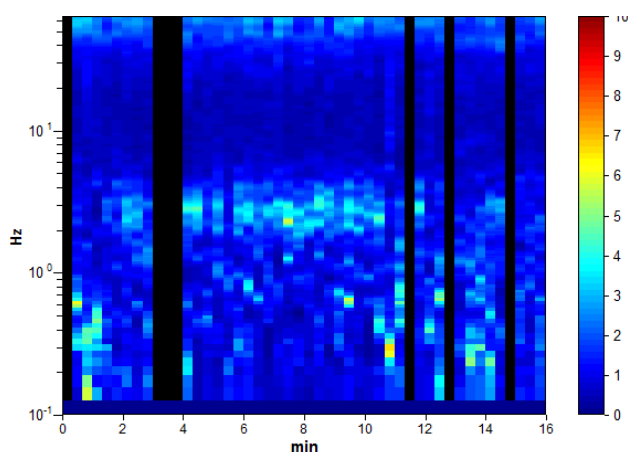
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

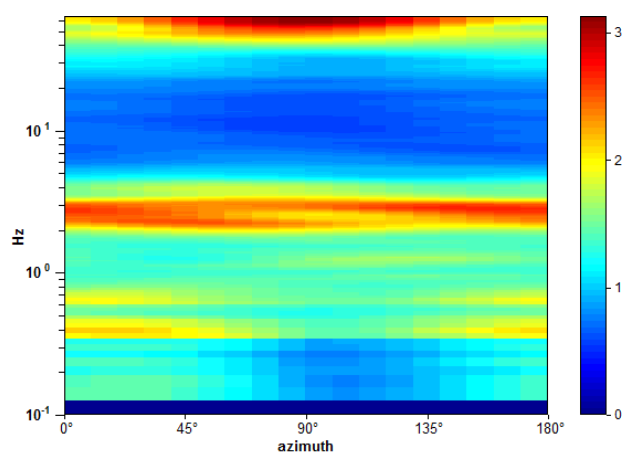
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



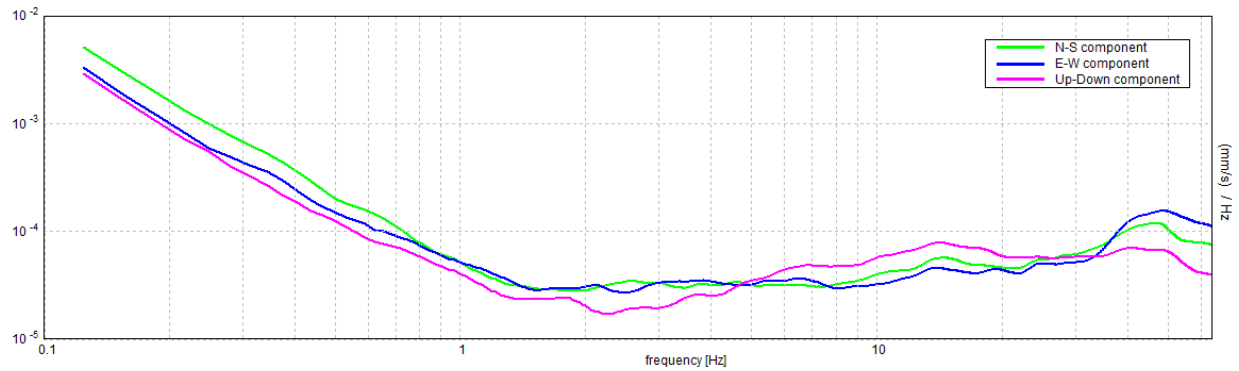
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

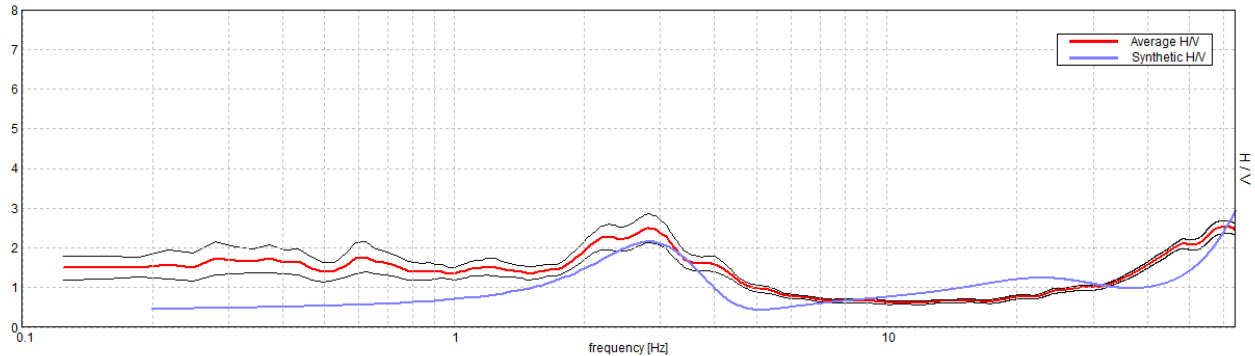


SINGLE COMPONENT SPECTRA



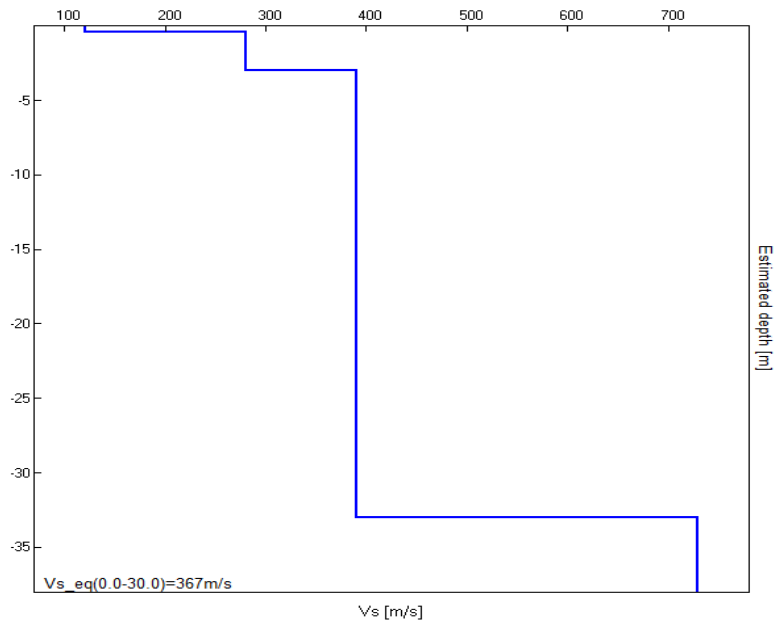
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 61.03 ± 46.74 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.40	0.40	120	0.42
3.00	2.60	280	0.42
33.00	30.00	390	0.42
inf.	inf.	730	0.42

Vs_eq(0.0-30.0)=367m/s



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

Max. H/V at 61.03 ± 46.74 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	61.03 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	50045.6 > 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 0 out of 1072 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	35.625 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			
$A_0 > 2$	2.52 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.76588 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	46.74263 < 3.05156		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.1589 < 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

PORTICELLO, PIANO STENDITORE TR2

RIQUALIFICAZIONE URBANA E RIFUNZIONALIZZAZIONE AD USO PUBBLICO DELLE AREE DI "PIANO STENDITORE"

Instrument: TRZ-0051/01-09

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 10:15:06 End recording: 10:31:06

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

GPS: 38° 05' 28.21" N 13° 32' 24.27" E

Trace length: 0h16'00". Analyzed 92% trace (manual window selection)

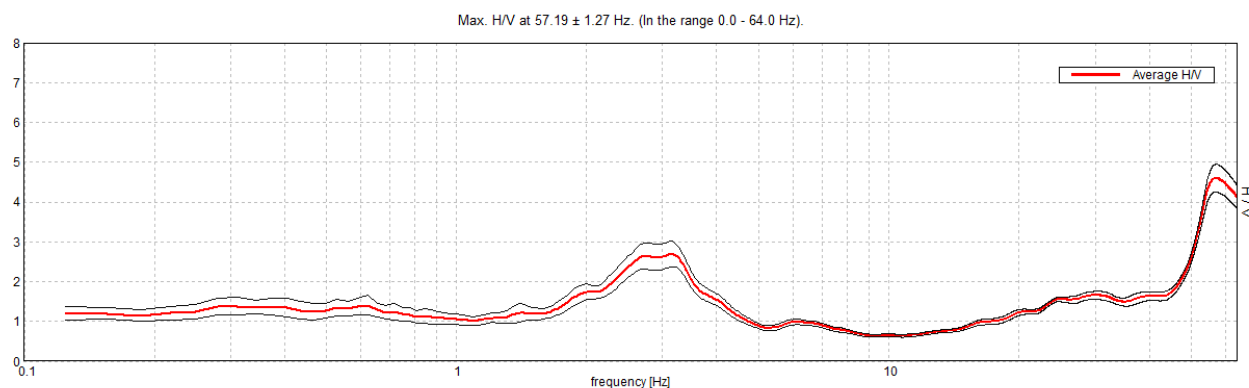
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

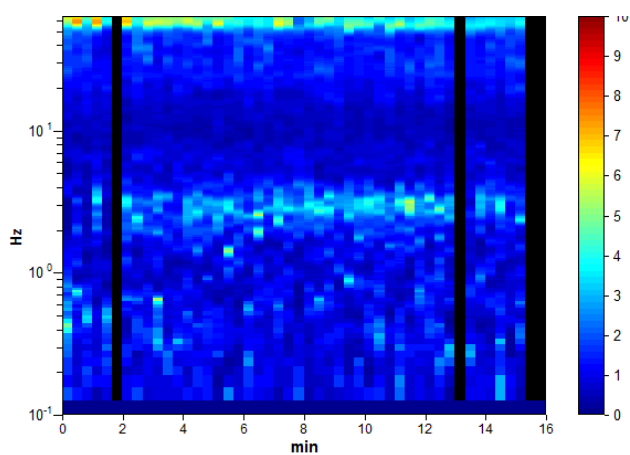
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

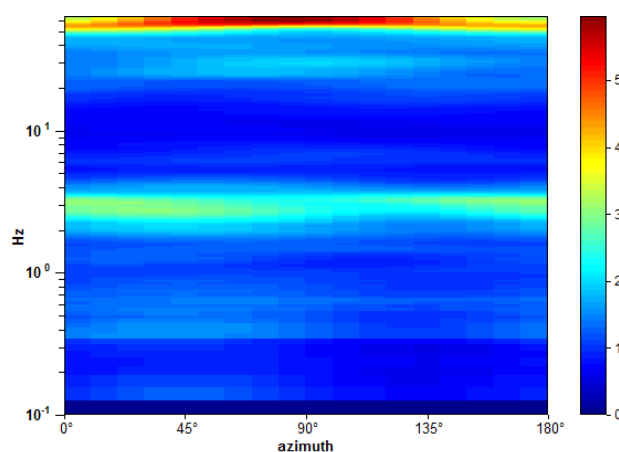
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



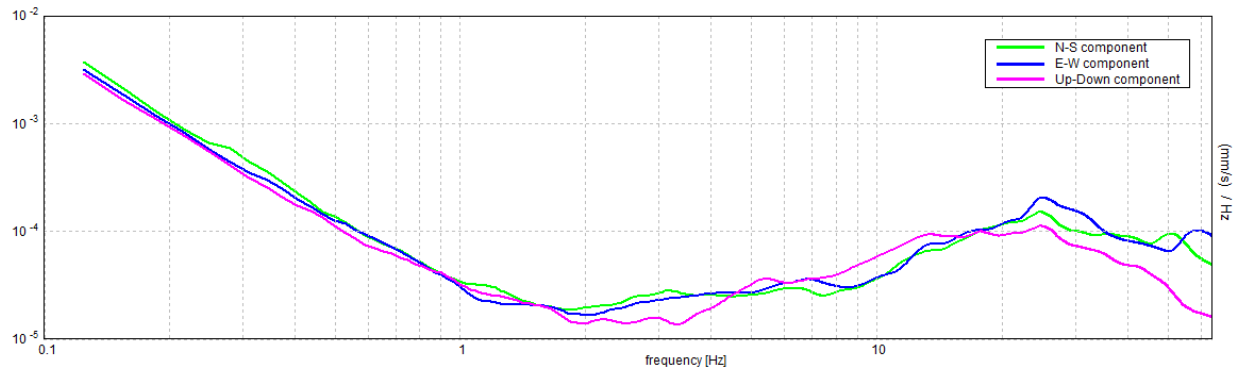
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

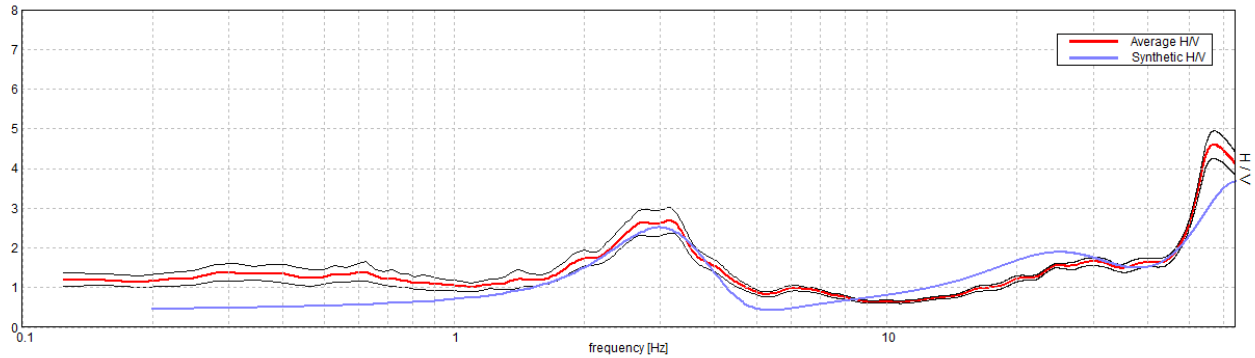


SINGLE COMPONENT SPECTRA



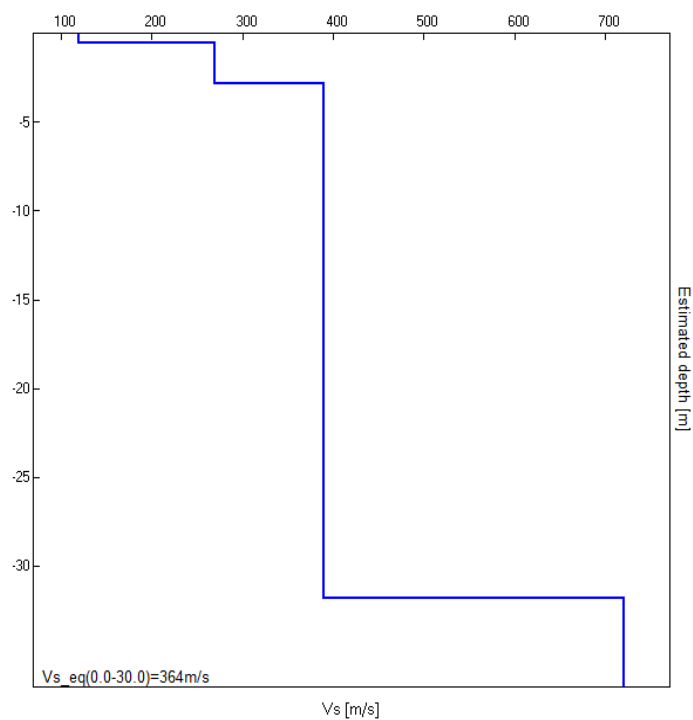
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 57.19 ± 1.27 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.50	0.50	120	0.45
2.80	2.30	270	0.45
31.80	29.00	390	0.45
inf.	inf.	720	0.40

Vs_eq(0.0-30.0)=364m/s



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

Max. H/V at 57.19 ± 1.27 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	57.19 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	50325.0 > 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 0 out of 1134 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	48.813 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	4.60 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02213 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.26548 < 2.85938	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3506 < 1.58	OK	

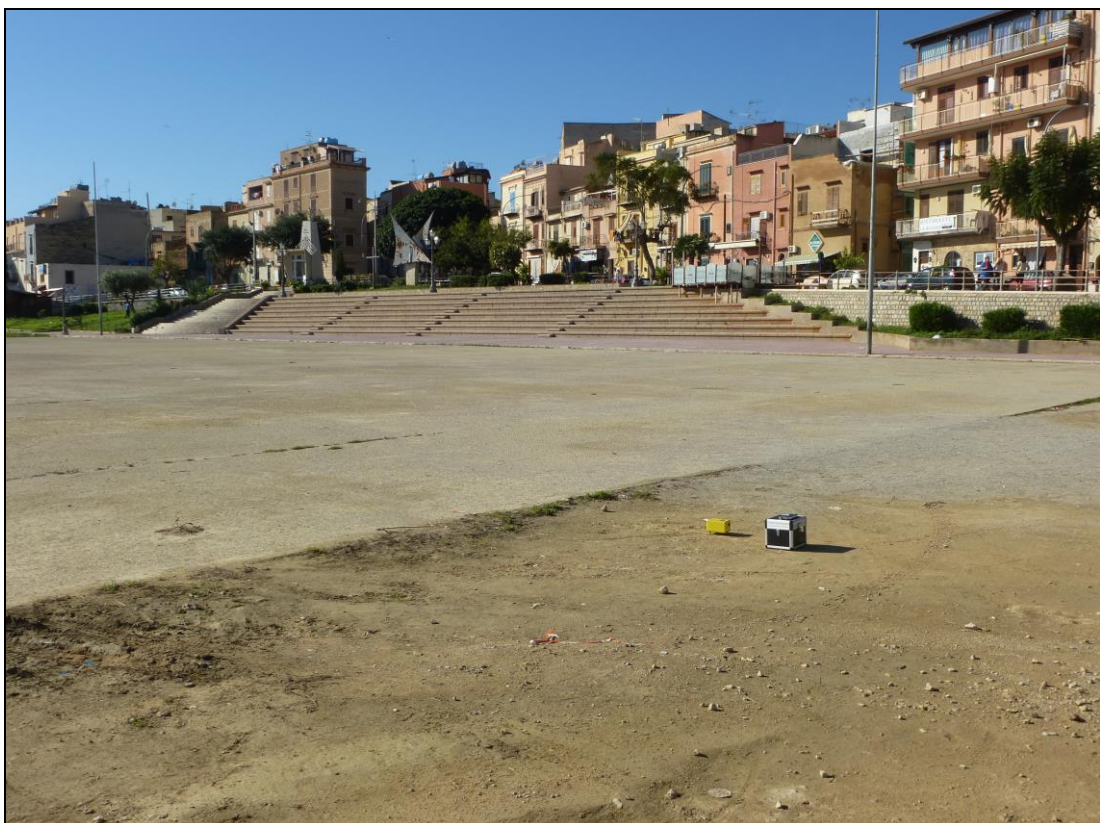
L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak 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



Panoramica del Piano Stenditore con ubicazione del rilievo sismico TR1



Panoramica del Piano Stenditore con ubicazione del rilievo sismico TR2