

COMUNE DI NAPOLI

Servizio
Valorizzazione della
Città Storica

RUP: Arch. Claudia Melella

DIRIGENTE: Arch. Fabio Vittoria

**Progetto Esecutivo di messa in sicurezza e di
Restauro delle Facciate della Galleria della
Vittoria fronte occidentale - fronte orientale e
adiacente muro di sostegno di via Cesario Console**

PROGETTAZIONE

STUDIO BATTISTA ASSOCIATI - (Capogruppo)-Arch. Giancarlo Battista
Prof. Ing. Mario Rosario Migliore
Dott. Geol. Fabio De Vincentiis
R.O.M.A. Consorzio
Arch. Angelo Piccolo

Contatti: STUDIO BATTISTA ASSOCIATI - 0810681441 - studiobattistaas@tiscali.it

Codice
Elaborato
ESE_SP_06

Titolo
RELAZIONE GEOLOGICA

Scala
-
Data
15 | 05 | 2019

1. PREMESSA	2
2. LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO	2
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLGICO	3
4. IDROGRAFIA SUPERFICIALE.....	7
5. INDAGINI ESEGUITE.....	9
6. MODELLO GEOLOGICO	10
7. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	11
8. MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO	13
9. AUTORITA' DI BACINO	21
10. PRESCRIZIONI E CONCLUSIONI.....	21

ALLEGATI:

- 1. ELABORATO PROVE DI LABORATORIO AMBIENTE E TERRITORIO S.R.L.**

1. PREMESSA

Il Comune di Napoli ha affidato, al RTP Studio Battista Ass. (Capogruppo), Prof. Ing. Mario Rosario Migliore, R.O.M.A. Restauri, Dott. Geol. Fabio De Vincentiis e Arch. Angelo Piccolo, il servizio di architettura e ingegneria concernenti la redazione della progettazione esecutiva, il coordinamento della sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione e la direzione lavori per l'intervento denominato messa in sicurezza definitiva e di restauro delle facciate della galleria della Vittoria fronte occidentale - fronte orientale e adiacente muro di sostegno della via Cesario Console.

Lo scrivente Dott. Geol. Fabio De Vincentiis iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania al n° 1537 (facente parte del gruppo di progettisti incaricati) ha redatto una relazione geologica propedeutica al progetto esecutivo.

Tale relazione, finalizzata alla definizione delle caratteristiche geologiche dei terreni dell'area di sedime dello stabile nell'ambito del progetto, è stata redatta sulla scorta d'informazioni ottenute, da indagini geognostiche eseguite ad hoc e comparate con altre eseguite nelle vicinanze ed in possesso dello scrivente, da un rilevamento geologico di superficie, da indagini svolte presso gli uffici competenti del Comune di Napoli e da materiale bibliografico e cartografico a disposizione di chi scrive.

Il lavoro evidenzia i risultati cui si è pervenuti nel corso dello studio svolto, riportando le caratteristiche geologiche, geotecniche ed idrogeologiche del comprensorio in esame.

Per l'inquadramento cartografico della zona si fa riferimento alla Sezione Urbanistica n° 13 della cartografia scala 1: 4000 Foglio n° 177 (1:1000) del Comune di Napoli ed ai fogli 183 e 184 della Carta Geologica d'Italia.

2. LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Legge del 02/02/1974 n. 64 e succ. integr. e mod. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;

L.R. del 07/01/1983 n. 9 e succ. mod. ed int. Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico;

D.M. 11/03/1988 e succ. mod. ed int. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;

D.G.R. Campania 5447 del 07/11/2002 Aggiornamento della Classificazione Sismica dei Comuni della Campania;

O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e succ. mod. ed int. Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17.01.2018

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLGICO

L'area in esame si trova nella zona costiera a Sud della Città di Napoli, geomorfologicamente l'area è pianeggiante e occupa, in parte, ciò che, prima delle colmate, era una zona di battigia. La piana costiera si sviluppa alla base dei rilievi vulcanici che costituiscono l'ossatura della Collina di Posillipo (ad Ovest) e quella del Vomero (a Nord). Morfologicamente il territorio degrada dolcemente da Piazza del Plebiscito verso il mare lungo la Via Cesario Console (ex Via Gusmana), costeggiando l'antica zona del Pallonetto a Santa Lucia. La città in questo punto ha subito grandi trasformazioni dalla fine del XIX secolo grazie all'intensa attività di realizzazione di colmate che hanno consentito di guadagnare grandi spazi di costa arretrando la linea di battigia originaria. Tali modifiche antropiche del territorio hanno restituito, infine, una porzione di città densamente urbanizzata, senza più un reticolo idrografico di superficie e con caratteristiche stratigrafiche alterate dalla presenza delle colmate. Infatti, generalmente, la potenza degli strati antropici varia da pochi metri fino a circa 14,0 m e la falda, nella zona in oggetto, si stabilizza a quote di circa 3,0 m dal p.c..

Ad ogni modo, al di sotto delle colmate, si ritrova l'originaria stratigrafia costituita principalmente da depositi sedimentari di ambiente litoraneo e prodotti piroclastici del Somma-Vesuvio e dei campi Flegrei.

Il sottosuolo di Napoli è costituito prevalentemente da materiale piroclastico lapideo come il tufo e da materiale piroclastico sciolto come la pozzolana, il lapillo e la sabbia.

Dalle analisi delle caratteristiche fisico-meccaniche di detti terreni piroclastici, risulta in genere, sotto il profilo geotecnico, che essi sono piuttosto mediocri, in particolare per quanto riguarda il carico di rottura, ma che comunque sopportano abbastanza bene carichi normali.

Tali caratteristiche inoltre, si riducono quando intervengono fattori esterni come l'acclività delle pareti, la degradazione atmosferica, la folta vegetazione ed in particolare la presenza di acqua.

I tufi vulcanici costituiscono l'ossatura del sottosuolo e dei rilievi della città di Napoli, mentre le pozzolane, la pomice ed il lapillo ne rappresentano i materiali di ricoprimento. La natura stessa dei terreni che costituiscono il sottosuolo di Napoli è testimone del fatto che la città è localizzata in una regione vulcanica molto complessa, dominata dal complesso del Somma-Vesuvio, a Sud, e dei Campi Flegrei a Nord.

La posizione costiera della città, inoltre, esercita una notevole influenza delle variazioni eustatiche del livello marino sui processi sedimentari in atto.

Nella parte occidentale si riscontrano prodotti del Somma-Vesuvio, mentre nella zona costiera (palustre fino a non molto tempo fa) si evidenziano depositi alluvionali o di spiaggia e che sono costituiti esclusivamente da materiale proveniente dal rimaneggiamento degli stessi prodotti vulcanici.

Dei terreni costituenti il sottosuolo di Napoli, si è cercato, su criteri geotecnici, di formare nel passato una classificazione suddividendoli in tre gruppi fondamentali: materiale lavico, materiali piroclastici lapidei e materiali piroclastici sciolti.

Le lave di origine flegrea sono di natura essenzialmente trachitica e sono riscontrabili nella zona di Soccavo; quelle di origine vesuviana sono invece di natura tefritica e si riscontrano esclusivamente nella zona di Poggioreale.

Nell'area portuale di Napoli non viene rilevata la presenza di materiale lavico affiorante.

I materiali piroclastici lapidei (tufi) sono presenti in tutto il territorio napoletano e sono tutti di origine flegrea. Essi sono suddivisi, dal più antico al più recente in:

1) Tufo grigio campano (circa 35.000 bpa) detto così per il colore grigio con il quale tipicamente si presenta; spesso però è possibile rinvenirlo nei colori grigio-bruno e più raramente rossiccio. La sua durezza, a seguito della presenza in esso di abbondanti pomici e scorie nere, è molto variabile; talora si sminuzza facilmente con le mani, altre volte invece, mostra una consistenza spiccatamente litoide tanto da essere chiamato "tufo grigio pipernoide". Questa varietà è particolarmente diffusa a nord di Napoli e nella Penisola Sorrentina.

Le caratteristiche fisico-meccaniche sono generalmente molto variabili tanto che il peso specifico risulta variabile da 1200 a 1600 Kg/cmc, il carico di rottura allo schiacciamento è circa 26 Kg/cm².

2) Tufo giallo stratificato (18.000-15.000 bpa): rappresenta, come quello precedente, un prodotto di eruzioni dei Campi Flegrei. E' detto stratificato perché questa formazione mostra oltre una netta stratificazione anche una visibile differenziazione granulometrica fra i vari strati.

Verso l'alto, inoltre, la formazione passa gradualmente in un tufo di colore grigio chiaro, semicoerente, con numerosi inclusi pumicei. I maggiori centri eruttivi sono Capo Miseno, Bacoli e Nisida (area occidentale).

c) Tufo giallo napoletano noto anche con l'acronimo TGN (12.000 bpa): rappresenta di gran lunga il tipo tufaceo prevalente. In questa formazione non si riscontrano veri e propri piani di stratificazione, si rinvencono invece fratture di raffreddamento che attraversano la massa in varie direzioni. A differenza del tufo precedente questo ha origine a seguito di emissione di nube ardente che, traboccando dal cratere, è scivolata giù sui fianchi del vulcano raggiungendo distanze anche molto elevate. Nella massa non è possibile alcuna cernita e pertanto il depositarsi di tale massa è senza alcuna stratificazione.

Lo spessore del tufo giallo sottostante la città è molto variabile: è stato determinato lo spessore di circa m 180 nella zona di Fuorigrotta e di m. 90 a Piazza Plebiscito, mentre di 60 m nella zona di S. Maria della Fede e di 65 m nella collina di Posillipo.

L'esame della Carta Geotecnica del Territorio Urbano (A. Croce, A. Pellegrino 1967 – Il sottosuolo della Città di Napoli Caratterizzazione Geotecnica del Territorio Urbano) indica che nella zona di interesse il tetto della formazione tufacea si rinviene ad una profondità di oltre

30 m dal p.c. La formazione tufacea, inoltre, non si manifesta con i termini relativi al TGN tufo giallo, ma solo con variazioni del tufo grigio.

Il peso specifico reale del tufo giallo napoletano è grossomodo compreso tra 2,4 e 2,5 t/m². Valori più bassi sono stati misurati nella zona di Marianella. Il coefficiente di porosità è estremamente variabile: dai $n=0,48$ sui campioni prelevati a Capodimonte ai $n=0,55$ su quelli di Chiaiano.

d) Prodotti piroclastici sciolti: la formazione tufacea (nel ns. caso il tufo grigio) è spesso ricoperta da una coltre più o meno spessa di terreni sciolti di origine vulcanica che si presentano spesso assai diversi fra loro; ma tenendo conto delle proprietà fisico-meccaniche, tali differenze si attenuano sensibilmente.

In linee generali le rocce sciolte possono essere raggruppate in:

- pozzolane con intercalazioni di pomici;
- sabbie;
- terreni alluvionali rimaneggiati.

La differenza principale tra le pozzolane e le pomici è data dalla granulometria che è più sottile nelle pozzolane. La struttura delle particelle è invece nettamente più soffice e vacuolare nelle pomici.

Inquadramento di Sito

L'area di studio si trova tra Via Cesario Console e Via Ammiraglio F. Acton e si estende dall'imbocco della Galleria Vittoria fino all'incrocio con Via Nazario Sauro.

Dall'analisi dei dati storici, cartografici soprattutto, è evidente che tutta la porzione di territorio in questione è stato profondamente modificato antropicamente, a

partire dall'età classica, in epoca borbonica e con un importante



Figura 1 Via C. Console prima della realizzazione dei giardini.

"MESSA IN SICUREZZA DEFINITIVA DI RESTAURO DELLE FACCIATE DELLA GALLERIA DELLA VITTORIA FRONTE OCCIDENTALE - FRONTE ORIENTALE E ADIACENTE MURO DI SOSTEGNO DELLA VIA CESARIO CONSOLE

intensificazione operata a partire dalla fine del XIX secolo; il tratto di strada interessato dal progetto è stato realizzato nella fase finale delle colmate che modificarono il litorale da Posillipo fino al Porto ed è coevo alla demolizione dell'Arsenale che si sviluppava in una vastissima area dove oggi vi sono i giardini del Molosiglio ed il Molo S. Vincenzo.

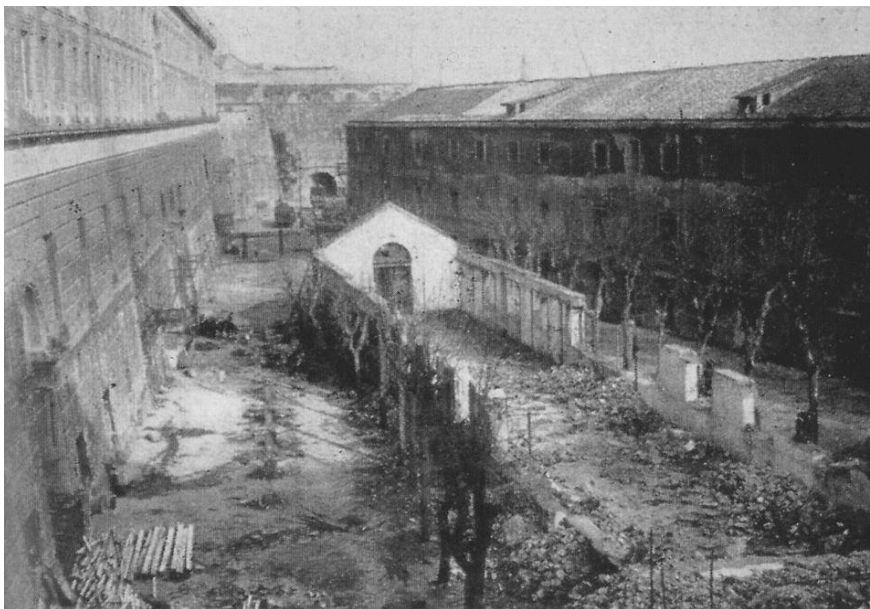


Figura 2 regio Arsenale della Marina visto da Via C. Console

Quindi, geneticamente, i terreni che costituiscono la stratigrafia principale fino a circa 14,0 m dal p.c. sono materiali antropici eterogenei in matrice sabbiosa di origine piroclastica. Per quanto riguarda i terreni alluvionali rimaneggiati non è possibile praticare nette classificazioni e ciò soprattutto perché il loro complesso è composto da un accumulo di materiale con granulometria molto eterogenea intercalato da locali livelli torbosi. Così come nel caso dei depositi marini litorali, nei quali si verifica una selezione gravitativa e meccanica con il dilavamento dei materiali più fini per cui si ha un arricchimento degli elementi più pesanti come ciottoli, lapilli i quali si presentano levigati e con spigoli arrotondati.

4. IDROGRAFIA SUPERFICIALE

La città di Napoli si sviluppa su colline che sono raccordate tra loro mediante selle e rilievi. In tale ambiente geomorfologico s'impone la rete idrografica superficiale, costituita da alvei a

carattere torrentizio denominati "Arene" per il notevole contenuto in sabbie. Tra le più importanti vi sono l'Arenaccia, l'Arena alla Sanità, l'Arenella e L'Arena S. Antonio.

Il corso d'acqua più importante è il Sebeto che nasceva dalle sorgenti di Volla ed arrivava al mare nei pressi del Ponte della Maddalena, il cui corso originario non è più visibile poiché tombato per tutto il suo sviluppo e, se ne riconosce un tratto, sempre coperto e trasformato in fogna, lungo Via Argine.

L'area orientale di Napoli era interessata da terreni paludosi conosciuti come le paludi di Napoli e Volla, la cui formazione era alimentata dall'apporto di numerose sorgenti che consentivano la venuta a giorno di una notevole quantità di acqua.

In particolare il deflusso sotterraneo delle acque che provengono dai massicci carbonatici a Nord di Napoli, degrada verso la linea di costa a Sud con una sezione di ingresso aperta a ventaglio in prossimità dei Regi Lagni, che va progressivamente restringendosi verso il mare, per cui la superficie piezometrica della falda si avvicina al piano campagna venendo a giorno in diverse zone.

In particolare, in passato, la falda emergeva, poiché l'emungimento dai pozzi esistenti era minimo e insieme con le acque provenienti da fossi e torrenti causava vasti impaludamenti e ristagni.

Il territorio interessato dal progetto, come in precedenza scritto, è pianeggiante, completamente urbanizzato, non presenta un reticolo idrografico di superficie ed è stato profondamente modificato dall'azione dell'uomo.

La circolazione idrica sotterranea è dominata dall'intervento della colmata che ha esteso la linea di costa per diversi metri verso il mare; infatti la diversità granulometrica e litologica dei materiali piroclastici rimaneggiati e la giacitura caotica si prestano all'accumulo delle acque provenienti dall'entroterra e già conosciute in tempi molto antichi ma con distribuzione di difficile ricostruzione. A complicare ancor più l'idrologia dell'area interviene il fenomeno del galleggiamento lungo la fascia costiera dell'acqua di falda su quella marina; tutto ciò condiziona l'andamento delle principali direttrici di flusso delle acque sotterranee che si discosta sensibilmente da quanto osservato in altre zone della Città dove la morfologia originaria non sia stata pesantemente modificata.

A tal proposito è molto probabile l'interazione tra le acque di falda e le strutture degli edifici presenti nell'area (il sottoscritto ha personalmente osservato la venuta a giorno di acque di

falda in pressione a quota di circa – 3,0 m dall'attuale p.c. di Via Nazario Sauro ed è nota la presenza di sorgenti al Chiatamone ed in Via Acton); sarebbe dunque auspicabile, oltre che molto interessante, approfondire lo studio delle oscillazioni di quota del pelo libero della falda e, soprattutto, della presenza ed estensione della "zona di transizione acqua dolce-acqua salata" nella zona in progetto al fine di valutarne gli effetti d'interazione con i muri e le altre strutture presenti.

Infatti anche la presenza di antiche sorgenti come quella dell'*Acqua Dolce della Marinella* che sgorgava a S. Lucia vicino al mare o quella del *Palazzo Reale* (Cavalli di Bronzo) o, infine, come quella del *Chiatamone* (conosciuta come acqua ferrata o acque delle mummie) che era alimentata da 4 vene poco distanti tra loro (R. Quaranta, 1845) di cui 2 erano dette di "acqua sulfurea" e di "acqua ferrata" e le altre 2, scoperte dopo il 1834, erano dette "dell'acqua acidula di S. Lucia" e "nuova acqua sulfurea".

Queste acque erano captate da 9 pozzi posti all'interno di un edificio; attualmente la sorgente di acqua ferrata, esistente tra l'Hotel Royal ed il Continental, non è più utilizzata poiché sigillata durante l'epidemia di colera del 1973 ma, ovviamente, la presenza della falda che la alimentava è ancora ben presente.

5. INDAGINI ESEGUITE

Per la definizione del modello geologico, della stratigrafia e per la determinazione dei parametri geotecnici medi lo scrivente ha utilizzato i risultati d'indagini eseguite ad hoc e confrontate con indagini geognostiche in proprio possesso. Sinteticamente le indagini eseguite possono essere riassunte come segue:

1. N° 1 Prospezione sismica di superficie MASW eseguita da Ambiente e Territorio S.r.l.;
2. N° 2 prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPSH) eseguita da Trivelsondaggi S.r.l..



Ai fini di una migliore caratterizzazione geotecnica dei primi metri di sottosuolo, ovvero del volume significativo dell'opera in oggetto, lo scrivente ha utilizzato i risultati di ulteriori indagini eseguite nelle immediate vicinanze del sito in oggetto ed a disposizione.

6. MODELLO GEOLOGICO

Il rilevamento effettuato, e le informazioni concernenti il territorio in cui ricade il sito in esame in possesso dello scrivente, hanno permesso di delineare un quadro completo della geologia dei luoghi. In particolare si è fatto riferimento alla prospezione sismica, ai risultati delle prove di laboratorio geotecnico eseguite e alla bibliografia disponibile.

I litotipi individuati possono essere ascritti a quattro principali complessi litologici.

Formazione di origine antropica recente costituente formata da terreni di riporto di varia natura, che in una matrice indifferenziata a prevalente granulometria sabbioso limosa, più o

meno ghiaiosa, presentano inclusi frammenti litici di natura prevalentemente tufacea. Complesso piroclastico in sede a granulometria prevalente sabbiosa (pozzolana) deb. Limosa (cineriti) ricco di ooliti, pomici ed inclusi scoriacei riconducibile ad episodi parossistici con addensamento da moderato ad alto; infine il tufo giallo napoletano.

Le indagini eseguite in loco hanno restituito una colonna sismo-stratigrafica, interpretabile come di seguito sintetizzato, fino alla profondità di 30 m dal p.c.. Il riporto antropico costituito da piroclastiti rimaneggiate miste a materiali vari (laterizi, tufo,..) ha uno spessore variabile di circa 2,6 m in corrispondenza della corte dell'edificio (quota sul livello del mare 100 m). Di sotto il riporto si trova la sequenza di piroclastiti sciolte, probabilmente interessate da rimaneggiamento alluvionale, per una potenza di circa 8,0 m. Al termine di queste ultime si trovano i prodotti ascrivibili alla messa in posto del Tufo Giallo Napoletano. Di seguito è sintetizzato il modello geologico; la caratterizzazione dei terreni di sedime trova puntuale riscontro nella sezione sismostratigrafica ricavata dalla prospezione sismica di superficie (Masw) eseguita in prossimità del fabbricato.

Profondità dal piano stradale a 11 m slm	Descrizione
0,00 – 12,00	Materiale di riporto antropico misto eterogeneo e costituito principalmente da pozzolana.
12,00 – 30,00	Sabbie limose spesso con resti di gusci di molluschi e resti vegetali, sabbie medie; spesso alternate a strati di limi e limi argillosi di origine vulcanica (cineriti)

7. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Le caratteristiche geotecniche dei terreni dell'area investigata sono state ricavate dalle indagini geognostiche eseguite nel sito da Ambiente e Territorio S.r.l..

I risultati sono stati confrontati con studi geologici e geotecnici a disposizione dello scrivente (tra i principali: Il Sottosuolo della Città di Napoli – Caratterizzazione Geotecnica del Territorio Urbano, A. Croce – A. Pellegrino 1967; Area Urbana di Napoli: Principali Caratteristiche geologiche stratigrafiche ed ambientali. S. Caliro et al. 1997; Caratteristiche

Geotecniche dei terreni piroclastici della Città di Napoli, A. Evangelista et al. 2002) e riguardanti un intorno significativo dell'area in questione. In particolare si può desumere che tutta l'opera in progetto insisterà su terreni sabbioso-limosi costituiti da materiale eterogeneo e da piroclastiti sciolte rimaneggiate (cineriti), moderatamente addensate. La caratterizzazione meccanica di tali terreni è resa difficoltosa da incertezze legate sia alla variabilità delle proprietà meccaniche tra i vari depositi e all'interno di un singolo deposito, sia alle condizioni di parziale saturazione di questi materiali. Tali incertezze saranno poi definite in fase esecutiva, mediante l'esecuzione d'indagini geognostiche specifiche in seguito descritte sommariamente; ad ogni modo data l'estesa diffusione areale di questi materiali, e la mole di dati provenienti dalle indagini eseguite in passato, è possibile generalizzarne il comportamento geotecnico.

Le proprietà fisico-meccaniche delle pozzolane, essendo queste materiali molto porosi ed a plasticità pressoché nulla, risentono sensibilmente del grado di saturazione S . Dai dati di bibliografia, si ricava che il valore limite di S è di 0,7 al di sotto del quale il valore di ϕ decresce sensibilmente da pozzolane in sede a quelle rimaneggiate. Per $S > 0,7$ ϕ arriva ad assumere valori inferiori ai 20° è per tale motivo che *le condizioni di drenaggio assumono un ruolo fondamentale*. La coesione apparente è di $\sim 0,2 - 0,3 \text{ Kg/cm}^2$; per quanto concerne le caratteristiche di compressibilità, dalla letteratura specializzata si ricava che la componente più significativa non è data dalla consolidazione primaria ma da cedimenti legati alla consolidazione secondaria e/o alla frantumazione delle particelle. I moduli di compressione edometrica, iniziale E_i e differita E_d riferiti a un range di sollecitazione di $1,6 - 3,0 \text{ Kg/cm}^2$, hanno un valore prossimo ai 100 Kg/cm^2 per E_i e di poco inferiore per E_d .

L'angolo d'attrito interno ϕ proprio di questi materiali in sede è molto variabile e dipende anch'esso dalle condizioni di saturazione, ma in via generale è compreso tra $28^\circ \div 40^\circ$ anche se in condizioni ottimali ed in assenza di disturbo (vibrazioni) si possono trovare in pareti verticali, la porosità è mediamente il 25 % ed il peso specifico $1,4 \text{ t/m}^3$.

Per tutti questi motivi le pozzolane mostrano in situ caratteristiche geotecniche migliori di quelle poi rilevate in laboratorio, questa differenza è da attribuire alla coesione "apparente" che deriva dal fatto che i granuli hanno forme irregolari e scabrose e durante la deposizione si incastrano tra loro in modo tale da dare coesione alla massa. Come già detto questa

coesione, viene meno se i materiali sono saturati e/o sottoposti a vibrazioni, poiché con l'aumento delle pressioni interstiziali i granuli possono trovare un nuovo assetto geometrico con conseguente riduzione di volume.

Nicotera *et alii* hanno di recente (2002) proposto un sistema di classificazione geotecnica delle pozzolane basato sui dati sperimentali, relative a circa 600 prove triassiali, raccolti in vari decenni dal D.I.G. dell'Università Federico II di Napoli. Tale sistema prevede la classificazione dei depositi attraverso classi distinte in base alla profondità rispetto alle quali vengono rappresentati graficamente i limiti di fiducia dei parametri geotecnici (coesione e angolo di attrito), tali limiti rappresentano delle superfici ellittiche all'interno delle quali le coppie di valori dei parametri geotecnici hanno un attendibilità del 70% e il cui centro rappresenta il valore medio dei parametri suddetti.

Le caratteristiche geotecniche dei terreni di sedime dell'opera dovranno essere comunque essere verificate attentamente e valutate in fase esecutiva, così come la reale presenza di vuoti e cavità sebbene sia stata esclusa dall'analisi della cartografia comunale.

Modello Geotecnico del sito in esame¹

Come visto la stratigrafia della zona rispecchia quanto atteso ed in particolare il sottosuolo si può schematizzare come di seguito mostrato.

STRATO 1 (da 0,0 a ~ -12,0 m): riporto antropico e piroclastiti rimaneggiate (alluvioni)

$$\phi = 28-30^\circ; \gamma_{\text{nat}} = 13,0 \text{ kN/m}^3; c = 0,0 - 3,0 \text{ kPa}; Dr = 40\%; E = 50 \text{ Kg/cm}^2$$

Falda

STRATO 2 (da -12,0 a ~-30,0 m): sabbie con limi.

$$\phi = 30-33^\circ; \gamma_{\text{nat}} = 12,5 \text{ kN/m}^3; c = 5,0 \text{ kPa}; Dr = 50\%; E = 60-100 \text{ Kg/cm}^2$$

8. MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

¹ ϕ angolo di attrito da Prova taglio; c coesione drenata da Prova taglio; S_r grado di saturazione; W_n contenuto naturale d'acqua; γ_{nat} peso di volume naturale; γ_{dry} peso di volume secco; ϕ angolo di attrito desunto da altri studi e DPSH; E Modulo di compressione edometrica da DPSH. Dr densità relativa da DPSH

La normativa vigente fa riferimento, ai fini della valutazione dell'azione sismica di progetto, alla definizione del quadro morfologico e stratigrafico che contribuisce alla ricostruzione della "pericolosità sismica di base " del sito di costruzione. Essa è definita in termini di accelerazione sismica massima attesa (a_g), in campo libero su profilo stratigrafico di riferimento rigido (A), pianeggiante.

L'ultimo riferimento normativo varato, nella valutazione della pericolosità sismica, fa richiamo, alla Vita nominale (V_n) ed alla Classe d'uso (C_u) dell'opera in progetto, che insieme contribuiscono alla definizione della Vita Reale del manufatto (V_r), riferimento fondamentale per la definizione del Periodo di ritorno dell'azione sismica; essa, infatti, sarà attesa d'intensità maggiore quanto più lunga sarà la vita reale del manufatto (V_r). Al punto 3.2, che esamina l'azione sismica, definisce le forme spettrali in funzione di ciascuna probabilità di superamento del Periodo di riferimento (P_{Vr}) a partire dai seguenti parametri riferiti a sito rigido orizzontale:

a_g accelerazione orizzontale massima al sito;

F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

In allegato alla norma cui ci si riferisce, sono tabellati i valori dei parametri citati per tutti i siti considerati (10751) elencati per coordinate geografiche sul reticolo di riferimento e per 9 periodi di ritorno crescenti (30 anni, 50 anni, 72 anni, 101 anni, 140 anni, 201 anni, 475 anni, 975 anni, 2475 anni).

Le categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione riportate al punto 3.2.2 nell'ultimo decreto di riferimento, sono rimaste pressoché invariate e sono definite, preferibilmente, in virtù del parametro V_{s30} , in altre parole della velocità media di propagazione entro 30 metri di profondità rispetto al piano di fondazione delle onde di taglio, calcolata con la seguente espressione :

$$V_{s30\ eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N h_i / V_{s_i}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo per un totale di N strati presenti nei 30 metri superiori ed H è profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

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

Pertanto, il sito in esame è stato parametrizzato, partendo dalla ricostruzione litostratigrafia effettuata a mezzo sismica di superficie tipo MASW eseguita nel sito sede del progetto.

Sulla base dei valori ottenuti dalla MASW, è possibile calcolare il parametro V_{s30} la cui espressione di calcolo è quella sopra descritta ed il cui valore consentirà di classificare il sottosuolo sismicamente significativo dell'area in studio nell'ambito della scala di cui al punto 3.1 del D.M. 17/01/2018. La classificazione ottenuta condurrà, quindi, alla individuazione del fattore di amplificazione S , che tiene conto del profilo stratigrafico del suolo e delle condizioni topografiche, secondo quanto disposto alle tabelle 3.2.II, 3.2.III e 3.2.V.

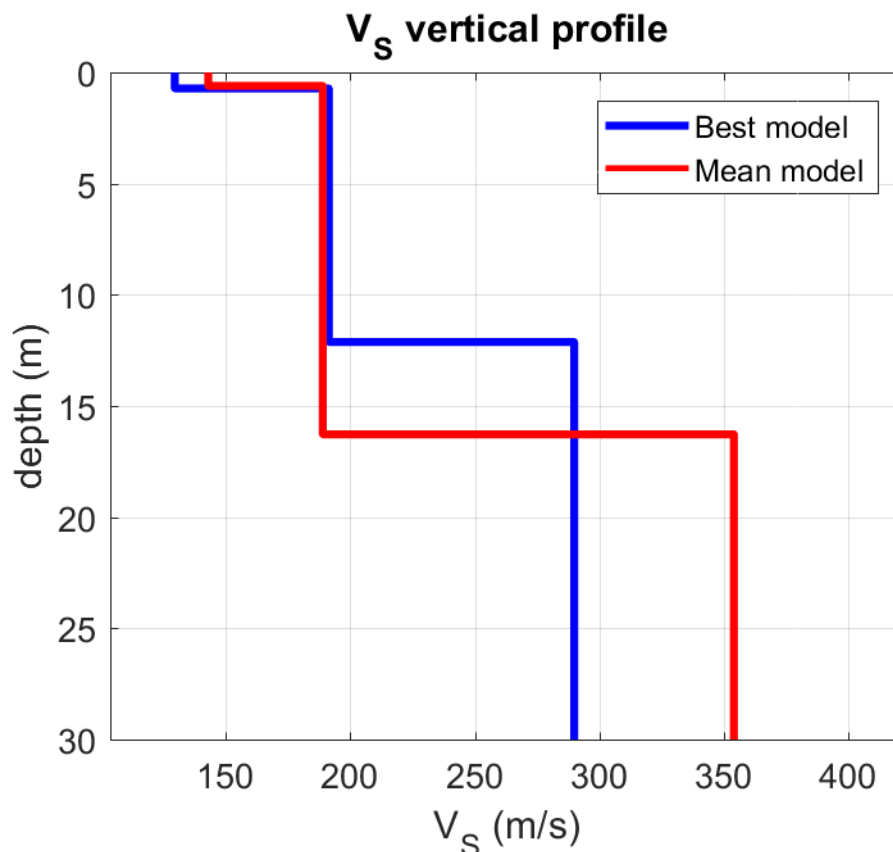
Per i valori ricavati dalla prospezione sismica di superficie MASW eseguita per il sito in esame, si ottiene il seguente valore del Vs30:

MASW 1	V_{s30} V_{sE}	238 m/sec
---------------	---	------------------

Il valore del parametro Vs30 così ottenuto ricade nella Classe di profilo stratigrafico di **suolo di tipo "C"**, così come definito nel paragrafo 3.2 del D.M. 17/01/18 citato: *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

Pertanto, il sito in esame è stato parametrizzato, partendo dalla ricostruzione litostratigrafia effettuata a mezzo della campagna di indagini geognostiche a carotaggio continuo cui si è fatto riferimento e in base ai risultati delle prospezioni sismiche per la rilevazione della velocità delle onde di taglio (Vs) eseguite con metodologia M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface waves) nell'ambito dell'area destinata ad ospitare l'opera in progetto.

Rimandando, per i dettagli, all'allegato riguardante l'indagine sismica eseguita, per l'area indagata è risultata la seguente schematizzazione geosismica :



Sulla base di tali valori, è possibile calcolare il parametro V_{s30} che qui coincide con il V_s equivalente e la cui espressione di calcolo è quella sopra descritta ed il cui valore consentirà di classificare il sottosuolo sismicamente significativo dell'area in studio nell'ambito della scala di cui al punto 3.2 del D.M..

Il modello sismostratigrafico riportato precedentemente ripropone la successione dei litotipi attualmente rinvenibili a partire dal piano di campagna dove è stato eseguito l'allineamento sismico. Esso corrisponde al modello geologico precedentemente proposto.

La categoria Topografica distingue 4 condizioni topografiche e come appresso esplicitato:

Tabella 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i

	$\leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Il caso in esame ricade nella categoria T1; Pendii con inclinazione media $i < 15^\circ$.

A tali categorie topografiche corrispondono altrettanti Fattori di amplificazione S_r che si rifanno ad altrettante condizioni morfologiche.

Il parametro ST viene definito in base alla seguente tabella che, oltre alla categoria topografica, considera anche l'ubicazione dell'opera:

Tabella 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_r

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_r
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Le condizioni topografiche riscontrate nell'ambito del sito in fanno ricadere il sito nella categoria topografica T1 e assegna un coefficiente di amplificazione topografica pari a 1,2.

Il fattore di amplificazione S e che viene utilizzato nel calcolo dello spettro di risposta elastico, , combina anche una componente dipendente dalla classe di suolo presente nel sito in esame (S_s). La stessa Classe di suolo condiziona anche il calcolo del Periodo T_c corrispondente all' inizio del tratto a velocità costante nello spettro di risposta sismica, che in uno con il fattore S_s viene così computato:

Tabella 3.2.IV – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 F_0 a_g / g \leq 1,20$	$1,10*(TC) - 0,20$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 F_0 a_g / g \leq 1,50$	$1,05*(TC) - 0,33$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 F_0 a_g / g \leq 1,80$	$1,25*(TC) - 0,50$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 F_0 a_g / g \leq 1,60$	$1,15*(TC) - 0,40$

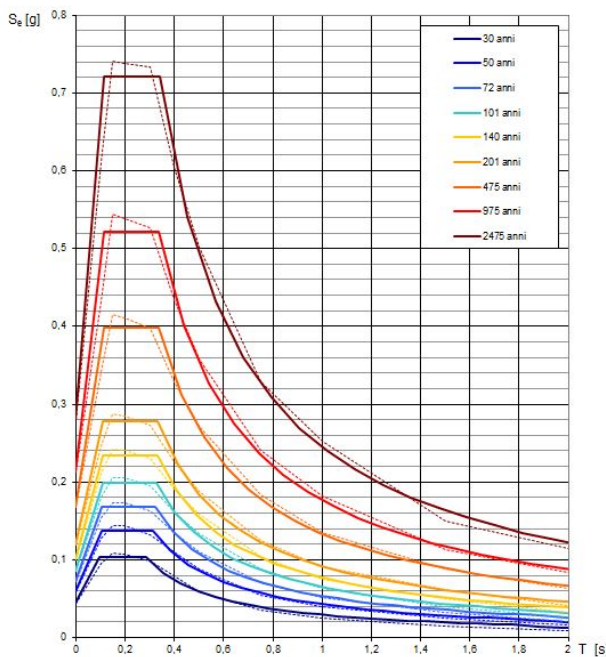
Sulla base delle coordinate geografiche del sito sono di seguito riportati i valori assunti dai parametri caratteristici degli spettri di risposta elastica, al variare del tempo di ritorno (TR) dell'evento sismico d'intensità massima atteso nell'area d'interesse, funzione della Vita nominale del manufatto e dello stato limite utilizzato nella progettazione. Per gli stessi valori di TR sono altresì riportati gli spettri di risposta sismica verticale utilizzabili.

Sarà cura del progettista incaricato, una volta definiti:

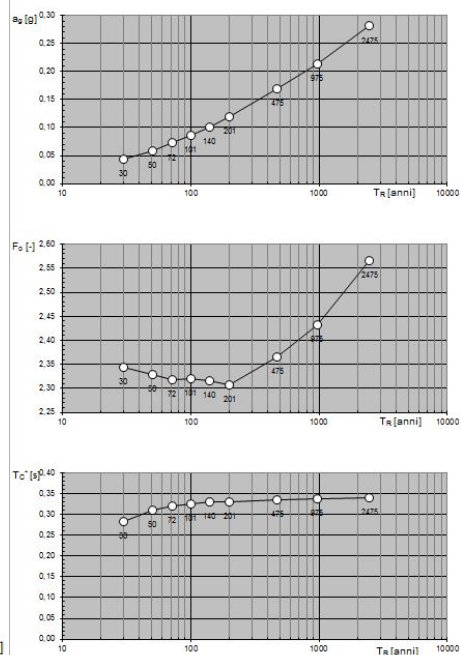
- la vita nominale dell'opera;
- la sua classe d'uso;
- lo stato limite di progetto,

definire il tempo di ritorno TR del terremoto di progetto e sulla base dei valori precedentemente riportati della categoria di suolo, di quella topografica, del relativo coefficiente di amplificazione ST definire, in base ai parametri a_g , F_0 e T^*C e alle espressioni precedentemente riportate (tab .2V), i valori dei parametri S_s (Fattore di amplificazione relativo alla classe di suolo) C_c e S (fattore di amplificazione totale).

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

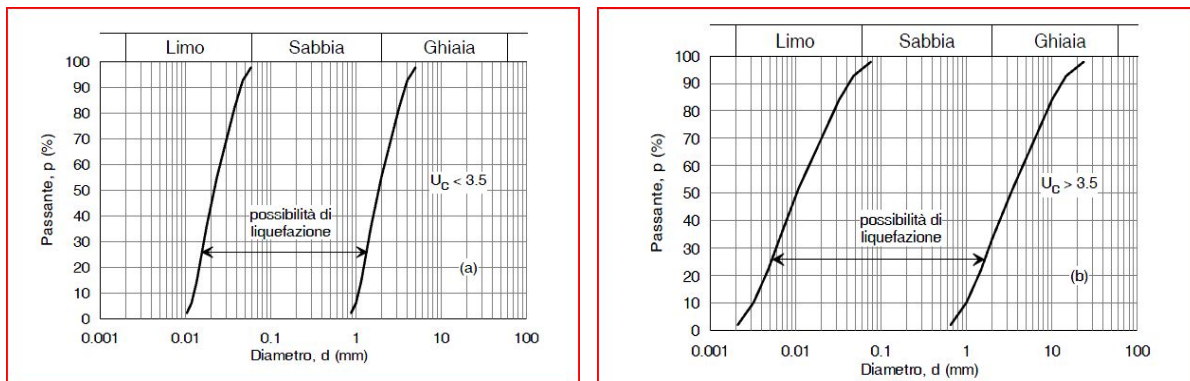
T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
30	0,044	2,345	0,283
50	0,059	2,329	0,312
72	0,072	2,319	0,320
101	0,086	2,320	0,326
140	0,101	2,316	0,329
201	0,120	2,308	0,332
475	0,168	2,365	0,336
975	0,214	2,433	0,339
2475	0,281	2,565	0,340

Circa la possibilità di liquefazione dei terreni in oggetto occorre specificare che la predisposizione alla liquefazione dipende dalla capacità del terreno di aumentare la propria densità, fattore chiaramente legato all'indice dei vuoti riscontrabile. La liquefazione occorre generalmente per stratificazioni superficiali perché oltre i 10 – 15 m è esclusa dall'addensamento prodotto dal carico citostatico (Cestelli Guidi, C. – Geotecnica e Tecnica delle Fondazioni - Vol. 1).

Nel Caso in esame i terreni superficiali di sedime presentano statisticamente fusi granulometrici molto lontani da quelli della liquefazione e sono abbastanza addensati.

In entrambi i casi è improbabile che le granulometrie riscontrabili nella colonna stratigrafica principalmente costituita da materiali di riporto costituiscano rischio di liquefazione come previsto

nella normativa vigente. Ad ogni modo è importante specificare che proprio la eterogeneità degli ammassi antropici necessita di screening puntuali che si rendono necessari soprattutto in fase esecutiva durante eventuali scavi.



9. AUTORITA' DI BACINO

Il sito non rientra nella perimetrazione effettuata dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Italia Meridionale ex Campania Centrale così come riscontrabile nella cartografia tematica scala 1:5.000 n° rf 447164 (2015) del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI) (D.P.G.R.C. n. 143 del 15/05/2012 - B.U.R.C. n. 33 del 21/05/2012 -, in attuazione dell'art.52, comma 3., lett. e), della L.R. n.1 del 27/01/2012), riportato nel Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico - P.S.A.I. per il territorio adottato con delibera n.1 del 23.02.2015 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale ed entrato in vigore con la pubblicazione del BURC n° 20 del 23 marzo 2015. Tale Piano sostituisce i previgenti PSAI dei territori delle ex AdB Sarno PSAI 2011), Autorità di Bacino del Sarno (Delibera C.I. n.4 del 28.07.2011 - Attestato Consiglio Regionale n.199/1 del 24.11.2011 - B.U.R.C. n.74 del 5.12.2011) e ex AdB Nord Occidentale della Campania (Delibera C.I. n.384 del 29.11.2010 - Attestato Consiglio Regionale n.200/2 del 24.11.2011- B.U.R.C. n.74 del 5.12.2011).

10. PRESCRIZIONI E CONCLUSIONI

La presente relazione geologica è stata redatta propedeuticamente alla definizione delle caratteristiche geologiche dell'area compresa tra Via Cesario Console e Via F.

Acton nell'ambito del servizio di architettura e ingegneria concernenti la redazione della progettazione esecutiva, il coordinamento della sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione e la direzione lavori per l'intervento denominato messa in sicurezza definitiva e di restauro delle facciate della galleria della Vittoria fronte occidentale - fronte orientale e adiacente muro di sostegno della via Cesario Console.

Tale relazione è finalizzata soprattutto alla definizione delle caratteristiche geologiche e sismiche dei terreni di sedime del muro di contenimento tra Via Acton e Via Console in prossimità dell'incrocio con Via Nazario Sauro.

Per la caratterizzazione dei terreni di sedime del fabbricato, lo scrivente ha effettuato una serie di sopralluoghi e rilevamenti in sito seguiti dall'esecuzione di indagini geognostiche e sismiche ad hoc, compendiate infine da un'accurata ricerca bibliografica condotta con il materiale disponibile anche presso i competenti uffici comunali e regionali.

L'analisi dell'assetto stratigrafico e morfostrutturale tracciato in relazione, unitamente alle caratteristiche geologico-tecniche dei terreni in oggetto, non rappresenta una condizione predisponente all'instaurarsi di fenomeni erosionali e gravitativi che comunque andranno opportunamente presi in considerazione in fase esecutiva. Infatti, come già ricordato, proprio l'eterogeneità degli ammassi antropici richiede approfondimenti puntuali che si rendono necessari soprattutto in fase esecutiva durante eventuali scavi che dovranno essere monitorati da tecnici qualificati e che, se necessario, dovranno essere compendiate da nuove indagini geognostiche.

La presenza di zone molto urbanizzate suggerisce un'attenzione specifica nelle successive fasi di cantiere soprattutto per quanto attiene la regimazione delle acque meteoriche onde evitare fenomeni d'infiltrazione in corrispondenza delle superfici di scavo e in grado di generare moti di filtrazione con conseguenti possibilità di incremento delle pressioni interstiziali.

Durante i sopralluoghi eseguiti è stato possibile ispezionare alcuni locali che, con accesso da Via Acton, si diramano di sotto i giardini di Via Console e della stessa sede stradale sono adibiti a locali tecnici servizio del sistema di smaltimento acque reflue. Allo stato attuale non è stato possibile eseguire un rilievo dei volumi, ora ipogei, che si sviluppano estesamente e che presentano, a circa - 4,0 m dal piano stradale di Via

Acton, un lastricato in basoli certamente antichi; ma un'attività conoscitiva ulteriore sarebbe quanto mai interessante ed auspicabile.



Figura 3 e 4 Locali Ipogei con accesso da Via Acton

Le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche del sito in esame sono state confrontate con gli elaborati cartografici prodotti dal Comune di Napoli nell'ambito della L.R. 9/83 e con una serie di altre indagini eseguite dallo scrivente nei paraggi del sito in esame relativamente all'area di interesse e ne è stata verificata la congruenza dell'interpretazione fornite nel presente lavoro.

Tanto per incarico ricevuto

Napoli, maggio 2019

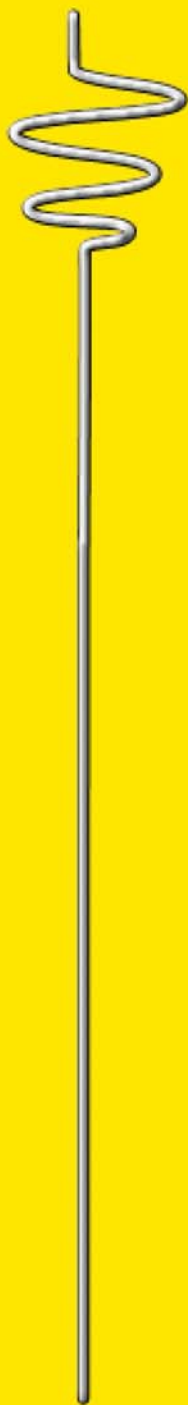
Ubicazione Area di studio



"MESSA IN SICUREZZA DEFINITIVA DI RESTAURO DELLE FACCIATE DELLA GALLERIA DELLA VITTORIA FRONTE OCCIDENTALE - FRONTE ORIENTALE E ADIACENTE MURO DI SOSTEGNO DELLA VIA CESARIO CONSOLE



AMBIENTE E
TERRITORIO



COMUNE DI NAPOLI (NA)

Committente: RTP Studio Battista Associati

Oggetto: Messa in sicurezza definitiva e restauro delle
facciate della Galleria Vittoria fronte
occidentale - orientale e adiacente muro di
sostegno della via Cesario Console



Prospezioni sismiche

M.A.S.W

(Multichannel Analysis of Surface Waves)



Prot. MASWE1935

Maggio 2019

Il responsabile tecnico

Dott. Geol. Alessandro Iannuzzi



via matilde serao snc
83013 mercogliano(av)
email:info@aetlab.it
tel./fax +390825628774
www.aetlab.it

Protocollo: MASWE1935

Committente: RTP Studio Battista Associati

Oggetto: Messa in sicurezza definitiva e restauro delle facciate della
Galleria Vittoria fronte occidentale - orientale e adiacente muro di
sostegno della via Cesario Console

Comune: NAPOLI (NA)

Prospezioni sismiche M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) n° 1

Premessa

Nel mese di Maggio 2019 la ditta RTP Studio Battista Associati. conferiva incarico alla scrivente per l'esecuzione di n° 1 prospezione sismica di superficie realizzata con la tecnica M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) con la finalità di definire il profilo V_s dei siti indagati per le finalità di cui in intestazione.

Il presente rapporto, firmato da professionista geologo abilitato ai sensi del D.P.R. 328/2001, riferisce sui risultati ottenuti dall'indagine svolta, si compone del presente dattiloscritto di una relazione esplicativa e di n 5 schede di restituzione con grafici che in 3 originali vengono trasmessi al committente.

Mercogliano (AV) Maggio 2019

Il responsabile tecnico

Dott. Geol. Alessandro Iannuzzi



La tecnica M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves)

La necessità sempre più frequente di esplorare il sottosuolo e definirne le caratteristiche fisiche e meccaniche per scopi ingegneristici, ha sempre più orientato la ricerca nella direzione di tecniche di ricognizione non invasive e speditive. Molto spesso queste derivano dall'evoluzione di procedure di rilevamento consolidate nel settore delle prospezioni sismiche applicate all'osservazione di componenti dello spettro sismico (onde S) che fino ad ora erano difficili da analizzare per la necessità di complesse trattazioni matematiche. Il progresso dei sistemi di calcolo automatico ha reso tali procedure, agevoli e ha consentito, quindi l'analisi delle onde S o di taglio alla portata di applicazioni speditive come quelle nel settore dei servizi professionali.

Il rilevamento di campagna viene tradizionalmente condotto mediante allineamenti di geofoni equidistanti disposti sul terreno, che registrano gli effetti di perturbazioni acustiche prodotte da una sorgente, generalmente un grave in caduta libera che impatta la superficie. Il segnale che si propaga in seguito all'impatto è per i 2/3 rappresentato da onde S che, peraltro esprimono il maggiore contenuto d'energia.

I modelli matematici che consentono la trattazione di tali tipi di propagazione (SASW, MASW, REMI) operano l'analisi spettrale del sismogramma grazie all'applicazione di una Trasformata di Fourier. Lo spettro del segnale nel cosiddetto dominio trasformato, consente una relativamente facile separazione delle varie componenti del segnale, tra le quali quello delle onde S di interesse. L'osservazione dello spettro consente di notare che l'onda S si propaga a velocità variabile a seconda della frequenza dell'onda stessa, questo fenomeno è detto dispersione, ed è caratteristico di questo tipo di onde.

La teoria sviluppata suggerisce di caratterizzare tale fenomeno mediante una funzione detta curva di dispersione, che associa ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda. Tale curva è facilmente estraibile dallo spettro del segnale poiché essa approssimativamente posa sui massimi del valore assoluto dello spettro.

A questo punto la curva di dispersione sperimentale deve essere confrontata con quella relativa ad un modello sintetico che verrà successivamente mutato e, per successive iterazioni, fino ad ottenere un modello sintetico a cui è associata una curva di dispersione sperimentale approssimativamente coincidente con la curva relativa al sito in esame. Questa delicata seconda fase di interpretazione è comunemente detta fase di inversione, e in funzione del software utilizzato, può avvenire in maniera automatica e/o manuale.

La strumentazione utilizzata

Le prospezioni sono eseguite con sismografo PASI 16S24U, 24 canali, collegato a PC toughbook Panasonic CF18, equipaggiato con software proprietario SismoPC – USB, dotato degli accessori per l'esecuzione di prospezioni sismiche di superficie, consistenti in:

- mazza battente per l'energizzazione munita di interruttore starter, comprensivo di cavo di prolunga,
- piastra di battuta, in lega metallica, quadrata di lato 15 cm,
- 2 cavi di connessione per geofoni, muniti di 12 connessioni ognuno
- geofoni verticali di frequenza 4,5 Hz adatti al rilevamento M.A.S.W. su terreni litoidi, o rocce sciolte e coesive

Il sistema software installato su PC collegato al sismografo ha le seguenti caratteristiche tecniche:

- lunghezza registrazione estesa fino a 65536 millisec
- Attivazione filtri: in acquisizione o post-acquisizione
- Filtri antialiasing: attivi, LPF, 8°ordine Butterworth; attenuazione -48dB/oct (-160dB/dec); $f_0=5/8 f_{nyq}$; accuratezza $\pm 1\%$ freq.di taglio
- Enhancement (stacking) con/senza preview totale/parziale
- Inversione di polarità geofoni
- Marker per determinare la posizione dei punti video sulla scala dei tempi; possibilità di salvare i primi arrivi su file per scarico dati a PC
- A.G.C. Automatic Gain Control
- Delay: Pre-trigger 0-10ms; Post-trigger 0-16000ms (step di 1ms)
- Visualizzazione in wiggle-trace o area variabile
- Noise-monitor con visualizzazione "real time" a cascata
- Trace-size automatica o manuale per ogni canale
- Registrazione automatica delle acquisizioni
- Calibrazioni automatiche
- Codifica dati in formato SEG-2
- Possibilità di serializzare più strumenti;

l'indagine sul terreno viene realizzata con un set di 12 o 24 geofoni disposti su allineamenti rettilinei equidistanziati, eventualmente replicato in almeno due array, successivamente composti via software in un unico sismogramma per il complessivo numero di tracce registrate. L'equidistanza dei geofoni varia da 0,5 – 1,0 m, su terreni litoidi, fino a 2 - 5 metri su litologie sciolte o coesive, l'energizzazione è unilaterale con offset 5 – 10 m. Il sismogramma rilevabile viene registrato con un fondo scala di 1 sec, in modo da captare anche le onde superficiali Rayleigh, e un tempo di campionamento tra 0,1 sec e 250 msec. Nel corso della

registrazione non vengono utilizzati filtri né guadagno, così da non alterare l'attenuazione del fronte d'onda, fondamentale nell'elaborazione.

L'elaborazione dei dati.

I dati acquisiti vengono trattati ed elaborati con l'ausilio del software WinMasw 5.0 ver. Pro, prodotto dalla *eliosoft*, per la determinazione di profili di velocità Vs tramite inversione di curve di dispersione attraverso algoritmi genetici.

Il software WinMasw consente di analizzare dati sismici (common-shot gathers acquisiti in campagna) in modo tale da poter ricavare il profilo verticale della VS (velocità delle onde di taglio).

Tale risultato viene ottenuto tramite inversione (è possibile considerare tanto il modo fondamentale che quelli superiori) delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh, determinate tramite la tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves).

La procedura si sviluppa in due operazioni svolte in successione:

1. determinazione dello spettro di velocità (sul quale si identifica la curva di dispersione)
2. inversione della curva di dispersione (precedentemente individuata) attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici

Gli algoritmi evolutivi rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (o anche global-search methods o soft computing).

Rispetto ai comuni metodi di inversione lineare basati su metodi del gradiente (matrice Jacobiana), queste tecniche di inversione offrono un'affidabilità del risultato di gran lunga superiore per precisione e completezza.

I comuni metodi lineari forniscono infatti soluzioni che dipendono pesantemente dal modello iniziale di partenza che l'utente deve necessariamente fornire. Per la natura del problema (inversione delle curve di dispersione), la grande quantità di minimi locali porta necessariamente ad attrarre il modello iniziale verso un minimo locale che può essere significativamente diverso da quello reale (o globale).

In altre parole, i metodi lineari richiedono che il modello di partenza sia già di per sé vicinissimo alla soluzione reale. In caso contrario il rischio è quello di fornire soluzioni erranee.

Gli algoritmi evolutivi (come altri analoghi) offrono invece un'esplorazione molto più ampia delle possibili soluzioni. A differenza dei metodi lineari non è necessario fornire alcun modello di partenza. E' invece necessario definire uno "spazio di ricerca" (search space) all'interno del quale vengono valutate diverse possibili soluzioni.

Quella finale viene infine proposta anche con una stima della sua attendibilità (deviazioni standard) attenuate grazie all'impegno di tecniche statistiche.

Nota illustrativa M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves).

I risultati delle prospezioni eseguite.

Nel comprensorio del territorio interessato dal progetto in oggetto è stato realizzato ° 1 profilo sismico secondo la tecnica M.A.S.W., condotto con allineamenti di 24 geofoni da 4,5 hz, spaziatura intergeofonica di 2 m e offset di energizzazione pari a 5 m

I risultati della prospezione vengono proposti in una serie di grafici che riportano diverse informazioni.

Nel primo sono presentati il dataset sismografico utilizzato e il relativo spettro di velocità. Seguono poi il picking eseguito sullo spettro di velocità (cerchi neri), la curva del modello "migliore" (linea continua blu) e quella del modello medio (linea rossa tratteggiata). Molto spesso le due curve sono sovrapposte e quindi indistinguibili. Poco più in basso è presentato il "grafico misfitgenerazione", il quale dà evidenza del miglioramento del modello al procedere delle generazioni successive.

Di seguito, è presentato il profilo verticale della VS in funzione della profondità, insieme al quale (in basso) viene fornita la VS media fino a 30 metri di profondità per entrambi i modelli finali (il "migliore" ed il "medio") (la VS30 è il parametro tecnico fondamentale richiesto dalla normativa sismica). Compare infine un modello della successione sismo stratigrafica ricostruita

Si noterà che sono due i modelli presentati come soluzione: il modello "migliore" (in termini di minor misfit, cioè discrepanza tra curva osservata e calcolata) e un modello medio calcolato secondo un'operazione statistica nota come MPPD (Marginal Posterior Probability Density, vedi ad esempio l'articolo "Rayleigh Wave Dispersion Curve Inversion via Genetic Algorithms and Posterior Probability Density Evaluation" – Dal Moro et al, 2006).

In calce viene proposta, in base ai risultati precedentemente citati, la Classificazione dei suoli secondo la normativa italiana D.M. 17/01/2018, Ministero Infrastrutture.

In accordo alla normativa italiana, WinMASW fornisce una classificazione dei terreni sulla base della VS30. Il software identifica le tipologie di suolo A B C D. Per la categoria E (vedi sotto) è richiesta l'interpretazione dell'utente.

Ai sensi dell'ultima modifica delle Norme Tecniche per le Costruzioni, emanata con D.M. Infrastrutture del 17/01/2018, pubblicato su Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale", n. 42 del 20 febbraio 2018 - Serie generale, la classe di sottosuolo è individuata in base al valore della V_{S30} e in funzione delle caratteristiche stratigrafiche del sito, secondo il seguente schema identificativo, riportato nella predetta norma al punto 3.2.2 – "Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche" del Capitolo 3 Azioni sismiche Tabella 3.2.II:

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

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

Resta quindi compito del professionista, sulla base della locale successione stratigrafica, e dei valori delle velocità VS, individuati attraverso la presente prospezione, definire la classe di suolo ai sensi della più volte citata normativa.

I risultati ottenuti nel caso in esame sono sintetizzati nelle seguenti pagine:

Prot.	MASWE1935	RISULTATI WINMASW 5.0 PRO
Comune di	NAPOLI (NA)	Dataset: napoli acton 2#.DAT
Committente:	RTP Studio Battista Associati	Ubicazione:
Oggetto:	Messa in sicurezza definitiva e restauro delle facciate della Galleria Vittoria fronte occidentale - orientale e adiacente muro di sostegno della via Cesario Console	Curva analizzata: acton.cdp

dataset:	napoli acton 2#.DAT
offset minimo (m):	5
distanza intergeofonica (m):	2
campionamento (msec):	0.125
curva di dispersione:	acton.cdp
Numero di individui:	30
Numero di generazioni:	31

MODELLO MEDIO

VS (m/sec):	143	189	354	631	835
Deviazione standard (m/sec):	24	4	41	87	60
Spessore (m):	0.6	15.7	21.2	8.8	
Deviazione standard (m):	0.1	2.5	3.2	1.4	

Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici

Stima della Vp (m/sec):	350	463	737	1314	1562
Stima della densità (gr/cm3):	1.80	1.87	1.98	2.12	2.16
Rapporto VP/VS:	2.45	2.45	2.08	2.08	1.87
Modulo di Poisson:	0.40	0.40	0.35	0.35	0.30
Modulo di Taglio (MPa):	37	67	248	844	1508

MODELLO MIGLIORE

VS (m/sec):	130	191	290	756	800
spessore (m):	0.721215	11.3992	22.7923	8.6279	

Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici

Stima della VP (m/sec):	318	468	604	1574	1497
Stima della densità (gr/cm3):	1.78	1.87	1.93	2.16	2.15
Rapporto VP/VS:	2.45	2.45	2.08	2.08	1.87
Modulo di Poisson	0.40	0.40	0.35	0.35	0.30
Modulo di Taglio (MPa):	30	68	162	1237	1377

Massima Profondità di Penetrazione in Approssimazione "Steady State Rayleigh Method": 38 m
Qualità inversione: molto buona

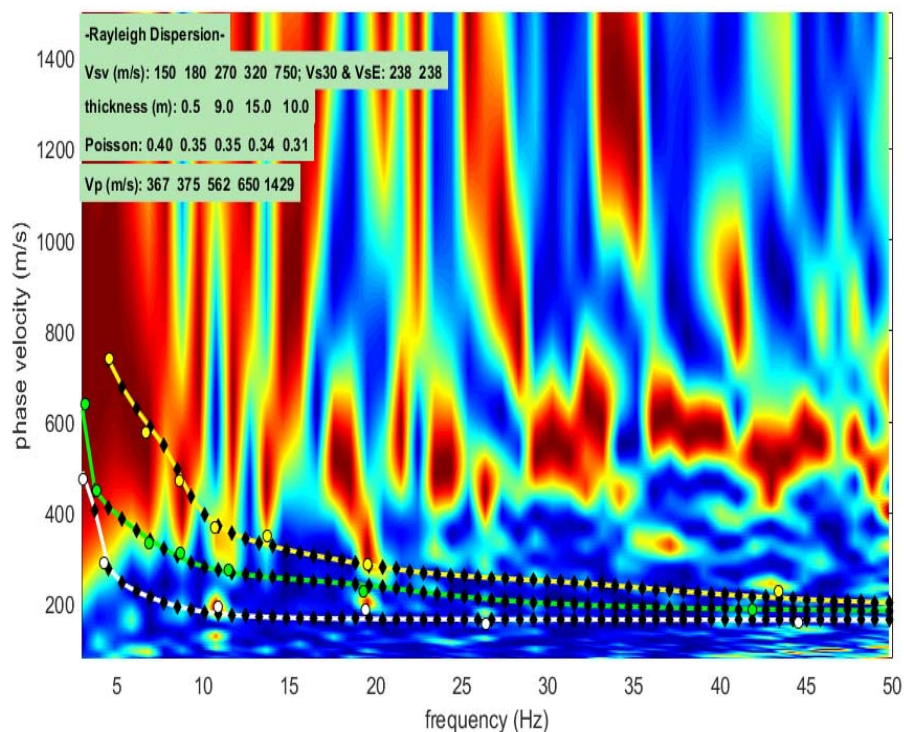
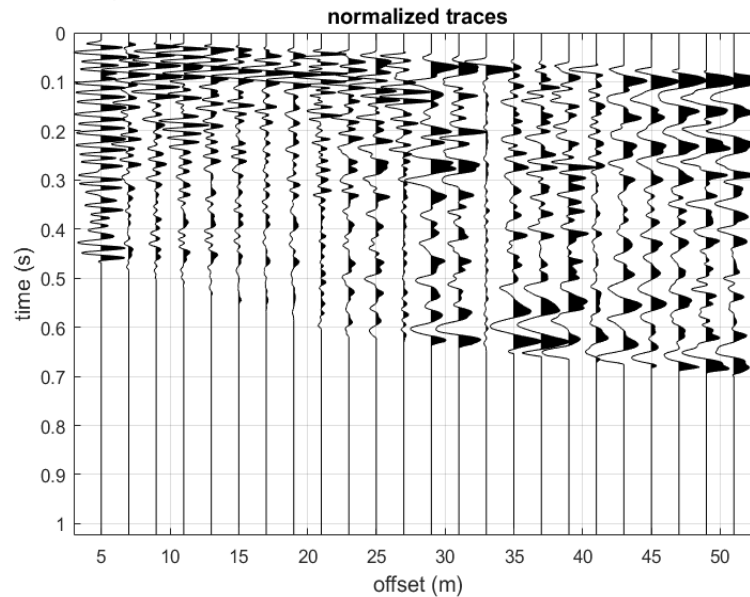
VS5 del modello medio:	182 182 m/s
VS5 del modello migliore:	179 179 m/s
VS20 del modello medio:	205 205 m/s
VS20 del modello migliore:	216 216 m/s
VS30 del modello medio:	238 238 m/s
VS30 del modello migliore:	236 236 m/s

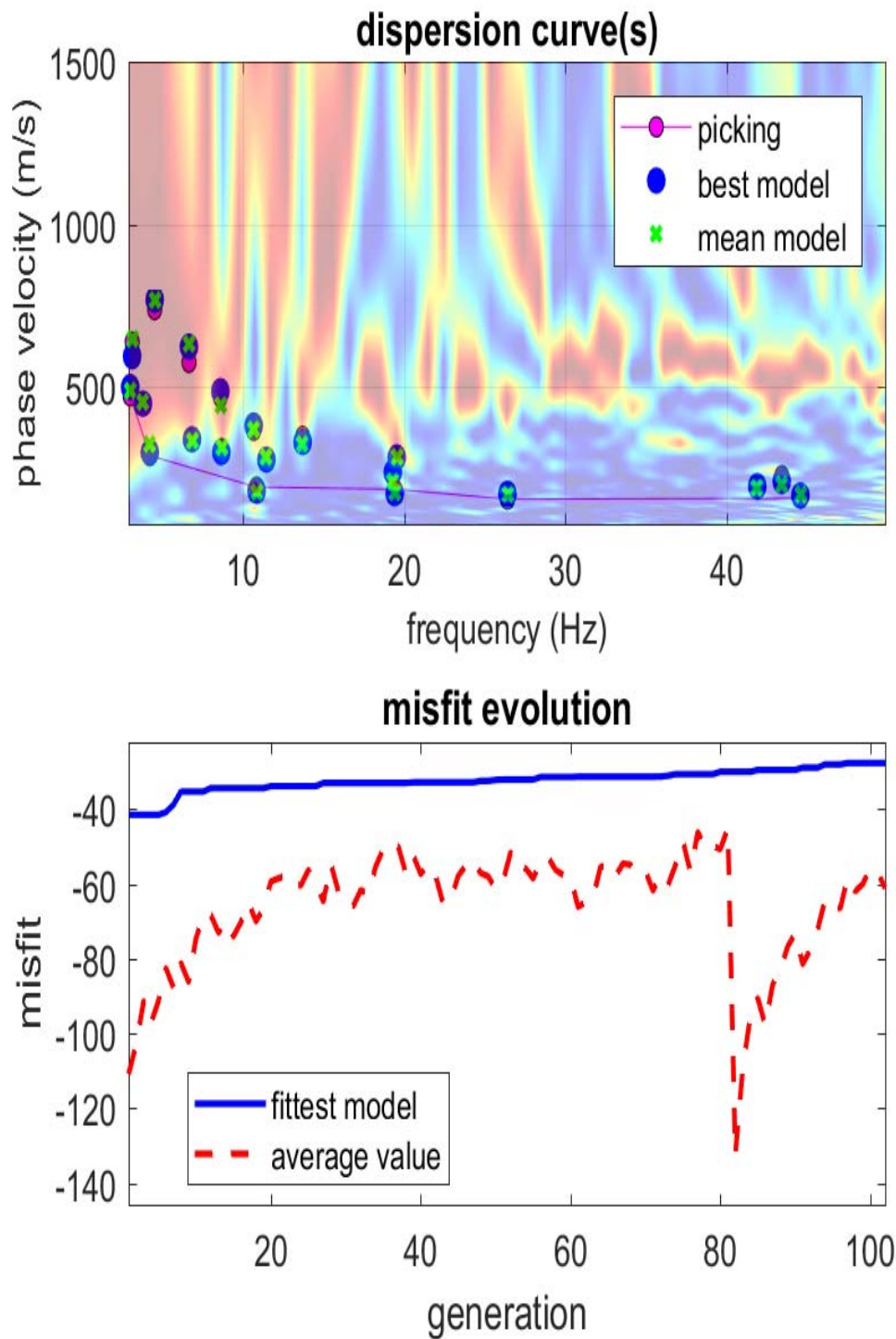
Risultati d'indagine M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves).

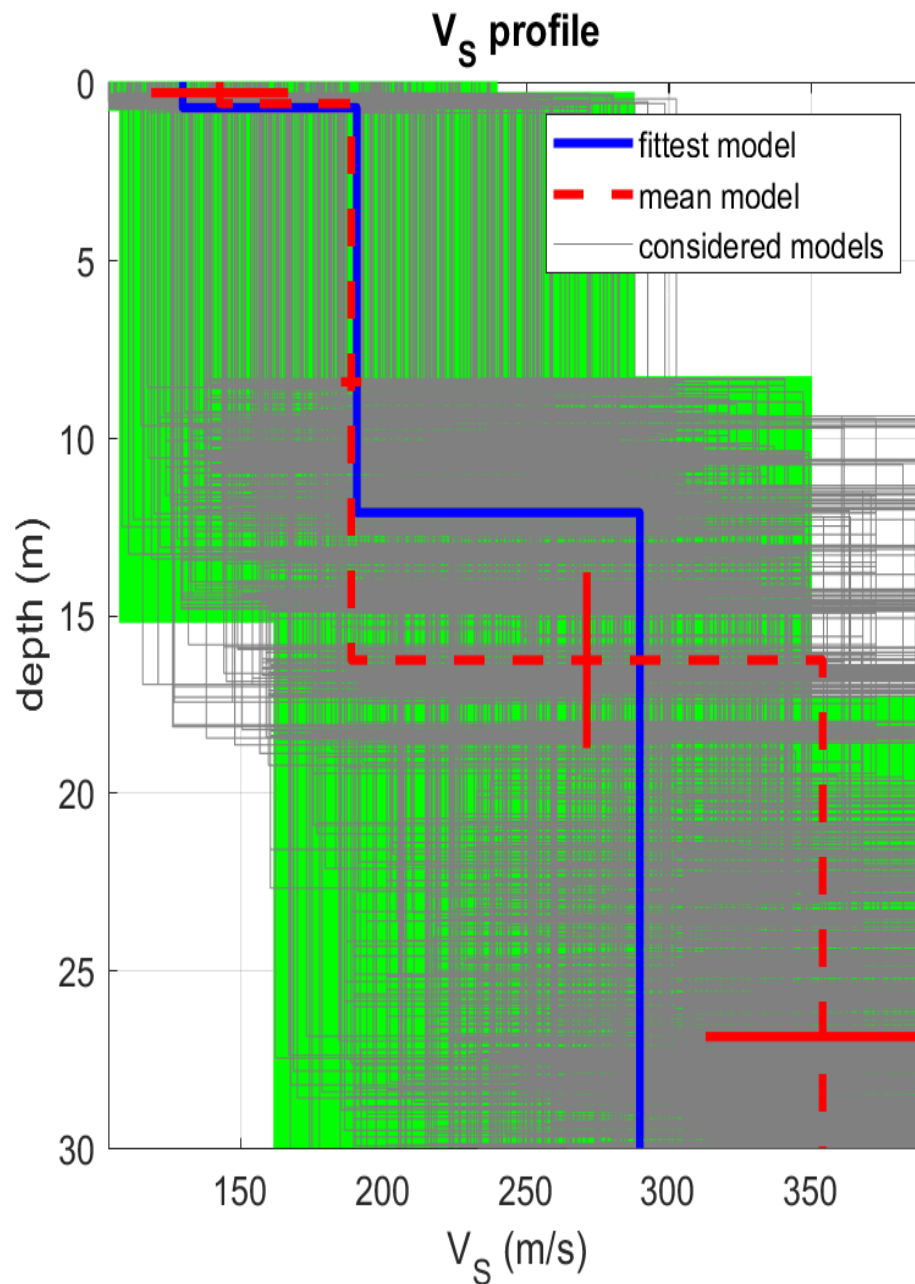
Prot. MASWE1935- Comune di NAPOLI (NA)-Committente: RTP Studio Battista Associati:

Messa in sicurezza definitiva e restauro delle facciate della Galleria Vittoria fronte occidentale - orientale e adiacente muro di sostegno della via Cesario Console

dataset: napoli acton 2#.DAT
sampling: 0.125 ms
minimum offset: 5 m
geophone spacing: 2 m





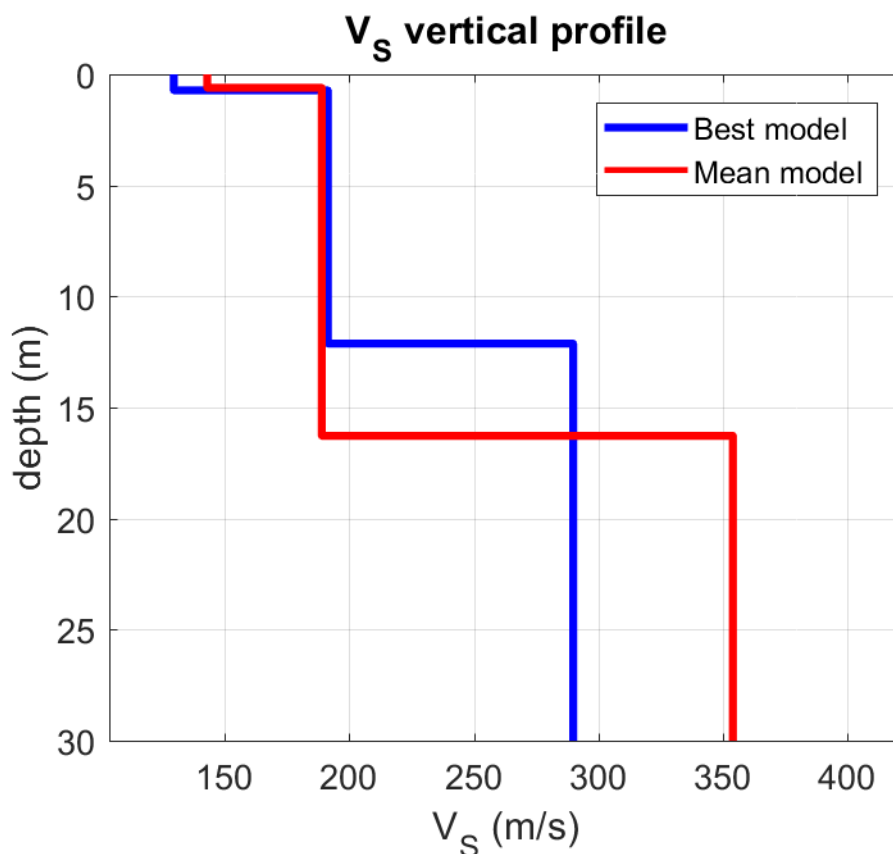


dataset: napoli acton 2#.DAT

dispersion curve: acton.cdp

Vs30 & VsE (best model): 236 236 m/s

Vs30 & VsE (mean model): 238 238 m/s



VS (m/sec):	143	189	354	631	835
Deviazione standard :	24	4	41	87	60
Spessore (m):	0.6	15.7	21.2	8.8	
Deviazione standard:	0.1	2.5	3.2	1.4	

VS30 & VsE (m/sec): 238 238 (Modello medio)
Possibile Tipo di Suolo: C (Modello medio)

ATTENZIONE

La classificazione del terreno è di pertinenza dell'utente che ne deve valutare la tipologia sulla base della normativa e dei valori di VS5, VS20 e VS30.

In tale calcolo vanno altresì considerati i volumi di scavo per il posizionamento del piano di posa, che determinano variazioni nell'assetto stratigrafico ricostruito sulla base della presente prospezione e in riferimento al quale va calcolato il valore del VS30.

Dalla normativa:

D.M. 17/01/2018, Ministero Infrastrutture pubblicato su Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale", n. 42 del 20 febbraio 2018 - Serie generale,;

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria Descrizione

A Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

B 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 velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

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

D Depositati 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 velocità 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 o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

winMASW 7.2 Ver. PRO

Software per la determinazione dello spettro di velocità

e l'inversione della curva di dispersione

secondo il metodo MASW - Multichannel Analysis of Surface Waves

Mercogliano (AV) Maggio 2019

Il responsabile tecnico

Dott. Geol. Alessandro Iannuzzi



Risultati d'indagine M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves).

Prot. MASWE1935- Comune di NAPOLI (NA)–Committente: RTP Studio Battista Associati:

Messa in sicurezza definitiva e restauro delle facciate della Galleria Vittoria fronte occidentale - orientale e adiacente muro di sostegno della via Cesario Console

**TRIVEL SONDAGGI Srl**

Area P.R.P. Luffa 1, 37100 - Roma Capitale (RM)
☎ 06/5942677 - ✉ Fax 06/5942677
info@trivelsondaggi.it - <http://www.trivelsondaggi.it>

Autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture n. 1271 del 08/02/2011
esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prelievo di campioni
e prove in sito art. 59 D.P.R. 380/2001 - Circolare 7619/STC del 08/09/10

PROVA PENETROMETRICA

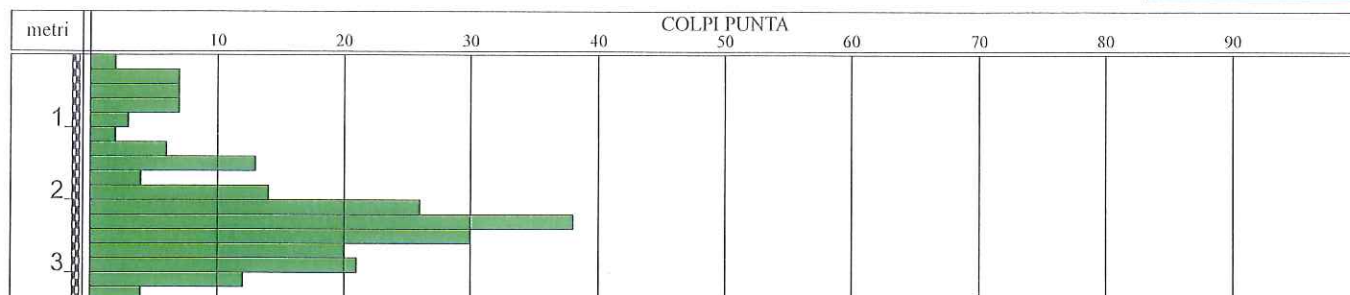
Committente:	DOTT. GEOL. FABIO DE VINCENTIS
Riferimento:	RESTAURO GALLERIA VITTORIA
Località:	VIA CESARIO CONSOLE - NAPOLI
Commessa:	128-19

Modello Penetrometro:	PAGANI TG 63-200 DPSH
Normativa:	DIN 4094
Peso massa battente (kg):	63,500
Peso accessori (kg):	0,630
Peso di ogni asta (kg):	6,310
Lunghezza aste (cm):	100
Area della punta (cm ²):	20,43
Angolo di apertura della punta (°):	90
Altezza di caduta (cm):	75
Intervallo di penetrazione (cm):	20
Coefficiente di sicurezza:	3,00
Coefficiente di correlazione:	1,47



Certificato n° 00227 del 9/05/2019	Verbale di accettazione n° 0150 del 9/05/2019	Commessa: 128-19
Committente: DOTT. GEOL. FABIO DE VINCENTIS	Prova n°: DPSH 119-19 (P1)	
Riferimento: RESTAURO GALLERIA VITTORIA	Data prova: 9/05/2019	
Località: VIA CESARIO CONSOLE - NAPOLI	Quota:	
Attrezzatura: PAGANI TG 63-200 DPSH	Coord.:	

SCALA 1:100	PROVA PENETROMETRICA - DPSH 119-19 (P1)	Pagina 1/2
-------------	--	------------



Certificato n° 00227 del 9/05/2019	Verbale di accettazione n° 0150 del 9/05/2019	Commessa: 128-19
Committente: DOTT. GEOL. FABIO DE VINCENTIS	Prova n°: DPSH 119-19 (P1)	
Riferimento: RESTAURO GALLERIA VITTORIA	Data prova: 9/05/2019	
Località: VIA CESARIO CONSOLE - NAPOLI	Quota:	
Attrezzatura: PAGANI TG 63-200 DPSH	Coord.:	

PROVA PENETROMETRICA - DPSH 119-19 (P1)

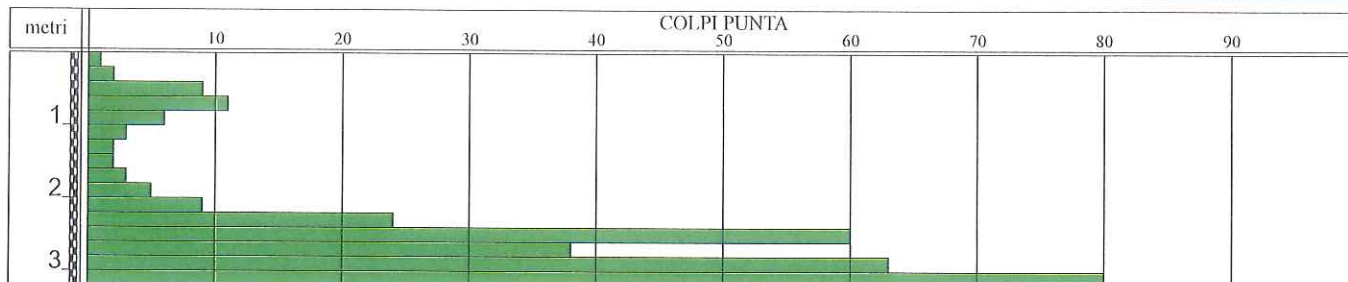
Pagina 2/2

Profondità m	Colpi punta
0,20	2
0,40	7
0,60	7
0,80	7
1,00	3
1,20	2
1,40	6
1,60	13
1,80	4
2,00	14
2,20	26
2,40	38
2,60	30
2,80	20
3,00	21
3,20	12
3,40	4



Certificato n° 00228 del 9/05/2019	Verbale di accettazione n° 0150 del 9/05/2019	Commessa: 128-19
Committente: DOTT. GEOL. FABIO DE VINCENTIS	Prova n°: DPSH 120-19 (P21)	
Riferimento: RESTAURO GALLERIA VITTORIA	Data prova: 9/05/2019	
Località: VIA CESARIO CONSOLE - NAPOLI	Quota:	
Attrezzatura: PAGANI TG 63-200 DPSH	Coord.:	

SCALA 1:100	PROVA PENETROMETRICA - DPSH 120-19 (P21)	Pagina 1/2
-------------	---	------------



Certificato n° 00228 del 9/05/2019	Verbale di accettazione n° 0150 del 9/05/2019	Commessa: 128-19
Committente: DOTT. GEOL. FABIO DE VINCENTIS		Prova n°: DPSH 120-19 (P21)
Riferimento: RESTAURO GALLERIA VITTORIA		Data prova: 9/05/2019
Località: VIA CESARIO CONSOLE - NAPOLI		Quota:
Attrezzatura: PAGANI TG 63-200 DPSH		Coord.:

PROVA PENETROMETRICA - DPSH 120-19 (P21)

Pagina 2/2

Profondità m	Colpi punta
0,20	1
0,40	2
0,60	9
0,80	11
1,00	6
1,20	3
1,40	2
1,60	2
1,80	3
2,00	5
2,20	9
2,40	24
2,60	60
2,80	38
3,00	63
3,20	80



Certificato n° 00228 del 9/05/2019	Verbale di accettazione n° 0150 del 9/05/2019	Commessa: 128-19
Committente: DOTT. GEOL. FABIO DE VINCENTIS		Prova n°: DPSH 120-19 (P21)
Riferimento: RESTAURO GALLERIA VITTORIA		Data prova: 9/05/2019
Località: VIA CESARIO CONSOLE - NAPOLI		Quota:
Attrezzatura: PAGANI TG 63-200 DPSH		Coord.:

PROVA PENETROMETRICA - DPSH 120-19 (P21)

Allegato

