

COMUNE DI GIBELLINA

Libero Consorzio Comunale di Trapani

**PIANO PARTICOLAREGGIATO PER GLI INSEDIAMENTI PRODUTTIVI (PIP)
APPROVATO CON D. ASS. N.414 DEL 15/11/1984 E SUCCESSIVE VARIANTI –
VARIANTE CON AMPLIAMENTO IN Z.T.O. “E” DELLA ZONA P.I.P.**

Committente: Comune di Gibellina

**RELAZIONE INDAGINI ESEGUITE NEL COMPARTO PIP
FASE DI DETTAGLIO**

Per presa visione

Il Progettista



Il Geologo

Dott. Salvatore Pizzolato



Visti & approvazioni

Firmato digitalmente da: PIZZOLATO SALVATORE
Data: 12/11/2025 17:52:56

**Dott. Geol. Salvatore Pizzolato -- via N. Nasi n.11
91024 Gibellina (TP) -- cell. 3471331382**

COMUNE DI GIBELLINA

Libero Consorzio Comunale di Trapani

**PIANO PARTICOLAREGGIATO PER GLI INSEDIAMENTI PRODUTTIVI (PIP)
APPROVATO CON D. ASS. N.414 DEL 15/11/1984 E SUCCESSIVE VARIANTI –
VARIANTE CON AMPLIAMENTO IN Z.T.O. “E” DELLA ZONA P.I.P.**

Committente: Comune di Gibellina

RELAZIONE INDAGINE SISMICA HVSR

Il Geologo

Dott. Salvatore Pizzolato



Dott. Geol. Salvatore Pizzolato

Via N. Nasi, 11 cap 91024 Gibellina (TP).

☎ 347 1331382

PREMESSA

Il sottoscritto Dott. Geol. Salvatore Pizzolato, regolarmente iscritto all'Albo Regionale dei Geologi di Sicilia con il numero 2498 Sez. A, su incarico conferito dal Comune di Gibellina ha eseguito n. 4 indagini sismiche passive con tomografo elettronico digitale AMBROGEO ECHO TROMO HVSR3 al fine di effettuare la classificazione sismica del suolo di fondazione ai sensi del D.M. 17/1/2018 (nuove NTC) e della Circolare n. 7 del 21/01/2019 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti pubblicata nella G.U. n. 35 del 11/02/2019 a supporto del progetto del *"Piano Particolareggiato per gli Insediamenti Produttivi (PIP) approvato con D. Ass. n.414 del 15/11/1984 e successive varianti – Variante con ampliamento in Z.T.O. "E" della zona P.I.P."*.

La campagna di indagine ha previsto l'esecuzione di un rilevamento su uno spazio temporale ben definito e su una superficie opportunamente predisposta.

La presente metodologia ha permesso di evidenziare quantitativamente le geometrie del substrato identificando discontinuità sismiche presenti legate a variazioni litologiche. Dalle tracce sismiche ottenute, attraverso un processo di elaborazione (trasformata in serie di Fourier del segnale sismico, pulitura di disturbi spontanei, ipotesi di modellizzazione inversa) si è individuata la frequenza di risonanza fondamentale del terreno, confrontata successivamente con i corrispettivi spettri di ampiezza dei segnali ai vari sensori al fine di ottenere un modello stratigrafico con relativo valore della velocità sismica delle onde di taglio (V_s).

La restituzione dei dati sperimentali, con relativa interpretazione dei profili sismici, è di seguito riportata.

Normative di riferimento

Norme tecniche per le Costruzioni

D.M. del 17/01/2018 pubblicato sulla G.U. n. 42 del 20/02/2018.

Circolare n. 7 del 21/01/2019 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti pubblicata nella G.U. n. 35 del 11/02/2019.

INQUADRAMENTO SUL RETICOLATO GEOGRAFICO

La nuova classificazione sismica del territorio nazionale, si basa su uno studio probabilistico, che tiene conto di tutti gli eventi sismici verificatisi in Italia negli ultimi secoli fino ad oggi. Da tale studio condotto dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.), sono state realizzate delle carte di pericolosità sismica. L'I.N.G.V. ha contribuito a questo importante provvedimento per il proprio campo di competenza, visto che l'azione sismica di riferimento per la progettazione (riportata nell'allegato A di tale decreto) è stata definita sulla base delle stime di pericolosità sismica per il territorio nazionale realizzate dal Progetto S1 (<http://esse1.mi.ingv.it>) nell'ambito della Convenzione 2004/2006 tra l'I.N.G.V. stesso e il Dipartimento della Protezione Civile. Tra le novità più importanti di queste norme vi è il fatto che per la prima volta tale azione sismica non viene definita sulla base di 4 zone sismiche (a ognuna delle quali era associato uno spettro di progetto standard), ma è determinata per ogni sito in Italia secondo una griglia regolare di nodi (con passo di 5.0 km, per un totale di oltre 10.000 nodi) per ognuno dei quali il Progetto S1 ha calcolato oltre 2.200 parametri che descrivono in maniera esaustiva la pericolosità sismica (picchi di accelerazione, accelerazioni spettrali, ecc., tutti calcolati per diverse probabilità di accadimento in 50 anni; i dati sono accessibili e visualizzabili nel sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it>).

Le indagini HVSR eseguite sono individuate sul reticolato geografico con le seguenti coordinate:

HVSR(ERMES)

	COORDINATE GEOGRAFICHE	
LATITUDINE	37° 48' 27,33" N	37,807593° N
LONGITUDINE	12° 51' 57,88" E	12,866079° E
33S	312148.10 E	4186612.39 N

HVSR(PIP1)

	COORDINATE GEOGRAFICHE	
LATITUDINE	37° 48' 24,00" N	37,806667
LONGITUDINE	12° 51' 59,96" E	12,866656
33S	312196.55	4186508.48

HVSR(PIP2)

	COORDINATE GEOGRAFICHE	
LATITUDINE	37° 48' 36,91" N	37,810254° N
LONGITUDINE	12° 51' 59,03" E	12,866398° E
33S	312182.93 E	4186907.04 N

HVSR(PIP3)

	COORDINATE GEOGRAFICHE	
LATITUDINE	37° 48' 41,01" N	37,811394° N
LONGITUDINE	12° 51' 57,99" E	12,866111° E
33S	312160.55 E	4187034.12 N

CENNI SULLA TEORIA DELLA TECNICA HVSR

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo $V_{s,eq}$ attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione. Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee. Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma

euclidea. Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing. Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

La frequenza fondamentale di risonanza (fr) dello strato 1 relativa alle onde S è pari a

$$fr = \frac{V_{S1}}{4H}$$

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. L'analisi H/V permette pertanto di identificare i contrasti d'impedenza tra strati, la successiva determinazione della velocità delle onde S fino a profondità notevoli (ben oltre i 100 m di profondità) e strettamente dipendenti dallo spazio temporale di acquisizione; quindi l'elaborazione del V_{seq} , avviene attraverso una formulazione specifica, adottando come punto di partenza la relazione (1) mostrata in precedenza.

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Le misure di microtremore ambientale sono state eseguite per mezzo di un tromografo digitale portatile, progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento (Ambrogeo Echo Tromo HVS3) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alle frequenze di campionamento di 172 Hz.

<ul style="list-style-type: none">• 4,3" wide TFT colour display 456 * 256 pixel, with touch screen• Sample frequency, (128 Hz, 256 Hz, 512 Hz)• Record time (in seconds) selectable by numeric keyboard with automatic stop or by operator.• Gain of signal input (G = 1,2,4,8,16,32,64)• Measure site name ("site name".SAF)• Time clock• USB connection to external PC for download acquisitions• Compass• Gps Position• Bubble Level• 3D geophone: 2-4,5 Hz	<ul style="list-style-type: none">• Number of channels: 3 with differential input• Input impedance: 47 Kohm• Noise: 0,4 uV 1KHz sample frequency• Max Input voltage: 1Vpp• AD conversion: 24 bits• Data storage: Internal flash disk 2GB (minimum 1GB)• Recording format: SAF (SESAME ASCII Format) /SGY• Power supply: 9,6Volt Ni Mh rechargeable battery• Power autonomy with internal battery: 6 hours• IP Grade: IP 40• Operating temperature: -25 – 70°C
---	---

Riepilogo delle caratteristiche strumentali



Foto n. 1 - Particolare fotografico della strumentazione

ELABORAZIONE DEL SEGNALE

Dalle registrazioni del rumore sismico ambientale in campo libero, per una durata temporale pari a 20.00 minuti, sono state ricavate le curve H/V.

Il processamento dei dati sperimentali avviene impostando i seguenti parametri:

- Scelta delle lunghezze delle finestre temporali:

Si è preferito utilizzare una durata delle finestre temporali di tipo **exactly** in modo tale da individuare finestre di dimensione fissa.

Larghezza delle finestre d'analisi utilizzata 25 s

- Algoritmo anti-trigger:

Applicato sul segnale grezzo consente di eliminare i transienti energetici dai segnali;

- Lisciamento:

Secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale;

- Rimozione manuale dei transienti sulla serie temporale dei H/V ove necessario;
- Scelta delle frequenze di campionamento di interesse:

Data la frequenza di campionamento pari a 172.0 Hz per la prova in esame, per il teorema di Nyquist, la frequenza massima visualizzabile è pari alla metà della frequenza di campionamento:

$$f_{max} = 86.0 \text{ Hz}$$

Il limite inferiore di frequenza invece è scelto sulla base della dimensione delle finestre temporali scelta per l'analisi:

$$f_{min} = \frac{10}{25 \text{ sec}} = 0.4 \text{ Hz}$$

Le ragioni per la scelta del lisciamento triangolare al posto del lisciamento Konno e Omachi (1998) proposto dalle linee guida SESAME (2005) risiedono nel fatto che quest'ultimo non dà alcuna differenza statisticamente rilevante rispetto al lisciamento triangolare, pertanto si è deciso di adottare il lisciamento più semplice.

Le ragioni per l'effettuazione della rimozione dei transienti sulla serie temporale dei H/V e non sulla serie temporale delle tracce pre-analisi H/V sono spiegate per esempio in Castellaro e Mulargia (2008).

INTERPRETAZIONE PROVA HVSR(ERMES)

La presente indagine ha previsto l'acquisizione del microtremore, per una finestra di acquisizione temporale pari a 20.00 minuti;

La curva H/V della prova HVSR(ERMES) (fig.1) mette in evidenza i picchi significativi che, confrontati con gli spettri di ampiezza media del segnale nelle tre componenti (fig.2), hanno permesso di individuare e localizzare le discontinuità presenti nel sottosuolo.

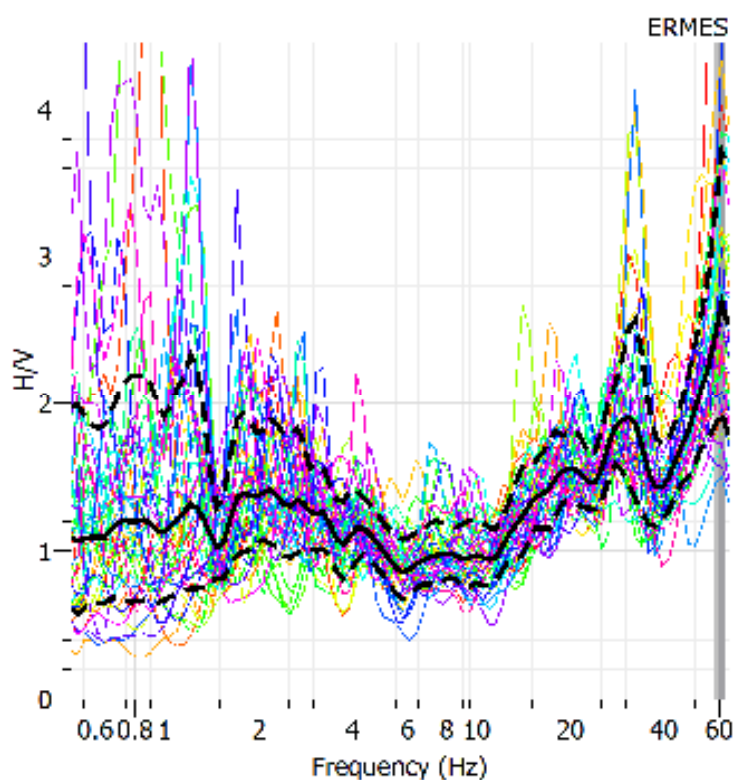


Fig. 1 - Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

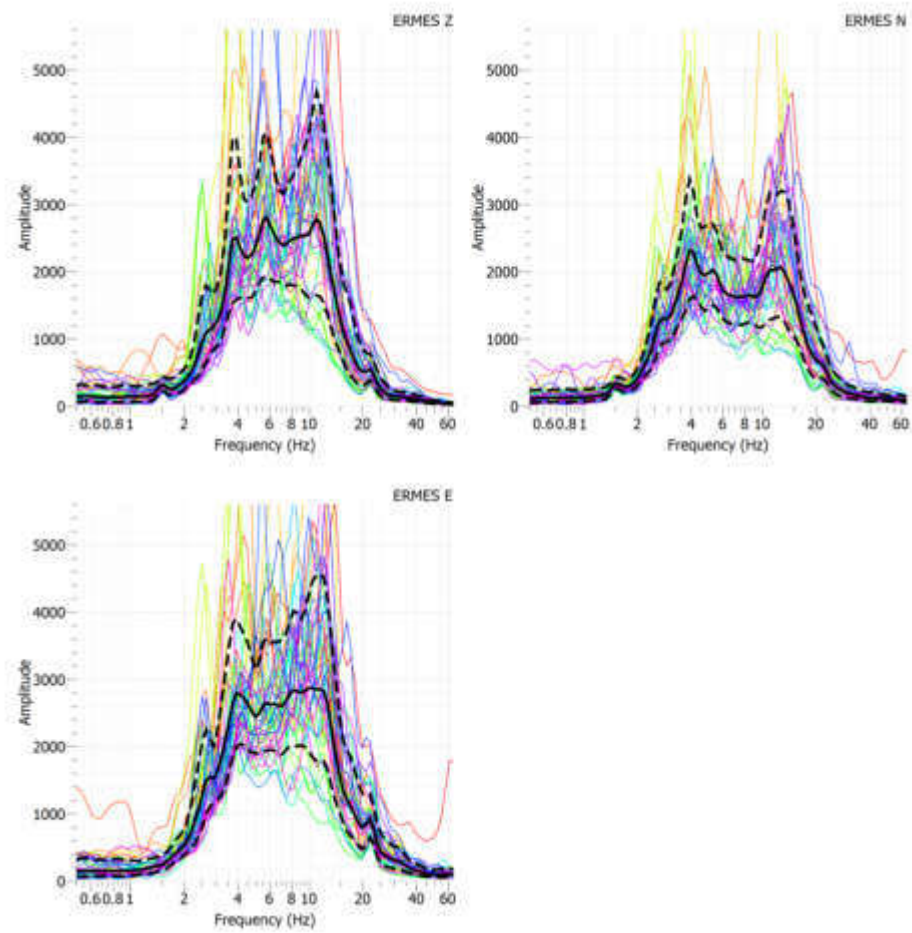


Fig. 2 – spettro di ampiezza medio nelle tre direzioni

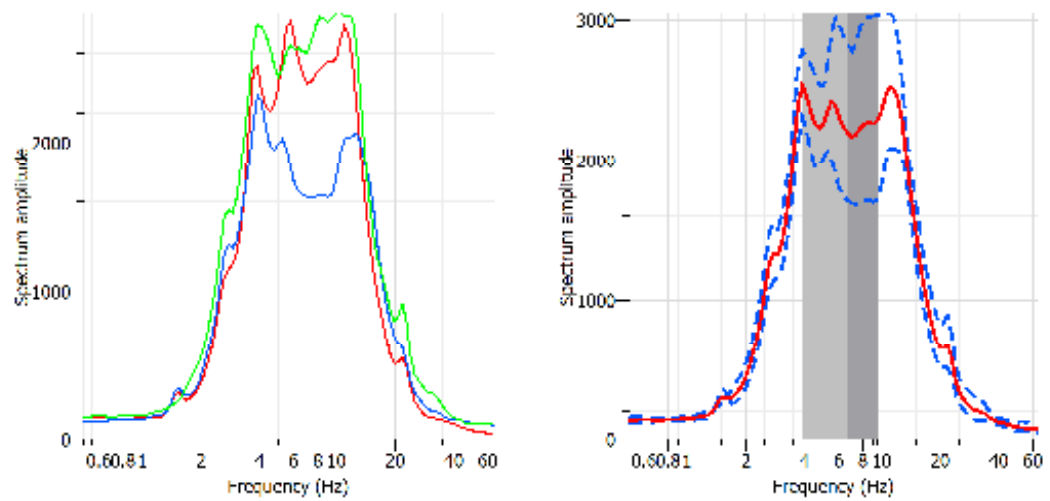


Fig.3 – Sommatoria degli spettri

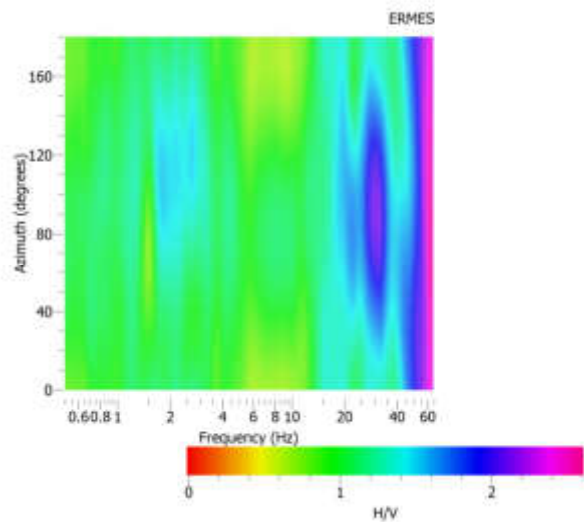


Fig. 4 – Mappa della stazionarietà degli spettri

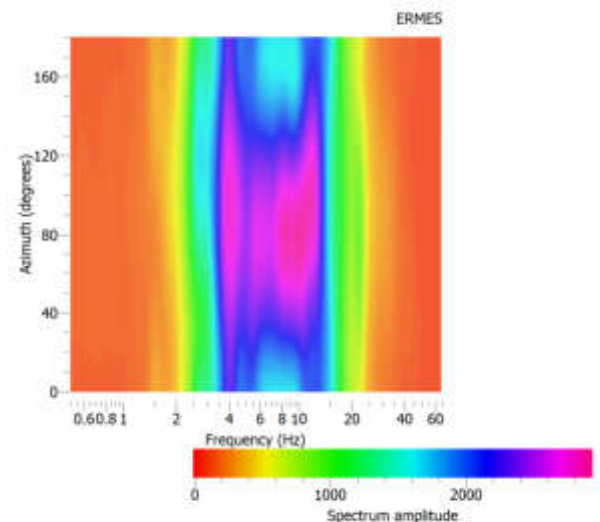


Fig. 5 – Mappa della direzionalità degli spettri

PROCESSO DI INVERSIONE

Esistono diversi metodi numerici che permettono di eseguire il processo di inversione. Il principio fondamentale su cui essi si basano è relativo alla ricerca di una soluzione numerica, tale da rappresentare al meglio il dato sperimentale in ingresso.

L'algoritmo di inversione utilizzato dal software DINVER è il "Neighbourhood Algorithm". Questo algoritmo, sviluppato da Sambridge (1999), investiga l'intero spazio di parametri e ne ricerca quel set che garantisce una funzione di misfit (funzione di disaccordo, errore) minima tra il dato sperimentale e quello numerico. In definitiva la ricerca della soluzione avviene sulla base del valore della funzione di misfit, che indica quanto il modello generato risulta lontano dalla soluzione reale. Si mostra successivamente l'output restituito dall'inversione e si evince come i parametri rappresentativi del deposito di terreno di partenza descrivano al meglio il comportamento reale in sito. Nei grafici sottostanti è stata tracciata la soluzione avente il misfit minore e la scala di colori allegata alle figure supporta la lettura delle immagini. La banda in rosso descrive le soluzioni numeriche più vicine alla curva sperimentale HVSr.

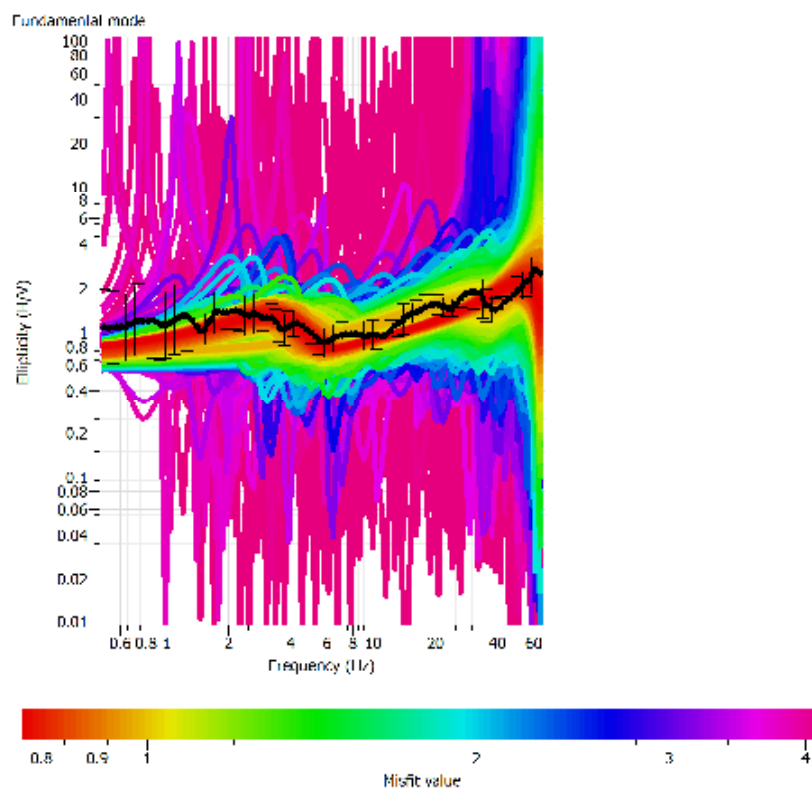


Fig.6 – Curva di ellitticità ottenuta

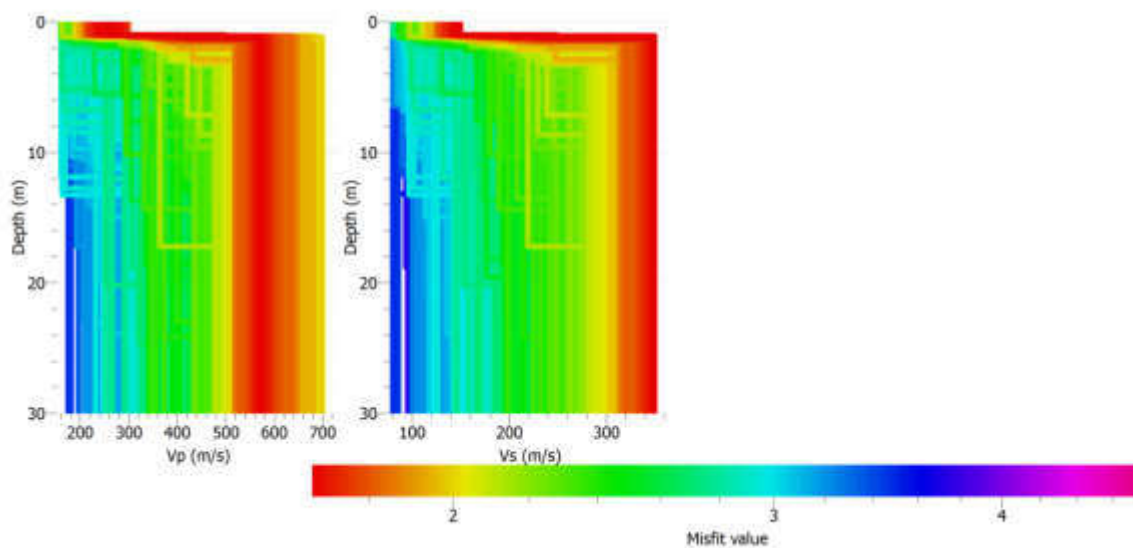


Fig. 7 - Risultato dell'inversione – A destra il profilo di velocità di propagazione delle onde di taglio VS; a sinistra il profilo di velocità di propagazione delle onde di volume VP (soluzione a minimo misfit)

INTERPRETAZIONE PROVA HVSR(PIP1)

La presente indagine ha previsto l'acquisizione del microtremore, per una finestra di acquisizione temporale pari a 20.00 minuti.

La curva H/V della prova HVSR(PIP1) (Fig. 8) mette in evidenza i picchi significativi che, confrontati con gli spettri di ampiezza media del segnale nelle tre componenti, hanno permesso di individuare e localizzare le discontinuità presenti nel sottosuolo.

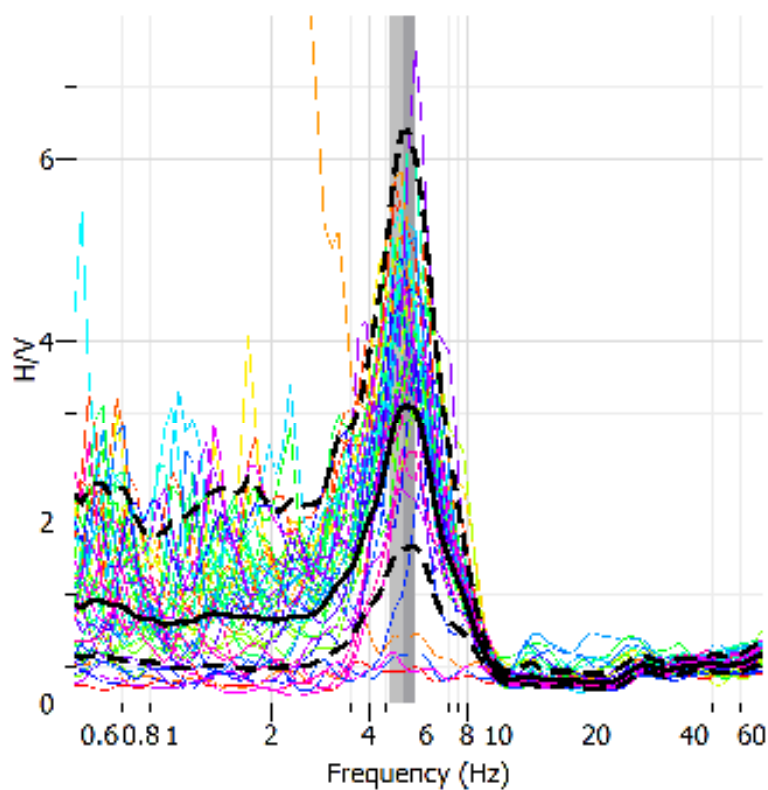


Fig. 8 - Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

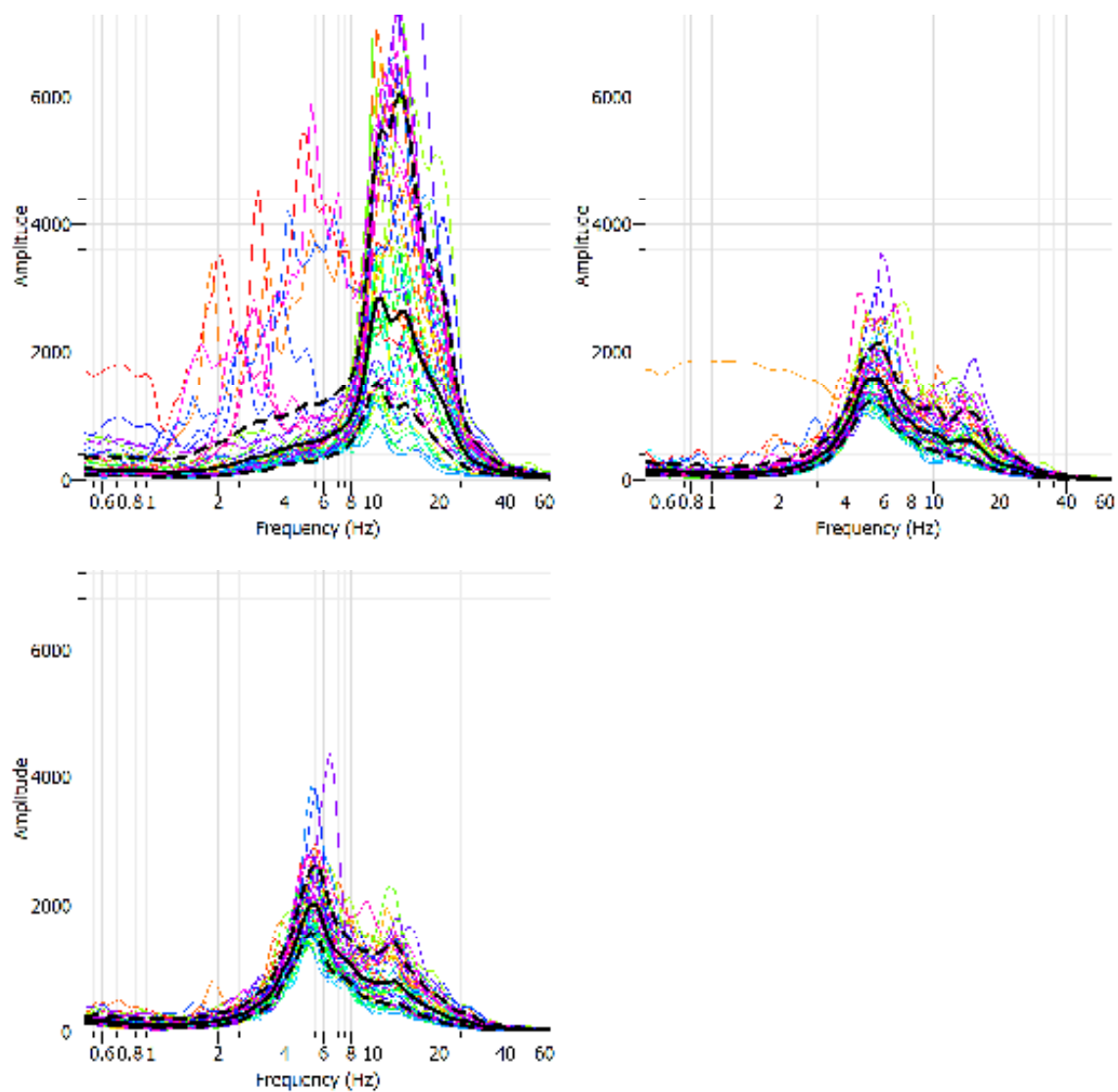


Fig. 9 – spettro di ampiezza medio nelle tre direzioni

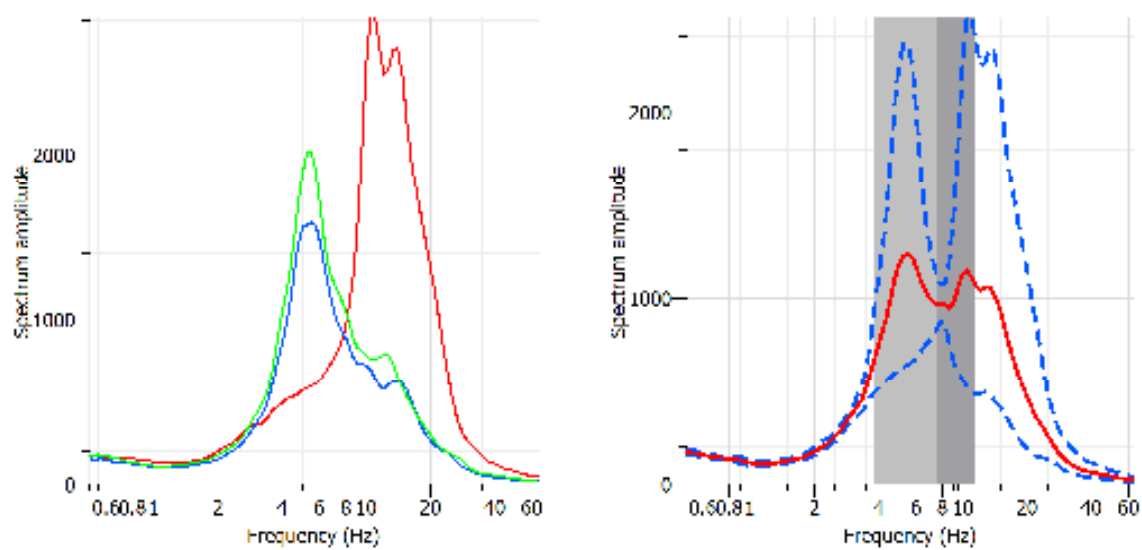


Fig.10 – Sommatoria degli spettri

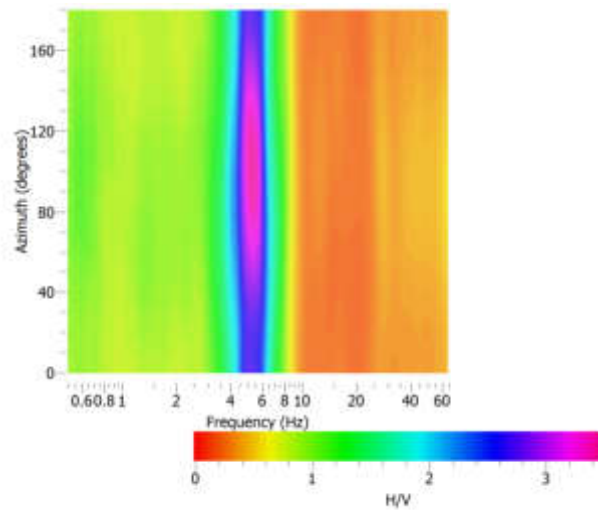


Fig. 11 – Mappa della stazionarietà degli spettri

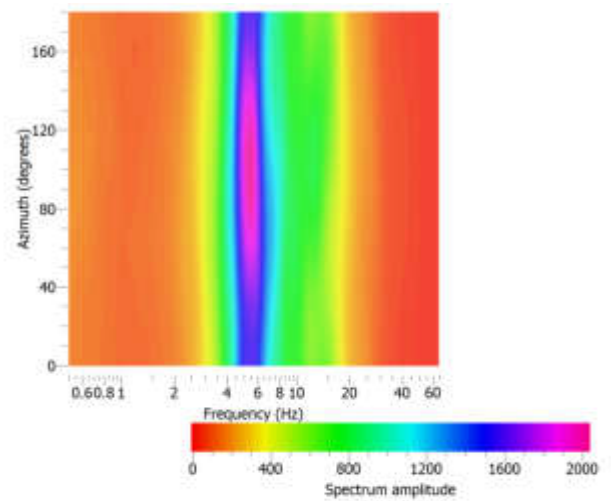


Fig. 12 – Mappa della direzionalità degli spettri

PROCESSO DI INVERSIONE

L'algoritmo di inversione utilizzato dal software DINVER è il "Neighbourhood Algorithm". Questo algoritmo, sviluppato da Sambridge (1999), investiga l'intero spazio di parametri e ne ricerca quel set che garantisce una funzione di misfit (funzione di disaccordo, errore) minima tra il dato sperimentale e quello numerico. In definitiva la ricerca della soluzione avviene sulla base del valore della funzione di misfit, che indica quanto il modello generato risulta lontano dalla soluzione reale.

Si mostra successivamente l'output restituito dall'inversione e si evince come i parametri rappresentativi del deposito di terreno di partenza descrivano al meglio il comportamento reale in sito.

Nei grafici sottostanti è stata tracciata la soluzione avente il misfit minore e la scala di colori allegata alle figure supporta la lettura delle immagini. La banda in rosso descrive le soluzioni numeriche più vicine alla curva sperimentale HVSr.

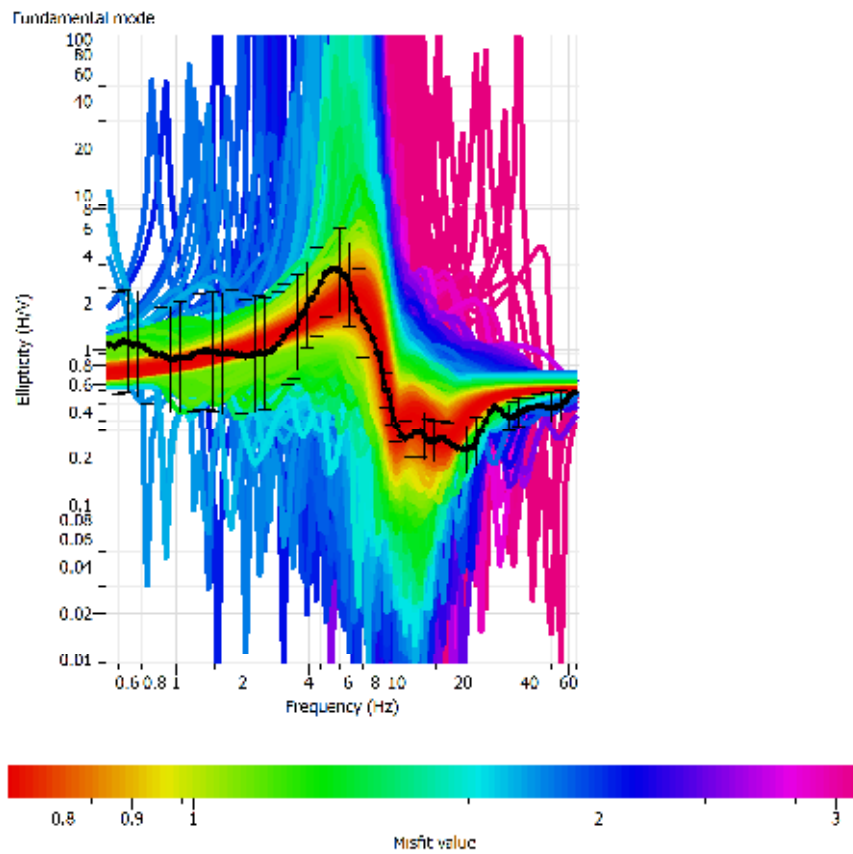


Fig. 13 – Curva di ellitticità ottenuta

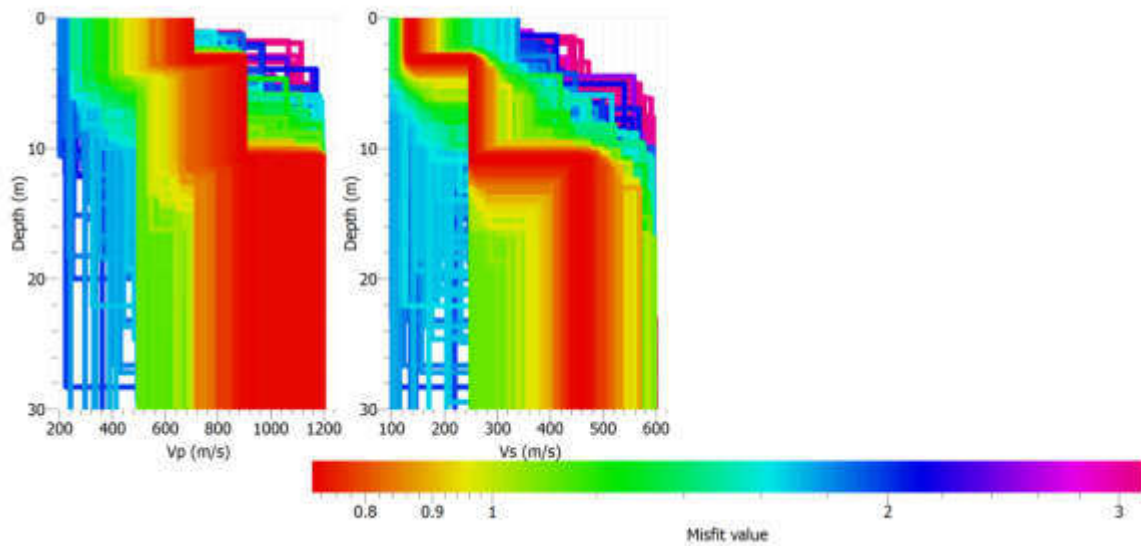


Fig. 14 - Risultato dell'inversione – A destra il profilo di velocità di propagazione delle onde di taglio VS; a sinistra il profilo di velocità di propagazione delle onde di volume VP (soluzione a minimo misfit)

INTERPRETAZIONE PROVA HVSR(PIP2)

La presente indagine ha previsto l'acquisizione del microtremore, per una finestra di acquisizione temporale pari a 20.00 minuti.

La curva H/V della prova HVSR(PIP2) (Fig. 15) mette in evidenza i picchi significativi che, confrontati con gli spettri di ampiezza media del segnale nelle tre componenti, hanno permesso di individuare e localizzare le discontinuità presenti nel sottosuolo.

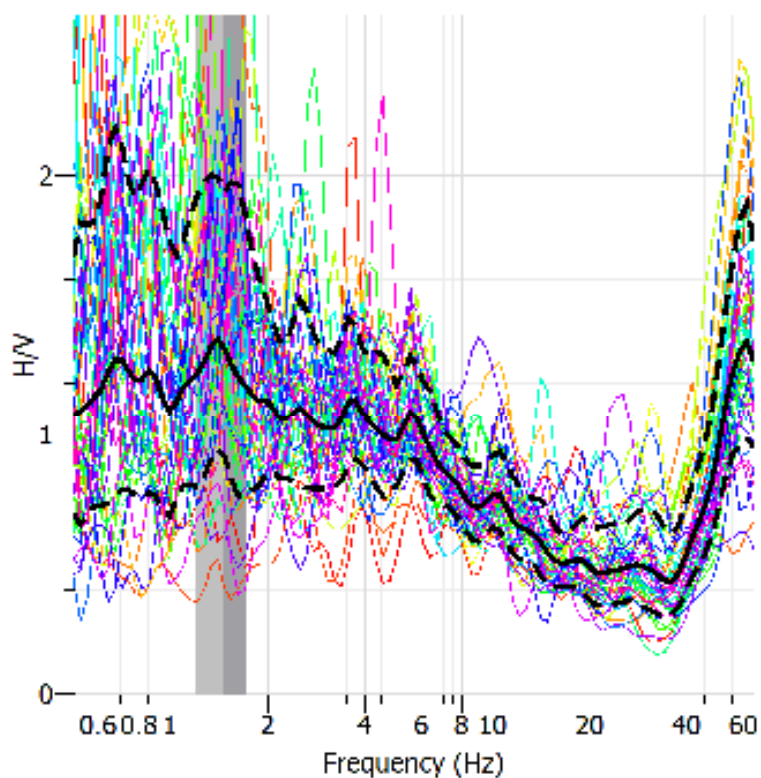


Fig. 15 - Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

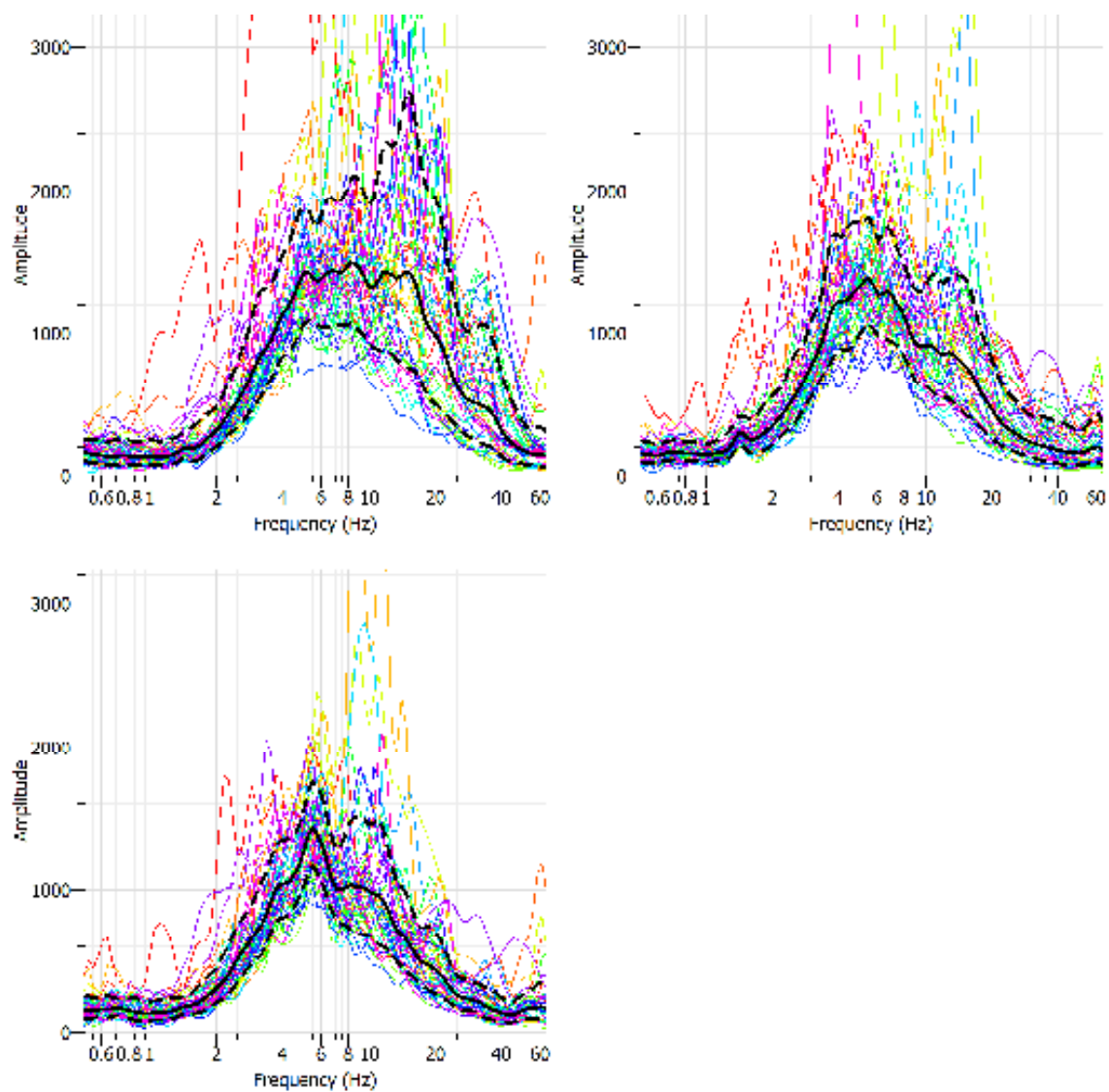


Fig. 16 – spettro di ampiezza medio nelle tre direzioni

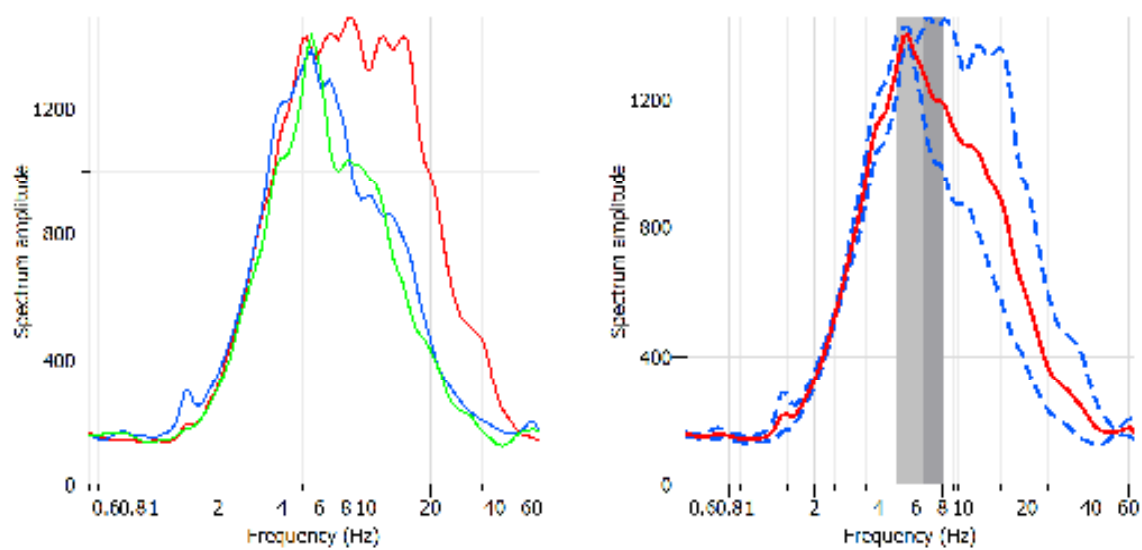


Fig.17 – Sommatoria degli spettri

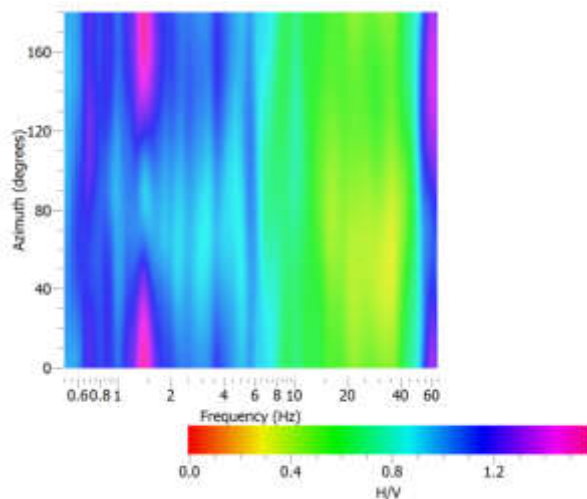


Fig. 18 – Mappa della stazionarietà degli spettri

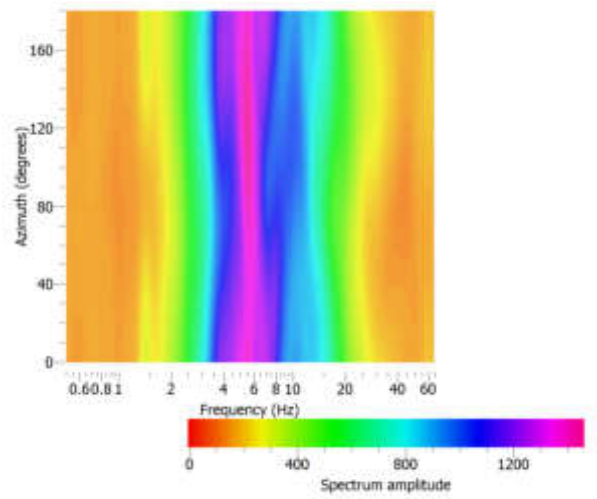


Fig. 19 – Mappa della direzionalità degli spettri

PROCESSO DI INVERSIONE

L'algoritmo di inversione utilizzato dal software DINVER è il "Neighbourhood Algorithm". Questo algoritmo, sviluppato da Sambridge (1999), investiga l'intero spazio di parametri e ne ricerca quel set che garantisce una funzione di misfit (funzione di disaccordo, errore) minima tra il dato sperimentale e quello numerico. In definitiva la ricerca della soluzione avviene sulla base del valore della funzione di misfit, che indica quanto il modello generato risulta lontano dalla soluzione reale.

Si mostra successivamente l'output restituito dall'inversione e si evince come i parametri rappresentativi del deposito di terreno di partenza descrivano al meglio il comportamento reale in sito.

Nei grafici sottostanti è stata tracciata la soluzione avente il misfit minore e la scala di colori allegata alle figure supporta la lettura delle immagini. La banda in rosso descrive le soluzioni numeriche più vicine alla curva sperimentale HVSr.

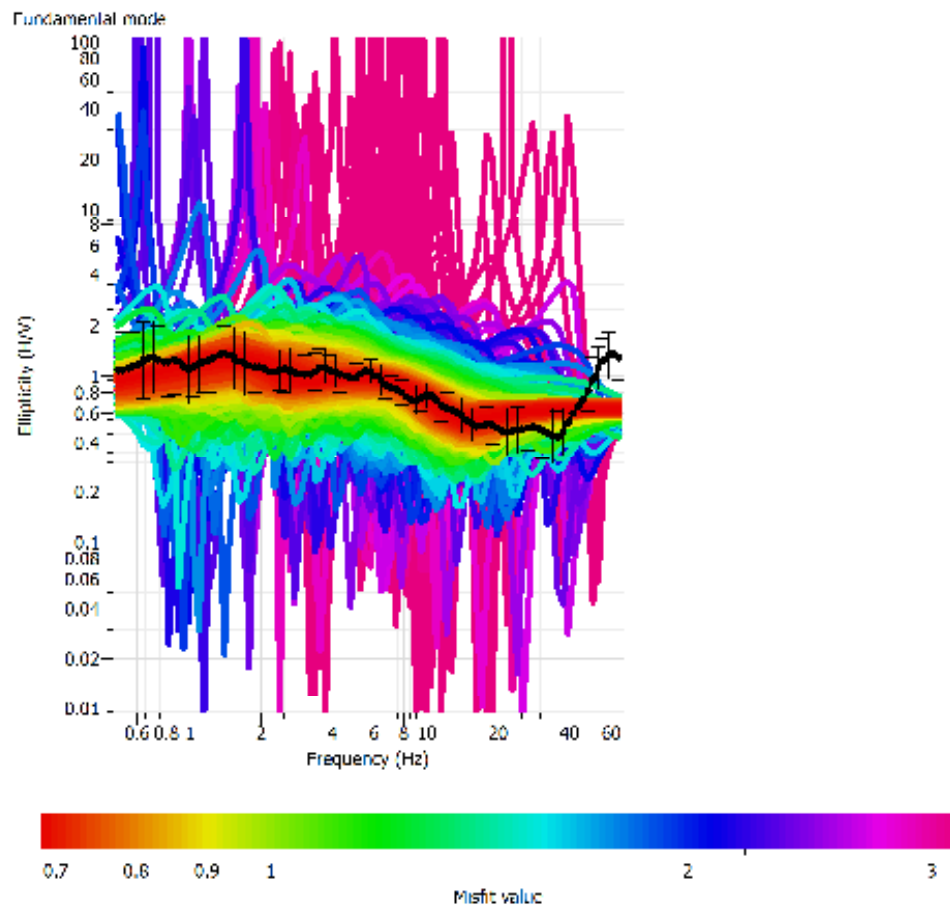


Fig. 20 – Curva di ellitticità ottenuta

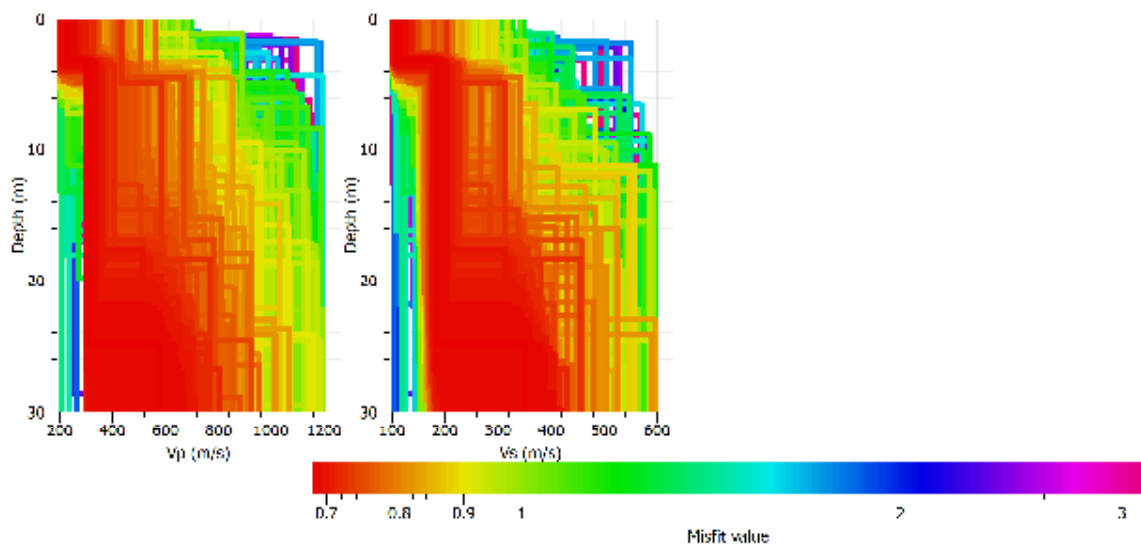


Fig. 21 - Risultato dell'inversione – A destra il profilo di velocità di propagazione delle onde di taglio VS; a sinistra il profilo di velocità di propagazione delle onde di volume VP (soluzione a minimo misfit)

INTERPRETAZIONE PROVA HVSR(PIP3)

La presente indagine ha previsto l'acquisizione del microtremore, per una finestra di acquisizione temporale pari a 20.00 minuti.

La curva H/V della prova HVSR(PIP3) (Fig. 22) mette in evidenza i picchi significativi che, confrontati con gli spettri di ampiezza media del segnale nelle tre componenti, hanno permesso di individuare e localizzare le discontinuità presenti nel sottosuolo.

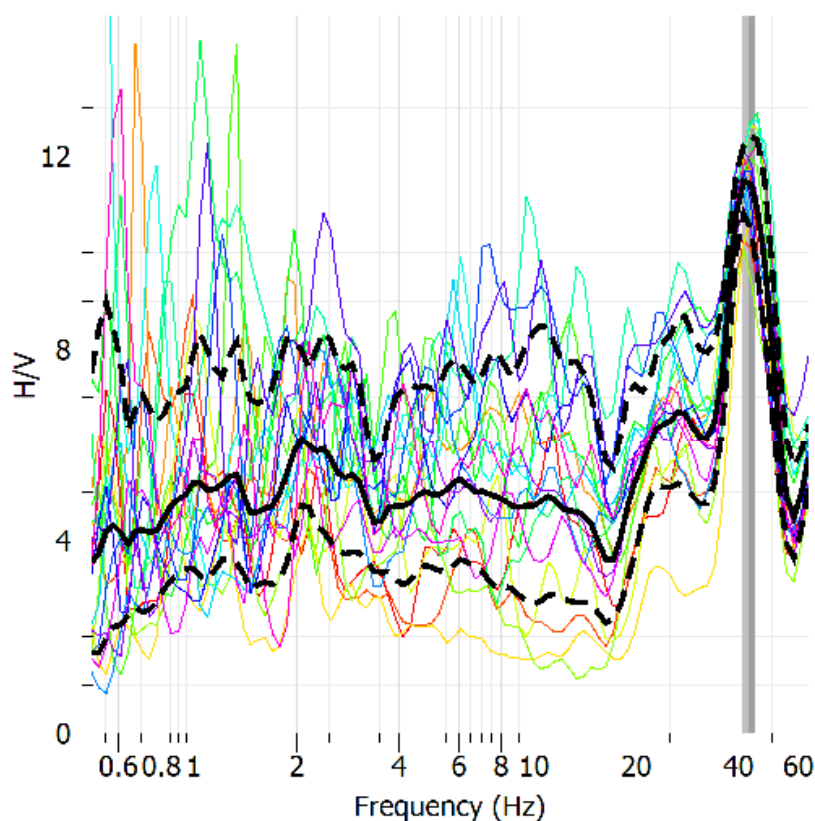


Fig. 22 - Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

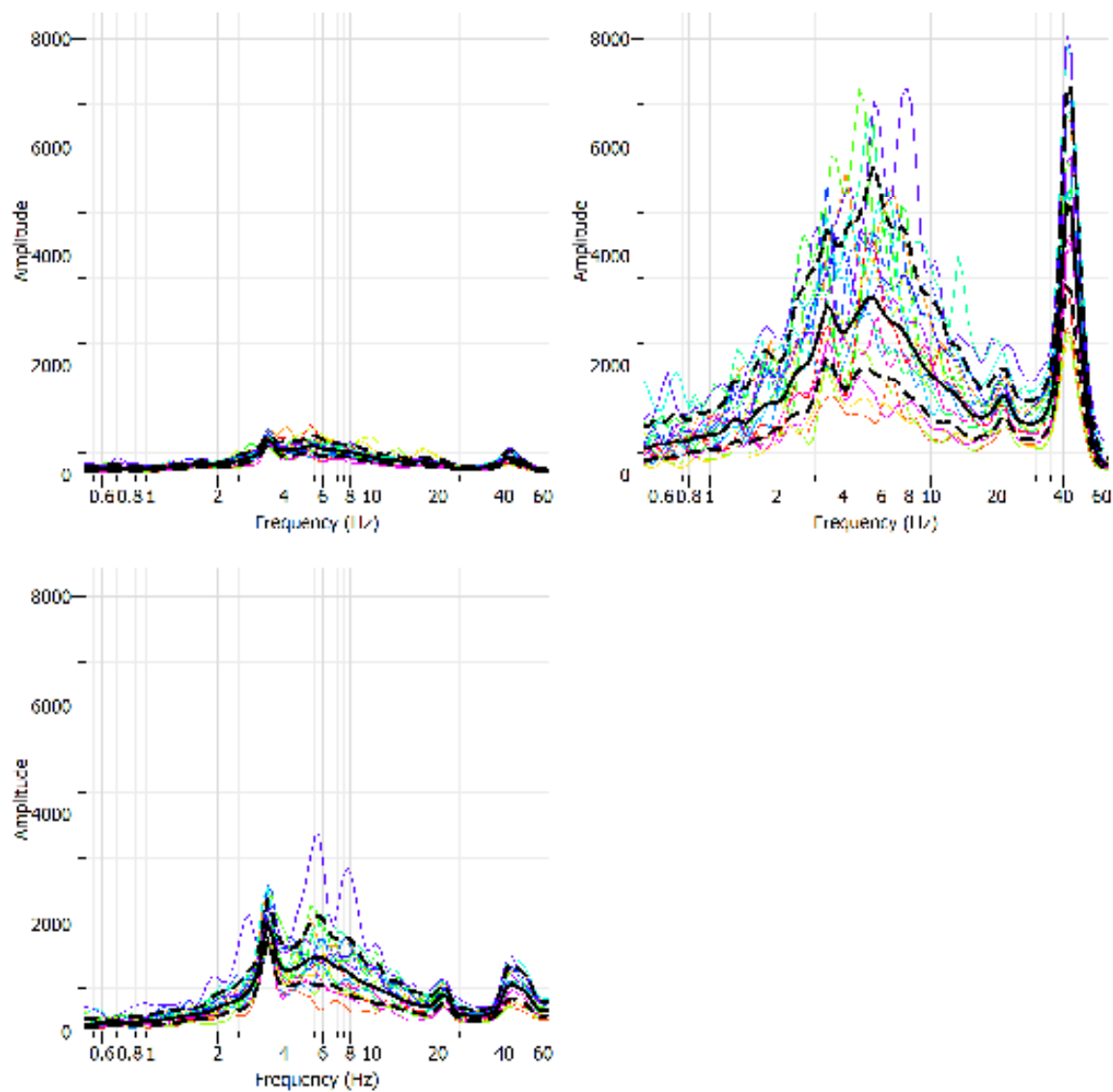


Fig. 23 – spettro di ampiezza medio nelle tre direzioni

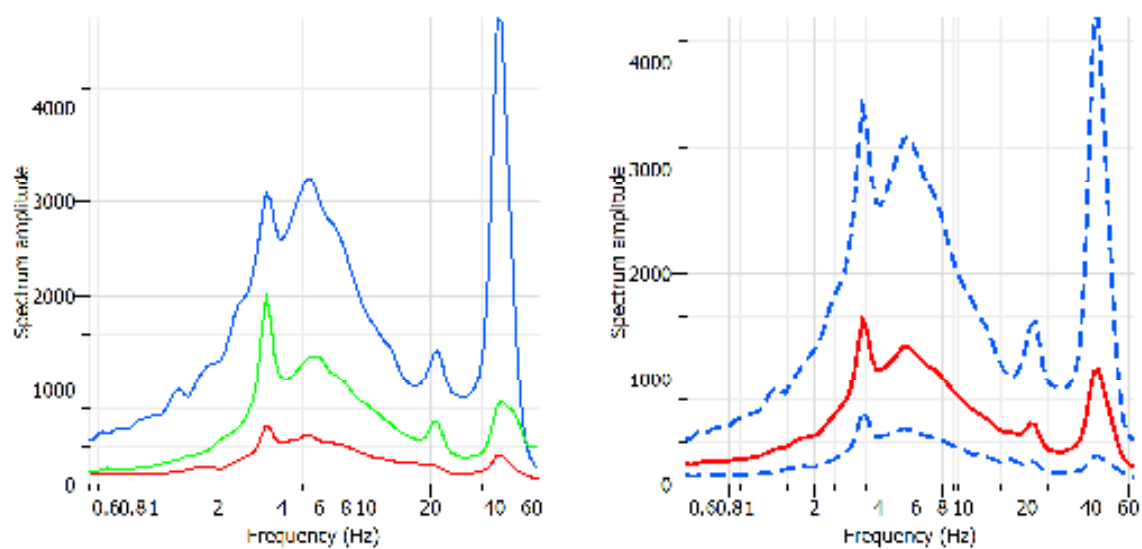


Fig.24 – Sommatoria degli spettri

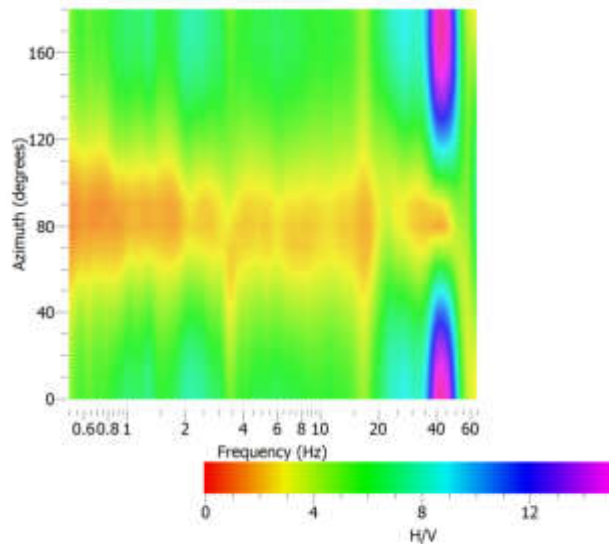


Fig. 25 – Mappa della stazionarietà degli spettri

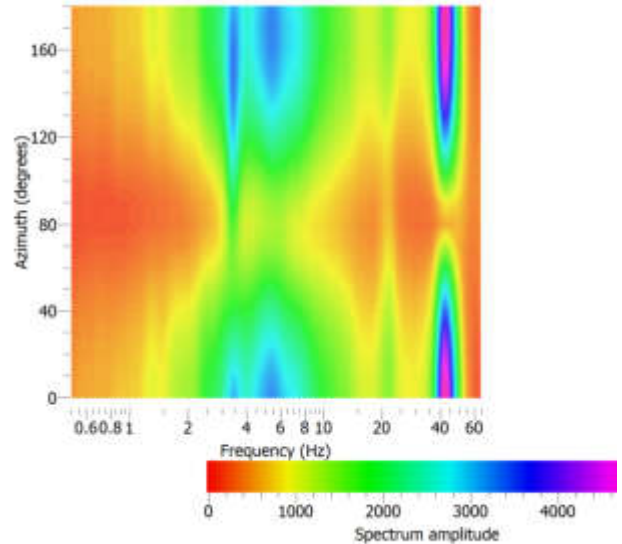


Fig. 26 – Mappa della direzionalità degli spettri

PROCESSO DI INVERSIONE

L'algoritmo di inversione utilizzato dal software DINVER è il "Neighbourhood Algorithm". Questo algoritmo, sviluppato da Sambridge (1999), investiga l'intero spazio di parametri e ne ricerca quel set che garantisce una funzione di misfit (funzione di disaccordo, errore) minima tra il dato sperimentale e quello numerico. In definitiva la ricerca della soluzione avviene sulla base del valore della funzione di misfit, che indica quanto il modello generato risulta lontano dalla soluzione reale.

Si mostra successivamente l'output restituito dall'inversione e si evince come i parametri rappresentativi del deposito di terreno di partenza descrivano al meglio il comportamento reale in sito.

Nei grafici sottostanti è stata tracciata la soluzione avente il misfit minore e la scala di colori allegata alle figure supporta la lettura delle immagini. La banda in rosso descrive le soluzioni numeriche più vicine alla curva sperimentale HVSR.

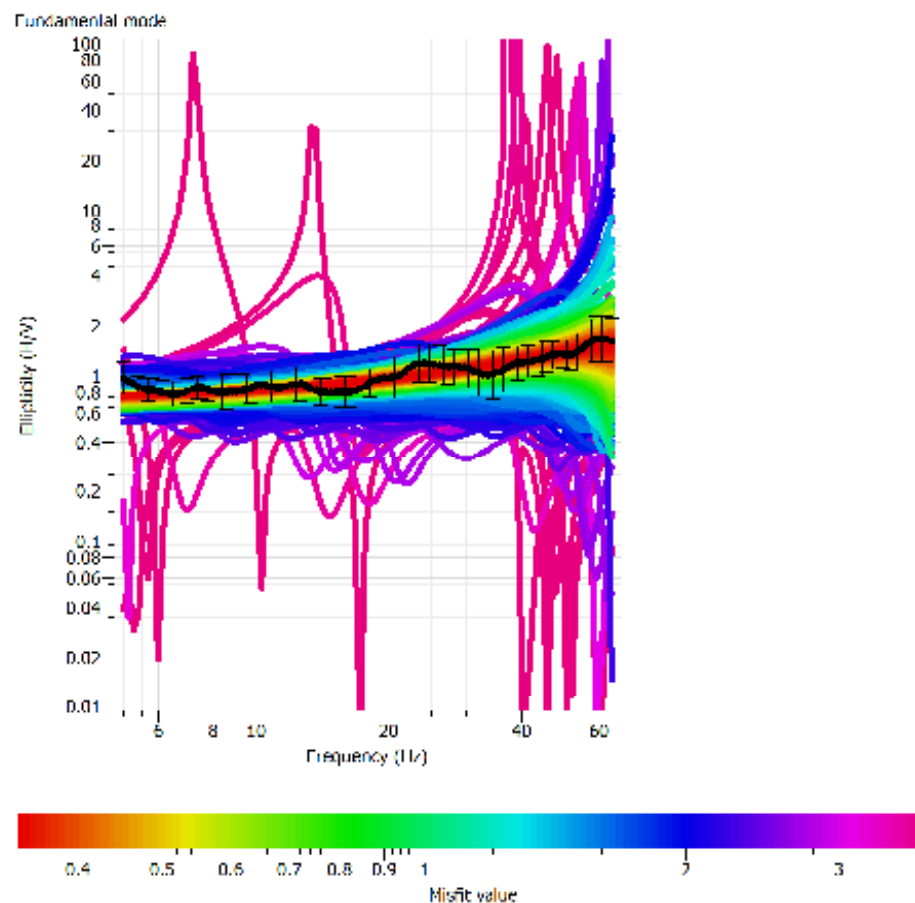


Fig. 27 – Curva di ellitticità ottenuta

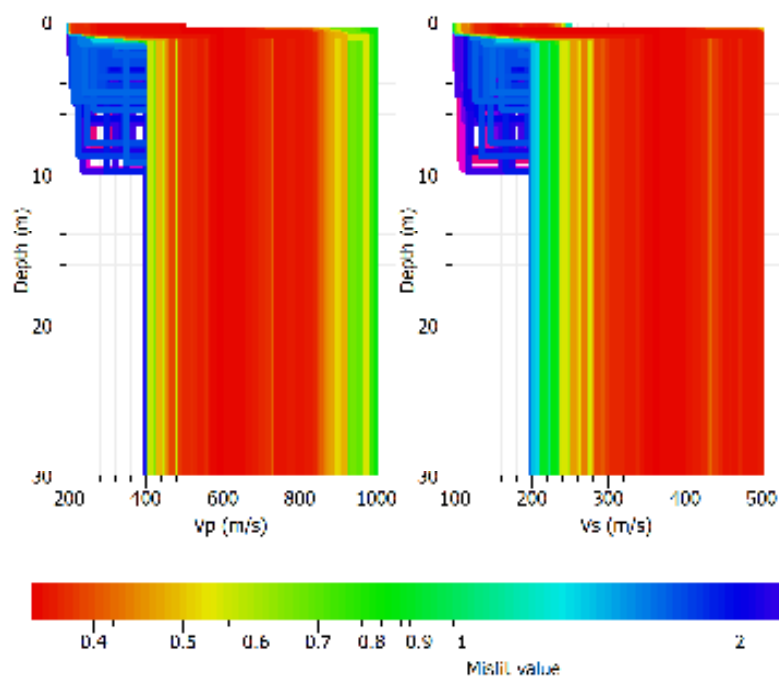


Fig. 28 - Risultato dell'inversione – A destra il profilo di velocità di propagazione delle onde di taglio VS; a sinistra il profilo di velocità di propagazione delle onde di volume VP (soluzione a minimo misfit)

CLASSIFICAZIONE SUOLO DI FONDAZIONE

La determinazione dell'andamento dei valori delle onde di taglio è stata resa possibile dall'interpretazione congiunta del profilo H/V in comparazione con la curva degli spettri di ampiezza.

L'individuazione delle discontinuità è infatti resa possibile quando in corrispondenza dei valori di frequenza di risonanza caratteristici nella curva H/V si realizza contestualmente una inversione nella componente verticale dello spettro di ampiezza.

Successivamente avendo noti sia lo spessore degli strati che i relativi valori di propagazione delle onde di taglio è stato possibile determinare il valore di V_{Seq} attraverso la seguente espressione:

$$V_{Seq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad \text{dove:}$$

- h_i indica lo spessore (in metri) dell' i -esimo strato;
- $V_{S,i}$ indica la velocità delle onde di taglio dell' i -esimo strato;
- N numero di strati;
- H indica la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido caratterizzato da valori di V_s non inferiori a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_{Seq} è definita dal parametro VS_{30} , ottenuto ponendo $H = 30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Il modello interpretativo dell'indagine HVSR(ERMES) ha permesso di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S :

Strato	Spessore [m]	Velocità onde di taglio [m/s]
1	1,30	147
2	28,70	350

MODELLO STRATIGRAFICO INDAGINE TROMOGRAFICA HVSR(ERMES)

Il modello interpretativo dell'indagine HVSR(PIP1) ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

Strato	Spessore [m]	Velocità onde di taglio [m/s]
1	1,90	156
2	8,50	265
3	19,70	375

MODELLO STRATIGRAFICO INDAGINE TROMOGRAFICA HVSR(PIP1)

Il modello interpretativo dell'indagine HVSR(PIP2) ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

Strato	Spessore [m]	Velocità onde di taglio [m/s]
1	3,18	140
2	22,00	250
3	4,82	380

MODELLO STRATIGRAFICO INDAGINE TROMOGRAFICA HVSR(PIP2)

Il modello interpretativo dell'indagine HVSR(PIP3) ha permesso pertanto di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

Strato	Spessore [m]	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0,80	136
2	29,20	328

MODELLO STRATIGRAFICO INDAGINE TROMOGRAFICA HVSR(PIP3)

Sulla base dell'elaborazione dei dati sperimentali scaturiti dalle indagini geofisiche HVSR si ottiene:

Indagine sismica HVSR(ERMES)	VSeq = 330 m/s	F₀ = 6.09 Hz
Indagine sismica HVSR(PIP1)	VSeq = 311 m/s	F₀ = 5.41 Hz
Indagine sismica HVSR (PIP2)	VSeq = 243 m/s	F₀ = 5.56 Hz
Indagine sismica HVSR(PIP3)	VSeq = 316 m/s	F₀ = 3.83 Hz

Nei siti in questione, sulla base dell'elaborazione dei dati sperimentali scaturiti dalle indagini geofisiche è possibile ascrivere il suolo di fondazione entro la **categoria C**, la cui descrizione è specificata nella tabella seguente:

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

La presente relazione non sostituisce la relazione geologica e pertanto per la definizione del modello geologico - tecnico si rimanda ai rispettivi studi specialistici.

Gibellina, lì

Il Tecnico

Dott. Geol. Salvatore Pizzolato



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

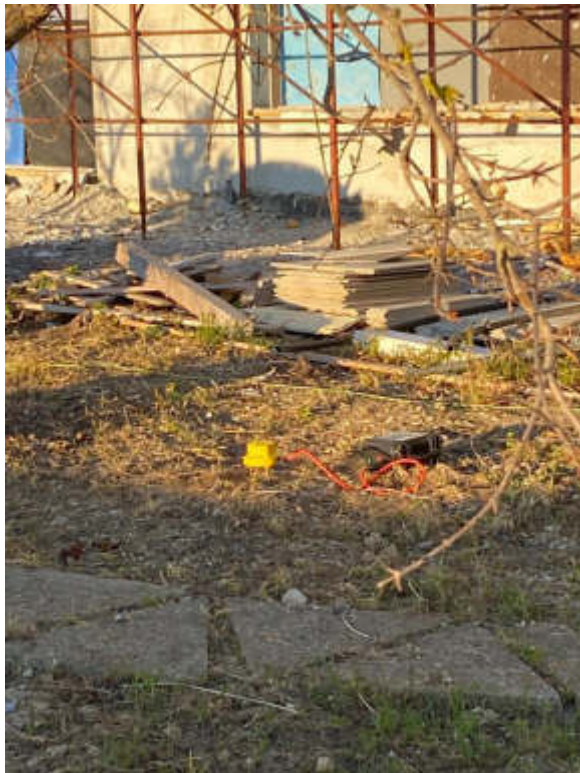


Foto 2 - Ubicazione indagine sismica tromografica HVSR(ERMES)



Foto 3 - Ubicazione indagine sismica tromografica HVSR(PIP1)



Foto 4 - Ubicazione indagine sismica tromografica HVSR(PIP2)

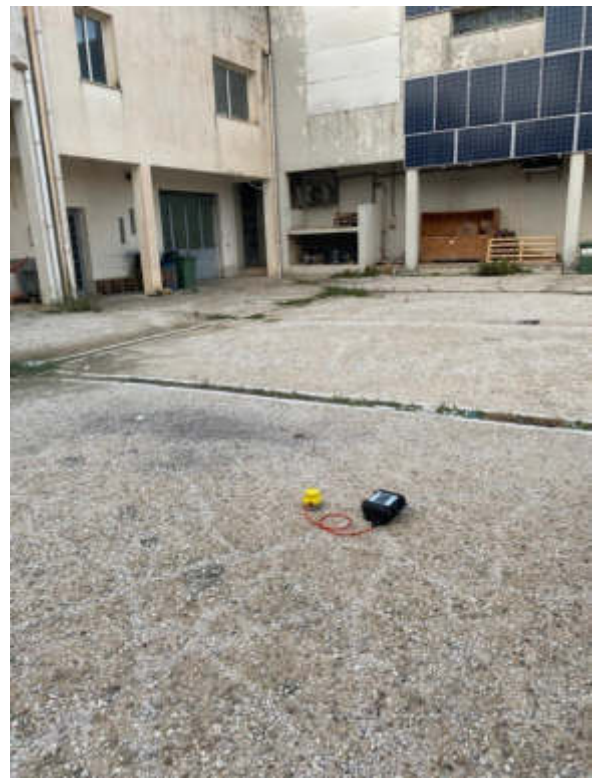


Foto 5 - Ubicazione indagine sismica tromografica HVSR(PIP3)

COMUNE DI GIBELLINA

Libero Consorzio Comunale di Trapani

**PIANO PARTICOLAREGGIATO PER GLI INSEDIAMENTI PRODUTTIVI (PIP)
APPROVATO CON D. ASS. N.414 DEL 15/11/1984 E SUCCESSIVE VARIANTI –
VARIANTE CON AMPLIAMENTO IN Z.T.O. “E” DELLA ZONA P.I.P.**

Committente: Comune di Gibellina

RELAZIONE INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE (PSR)

Il Geologo

Dott. Salvatore Pizzolato



Dott. Geol. Salvatore Pizzolato

Via N. Nasi, 11 cap 91024 Gibellina (TP).

☎ 347 1331382

PREMESSA

Il sottoscritto Dott. Geol. Salvatore Pizzolato, regolarmente iscritto all'Albo Regionale dei Geologi di Sicilia con il numero 2498 Sez. A, su incarico conferito dal Comune di Gibellina ha eseguito un'indagine sismica a rifrazione a supporto del progetto del *"Piano Particolareggiato per gli Insediamenti Produttivi (PIP) approvato con D. Ass. n.414 del 15/11/1984 e successive varianti – Variante con ampliamento in Z.T.O. "E" della zona P.I.P.. "*

Scopo della sismica a rifrazione è quello di determinare la geometria e la natura del sottosuolo in base alle discontinuità elastiche riscontrate dovute a variazioni litologiche oppure a variazioni delle caratteristiche fisiche nell'ambito di uno stesso litotipo.

Il parametro utilizzato, per differenziare i vari tipi litologici, è la "velocità delle onde elastiche".

In realtà occorre specificare il tipo di onda elastica a cui ci si riferisce in quanto esistono diverse tipi di onde elastiche che possono propagarsi nella stessa roccia.

Il sito di progetto è individuato sul reticolato geografico con le seguenti coordinate:

Geofono	COORDINATE GEOGRAFICHE				
G1	37,81069° N	12,86617° E		312163,96 E	4186955,88 N
G18	37,81067° N	12,86576° E	33S	312127,81 E	4186954,48 N

METODOLOGIA SISMICA A RIFRAZIONE

L'indagine geofisica è stata realizzata con il metodo sismico a rifrazione per determinare la velocità di propagazione delle onde le quali vengono generate e si propagano nel terreno ogni volta che quest'ultimo viene sottoposto a sollecitazioni di tipo naturale e/o artificiale; nel nostro caso sono stati creati artificialmente degli impulsi mediante l'utilizzo di una massa battente.

Quando il suolo viene “energizzato” artificialmente si propagano in esso diversi tipi di onde sismiche riconducibili a tre tipi fondamentali:

- *le onde longitudinali*, di compressione e dilatazione, dette anche onde primarie (o anche P) perché, essendo più veloci arrivano per prime ai sismografi. Esse sono caratterizzate da un movimento oscillatorio delle particelle nella stessa direzione di propagazione dell'onda;

- *le onde trasversali* dette anche onde secondarie (o onde S), meno veloci delle onde P e caratterizzate da un movimento oscillatorio delle particelle che avviene in una direzione perpendicolare a quella di propagazione dell'onda;

- *le onde superficiali*, dette anche onde lunghe (onde L), si propagano proprio sotto la superficie terrestre con velocità sensibilmente inferiore rispetto agli altri tipi di onde ma con minore dispersione di energia.

Per i nostri scopi, sono state utilizzate principalmente le onde primarie (onde P).

Mediante questo tipo di indagine si possono ottenere informazioni sulla natura litologica, sulla struttura del sottosuolo e risalire ai relativi spessori.

Condizione necessaria per ottenere buoni risultati dall'applicazione del metodo sismico a rifrazione è che la velocità di propagazione delle onde aumenti con la profondità. In generale, quando uno strato a velocità inferiore si trova al di sotto di strati a velocità superiore, esso non potrà essere rivelato come “rifratore” e quindi non si potrà mettere in evidenza la sua presenza.

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La strumentazione adottata per l'acquisizione dei dati sismici è costituita da una sorgente sismica (mazza da 10 kg dotata di starter piezoelettrico battente un piattello in alluminio), da 18 geofoni del tipo verticale a 10 Hz e da un sismografo registratore "Dolang Geophysical Jea 247+".

Per l'elaborazione dei dati sperimentali ci si è avvalsi dell'ausilio di un programma interpretativo computerizzato "Intersism" della Geo&Soft che utilizza come tecnica di interpretazione il Metodo Reciproco Generalizzato (G.R.M.) ideato da Palmer (1980).

MODALITA' ESECUZIONE SONDAGGIO SISMICO A RIFRAZIONE

Per quanto riguarda le modalità pratiche del rilevamento effettuato, questo è stato eseguito disponendo lungo un allineamento definito, 18 geofoni posti l'uno dall'altro ad una distanza costante adottando un passo di campionamento (distanza tra due geofoni successivi) di 2,00 m e relativo offset (distanza tra il punto di scoppio ed il geofono più vicino) di 2,00 m, raggiungendo profondità medie di indagine generalmente non superiori ai 8,00/10,00 m..

Come già accennato precedentemente gli scoppi sono stati effettuati utilizzando una massa battente lasciata cadere da un'altezza di 2,00 m e operando uno *stacking* di almeno 3 battute per migliorare il rapporto *Segnale/Rumore*.

Le misure rilevate hanno consentito di costruire le curve tempi/distanze (Dromocrone) relative allo scoppio di andata e ritorno e di determinare, tramite il metodo reciproco, gli spessori dei vari rifrattori. Con le apparecchiature usate è stato possibile ottenere i primi impulsi sufficientemente netti, anche quando i rumori di fondo erano elevati, in quanto la registrazione veniva immagazzinata da una memoria elettronica e successivamente tracciata su un display con la possibilità di discernere i segnali veri da quelli spuri.

Per l'interpretazione dei dati sperimentali, abbiamo riportato sulle ordinate di un diagramma cartesiano i tempi di percorrenza impiegati dai fronti d'onda generati dalla massa battente, mentre sulle ascisse abbiamo disposto le distanze tra il punto in cui é avvenuto lo scoppio e la posizione in cui si trovano i geofoni che hanno rilevato le onde sismiche.

Sono stati quindi dedotti modelli interpretativi a due strati per i profili sismici con modelli di stratificazione piano-inclinata. L'interpretazione complessiva è stata stabilita anche sulla base di una accurata ricognizione superficiale al fine di correlare le velocità ottenute per le varie unità sismiche individuate con i terreni affioranti nell'area sede di indagine.

INTERPRETAZIONE DEI DATI SPERIMENTALI

Dall'interpretazione dei dati sperimentali del sondaggio sismico a rifrazione (denominato SS1) è stato possibile distinguere ed individuare diversi rifrattori:

Strato	Spessore [m]	Velocità onde di P [m/s]
1	1,10	188.2
2	2.20	358.9
3	3.40	820.5
4	Indef.	1420.5

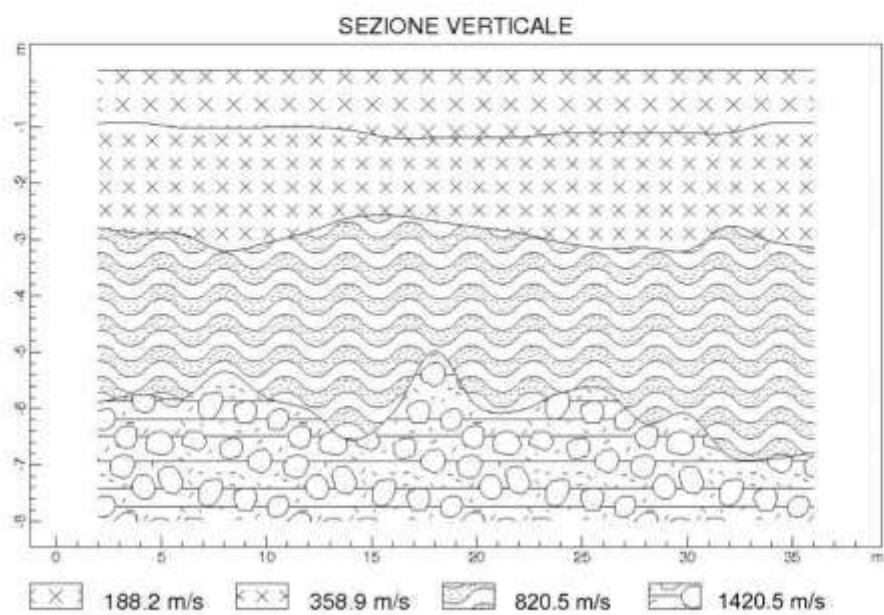
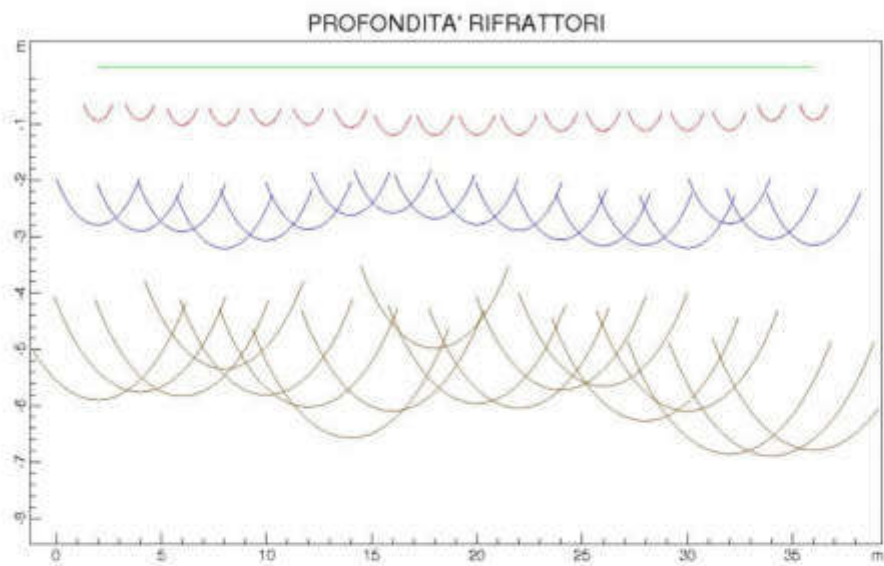
La presente relazione non sostituisce la relazione geologica e pertanto per la definizione del modello geologico - tecnico si rimanda ai rispettivi studi specialistici.

Gibellina, li

Il Geologo

Dott. Salvatore Pizzolato





www.geoandsoft.com

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1 - Ubicazione indagine sismica a rifrazione (PSR).

COMUNE DI GIBELLINA

Libero Consorzio Comunale di Trapani

**PIANO PARTICOLAREGGIATO PER GLI INSEDIAMENTI PRODUTTIVI (PIP)
APPROVATO CON D. ASS. N.414 DEL 15/11/1984 E SUCCESSIVE VARIANTI –
VARIANTE CON AMPLIAMENTO IN Z.T.O. “E” DELLA ZONA P.I.P.**

Committente: Comune di Gibellina

RELAZIONE INDAGINI PENETROMETRICHE (DPM)

IL TECNICO

Dott. Geol. Salvatore Pizzolato



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (DPM)

**PIANO PARTICOLAREGGIATO PER GLI INSEDIAMENTI PRODUTTIVI (PIP)
APPROVATO CON D. ASS. N.414 DEL 15/11/1984 E SUCCESSIVE VARIANTI –
VARIANTE CON AMPLIAMENTO IN Z.T.O. “E” DELLA ZONA P.I.P.**

Committente: COMUNE DI GIBELLINA

Località: Comune di Gibellina --- Comparto PIP

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DL-30 (90°)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0.20 m
Peso sistema di battuta	18 Kg
Diametro punta conica	35.68 mm
Area di base punta	10cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0.757
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90°

Il Geologo

Dott. Geol. Salvatore Pizzolato



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA
(DYNAMIC PROBING)

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α)
- avanzamento (penetrazione) δ
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

Penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- **DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)**
massa battente $M = 30$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ - 90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A = 10 \text{ cm}^2$ rivestimento / fango bentonitico: talora previsto;

- **DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)**
massa battente $M = 20$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ - 90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A = 10 \text{ cm}^2$ rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- **DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPER PESANTE secondo la classifica ISSMFE)**
massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H = 0.75$ m, avanzamento $\delta = 30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A = 20.27 \text{ cm}^2$ rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- **DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)**
massa battente $M = 63.5$ kg, altezza caduta $H = 0.75$ m, avanzamento $\delta = 20-30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ - 90^\circ$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20 \text{ cm}^2$, rivestimento/fango bentonitico: talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt} . Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M = peso massa battente;

M' = peso aste;

H = altezza di caduta;

A = area base punta conica;

δ = passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd = resistenza dinamica punta (area A);

e = infissione media per colpo (δ/N);

M = peso massa battente (altezza caduta H);

P = peso totale aste e sistema battuta.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media + s

Media+ scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media - s

Media- scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immorsamento $d = 1$ mt..

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{spt} \text{ corretto} = 15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda) .

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a profondità < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per profondità < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni $< 8-10$ t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per profondità < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito $< 38^\circ$.
- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito $< 38^\circ$).
- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da D_r %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per profondità di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose .

Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $s > 15 \text{ t/mq}$.

Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.

Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia.
- Buisman-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume Gamma

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa $\gamma = 2,65 \text{ t/mc}$ e per peso di volume secco variabile da 1,33 ($N_{spt} = 0$) a 1,99 ($N_{spt} = 95$).

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.
-

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss 1978-1981. Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio V_s (m/sec)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (K_o)

- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson 1983 Q_c

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli - correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con N_{spt} < 8 , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.

Terzaghi-Peck (1948). *Cu min-max*.

- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5, per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (Cu-Nspt-grado di plasticità).

Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per argille e limi argillosi con N_c = 20 e Q_c/N_{spt} = 2.

Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .

Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità .

Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.

- Shioi-Fukuni 1982 , valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson 1983 Q_c

Modulo Edometrico-Confinato (M_o)

- Stroud e Butler (1975) - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità (IP < 20), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità (IP < 20) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970) correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato -M_o (Eed) (Kg/cmq), valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto Q_c/N_{spt} = 1.5-2.0).
- Buisman- Sanglerat, valida per argille compatte (N_{spt} < 30) medie e molli (N_{spt} < 4) e argille sabbiose (N_{spt} = 6-12).

Modulo Di Young (E_Y)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15
- D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume Gamma

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Correlazione Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida per condizioni specifiche: peso specifico del materiale pari a circa $G = 2,70$ (t/mc) e per indici dei vuoti variabili da 1,833 ($N_{spt} = 0$) a 0,545 ($N_{spt} = 28$).

Le indagini penetrometriche eseguite sono individuate sul reticolato geografico con le seguenti coordinate:

INDAGINE PENETROMETRICA DL1

	COORDINATE GEOGRAFICHE	
LATITUDINE	37° 48' 26,46" N	37,807351° N
LONGITUDINE	12° 51' 58,02" E	12,866117° E
33S	312150.83 E	4186585.46 N

INDAGINE PENETROMETRICA DL2

	COORDINATE GEOGRAFICHE	
LATITUDINE	37° 48' 32,93" N	37,809148° N
LONGITUDINE	12° 51' 56,93" E	12,865814° E
33S	312128.71 E	4186785.48 N

INDAGINE PENETROMETRICA DL3

	COORDINATE GEOGRAFICHE	
LATITUDINE	37° 48' 24,93" N	37,806927° N
LONGITUDINE	12° 52' 0,36" E	12,866769° E
33S	312207.16 E	4186537.10 N

INDAGINE PENETROMETRICA DL4

	COORDINATE GEOGRAFICHE	
LATITUDINE	37° 48' 41,88" N	37,811636° N
LONGITUDINE	12° 51' 56,47" E	12,865688° E
33S	312123.92 E	4187061.82 N

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DL1

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) terreno vegetale	1,00	0.00-1,20	Shioi - Fukui (1982)	4,9
Strato (2) argille alterate	4,00	1,20-2,90	Shioi - Fukui (1982)	19,61
Strato (3) argilla	10,00	2,90-4,80	Shioi - Fukui (1982)	49,03

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	1,00	0.00-1,20	Robertson (1983)	0,20
Strato (2) argille alterate	4,00	1,20-2,90	Robertson (1983)	0,78
Strato (3) argilla	10,00	2,90-4,80	Robertson (1983)	1,96

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	1,00	0.00-1,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	1,18
Strato (2) argille alterate	4,00	1,20-2,90	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	4,18
Strato (3) argilla	10,00	2,90-4,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	10,18

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	1,00	0.00-1,20	Apollonia	0,98
Strato (2) argille alterate	4,00	1,20-2,90	Apollonia	3,92
Strato (3) argilla	10,00	2,90-4,80	Apollonia	9,81

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) terreno vegetale	1,00	0.00-1,20	A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Strato (2) argille alterate	4,00	1,20-2,90	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato (3) argilla	10,00	2,90-4,80	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (KN/m³)
Strato (1) terreno vegetale	1,00	0.00-1,20	Meyerhof	14,51
Strato (2) argille alterate	4,00	1,20-2,90	Meyerhof	16,67
Strato (3) argilla	10,00	2,90-4,80	Meyerhof	19,32

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (KN/m³)
Strato (1) terreno vegetale	1,00	0.00-1,20	Meyerhof	18,04
Strato (2) argille alterate	4,00	1,20-2,90	Meyerhof	18,34
Strato (3) argilla	10,00	2,90-4,80	Meyerhof	21,28

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) terreno vegetale	1,00	0.00-1,20	1,00	Meyerhof 1957	23,65
Strato (2) argille alterate	4,00	1,20-2,90	4,00	Meyerhof 1957	41,54
Strato (3) argilla	10,00	2,90-4,80	10,00	Meyerhof 1957	57,08

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) terreno vegetale	1,00	0.00-1,20	1	Meyerhof (1956)	15,29
Strato (2) argille alterate	4,00	1,20-2,90	4	Meyerhof (1956)	18,14
Strato (3) argilla	10,00	2,90-4,80	10	Meyerhof (1956)	19,86

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) terreno vegetale	1,00	0.00-1,20	1,00	(A.G.I.)	0,35
Strato (2) argille alterate	4,00	1,20-2,90	4,00	(A.G.I.)	0,34
Strato (3) argilla	10,00	2,90-4,80	10,00	(A.G.I.)	0,33

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	1,00	0.00-1,20	1,00	Ohsaki (Sabbie pulite)	6,37
Strato (2) argille alterate	4,00	1,20-2,90	4,00	Ohsaki (Sabbie pulite)	23,46
Strato (3) argilla	10,00	2,90-4,80	10,00	Ohsaki (Sabbie pulite)	55,52

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) terreno vegetale	1,00	0.00-1,20	1,00	Navfac 1971-1982	0,02
Strato (2) argille alterate	4,00	1,20-2,90	4,00	Navfac 1971-1982	0,75
Strato (3) argilla	10,00	2,90-4,80	10,00	Navfac 1971-1982	2,10

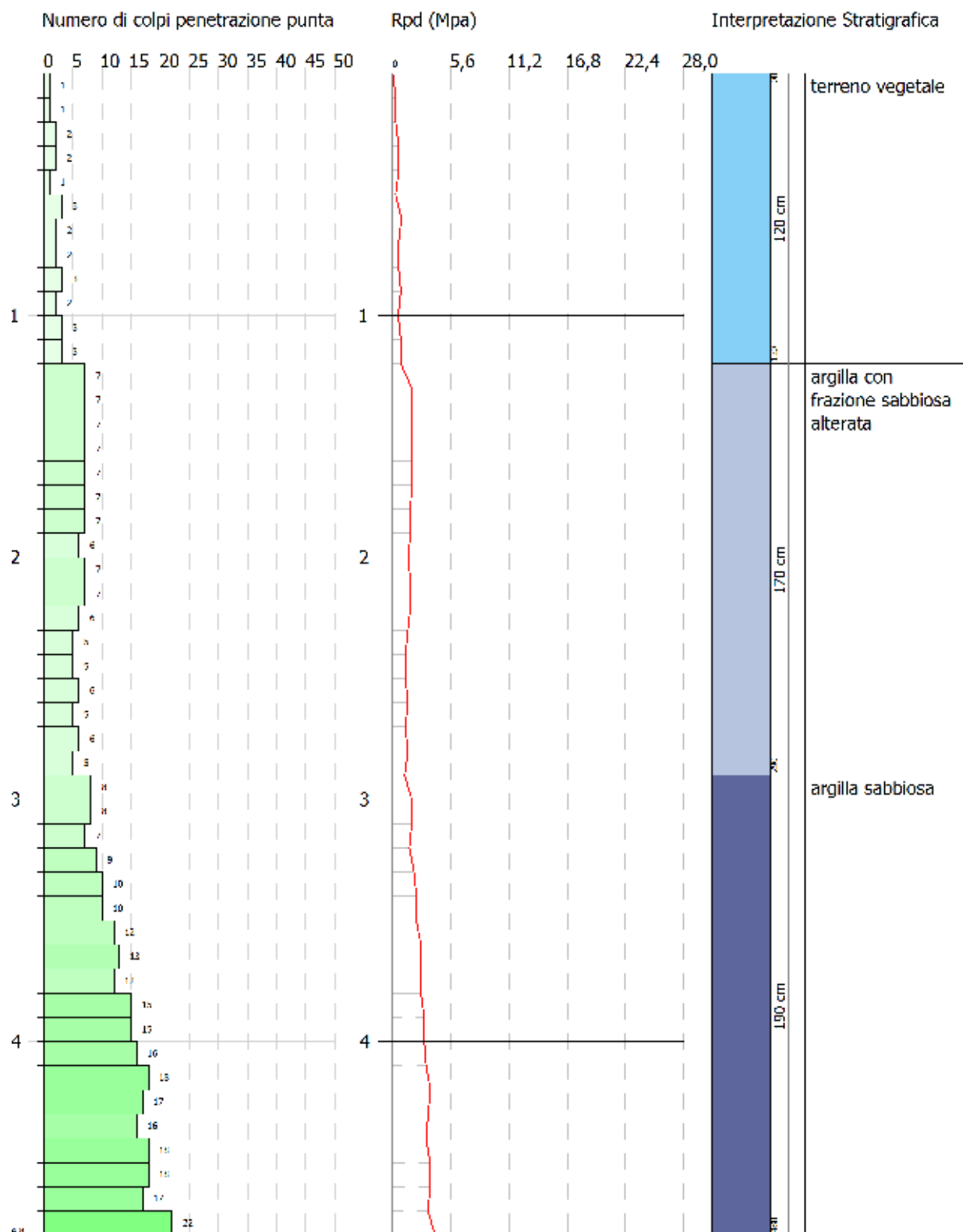
Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	1,00	0.00-1,20	1,00	Robertson 1983	0,20
Strato (2) argille alterate	4,00	1,20-2,90	4,00	Robertson 1983	0,78
Strato (3) argilla	10,00	2,90-4,80	10,00	Robertson 1983	1,96

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DL1
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: COMUNE DI GIBELLINA
Descrizione: VARIANTE STRUMENTO URBANISTICO
Localita': AREA PIP - GIBELLINA

Scala 1:24



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DL2

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) terreno vegetale	2,52	0.00-1,60	Shioi - Fukui (1982)	12,36
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	4,31	1,60-3,70	Shioi - Fukui (1982)	21,08
Strato (3) argilla con frazione sabbiosa	6,79	3,70-6,20	Shioi - Fukui (1982)	33,34

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	2,52	0.00-1,60	Robertson (1983)	0,49
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	4,31	1,60-3,70	Robertson (1983)	0,85
Strato (3) argilla con frazione sabbiosa	6,79	3,70-6,20	Robertson (1983)	1,33

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	2,52	0.00-1,60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	2,70
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	4,31	1,60-3,70	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	4,49
Strato (3) argilla con frazione sabbiosa	6,79	3,70-6,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	6,97

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	2,52	0.00-1,60	Apollonia	2,47
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	4,31	1,60-3,70	Apollonia	4,23
Strato (3) argilla con frazione sabbiosa	6,79	3,70-6,20	Apollonia	6,66

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) terreno vegetale	2,52	0.00-1,60	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	4,31	1,60-3,70	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (3) argilla con frazione sabbiosa	6,79	3,70-6,20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (KN/m ³)
Strato (1) terreno vegetale	2,52	0.00-1,60	Meyerhof	15,69
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	4,31	1,60-3,70	Meyerhof	16,87
Strato (3) argilla con frazione sabbiosa	6,79	3,70-6,20	Meyerhof	18,14

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (KN/m³)
Strato (1) terreno vegetale	2,52	0.00-1,60	Meyerhof	18,24
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	4,31	1,60-3,70	Meyerhof	18,34
Strato (3) argilla con frazione sabbiosa	6,79	3,70-6,20	Meyerhof	18,53

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) terreno vegetale	2,52	0.00-1,60	2,52	Meyerhof 1957	36,64
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	4,31	1,60-3,70	4,31	Meyerhof 1957	40,89
Strato (3) argilla con frazione sabbiosa	6,79	3,70-6,20	6,79	Meyerhof 1957	43,97

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) terreno vegetale	2,52	0.00-1,60	2,52	Meyerhof (1956)	15,72
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	4,31	1,60-3,70	4,31	Meyerhof (1956)	18,23
Strato (3) argilla con frazione sabbiosa	6,79	3,70-6,20	6,79	Meyerhof (1956)	19,94

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) terreno vegetale	2,52	0.00-1,60	2,52	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	4,31	1,60-3,70	4,31	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) argilla con frazione sabbiosa	6,79	3,70-6,20	6,79	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) terreno vegetale	2,52	0.00-1,60	2,52	(A.G.I.)	0,35
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	4,31	1,60-3,70	4,31	(A.G.I.)	0,35
Strato (3) argilla con frazione sabbiosa	6,79	3,70-6,20	6,79	(A.G.I.)	0,34

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	2,52	0.00-1,60	2,52	Ohsaki (Sabbie pulite)	15,20
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	4,31	1,60-3,70	4,31	Ohsaki (Sabbie pulite)	25,17
Strato (3) argilla con frazione sabbiosa	6,79	3,70-6,20	6,79	Ohsaki (Sabbie pulite)	38,58

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) terreno vegetale	2,52	0.00-1,60	2,52	Navfac 1971-1982	0,40
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	4,31	1,60-3,70	4,31	Navfac 1971-1982	0,83
Strato (3) argilla con frazione sabbiosa	6,79	3,70-6,20	6,79	Navfac 1971-1982	1,40

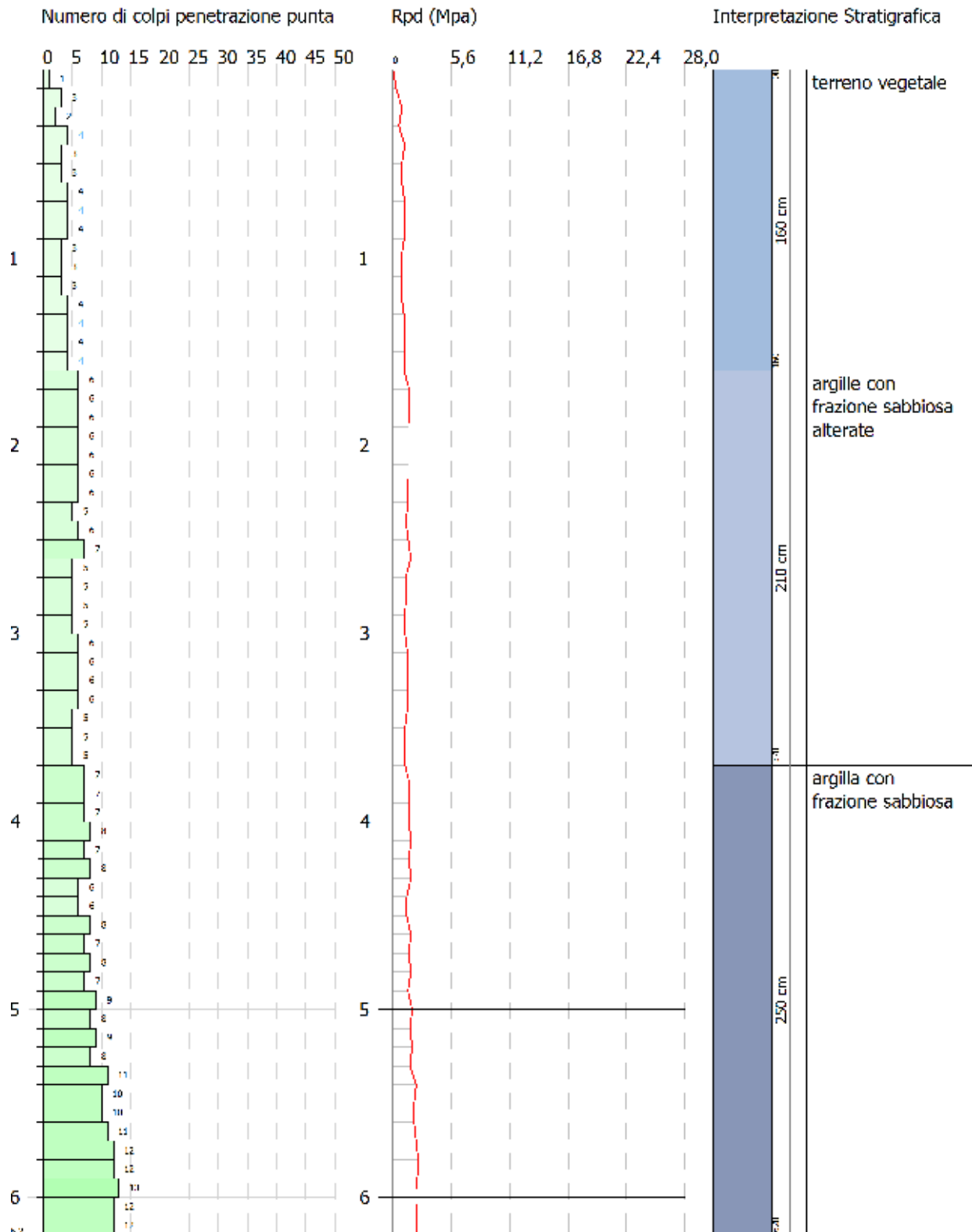
Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	2,52	0.00-1,60	2,52	Robertson 1983	0,49
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	4,31	1,60-3,70	4,31	Robertson 1983	0,85
Strato (3) argilla con frazione sabbiosa	6,79	3,70-6,20	6,79	Robertson 1983	1,33

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DL2
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: COMUNE DI GIBELLINA
Descrizione: VARIANTE STRUMENTO URBANISTICO
Localita': AREA PIP - GIBELLINA

Scala 1:31



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DL3

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) terreno vegetale	2,50	0.00-0,70	Shioi - Fukui (1982)	6,08
Strato (2) argille sabbiose alterate	9,78	0,70-2,00	Shioi - Fukui (1982)	23,93
Strato (3) argille sabbiose	14,23	2,00-3,00	Shioi - Fukui (1982)	34,91

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	2,50	0.00-0,70	Robertson (1983)	0,49
Strato (2) argille sabbiose alterate	9,78	0,70-2,00	Robertson (1983)	1,92
Strato (3) argille sabbiose	14,23	2,00-3,00	Robertson (1983)	2,79

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	2,50	0.00-0,70	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	2,68
Strato (2) argille sabbiose alterate	9,78	0,70-2,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	9,96
Strato (3) argille sabbiose	14,23	2,00-3,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	14,41

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	2,50	0.00-0,70	Apollonia	2,45
Strato (2) argille sabbiose alterate	9,78	0,70-2,00	Apollonia	9,59
Strato (3) argille sabbiose	14,23	2,00-3,00	Apollonia	13,95

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) terreno vegetale	2,50	0.00-0,70	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato (2) argille sabbiose alterate	9,78	0,70-2,00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (3) argille sabbiose	14,23	2,00-3,00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (KN/m ³)
Strato (1) terreno vegetale	2,50	0.00-0,70	Meyerhof	15,69
Strato (2) argille sabbiose alterate	9,78	0,70-2,00	Meyerhof	19,22
Strato (3) argille sabbiose	14,23	2,00-3,00	Meyerhof	20,20

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (KN/m ³)
Strato (1) terreno vegetale	2,50	0.00-0,70	Meyerhof	18,24
Strato (2) argille sabbiose alterate	9,78	0,70-2,00	Meyerhof	21,18
Strato (3) argille sabbiose	14,23	2,00-3,00	Meyerhof	22,26

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) terreno vegetale	2,50	0.00-0,70	2,50	Gibbs & Holtz 1957	13,57
Strato (2) argille sabbiose alterate	9,78	0,70-2,00	9,78	Gibbs & Holtz 1957	35,49
Strato (3) argille sabbiose	14,23	2,00-3,00	14,23	Gibbs & Holtz 1957	39,3

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) terreno vegetale	2,50	0.00-0,70	2,5	Meyerhof (1956)	15,71
Strato (2) argille sabbiose alterate	9,78	0,70-2,00	9,78	Meyerhof (1956)	17,79
Strato (3) argille sabbiose	14,23	2,00-3,00	14,23	Meyerhof (1956)	19,07

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) terreno vegetale	2,50	0.00-0,70	2,50	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) argille sabbiose alterate	9,78	0,70-2,00	9,78	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) argille sabbiose	14,23	2,00-3,00	14,23	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) terreno vegetale	2,50	0.00-0,70	2,50	(A.G.I.)	0,35
Strato (2) argille sabbiose alterate	9,78	0,70-2,00	9,78	(A.G.I.)	0,33
Strato (3) argille sabbiose	14,23	2,00-3,00	14,23	(A.G.I.)	0,33

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	2,50	0.00-0,70	2,50	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	21,46
Strato (2) argille sabbiose alterate	9,78	0,70-2,00	9,78	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	49,38
Strato (3) argille sabbiose	14,23	2,00-3,00	14,23	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	62,09

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) terreno vegetale	2,50	0.00-0,70	2,50	Navfac 1971-1982	0,39
Strato (2) argille sabbiose alterate	9,78	0,70-2,00	9,78	Navfac 1971-1982	2,06
Strato (3) argille sabbiose	14,23	2,00-3,00	14,23	Navfac 1971-1982	2,97

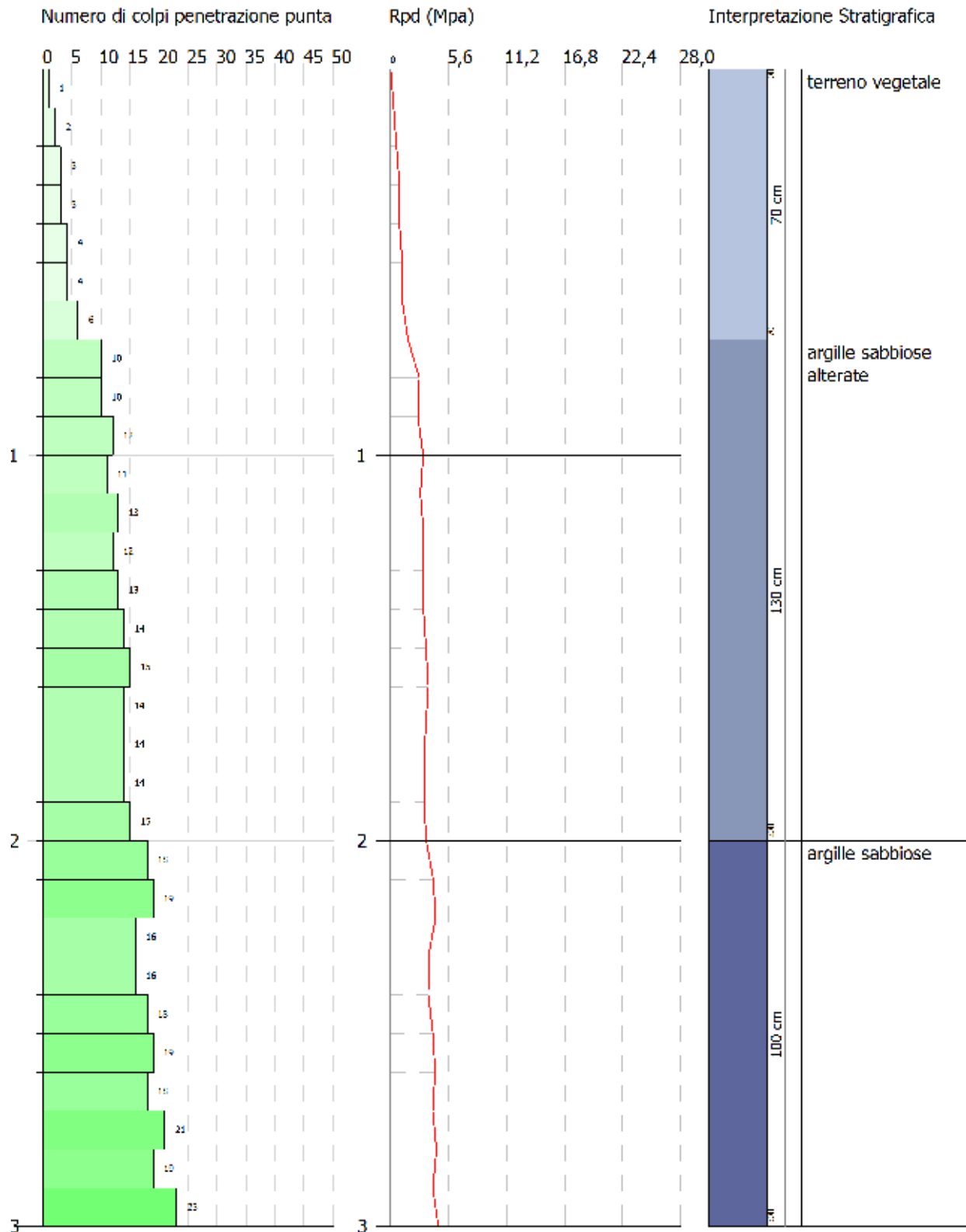
Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	2,50	0.00-0,70	2,50	Robertson 1983	0,49
Strato (2) argille sabbiose alterate	9,78	0,70-2,00	9,78	Robertson 1983	1,92
Strato (3) argille sabbiose	14,23	2,00-3,00	14,23	Robertson 1983	2,79

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DL3
 Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: COMUNE DI GIBELLINA
 Descrizione: VARIANTE STRUMENTO URBANISTICO
 Localita': COMPARTO PIP - GIBELLINA

Scala 1:15



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DL4

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato (1) terreno vegetale	2,56	0.00-1,10	Shioi - Fukui (1982)	12,55
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	6,42	1,10-2,00	Shioi - Fukui (1982)	31,48
Strato (3) argille con frazione sabbiosa	10,05	2,00-3,00	Shioi - Fukui (1982)	49,23

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	2,56	0.00-1,10	Robertson (1983)	0,50
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	6,42	1,10-2,00	Robertson (1983)	1,26
Strato (3) argille con frazione sabbiosa	10,05	2,00-3,00	Robertson (1983)	1,97

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	2,56	0.00-1,10	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	2,74
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	6,42	1,10-2,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	6,60
Strato (3) argille con frazione sabbiosa	10,05	2,00-3,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	10,23

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	2,56	0.00-1,10	Apollonia	2,51
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	6,42	1,10-2,00	Apollonia	6,30
Strato (3) argille con frazione sabbiosa	10,05	2,00-3,00	Apollonia	9,86

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) terreno vegetale	2,56	0.00-1,10	A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	6,42	1,10-2,00	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (3) argille con frazione sabbiosa	10,05	2,00-3,00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume (KN/m³)
Strato (1) terreno vegetale	2,56	0.00-1,10	Meyerhof	15,69
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	6,42	1,10-2,00	Meyerhof	17,95
Strato (3) argille con frazione sabbiosa	10,05	2,00-3,00	Meyerhof	19,32

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unita' di volume saturo (KN/m³)
Strato (1) terreno vegetale	2,56	0.00-1,10	Meyerhof	18,24
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	6,42	1,10-2,00	Meyerhof	18,53
Strato (3) argille con frazione sabbiosa	10,05	2,00-3,00	Meyerhof	21,28

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) terreno vegetale	2,56	0.00-1,10	2,56	Gibbs & Holtz 1957	13,38
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	6,42	1,10-2,00	6,42	Gibbs & Holtz 1957	26,63
Strato (3) argille con frazione sabbiosa	10,05	2,00-3,00	10,05	Gibbs & Holtz 1957	32,42

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) terreno vegetale	2,56	0.00-1,10	2,56	Meyerhof (1956)	15,73
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	6,42	1,10-2,00	6,42	Meyerhof (1956)	18,83
Strato (3) argille con frazione sabbiosa	10,05	2,00-3,00	10,05	Meyerhof (1956)	20,87

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) terreno vegetale	2,56	0.00-1,10	2,56	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	6,42	1,10-2,00	6,42	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) argille con frazione sabbiosa	10,05	2,00-3,00	10,05	Classificazione A.G.I	MODERATAM ENTE ADDENSATO

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) terreno vegetale	2,56	0.00-1,10	2,56	(A.G.I.)	0,35
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	6,42	1,10-2,00	6,42	(A.G.I.)	0,34
Strato (3) argille con frazione sabbiosa	10,05	2,00-3,00	10,05	(A.G.I.)	0,33

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	2,56	0.00-1,10	2,56	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	21,77
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	6,42	1,10-2,00	6,42	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	38,18
Strato (3) argille con frazione sabbiosa	10,05	2,00-3,00	10,05	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	50,21

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) terreno vegetale	2,56	0.00-1,10	2,56	Navfac 1971-1982	0,41
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	6,42	1,10-2,00	6,42	Navfac 1971-1982	1,31
Strato (3) argille con frazione sabbiosa	10,05	2,00-3,00	10,05	Navfac 1971-1982	2,11

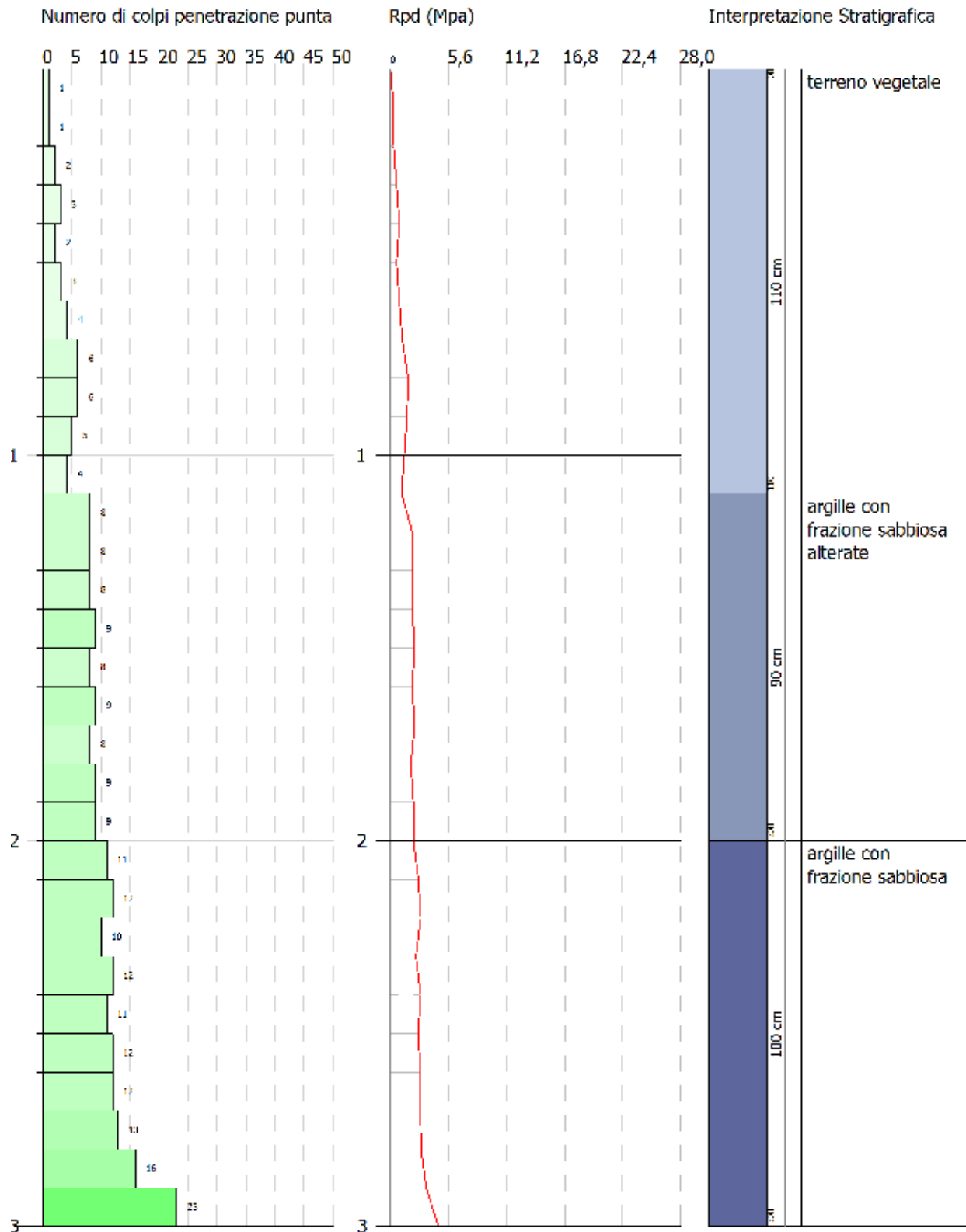
Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato (1) terreno vegetale	2,56	0.00-1,10	2,56	Robertson 1983	0,50
Strato (2) argille con frazione sabbiosa alterate	6,42	1,10-2,00	6,42	Robertson 1983	1,26
Strato (3) argille con frazione sabbiosa	10,05	2,00-3,00	10,05	Robertson 1983	1,97

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DL4
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: COMUNE DI GIBELLINA
Descrizione: VARIANTE STRUMENTO URBANISTICO
Localita': COMPARTO PIP- GIBELLINA

Scala 1:15



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto n. 1 -- Fase esecuzione prova penetrometrica DL1



Foto n. 2 -- Fase esecuzione prova penetrometrica DL2



Foto n. 3 -- Fase esecuzione prova penetrometrica DL3



Foto n. 4 -- Fase esecuzione prova penetrometrica DL4

COMUNE DI GIBELLINA

Libero Consorzio Comunale di Trapani

**PIANO PARTICOLAREGGIATO PER GLI INSEDIAMENTI PRODUTTIVI (PIP)
APPROVATO CON D. ASS. N. 414 DEL 15/11/1984 E SUCCESSIVE VARIANTI –
VARIANTE CON AMPLIAMENTO IN Z.T.O. “E” DELLA ZONA P.I.P.**

Committente: Comune di Gibellina

RIEPILOGO INDAGINI PREGRESSE ESEGUITE NELL'AREA DI PROGETTO

Il Geologo

Dott. Salvatore Pizzolato



Dott. Geol. Salvatore Pizzolato

Via N. Nasi, 11 cap 91024 Gibellina (TP).

☎ 347 1331382

Nell'area interessata dalle opere di progetto il sottoscritto, Dott. Geol. Salvatore Pizzolato, regolarmente iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi al n° 2498 Sez. A, ha eseguito, nel corso degli anni, indagini geognostiche per la progettazione di lavori pubblici e/o privati.

Le indagini pregresse, ubicate nell'area oggetto di studio, sono elencate nella sottostante tabella:

INDAGINI ESEGUITE PRECEDENTEMENTE NELL'AREA DI PROGETTO	
Tipologia indagine	Quantità
Indagini sismiche HVSR	2
Indagini sismiche MASW	1
Pozzetti esplorativi	1

**INDAGINI ESEGUITE PRECEDENTEMENTE
NELL'AREA DI PROGETTO**

**INSTALLAZIONE DI ASCENSORE PER IL SUPERAMENTO DELLE BARRIERE
ARCHITETTONICHE DA INSTALLARSI PRESSO LA SEDE DELLA CIA PIRRELLO S.R.L. IN
GIBELLINA”.**

INDAGINE SISMICA HVSR(CIAPIRRELLO)

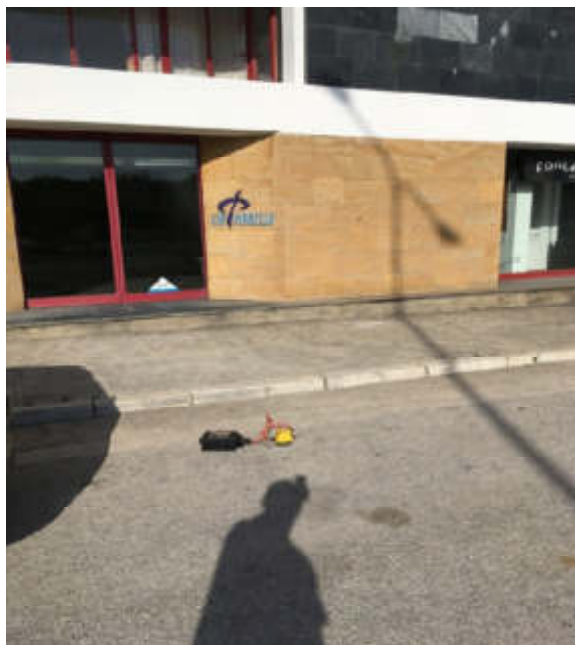
Il sito di progetto è individuato sul reticolato geografico con le seguenti coordinate:

	COORDINATE GEOGRAFICHE	
LATITUDINE	37° 48' 22,24" N	37,806179° N
LONGITUDINE	12° 51' 58,18" E	12,866162° E
33S	312151.825 E	4186455.321 N


Il modello interpretativo fornito ha permesso di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

Strato	Spessore [m]	Velocità onde di taglio [m/s]
1	17,3	175,78
2	12,7	455,29

Frequenza picco F ₀ (Hz)	VS ₃₀ (m/s)
4.25	237



POZZETTO ESPLORATIVO P1(CIAPIRRELLO)

Pozzetto P1			INSTALLAZIONE DI ASCENSORE PER IL SUPERAMENTO DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE DA INSTALLARSI PRESSO LA SEDE DELLA CIA PIRRELLO S.R.L. IN GIBELLINA Committente: CIA PIRRELLO SRL						
quote assolute	quote relative		spess. mt.	strat.	Descrizione		SPT	camp.	falda H ₂ O
0.00 mt.									
	0.50		0.50		Coltre pedogena.				
1.00		—			Argille con frazione sabbiosa di colore nocciola nella porzione sommitale mentre in profondità assumono una colorazione grigio-verdastra.				
2.00		—							
3.00	2.50	—							
4.00		—							
5.00		—							



	COORDINATE GEOGRAFICHE	
LATITUDINE	37° 48' 21,67" N	37,806022° N
LONGITUDINE	12° 51' 58,88" E	12,866358° E
33S	312168.684 E	4186437.505 N

**PROGETTO DI UN EDIFICIO DA REALIZZARSI NEL NUOVO CENTRO ABITATO DI
GIBELLINA (TP) -- COMPARTO PIP LOTTI D10 – D11 – D12 – D13**

INDAGINE SISMICA MASW(ONORIO)

Il sito di progetto è individuato sul reticolato geografico con le seguenti coordinate:

Geofono	COORDINATE GEOGRAFICHE				
G1	37,81070° N	12,86619° E	33S	312165,74 E	4186956,95 N
G18	37,81071° N	12,86579° E		312130,55 E	4186958,86 N

Il modello interpretativo ha permesso di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

Sismostrato	H [m]	Z [m]	γ [kg/m ³]	V_s [m/s]
	spessore	Profondità del letto	P.U.V.	Velocità trasv.
1	0.50	-0.50	1800	217
2	0.80	-1.30	1800	185
3	1.00	-2.30	1800	168
4	1.00	-3.30	1900	190
5	2.50	-5.80	1900	240
6	3.00	-8.80	200	348
7	9.00	-17.80	2100	370
8	4.50	22.30		530
9	>8.30	∞	2200	660

Nel sito in questione, sulla base del profilo delle onde di taglio elaborato si ottiene $V_{S30} = 336$ m/s.



**REALIZZAZIONE DI UN MANUFATTO ARCHITETTONICO DA ERIGERSI IN AMPLIAMENTO
NELL'AREA PERTINENZIALE DEL FABBRICATO PRODUTTIVO ESISTENTE SITO PRESSO
GIBELLINA (TP) IN VIA BELICE SNC, CENSITO AL N.C.E.U. AL FOGLIO 1, PARTICELLA 107,
SUB. 3, RICADENTE NEL COMP. EDIFICATORIO PIP**

INDAGINE SISMICA HVSR(DIGIOVANNI)

Il sito di progetto è individuato sul reticolato geografico con le seguenti coordinate:

	COORDINATE GEOGRAFICHE	
LATITUDINE	37° 48' 32,89" N	37,809136° N
LONGITUDINE	12° 52' 0,45" E	12,866791° E
33S	312214.697 E	4186782.188 N

Il modello interpretativo fornito ha permesso di ottenere la seguente stratigrafia con i relativi valori di velocità delle onde S:

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
0.70	0.70	103
12.10	11.40	195
inf.	inf.	320

Frequenza picco F_0 (Hz)	VS_{30} (m/s)
1.75	248




 REGIONE SICILIANA
 DIPARTIMENTO REGIONALE DEI GEOLOGI
 Dott. Gen. Salvatore
 Pizzolunghi
 N. 2498
 Sez. A